

ISSN 1609-1825 (PRINT)

ISSN 2710-3382 (ONLINE)



УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

№4 2023



- ◆ **Машиностроение. Металлургия**
- ◆ **Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности**
- ◆ **Строительство. Транспорт**
- ◆ **Педагогика высшей школы. Экономика**
- ◆ **Энергетика. Автоматика. ИКТ**



республикалық
журналы

республиканский
журнал

УНИВЕРСИТЕТ
ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ
УНИВЕРСИТЕТА



4 (93)
2023

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет

Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің жанындағы Ақпарат комитетінде тіркелген (қайта есепке алу куәлігі № KZ63VPY00044097 15.12.2021 ж.)

Журнал зарегистрирован в Комитете информации при Министерстве информации и общественно-го развития Республики Казахстан (свидетельство о перерегистрации № KZ63VPY00044097 от 15.12.2021 г.)

МЕНШІК ИЕСІ

«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қаласы)

СОБСТВЕННИК

Некоммерческое акционерное общество «Қарагандинский технический университет имени Абылқаса Сагинова» (г. Караганда)

Главный редактор

Ю.Н. Пак

д-р техн. наук, профессор

Редакционный совет

- Пак Ю.Н.** академик КазНАЕН, д-р техн. наук, проф. кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (председатель) (Казахстан)
- Куликов В.Ю.** проф. кафедры нанотехнологий и металлургии НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», академик МАИН, канд. техн. наук, проф. (зам. председателя) (Казахстан)
- Шахатова А.Т.** директор департамента стратегического планирования и коммуникаций НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», (ответственный секретарь) (Казахстан)
- Байджанов Д.О.** проф. кафедры строительных материалов и технологий НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», академик МАИН, д-р техн. наук (Казахстан)
- Бирюков В.В.** декан факультета инженерной экономики и менеджмента НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», д-р экон. наук (Казахстан)
- Бранко Каталинич** проф. Венского университета технологий, д-р техн. наук, President IAE-CEB, Professor, Dr.sc., Dr.mult.h.c., Prof.h.c., President of DAAAM International (Австрия)
- Выжва С.А.** директор института геологии Киевского национального университета имени Т. Шевченко, д-р геол.-мин. наук, проф. (Украина)
- Демин В.Ф.** проф. кафедры разработки месторождений полезных ископаемых НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», д-р техн. наук (Казахстан)
- Жетесова Г.С.** директор по стратегическому развитию НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», проф. кафедры технологического оборудования, машиностроения и стандартизации, академик КазНАЕН, д-р техн. наук (Казахстан)
- Жетписбаева Б.А.** проректор по стратегическому развитию НАО «Карагандинский университет имени Е.А. Букетова», д-р пед. наук, проф. (Казахстан)
- Ибатов М.К.** председатель Правления – Ректор НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», академик КазНАЕН, НИА РК, иностранный член Академии горных наук РФ, д-р техн. наук, проф. (Казахстан)
- Ибраев М.К.** декан химического факультета НАО «Карагандинский университет имени Е.А. Букетова», д-р хим. наук (Казахстан)
- Исагулов А.З.** исполнительный директор НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», академик МАИН, КазНАЕН, НАН ВШК, д-р техн. наук, проф. (Казахстан)
- Кадыров А.С.** проф. кафедры транспортной техники и логистических систем НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», д-р техн. наук (Казахстан)
- Коликов К.С.** зав. кафедрой горнопромышленной экологии Национального исследовательского технологического университета МИСиС, д-р техн. наук (Россия)
- Кошебаета Г.К.** проф. кафедры экономики и менеджмента предприятия НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», д-р экон. наук (Казахстан)
- Кристина Лисецка** д-р экон. наук, Экономический университет Каттовице (Польша)
- Лукаш Варгула** PhD, ассоциированный проф. Познанского технологического университета (Польша)
- Нугужинев Ж.С.** директор КазМИРР, советник Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), д-р техн. наук, проф. (Казахстан)
- Окишев К.Ю.** проф. кафедры материаловедения и физикохимии материалов Южно-Уральского государственного университета, д-р физ.-мат. наук (Россия)
- Портнов В.С.** проф. кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», академик МАИН, иностранный член Академии горных наук РФ, д-р техн. наук (Казахстан)
- Сахапов Р.Л.** зав. кафедрой дорожно-строительных машин Казанского государственного архитектурно-строительного университета, д-р техн. наук, проф. (Россия)
- Шеров К.Т.** проф. кафедры технологических машин и оборудования НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», д-р техн. наук (Казахстан)

Машиностроение. Металлургия



DOI 10.52209/1609-1825_2023_4_3

ЭОЖ 621.7

Электр қозғалтқыштарының біліктерінің ақауларын талдау және оларды қалпына келтіру әдістері

¹ЖАРКЕВИЧ Ольга Михайловна, т.ғ.к., профессор, zharkevich82@mail.ru,

²ТАЙМАНОВА Гульнара Кабжановна, т.ғ.к., доцент, gtaimanova@mail.ru,

^{1*}МУХИТОВА Аделия Ержановна, докторант, adeliemukusheva@gmail.com,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 71,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақаланың мақсаты – электр қозғалтқыштарының біліктерінің бетіндегі ақауларды анықтау және оларды қалпына келтірудің ұтымды әдісін таңдау. Электр қозғалтқыштарының біліктеріндегі істен шығу механизмдері анықталды, оларға мыналар жатады: тозу, шаршау, коррозия, шамадан тыс жүктеме. Электр қозғалтқыштарының біліктеріндегі ақаулық механизмдерінің себептері сипатталған. Ақаулық механизмін ескере отырып, электр қозғалтқыштарының біліктеріндегі ақаулардың жіктелуі келтірілген. Жұмыс кезінде электр қозғалтқыштарының біліктерінде беткі ақаулардың пайда болу сипаты сипатталған. Электр қозғалтқыштарының біліктерін қалпына келтіру әдістері табылды.

Кілт сөздер: білік, бұзылу, коррозия, тозу, шаршау, шамадан тыс жүктеме, қалпына келтіру.

Кіріспе

Айналмалы электр машиналарының біліктері әртүрлі ақаулық механизмдеріне немесе олардың комбинацияларына ұшырайтын қуат пен айналмалы қозғалысты беру элементтері болып табылады [1]. Олардың функциясы мен жүктемесіне байланысты біліктер әдетте жоғары кернеулі ком-

поненттер болып табылады. Айналмалы біліктерге әсер ететін негізгі ақаулық механизмдері шамадан тыс жүктеме, шаршау, коррозия және тозу болып табылады [2, 3].

Коррозия мен тозу әдетте біліктің бетінде көрінетін із қалдырады, өйткені олардың әсері артады, бірақ олар өздігінен біліктің сынуына

әкелмейді [2, 4]. Коррозия және тозу – ешқашан біліктің істен шығуына әкелмейді. Шаршау және шамадан тыс жүктеме – бұл істен шығу механизмдері бұл, сайып келгенде, біліктің бұзылуына әкеледі [4].

Біліктер электр қозғалтқыштарының маңызды құрамдас бөліктері болып табылады, сондықтан зақымдалған немесе басқаша істен шыққан біліктер бүкіл айналмалы механизмді істен шығарады [5]. Білікті немесе бүкіл электр қозғалтқышын толығымен ауыстыру айтарлықтай қаржылық шығындарға әкеледі [6]. Жаңа білік сатып алуға балама ретінде оның беткі қабатын шығындарды үнемдеуді қамтамасыз ететін жөндеу шешімі ретінде пайдалануға болады.

Зерттеу әдістері

Электр қозғалтқыштарының біліктерінің ақауларын зерттеу беттік топографияның визуалды әдісі арқылы жүзеге асырылады. Электр қозғалтқыштарының біліктеріндегі ақаулық механизмдерінің пайыздық қатынасын анықтау статистикалық талдау негізінде жүзеге асырылады. Электр қозғалтқыштарының біліктерінің бетін қалпына келтірудің ең ұтымды әдісі техникалық-экономикалық критерий негізінде анықталады.

Нәтижелер және талқылау

Талдау нәтижесінде істен шығудың төрт механизмінің ең көп кездесетіні тозу екендігі анықталды (1-сурет).

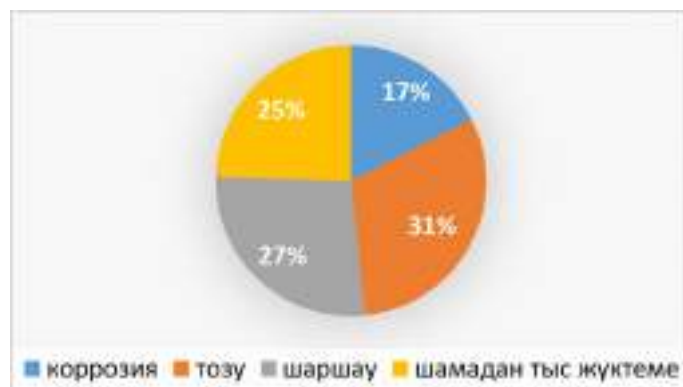
Электр қозғалтқыштарының біліктерінің тозуы себептері: (2-сурет) [7]:

- біліктерге түсетін жүктеме, жылдамдық және жылу режимдері;
- біліктің тозуы кезінде оның жанасу аймағы табиғи түрде өзгереді;
- майлау материалдарының физика-химиялық қасиеттерінің ауытқуы.

Шаршау циклдік кернеулерден туындайды және шаршаудың бұзылуын тудыратын күштер пластикалық деформацияны тудыруы мүмкін, бірақ күштерге қарағанда айтарлықтай аз [8]. Коррозия материалдың шаршау күшін төмендететіні, жағдайды одан әрі шатастырады. Төмендеу дәрежесі коррозия дәрежесіне де, кернеу циклдерінің санына да байланысты. Шаршау салдарынан электр қозғалтқыштарының біліктерінің бұзылуы 3-суретте келтірілген.

Үйкеліс жағдайында жұмыс істейтін электр қозғалтқышының білігінің коррозиясының негізгі көздері қоршаған атмосфераның ылғалдылығы мен оттегі болып табылады, әсіресе қозғалтқыш ұзақ уақыт тоқтаған кезде [9]. Фреттинг коррозиясындағы қозғалыстың себептері діріл, динамикалық жүктемелер, электр қозғалтқышындағы конъюгат бөлшектерінің мезгіл-мезгіл иілуі немесе бұралуы болуы мүмкін.

Электр қозғалтқыштарының біліктерін шамадан тыс жүктеу кезіндегі ақаулар материалдың беріктігі немесе созылу беріктігі шегінен асатын күштерден туындайды. Бірде-бір білік материа-



1-сурет – Электр қозғалтқыштарының біліктеріндегі ақаулы механизмдердің пайыздық қатынасы



2-сурет – Тозуға байланысты электр қозғалтқыштарының біліктерінің бұзылуы

лы мүлдем сынғыш немесе мүлдем иілгіш емес. Барлық дерлік электр қозғалтқыштарында қолданылатын біліктер төмен немесе орташа көміртекті болаттан жасалған және салыстырмалы түрде икемді. Нәтижесінде, бұл материалдарға шамадан тыс жүктеме түскенде, олар бұралып, деформацияланады.

Электр қозғалтқыштарының біліктерінің істен шығу механизмін біле отырып, олардан туындаған ақауларды толығырақ жіктеуге болады. Электр қозғалтқыштарының біліктерінің жіктелуі 6-суретте көрсетілген.

Біліктердің беттеріндегі қауіптер (6,а-сурет) қатты ластаушы бөлшектердің үйкеліс беттерін бөлетін майлау қабатына түсуінен пайда болады.

Білік беттеріндегі бөртпелер (6,б-сурет) жоғары айналу жиілігінде үйкеліс беттері арасында майлау сұйықтығы болмаған кезде жиі кездеседі.

Жарықтар (7,а-сурет) соққы және діріл жүктемелерінің әсерінен, созылу кернеулерінің қайта бөлінуінен, металдың шаршауынан алынады. Жарықтың өсуі қаттылықтың баяу төмендеуіне және жарықшақты біліктің динамикалық өнімділігінің өзгеруіне әкеледі, нәтижесінде шаршау дегра-



3-сурет – Шаршау салдарынан электр қозғалтқыштарының біліктерінің бұзылуы



4-сурет – Шамадан тыс жүктеме салдарынан электр қозғалтқыштарының біліктерінің бұзылуы



5-сурет – Электр қозғалтқыштары біліктерінің ақауларының жіктелуі

дациясы пайда болады. Баяу төмендейтін даму кезінде қаттылық тез және мезгіл-мезгіл өзгереді.

Біліктің салмағы мен оның айналуына байланысты беттік жарықшақ мезгіл-мезгіл ашылып, жабылады, бұл әр айналу кезеңінде қаттылықтың өзгеруіне әкеледі және көбінесе білік сатысының бұзылуына әкеледі.

Үзіліс (7,б-сурет) майлаудың жеткіліксіз болуынан, негізгі металдың ақауларынан, жарықтың пайда болуынан, кернеу концентрациясынан, дірілмен бірге пайда болады.

Электр қозғалтқыштарының біліктерінің сынуы өте сирек кездеседі. Барлық шаршау сынықтары сияқты, олар жарықшақ тұрақты жыл-

дамдықпен таралатын беттің салыстырмалы түрде біркелкі кедір-бұдырымен сипатталады.

Электр қозғалтқышының білігі айналған кезде қаттылық, көлемдік беріктік пен тозуға төзімділік пен сұйықтықтың ағуы немесе жоғары ылғалдылық коррозияның әртүрлі түрлерін тудырады, мысалы, питтингтер (8,а-сурет), жолақтар (8,б-сурет); жаралар (8,в-сурет); беттің қарқынды тотығуы (8,г-сурет).

Шамадан тыс жүктеме кезінде 9-суретте көрсетілген ақаулар бар. Оларға кілтсөздің немесе саңылаулардың мыжылуы мен деформациясы (9,а,г-сурет), кілтсөздің жыртылуы (9,в-сурет), бұралу (9,г-сурет) жатады.



а



б

6-сурет – Тозуға байланысты электр қозғалтқыштары біліктерінің бетіндегі ақаулар



а



б

7-сурет – Шаршауға байланысты электр қозғалтқыштарының білік беттерінің ақаулары



а



б



в



г

8-сурет – Коррозияға байланысты электрвал беттерінің ақаулары

Кілттердің немесе саңылаулардың бұзылуы (алып тастау және жарылыстар) соққы және діріл жүктемелері кезінде немесе кілттер мен саңылаулардағы моменттердің рұқсат етілген мәндерінен асып кеткен кезде пайда болады. Бұрылыстар мен деформациялар біліктің шекті жүктемелерінен асып кеткенде немесе жұмыс кезінде қызып кеткенде пайда болады.

Электр қозғалтқыштарының біліктерінің тозған цилиндрлік беттері балқыту арқылы қалпына келтіріліп, кейіннен өңделеді.

Әр түрлі беткейлердің артықшылықтары:

- қолмен доға төсеу (әдістің қарапайымдылығы);

- қорғаныс газдары ортасында жартылай автоматты балқыту (үнемділік, негізгі және балқытылатын металл арасындағы жақсы адгезия);

- ағын қабатының астында автоматты балқыту (жоғары өнімділік, жоғары сапалы балқытылған металл).

Әр түрлі беткейлердің кемшіліктері:

- қолмен доғалық қаптау (дәнекерлеушінің біліктілігіне тәуелділік, өнімділігі төмен, қоршаған ортаға зиян);

- қорғаныш газдар ортасында жартылай автоматты балқыту (металдың шашырауын 10-12%-ға арттыру, металл құрамының органикалық өзгеруі);

- ағын қабатының астында автоматты балқыту (балқыту кезінде бөліктің жоғары қызуы; тозуға төзімділікті арттыру үшін термиялық өңдеуді қолдану қажеттілігі).

Қаптау қолмен, көмірқышқыл газының ортасында жартылай автоматты, автоматты болуы мүмкін.

Балқыту әдісін таңдағанда, әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктерін ескеруден басқа, техникалық-экономикалық критерийдің минималды мәнін қамтамасыз ететін әдіс

ескеріледі [10]:

$$K_{Эi} = \frac{C_{Bi}}{K_{Di}} \rightarrow \min,$$

мұндағы $K_{Эi}$ – қалпына келтірудің I әдісінің техникалық-экономикалық критерийі;

C_{Bi} – I -ші тәсілмен бөлшектің бетін қалпына келтіруге арналған шығындар, тг.;

K_{Di} – I -ші әдіспен қалпына келтірілген беттің беріктік коэффициенті.

Бір электр қозғалтқышының білігін толық қалпына келтірудің техникалық-экономикалық критерийін бағалауға арналған деректер 1-кестеде келтірілген.

Кестедегі мәліметтерге сәйкес, электр қозғалтқыштарының біліктерінің зақымдалған беттерін қалпына келтіру үшін жартылай автоматты дәнекерлеуді таңдау керек.

Сонымен қатар, жартылай автоматты балқыту негізгі және балқытылған металл арасында жақсы адгезияны қамтамасыз етеді.

Қорытындылар

1. Электр қозғалтқыштарының біліктерінің беттерінің бұзылуы төрт негізгі механизмнен туындайды: тозу, шаршау, коррозия, шамадан тыс жүктеме.

2. Қозғалтқыш біліктерінің беттеріндегі негізгі ақаулар: тәуекелдер, бөртпелер, жарықтар, сынықтар, шұңқырлар, жолақтар, жаралар, беттің қарқынды тотығуы, кілттердің немесе саңылаулардың мыжылуы, бұралу және деформация.

3. Электр қозғалтқыштарының біліктерінің зақымдалған беттерін сапа мен үнемділікті ескере отырып қалпына келтірудің ең оңтайлы әдісі сапа мен үнемділікті, әдістің артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып, қорғаныс газдарының ортасын жартылай автоматты түрде балқыту болып табылады.



9-сурет – Шамадан тыс жүктеме салдарынан электровалдардың бетіндегі ақаулар

Толық біліктердің техникалық-экономикалық критерийлері

Қолмен дәнекерлеу		Жартылай автоматты дәнекерлеу		Автоматты дәнекерлеу	
C_{Bi}	K_{Di}	C_{Bi}	K_{Di}	C_{Bi}	K_{Di}
18009	0,4	32019	0,8	45024	0,9
$K_{Эi} = 45\ 022$		$K_{Эi} = 40\ 023 \rightarrow \min$		$K_{Эi} = 50\ 026$	

1. Nan Hou, Ning Ding, Shen Qu, Lawrence Wu. Failure modes, mechanisms and causes of shafts in mechanical equipment // Engineering failure analysis, 2022, 136 (2). – P. 106216
2. Sumit P.Raut, Laukik P.Raut. A Review of Various Techniques Used for Shaft Failure Analysis // International Journal of Engineering Research and General Science, 2014, Volume 2, Issue 2. – Pp. 159-171.
3. Miranda R.S., Cruz C., Cheung N., Cunha A.P.A. Fatigue Failure Analysis of a Speed Reduction Shaft // Metals 2021, 11. – P. 856.
4. Hariom, Vijoy Kumar, Chandrababu D. A Review of Fundamental Shaft Failure // International Research Journal of Engineering and Technology Analysis, 2016, Volume 03, Issue 10. – Pp. 389-395.
5. Tomerlin DRepair welding of a rotating electrical machine's broken shaft // Welding and Cutting, 2019, No. 3. Pp. 198-203.
6. Anil Midathada, Howard Miller, Chanyalew Belachew Corrosion Problems in Electrical Pumps: Identification and Solution // Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), 2020, P. 135.
7. Zjukov I.S. Analiz defektov i tehnologij vosstanovlenija raspredelitel'nyh valov dvigatelej vnutrennego sgoranija. Molodezh' i nauka: shag k uspehu 3-ja Vserossijskaja nauchnaja konferencija perspektivnyh razrabotok molodyh uchenyh: v 5 t., tom 5, 2019. – Pp. 45-47.
8. Ibraeva N.R., Tuktamysheva R.I., Kim V.N. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont kar'ernogo jelektromehaničeskogo oborudovanija: Učebnoe posobie / N.R. Ibraeva, R.I. Tuktamysheva, V.N. Kim / Nur-Sultan: NAO «Talap», 2020. – 283 p.
9. Litvinova M.M., Goncharova Ja.S. Zashhita dvigatelja vnutrennego sgoranija ot korrozii v nejelektrolitah. Vserossijskaja nauchno-praktičeskaja konferencija studentov, aspirantov i molodyh uchenyh «Mashinostroenie: novye koncepcii i tehnologii», 2021. – Pp. 142-146.
10. Chebotarev M.I. Vybór optimal'nogo sposoba vosstanovlenija iznošennoj poverhnosti detali. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 91 p.

Анализ дефектов валов электродвигателей и способы их восстановления

¹**ЖАРКЕВИЧ Ольга Михайловна**, к.т.н., профессор, zharkevich82@mail.ru,

²**ТАЙМАНОВА Гульнара Кабжановна**, к.т.н., доцент, gtaimanova@mail.ru,

^{1*}**МУХИТОВА Аделия Ержановна**, докторант, adeliemukusheva@gmail.com,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 71,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью статьи является определение дефектов поверхностей валов электродвигателей и выбор рационального способа их восстановления. Определены механизмы отказов в валах электродвигателей, к которым относятся: износ, усталость, коррозия, перегрузки. Описаны причины возникновения механизмов отказов в валах электродвигателей. Приведена классификация дефектов валов электродвигателей с учетом механизма отказа. Описана природа появления поверхностных дефектов на валах электродвигателей в процессе эксплуатации. Установлены способы восстановления валов электродвигателей.

Ключевые слова: вал, разрушение, коррозия, износ, усталость, перегрузка, восстановление.

Analysis of Shaft Defects of Electric Motors and Methods of Their Restoration

¹**ZHARKEVICH Olga**, Cand. of Tech. Sci., Professor, zharkevich82@mail.ru,

²**TAIMANOVA Gulnara**, Cand. of Tech. Sci., Docent, gtaimanova@mail.ru,

^{1*}**MUKHITOVA Adeliya**, Doctoral Student, adeliemukusheva@gmail.com,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²NPJSC «Al-Farabi Kazakh National University», Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the article is to determine the defects of the surfaces of the electric motors shafts and the choice of a rational way to restore them. The mechanisms of destructions in the electric motors shafts are determined. They include wear, fatigue, corrosion, overloads. The reasons for the occurrence of failure mechanisms in the electric motors shafts are described. The classification of defects in electric motor shafts is given, taking into account the failure mechanism. The nature of the appearance of surface defects on the electric motors shafts during operation is described. Methods for restoring the electric motors shafts have been established.

Keywords: shaft, destruction, corrosion, wear, fatigue, overload, restoration.

REFERENCES

1. Nan Hou, Ning Ding, Shen Qu, Lawrence Wu. Failure modes, mechanisms and causes of shafts in mechanical equipment // Engineering failure analysis, 2022, 136 (2). – P. 106216
2. Sumit P.Raut, Laukik P.Raut. A Review of Various Techniques Used for Shaft Failure Analysis // International Journal of Engineering Research and General Science, 2014, Volume 2, Issue 2. – Pp. 159-171.
3. Miranda R.S., Cruz C., Cheung N., Cunha A.P.A. Fatigue Failure Analysis of a Speed Reduction Shaft // Metals 2021, 11. – P. 856.
4. Hariom, Vijoy Kumar, Chandrababu D. A Review of Fundamental Shaft Failure // International Research Journal of Engineering and Technology Analysis, 2016, Volume 03, Issue 10. – Pp. 389-395.
5. Tomerlin DRepair welding of a rotating electrical machine's broken shaft // Welding and Cutting, 2019, No. 3. Pp. 198-203.
6. Anil Midathada, Howard Miller, Chanyalew Belachew Corrosion Problems in Electrical Pumps: Identification and Solution // Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), 2020, P. 135.
7. Zjukov I.S. Analiz defektov i tehnologij vosstanovlenija raspreditel'nyh valov dvigatelej vnutrennego sgoranija. Molodezh' i nauka: shag k uspehu 3-ja Vserossijskaja nauchnaja konferencija perspektivnyh razrabotok molodyh uchenyh: v 5 t., tom 5, 2019. – Pp. 45-47.
8. Ibraeva N.R., Tuktamysheva R.I., Kim V.N. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont kar'ernogo jelektromehaničeskogo oborudovanija: Učebnoe posobie / N.R. Ibraeva, R.I. Tuktamysheva, V.N. Kim / Nur-Sultan: NAO «Talap», 2020. – 283 p.
9. Litvinova M.M., Goncharova Ja.S. Zashhita dvigatelja vnutrennego sgoranija ot korrozii v nejelektrolitah. Vserossijskaja nauchno-praktičeskaja konferencija studentov, aspirantov i molodyh uchenyh «Mashinostroenie: novye koncepcii i tehnologii», 2021. – Pp. 142-146.
10. Chebotarev M.I. Vybór optimal'nogo sposoba vosstanovlenija iznoshennoj poverhnosti detali. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 91 p.

Evaluation the Effectiveness of the Comminution Process in a New Rotary Vibration Mill Using the Finite Element Method

¹*BAIGEREYEV Samat, PhD, Deputy Dean, samat.baigereyev@mail.ru,

¹GURYANOV Georgy, Cand. of Tech. Sci., Professor, gguryanov@mail.ru,

¹VASILYEVA Ol'ga, Senior Lecturer, ovasilyeva@edu.ektu.kz,

¹NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

*corresponding author.

Abstract. With the rapid development of nanotechnology the urgency of the issue of increasing the efficiency of fine and ultrafine comminution of materials has increased. Nowadays, one of the most popular issues is to obtain a grinding product with a size of less than 20 μm for various technological processes. The purpose of the investigations presented in this paper is an increasing in the effectiveness of fine and ultrafine grinding process. To achieve this purpose, the authors of the article have analyzed new technical solutions to improve the efficiency of fine and ultrafine comminution. Based on the existing principles for improving the design of stirred mills, a new design of the so-called «rotor-vibratory mill» has been proposed. Using the finite element method, the efficiency of the proposed design of the mill with the support of computer simulation of the grinding process has been evaluated. The results of the investigations showed that the new design of the mill allows to increase the product fineness by 69...75% and decrease the time of the grinding process by 60...74% in comparison with existing analogues.

Keywords: mill, comminution, rotor, grinding ball, vibration, impact, attrition, simulation, finite element method, stress, collision energy, number of collisions, computer simulation, particle, material destruction, Rehbinder theory.

Introduction. Nowadays, comminution processes are applied in many areas of production (construction, mining, food, chemical, etc.). Focusing on the regional production processes implemented by enterprises of the East Kazakhstan region, the grinding process can be used in the particle size reduction of the following materials which are zinc concentrate, copper concentrate, gold-bearing flotation concentrate, granulated slag for use as a binder in concreting mines (KazZinc JSC); powders for the production of uranium pellets (Ulba Metallurgical Plant JSC); titanium concentrate, rare earth metals (tantalum, zirconium, molybdenum, niobium), bentonite clay for the production of sorbents (Ust-Kamenogorsk Titanium and Magnesium Plant JSC) [1].

The main problems existing in the comminution process are related to the increase in the energy efficiency and productivity of the process, increase in the quality of the products, and decrease in the cost of the technological process.

Despite a huge number of investigations on the problems of the comminution process, there are many unresolved issues obstructing the improvement of the grinding procedure. Due to the increase in the volume of processed materials the diversity of their types, the existing level of development of mills has ceased to satisfy the needs of consumers. In addition,

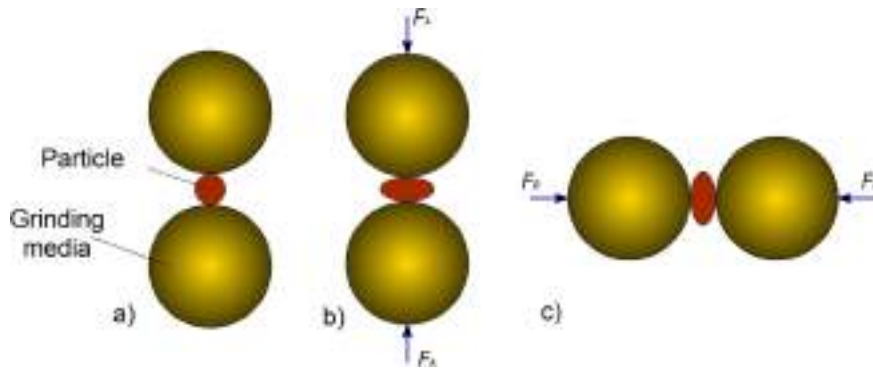
the issue of predicting the product fineness and selecting the appropriate parameters of mills for optimizing energy costs is quite relevant. In this regard, the requirements for the designed mills have also increased. On the one hand, the designed mill should provide the required value of product fineness, and, on the other hand, it should have high energy efficiency and productivity.

Among the various types of mills, the stirred media mills widely used for fine and ultrafine grinding process [2]. To determine the principles of improving the designs of stirred media mills, various technical solutions of this type of have been analyzed based on a review of patent documents [3-5].

Based on the results of the review analysis a method for increasing the efficiency of stirred media mill has been proposed. The method is based on the position of the Rehbinder theory and other known grinding models according to which the destruction efficiency increases when the material experiences high-frequency and alternating effects (Figure 1).

As follows from Figure 1, particle experiences periodic compressive and tensile stresses. As a result, a new design of the mill consisting of a vertical cylindrical chamber filled with grinding media (Figure 2) is proposed [6].

To improve the efficiency of the grinding process



a) the initial state of the particle, b) the deformation of the particle as a result of the action of axial forces, c) the deformation of the particle as a result of the action of radial forces

Figure 1 – Illustration of the mechanism describing the Rebinder effect

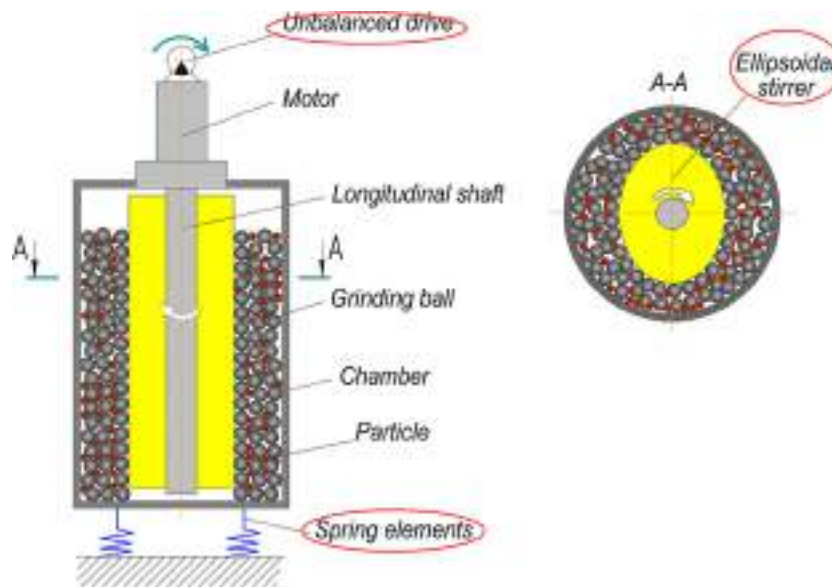


Figure 2 – A new design of the stirred media mill (rotary vibrational mill)

the following design innovations (circled in red in Figure 2) are proposed in the traditional design of the mill which are:

- 1) the height of the rotor is approximately equal to the height of the mill chamber;
- 2) the rotor is made with a new ellipsoidal profile shape;
- 3) the mill is supplemented with a vibration drive system consisting of an unbalanced shaft with an electric motor and elastic support elements similar to vibration vertical mills.

The aim of the investigation is to evaluate the effectiveness of grinding process (product fineness and processing time) applying the computer simulation of the grinding process considering a particle destruction by action of two grinding balls.

Simulation of the grinding process. The aim of the simulation is calculation of the stresses σ_R and σ_A emerged in the particle due to actions of forces F_R and F_A , respectively. Based on the values σ_R and σ_A ,

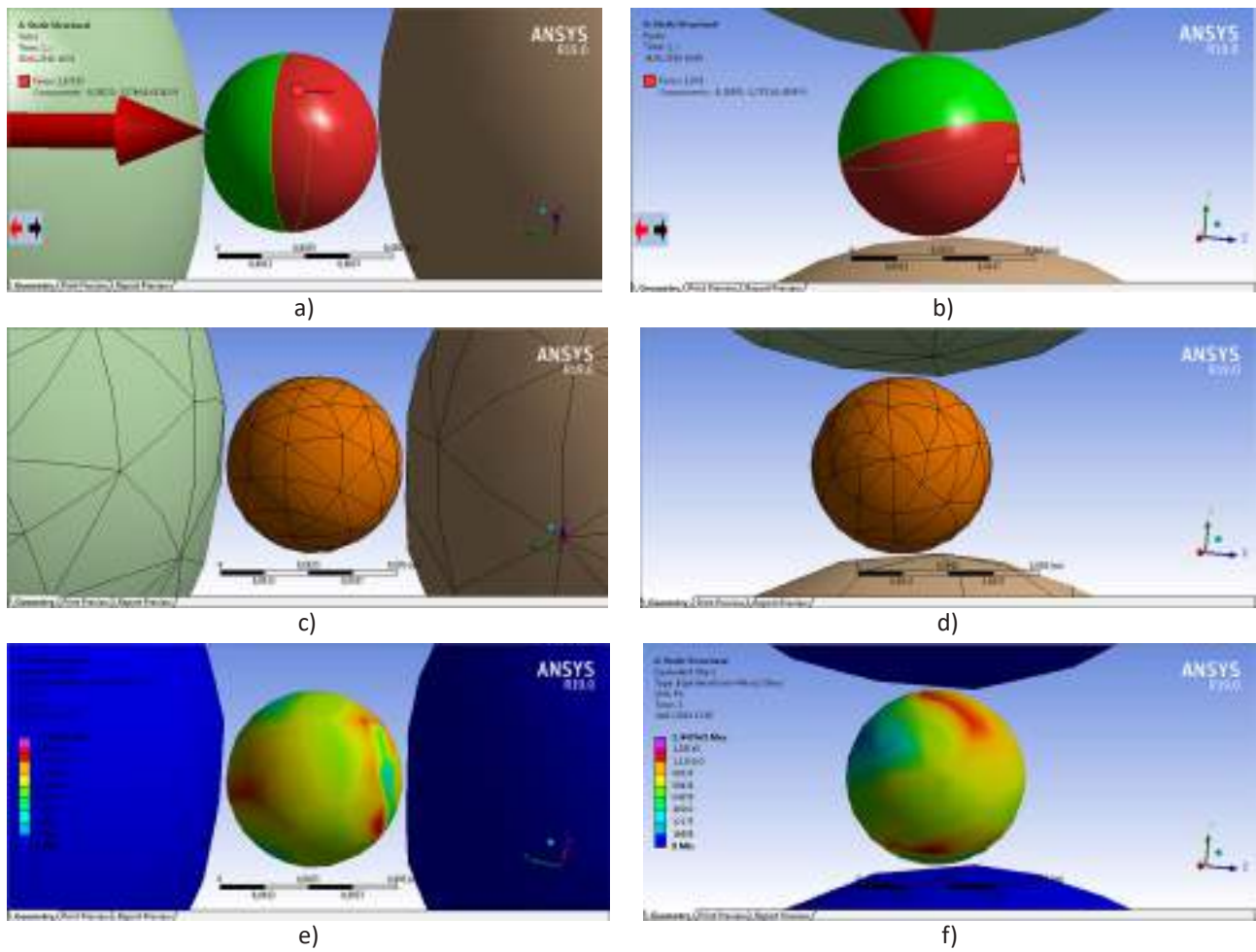
maximal product fineness and processing time of the grinding process are expected to evaluate.

To do this, the finite element method (FEM) is used in the simulation. Using the ANSYS software, the simulation has been conducted in the following consecutive actions:

- 1) drawing 3D-geometry of the particle (Figures 3a, 3b);
- 2) meshing the particle geometry (Figures 3c, 3d);
- 3) loading of the particle by F_R and F_A forces;
- 4) calculation and analysis of the particle equivalent stress distribution as a result of radial (Figure 3e) and axial (Figure 3f) loadings.

In the simulation, maximal product fineness and processing time have been evaluated as a result of only F_R action (case 1, Figure 8a), only F_A action (case 2, Figure 4b), and alternate actions of F_R and F_A (case 3, Figure 4c).

Let us describe the principle of the determining the maximal product fineness on the example of the



a), b) Geometry of the particle, c), d) Mesh of the particle, c) Radial loading of the particle, d) Axial loading of the particle, e) Particle stress distribution as a result of radial loading, f) Particle stress distribution as a result of axial loading

Figure 3 – Algorithm of the simulation

case 1 (for the cases 2 and 3 the principle is similar). As a test material, sand has been selected in the simulation. Based on the distribution of the equivalent stresses in the particle, the volume of the destructed area of the sand particle with initial size of $d_{R1} = 100 \mu\text{m}$ has been calculated. The destructed area is the particle area in which the value of the σ_R exceeds the value of the sand particle ultimate stress $[\sigma_R]$, i.e. $\sigma_R > [\sigma_R]$. It has been modeled that remaining area (not destructed area) of the particle (in which $\sigma_R < [\sigma_R]$) transforms to the new spherical particle with diameter d_{R2} . Then the process is repeated. The maximal product fineness d_{Rmin} corresponds to the condition $\sigma_R < [\sigma_R]$.

Increase in the particle ultimate stress with decrease in particle size [7] has been taken into account by the Hall-Petch equation which is $[\sigma_p] = \sigma_{p0} + k_p + (d_{p1})^{1/2}$. In the equation, σ_{p0} is the previous ultimate stress of the particle, k_p is the Hall-Petch constant ($k_p = 0.12 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ for sand), d_{p1} is the particle size (diameter). Therefore, the value of the particle ultimate stress $[\sigma_R]$ was recalculating with decrease in particle size.

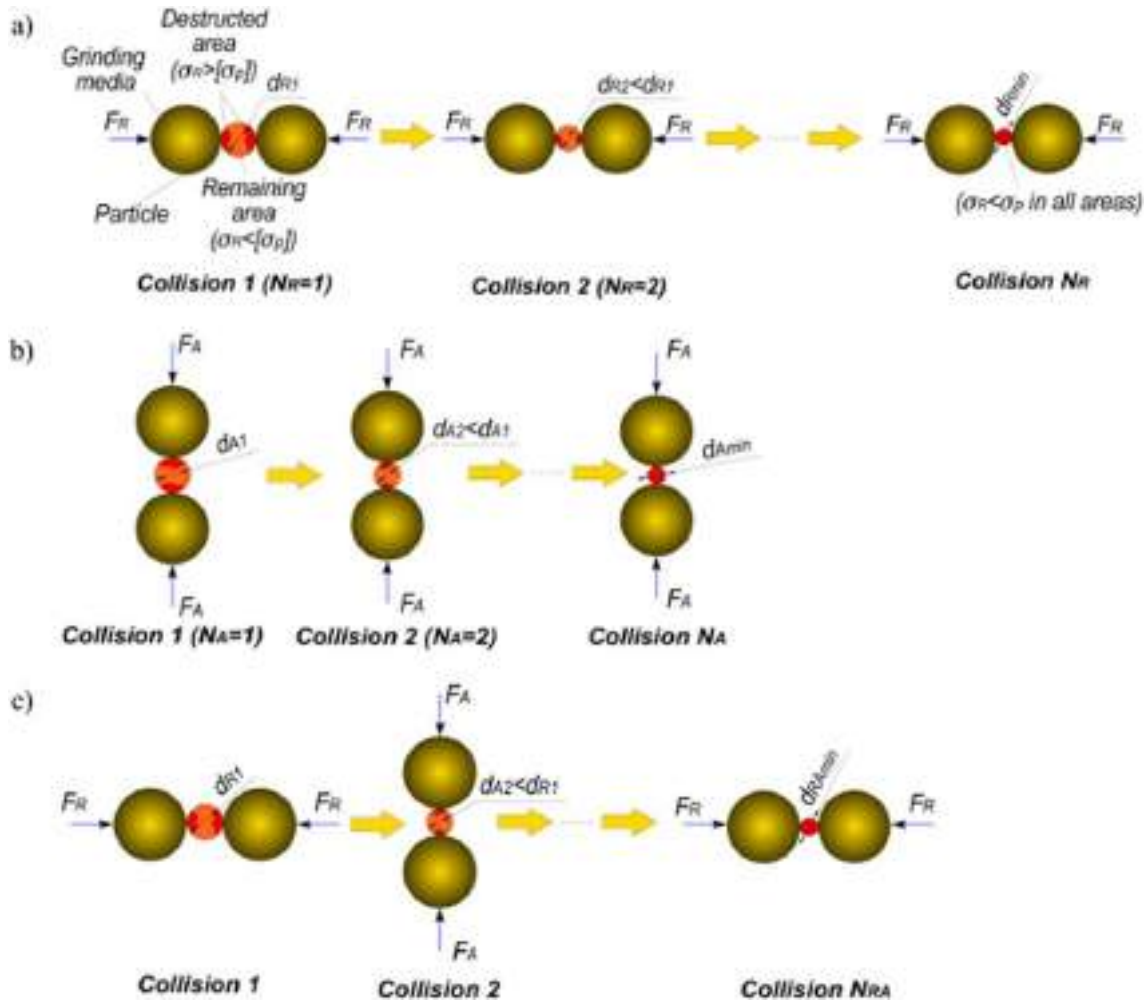
Simulation of the sand particle size reduction has been conducted using the following operational pa-

rameters: $n_R = 1350 \text{ rpm}$, $n_A = 1400 \text{ rpm}$, $m_{GM} = 0.0165 \text{ kg}$, $b = 0.048 \text{ m}$, $c = 0.028 \text{ m}$, $m_A = 4 \text{ kg}$, $\varepsilon = 0.06 \text{ m}$, $M = 1.5 \text{ kg}$, $c = 8085 \text{ N/m}^2$. The values of n_R and n_A were assigned based on the operational parameters of the existing designs of the stirred media and vibration mills.

The results of the simulation for three cases of the simulation are presented in Table.

The processing time in three cases of the simulation has been determined based on the numbers of collision actions in the radial N_R and axial N_A directions (Table). Taking into account the values of n_R and n_A determining the number of the stirrer and unbalance rotation numbers per minute, the processing time in the radial t_R and axial t_A directions can be calculated as $t_R = 0.5(N_R/n_R)$ and $t_A = 0.5(N_A/n_A)$. In equations the «0.5» means that for a rotation of the ellipsoidal stirrer and the unbalance two «grinding media-particle» collisions occur.

In the third case of the simulation, the time of the grinding process t_{RA} has been calculated analogically. However, as a rotational speed n_{RA} the average value of stirrer rotational speed n_R and unbalance rotational speed n_A , i.e. $n_{RA} = (n_R + n_A)/2$ has been taken



a) Case 1; b) Case 2; c) Case 3

Figure 4 – The principal schemes of the particle destruction in the computer simulation

Results of the computer simulation					
Simulation cases	Maximal product fineness	Number of collisions	Processing time	Collision force	Collision energy
1	$d_{Rmin} = 32.3 \mu\text{m} (>20 \mu\text{m})$	$N_R = 67500$	$t_{Rmax} = 25 \text{ min}$	$F_R = 5.346\text{N}$	$E_R = 0.64\text{J}$
2	$d_{Amin} = 40.2 \mu\text{m} (>20 \mu\text{m})$	$N_A = 112000$	$t_{Amax} = 39 \text{ min}$	$F_A = 0.003\text{N}$	$E_A = 0.5312\text{J}$
3	$d_{RAmin} = 10.1 \mu\text{m} (<20 \mu\text{m})$	$N_{RA} = 25500$	$t_{RAmax} = 10 \text{ min}$	$F_R = 5.346\text{N}$ $F_A = 0.003\text{N}$	$E_R = 0.64\text{J}$ $E_A = 0.5312\text{J}$

as $t_{RA} = 0.5(N_{RA}/n_{RA})$. It can be seen from Table that alternate actions of F_R and F_A forces are characterized by spending less time for the grinding process.

Conclusion. In this paper, evaluation the effectiveness of a new design of stirred media mill (which has been called as a rotary vibrational mill) has been conducted. The principle of increase in mill efficiency in increase the collision energy of the grinding media in the radial and axial directions of the mill chamber. While increase in grinding media collision energy in the radial direction has been provided by new design of stirrer in the shape of ellipse, increase in grinding media collision energy in the axial direction has been

provided by the unbalanced drive with the spring elements (vertical motion of the chamber).

To evaluate effectiveness of the new design of stirred mill, the computer simulation of the sand particle size reduction has been conducted. The simulation procedure consisted in three cases which are the particle size reduction as a result of radial collision force F_R (case 1), axial collision force F_A (case 2), and alternate actions radial F_R and axial F_A collision forces (case 3). The results of the computer simulation showed that the sand particle with initial size of $100 \mu\text{m}$ can be reduced to the size of $32.3 \mu\text{m}$ (in 25 minutes), $40.2 \mu\text{m}$ (in 39 minutes), and $10.1 \mu\text{m}$ (in 10

minutes) in case 1, 2, and 3, respectively. It follows from the results of the computer simulation that the alternate actions of F_R and F_A on the particle leads to the higher grinding efficiency. It is supposed that increase in product fineness in case 3 of the simulation is a result of the Rehbinder effect implying the increase in product fineness due to emergence alter-

nate compressive-tensile stresses in the particle.

Thus, the proposed new method of stirred media milling has provided the required product fineness ($< 20 \mu\text{m}$) spending minimal processing time. Consequently, the new design of mill can be used in large-scale industrial operations in which a high magnitude of product fineness is required.

REFERENCES

1. Байгереев С.Р. Обоснование параметров и создание конструкции роторно-вибрационного измельчителя с разработкой технологии изготовления: Дис. ... доктора философии (PhD). Караганда, 2019. 172 с.
2. Riley M., Pinkney S., Blackburn S., Rowson N.A. Spatial distributions of media kinetic energy as measured by positron emission particle tracking in a vertically stirred media mill // Minerals Engineering. – 2016. – V. 98. – Pp. 177-186.
3. А.с. 1629096 СССР. Бисерная мельница / Галич В.А., Алтухов В.Н.; опубл. 23.02.91, Бюл. № 7. – 3 с.
4. А.с. 1366208 СССР. Бисерная мельница / Кораблев Н.М., Яковлев Р.П.; опубл. 15.01.88, Бюл. № 2. – 4 с.
5. А.с. 1706697 СССР. Бисерная мельница / Алтухов В.Н., Левченко Э.П., Борисочкин Э.В. опубл. 23.01.92. – 2 с.
6. Baigereyev S., Guryanov G. New method for increase in product fineness in stirred mills // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – 2019. – V. 19. – Pp. 768-778.
7. Yue J., Klein B. Particle breakage kinetics in horizontal stirred mills // Minerals Engineering. – 2005. – V. 18. – 2005. – Pp. 325-331.
8. Kato M. Hall petch relationship and dislocation model for deformation of ultrafine-grained and nanocrystalline metals // Materials Transactions. – 2014. – V. 55. – Pp. 19-24.

Ақырлы элемент әдісі арқылы жаңа роторлық-вибрациялық ұсақтағыштағы ұнтақтау үрдісі тиімділігін бағалау

¹*БАЙГЕРЕЕВ Самат Рахимғалиевич, PhD, декан орынбасары, samat.baigereyev@mail.ru,

¹ГУРЬЯНОВ Георгий Александрович, т.ғ.к., профессор, gguryanov@mail.ru,

¹ВАСИЛЬЕВА Ольга Юрьевна, аға оқытушы, ovasilyeva@edu.ektu.kz,

¹«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Нанотехнологияның қарқынды дамуы кезінде материалдарды ұнтақтау тиімділігін арттыру мәселесінің өзектілігі артты. Бүгінгі таңда ең танымал міндеттердің бірі әртүрлі технологиялық процестер үшін өлшемі 20 микроннан аз ұнтақтау өнімін алу болып табылады. Осы мақалада көрсетілген зерттеулердің мақсаты – ұсақ және өте ұсақ ұнтақтау тиімділігін арттыру. Бұл мақсатқа жету үшін мақала авторлары ұсақ және өте ұсақ ұнтақтау тиімділігін арттыру үшін жаңа техникалық шешімдерді талдады. Бисерді ұсақтағыштар конструкциясын жетілдірудің қолданыстағы принциптеріне негізделі отырып, «роторлық-вибрациялық типті» деп аталатын ұнтақтағыштың жаңа конструкциясы ұсынылған. Ақырлы элементтер әдісін қолданып, ұнтақтау процесін компьютерлік модельдеу көмегімен ұнтақтағыштың ұсынылған конструкциясының тиімділігі бағаланды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ұнтақтағыштың жаңа конструкциясы қолданыстағы аналогтармен салыстырғанда ұнтақтаудың ұсақтығын 69...75%-ға арттыруға және ұнтақтау процесінің уақытын 60...74%-ға қысқартуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: ұсақтағыш, ұнтақтау, ротор, ұнтақтау шары, діріл, соққы, үйкеліс, симуляция, ақырлы элементтер әдісі, кернеу, соқтығыс энергиясы, соқтығыстар саны, компьютерлік модельдеу, бөлшектер, материалды ұнтақтау, Ребиндер теориясы.

Оценка эффективности процесса измельчения в новой роторно-вибрационной мельнице методом конечных элементов

¹*БАЙГЕРЕЕВ Самат Рахимғалиевич, PhD, зам. декана, samat.baigereyev@mail.ru,

¹ГУРЬЯНОВ Георгий Александрович, к.т.н., профессор, gguryanov@mail.ru,

¹ВАСИЛЬЕВА Ольга Юрьевна, старший преподаватель, ovasilyeva@edu.ektu.kz,

¹НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,

*автор-корреспондент.

сти тонкого и сверхтонкого измельчения материалов. На сегодняшний день одной из востребованных задач является получение продукта измельчения размером менее 20 мкм для выполнения различных технологических процессов. Цель исследований, представленных в данной статье, заключается в повышении эффективности тонкого и сверхтонкого измельчения материалов. Для достижения данной цели авторами статьи проанализированы новые технические решения по повышению эффективности тонкого и сверхтонкого измельчения. На основе существующих принципов совершенствования конструкций бисерных мельниц, предложена новая конструкция измельчителя так называемого «роторно-вибрационного типа». Используя метод конечных элементов, с помощью компьютерной симуляции процесса измельчения была оценена эффективность предложенной конструкции измельчителя. Как показали результаты исследований, новая конструкция измельчителя позволяет повысить тонкость помола на 69...75% и снизить время процесса измельчения на 60...74% в сравнении с имеющимися аналогами.

Ключевые слова: мельница, измельчение, ротор, мелющий шар, вибрация, удар, истирание, симуляция, метод конечных элементов, напряжение, энергия столкновения, количество столкновений, компьютерное моделирование, частица, разрушение материала, теория Ребиндера.

REFERENCES

1. Baigereyev S.R. Obosnovanie parametrov i sozdanie konstrukcii rotorno-vibracionnogo izmel'chitelja s razrabotkoj tehnologii izgotovlenija. Dis. ... doktora filosofii (PhD) [Substantiation of the parameters and creation of the design of a rotary-vibratory grinder with the development of manufacturing technology. PhD diss.]. Karaganda, 2019. 172 p.
2. Riley M., Pinkney S., Blackburn S., Rowson N.A. Spatial distributions of media kinetic energy as measured by positron emission particle tracking in a vertically stirred media mill // Minerals Engineering. – 2016. – V. 98. – Pp. 177-186.
3. A.s. 1629096 SSSR. Bisernaja mel'nica [Bead mill] / Galich V.A., Altuhov V.N.; opubl. 23.02.91, Bjul. No. 7. – 3 p.
4. A.s. 1366208 SSSR. Bisernaja mel'nica [Bead mill] / Korablev N.M., Jakovlev R.P.; opubl. 15.01.88, Bjul. No. 2. – 4 p.
5. A.s. 1706697 SSSR. Bisernaja mel'nica [Bead mill] / Altuhov V.N., Levchenko Je.P., Borisochkin Je.V. opubl. 23.01.92. – 2 p.
6. Baigereyev S., Guryanov G. New method for increase in product fineness in stirred mills // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – 2019. – V. 19. – Pp. 768-778.
7. Yue J., Klein B. Particle breakage kinetics in horizontal stirred mills // Minerals Engineering. – 2005. – V. 18. – 2005. – Pp. 325-331.
8. Kato M. Hall petch relationship and dislocation model for deformation of ultrafine-grained and nanocrystalline metals // Materials Transactions. – 2014. – V. 55. – Pp. 19-24.

Анализ процессов в гидравлической системе плоскошлифовального станка с возвратно-поступательным движением стола, влияющих на качество обработки и эффективность работы привода

¹*НИКОНОВА Татьяна Юрьевна, к.т.н., доцент, nitka82@list.ru,

¹КАМЗЕ Азат Габдулманатович, докторант, kamze@list.ru,

¹СИНЬКО Александр Николаевич, к.т.н., доцент, sinko1947@mail.ru,

¹ДАНДЫБАЕВ Есим Серикович, старший преподаватель, sealmasterkz@gmail.ru,

¹ИМАШЕВА Кульжан Имашевна, старший преподаватель, imasheva-gulzhan@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. На основе проведенных исследований авторами проводится системный анализ гидравлической системы плоско-шлифовального станка. Рассмотрены зависимости работы гидравлической системы движения стола с возвратно-поступательным движением от эффективности работы станка, качества обработки, точности обработки. В ходе исследования были проанализированы гидравлические схемы гидравлической системы перемещения стола в разных исполнениях. Проведен обзор различных решений для плоскошлифовальных станков с возвратно-поступательным движением рабочего стола. Кратко описаны принципы работы гидравлического привода, характерные свойства, преимущества и недостатки. Рассмотрены решения от простейших систем с механическими элементами управления до сложных систем с использованием регулируемого источника подачи гидропривода, с электронным контролем и управлением. Были описаны блок-схемой принципы работы подачи сигналов электронными компонентами, электро-пропорциональным управлением рабочими органами.

Ключевые слова: плоскошлифовальный станок, гидропривод станка, возвратно-поступательное движение стола, гидравлическая схема станка, гидравлическая система станка.

Введение: Гидропривод универсальных металлорежущих станков может обеспечивать как главное движение инструмента, а именно в строгальных и долбежных станках, так и движение подач продольно-возвратного перемещения столов в станках шлифовальной группы.

В результате ранее проведенных исследований сделали вывод, что влияние различных причин на качество и точность обработки станка может быть такое, как: рывок и вибрация во время гидроудара после смены направления движения стола; влияние вязкости гидравлического масла на амплитуды колебаний, влияние температуры окружающей среды на вязкость гидравлического масла; влияние вибрации внешних сил, включая конструкцию станка и здания; возникновение вибрации станка без нагрузки в ходе разбалансировки шлифовального круга, вибрации у источника

гидравлического привода (насоса), вибрации гидравлической системы при нагрузке на гидроцилиндр и вибрации конструкции стола при нагрузке при обработке; возникновение кавитационных процессов в гидравлической системе и движение воздуха; влияние скорости движения масла в трубопроводе на плавность движения.

Многие из вышеуказанных причин генерируются по своему происхождению от гидравлической системы станка. Поэтому были продолжены работы по изучению влияния гидравлической системы на работу станка.

В работе, изучая гидравлическую систему возвратно-поступательного перемещения стола с заготовкой у универсальных плоскошлифовальных станков, анализируя существующие технические решения, выявили существующий потенциал для модернизации гидравлического контура.

Методы исследования: С целью дальнейшего изучения процессов, происходящих в гидравлической системе станка, выявления и исследования вероятных причин и отклонений от нормальной работы гидравлической системы как источников возникновения вышеперечисленных отрицательных факторов, влияющих на качество обработки, произведено описание типичной классической гидравлической схемы и далее разные исполнения гидравлических схем различных модификаций плоскошлифовального станка.

На рисунке 1 изображена гидравлическая схема классического универсального плоскошлифовального станка.

Принцип работы:

Насос по средствам электродвигателя подает рабочий расход в систему; предохранительный клапан 3 обеспечивает настройку рабочего давления, согласно настройке гарантирует создание необходимого усилия для движения корпуса гидроцилиндра рабочего стола; гидравлический распределитель 6 запускается с пульта управления в положение а, рабочая жидкость поступает в левую полость гидроцилиндра, происходит движение стола с заготовкой влево.

При достижении в крайнем положении концевого выключателя 17, автоматикой в автоматическом режиме происходит переключение режима, гидравлический распределитель переключается в положение б; происходит торможение гидроцилиндра. Гидросистема достигает пикового значения давления, создает рабочее давление в правой полости гидроцилиндра, при этом стол с заготовкой по инерции завершает свой путь влево для того момента, чтобы сменить направление движения. Избыточная жидкость от насоса сбрасывается через предохранительный клапан 3 в бак, достигнув пикового давления.

По такому же принципу часть жидкости из гидроцилиндра поступает из правой полости под нагрузкой инерции движения и сливается через клапан в бак. В момент создаваемая нагрузка электродвигателем и насосом работает в нагруженном режиме до тех пор, пока не произойдет смена направления движения. Далее происходит остановка движения стола и смена направления движения. Избыточная рабочая жидкость из правой полости гидроцилиндра более не поступает в слив, но рабочая жидкость, создаваемая насосом, продолжает сливаться через предохранительный клапан до тех пор, пока стол после смены направления движения не наберет требуемой скорости, обеспечивающейся насосом. Происходит начало движения в другом направлении, процесс повторяется до следующего цикла.

Далее предоставляются различные усовершенствованные модификации вышеописанной схемы с улучшением рабочих параметров.

На рисунке 2 представлена схема с включенным в контур двухпоточным регулятором расхода, компенсированным по давлению. Для выравни-

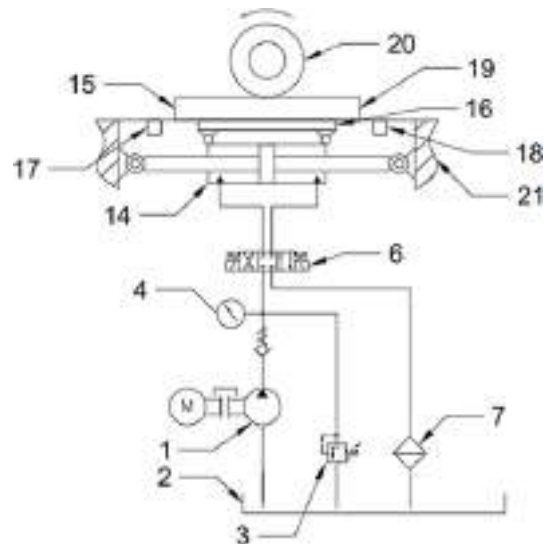


Рисунок 1 – Гидравлическая схема

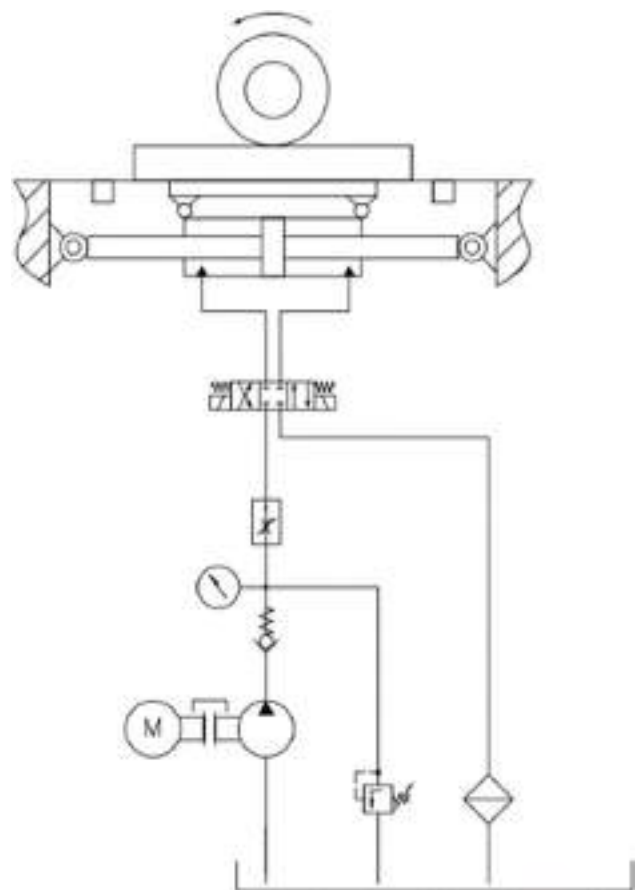


Рисунок 2 – Схема с выравниванием скорости перемещения стола

нивания в схему разработчик добавил регулятор расхода.

На рисунке 3 представлена схема с регулировкой скорости движения стола. С помощью дополнения в линию регулятора расхода со сливом в бак возможно регулировать скорость движения в одной или двух направлениях движения.

Не менее распространена схема с использованием механических концевых выключателей на конце золотников гидравлического распределителя, которые при нажатии подают давление от пилотного клапана на золотник основного гидравлического распределителя, переключая его в обоих направления движения.

На рисунке 4 представлена данная схема с дополненным пилотными клапанами.

Станок использует электромагнитный гидравлический распределитель для направления перемещения рабочей жидкости в рабочую полость.

Основной гидравлический распределитель выступает в качестве органа управления. Бесконтактный переключатель выступает на схеме в качестве блока управления, а электрическое реле образует логическую связь.

Логическая операция управляющего сигнала и усиление его мощности могут быть дополнены другими компонентами, таким образом, генерируя достаточное количество обратной связи от концевых выключателя, возможно управлять электромагнитами гидравлического распределителя.

Логика работы гидравлической системы управления с использованием дискретного электромагнитного распределителя работает следующим образом. Сигнал управления подается от концевых выключателя. Результатом является

логический сигнал (0 или 1). Сигнал управления каждого электромагнита гидравлического распределителя генерируется логической работой реле и источником питания. Достаточно иметь 3 управляющих сигнала для гидравлического распределителя – включение левой катушки (перемещение стола влево), правой катушки (перемещение стола вправо) и обесточивание обеих катушек (остановка).

В данной системе управления, состоящей из электромагнитного распределителя, концевых выключателей и реле, система может давать только простые команды. Сигнал управления является односторонним (т.е. поступает только в одном направлении: концевой выключатель – электромагнитная катушка).

Время отклика команды управления на управляемый объект зависит от времени отклика каждого компонента системы.

Система управления простая, проблема с отслеживанием исполнения сигнала отсутствует.

В случае нарушения работы одного из компонентов (выхода из строя выключателя, реле или катушки распределителя) система выполняет ложные переключения, имитируя работу станка, при этом процесс фактически останавливается, система не может распознать неисправность.

Для управления перемещением стола с более

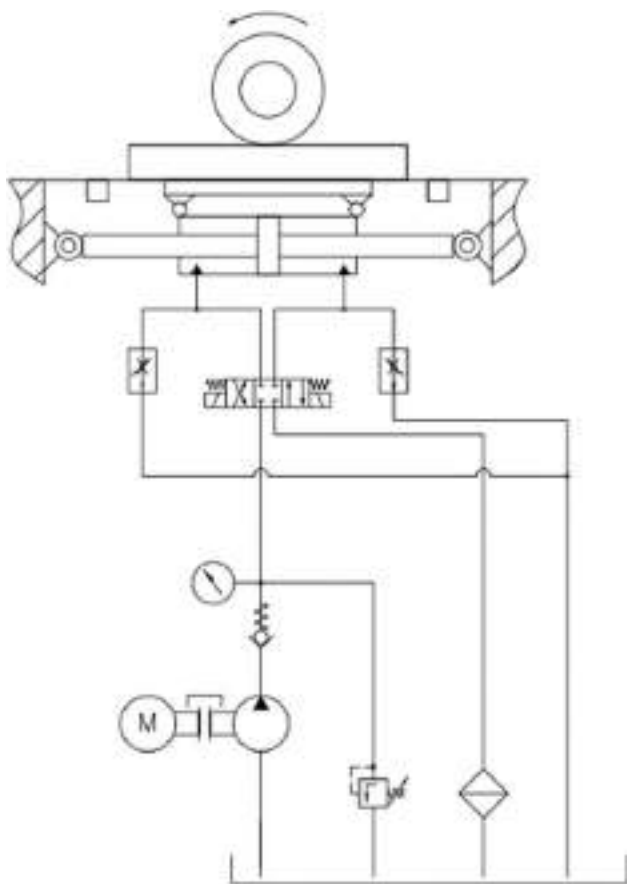


Рисунок 3 – Схема с регулировкой скорости движения стола

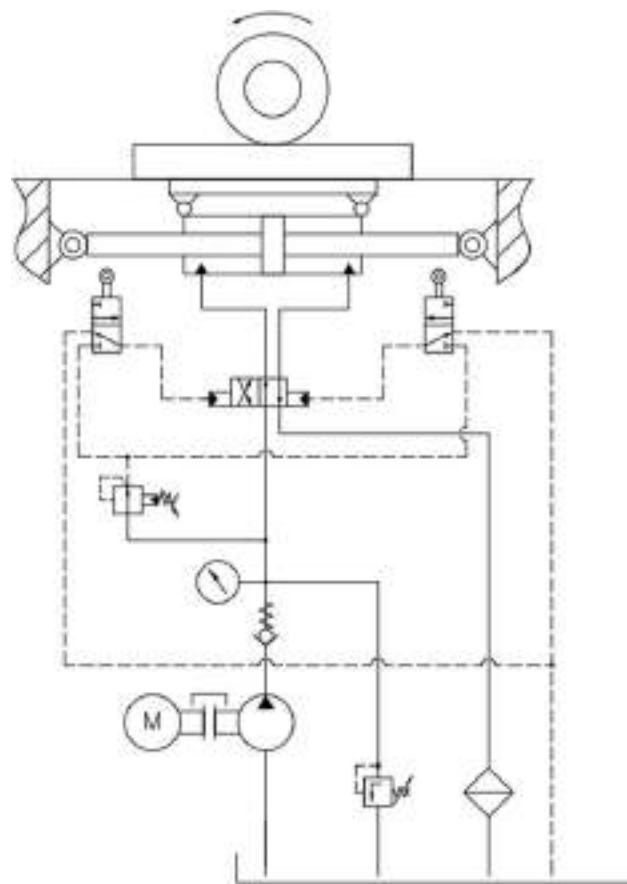


Рисунок 4 – Схема с регулировкой скорости движения стола

высокими требованиями по производительности, например, плоскошлифовальный станок с числовым программным управлением (без точного позиционирования положения), пропорциональный распределитель может использоваться в органах управления гидравлической системой с низкими ударными характеристиками и низкой вибрацией.

Пропорциональный распределитель регулируется положением золотника для регулировки скорости движения. Чтобы контролировать открытие распределителя, необходимо задать определенный сигнал на катушку, который создает усилие на золотнике и тем самым ограничивает движение жидкости распределителя.

Недостатком данной схемы (рисунок 5) является то, что перепады давления на золотнике создают дополнительные усилия, влияя на характеристику расхода жидкости на распределителе в зависимости от входного сигнала.

Контроллер генерирует электрические сигналы, управляющие расходом подачи рабочей жидкости в полости гидроцилиндра, с изменением электрического сигнала может увеличивать и уменьшать ее в процессе перемещения, изменяя скорость и направление движения стола.

Стол станка останавливается, изменение направления происходит плавно, почти не оказывает заметного влияния.

Сигнал управления выдается программным контроллером. Сигнал аналогового управления (непрерывный электрический сигнал), который усиливается усилителем для управления одной из катушек пропорционального распределителя (в зависимости от направления движения).

В системе управления на основе пропорционального распределителя, так же, как и в системе управления простым электромагнитным распределителем, сигнал подается в одностороннем направлении и не имеет обратной связи. Система не

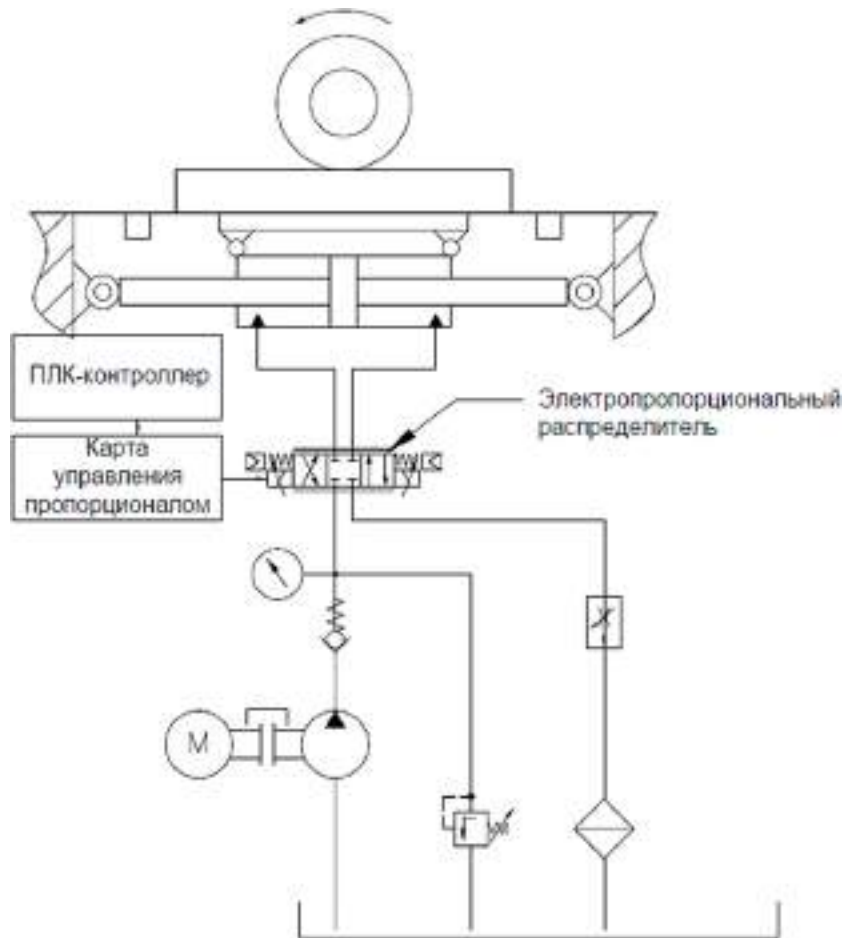


Рисунок 5 – Гидравлическая схема с использованием электропропорционального гидрораспределителя



Рисунок 6 – Блок-схема управления системы с пропорциональным распределителем

отслеживает выполнение хода операция в соответствии с входными управляющими сигналами и не способна выявить некорректное исполнение рабочих органов в случае неисправностей на любом из отрезков пути сигнала и неисправности одного из компонента.

Гидравлическая система управления на сервоклапане (рисунок 7) предназначена для движения рабочего стола станка с ЧПУ – это движение подачи в процессе обработки, требующее высокой точности и скорости обратной связи. Можно использовать электрогидравлическую систему сервоуправления. В качестве органа управления используется сервоклапан.

Сервоклапан используется в системе управления с обратной связью.

Контроллер сравнивает выходной сигнал на датчике положения штока гидроцилиндра (либо датчике положения стола станка) с подаваемым на катушку сигналом с высокой скоростью отклика, чтобы вносить изменения во входящий сигнал на катушку сервоклапана.

Сигнал отклонения представляет собой непрерывное аналоговое напряжение, которое может точно в режиме реального времени отражать разницу между положением стола станка и входным сигналом на сервоклапан.

Сигнал отклонения усиливается пропорциональным усилителем и контролируется положение золотника сервоклапана с высокой точностью и динамикой. Движение стола фиксируется датчиком положения и передается на контроллер.

Таким образом, формируется закрытый контур. Система управления имеет еще название – управление с обратной связью (рисунок 8).

У системы управления с обратной связью возможно не только прямое управляющее воздействие на управляемый объект, но и обратное влияние управляемого объекта на регулятор.

Система управления с обратной связью обладает такими характеристиками, как высокая точность управления, быстрый динамический отклик и автоматическая компенсация внешних помех.

На рисунке 9 представлена усовершенствованная схема модификации универсального плоскошлифовального станка, где в процессе работы применяется регулируемый насос, что помогает поднять энергоэффективность системы и разгрузить пиковые избыточные нагрузки при переключении.

Гидравлическая система управления движением стола усовершенствована, исполнены вопросы безопасности, двухэтапное подтверждение

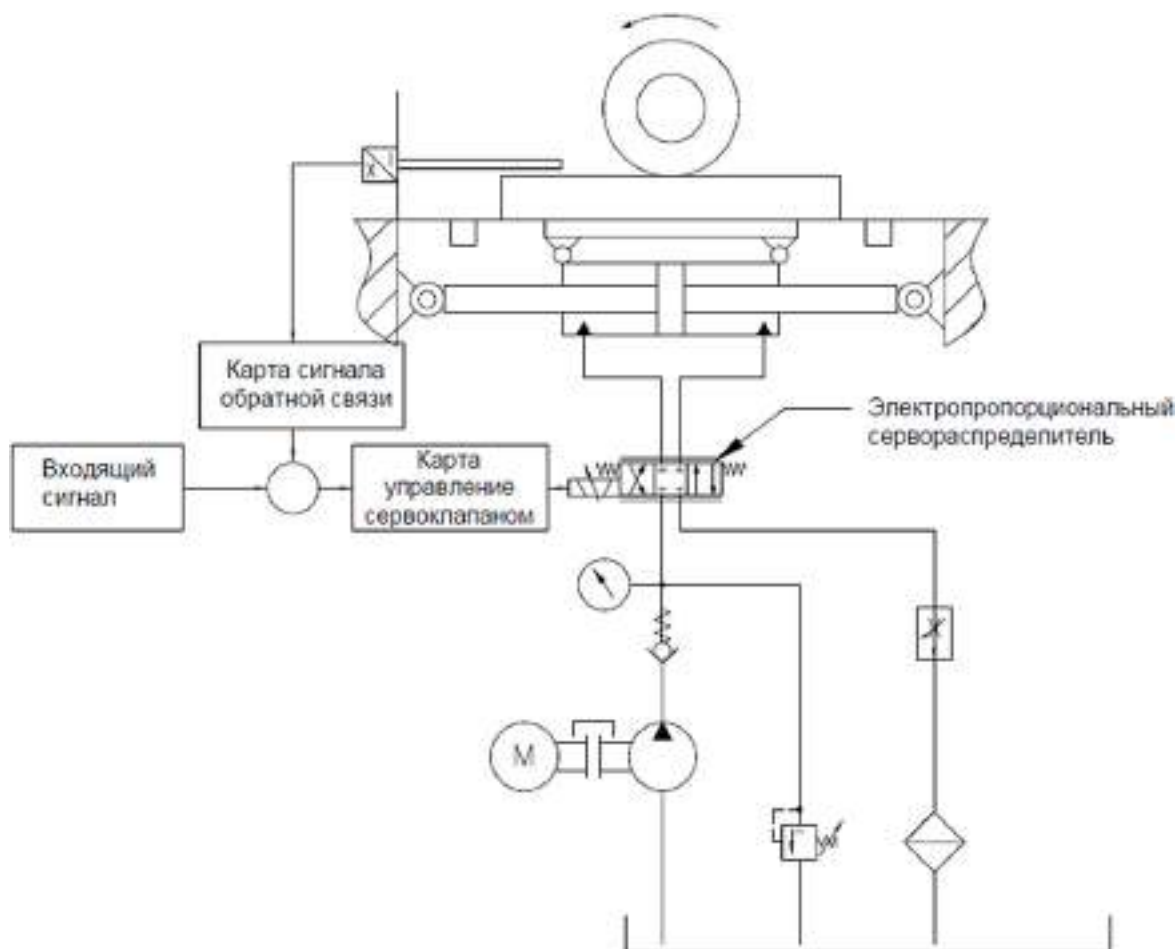


Рисунок 7 – Гидравлическая схема с использованием сервоклапана



Рисунок 8 – Схема управления сервоклапаном

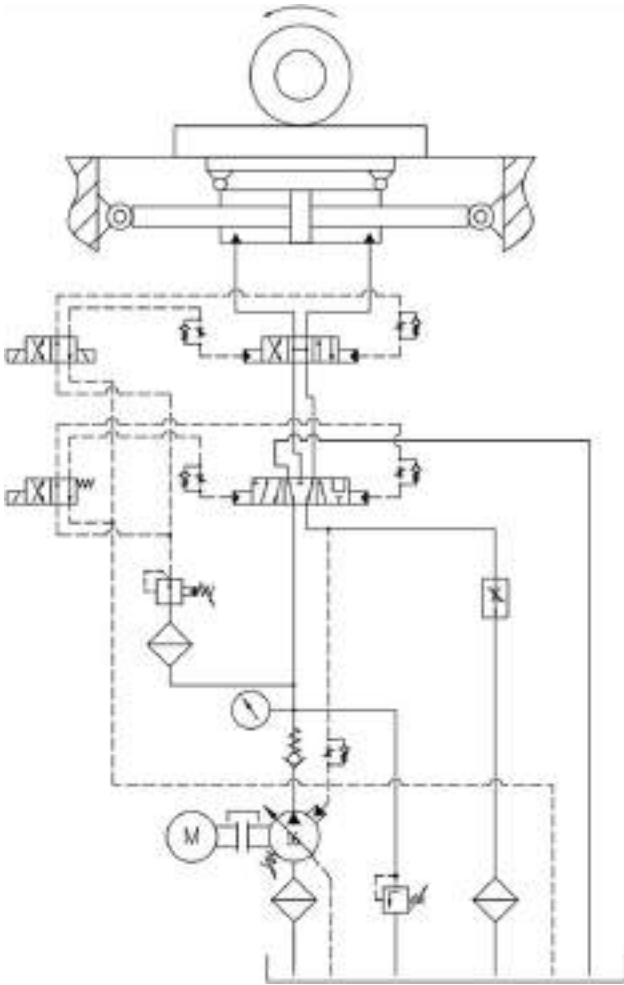


Рисунок 9 – Гидравлическая схема шлифовального станка с регулируемым насосом

движения на одном и втором золотнике, первый из которых выполняет функцию включить/отключить движение стола, а также позволяет в выключенном режиме перемещать стол вручную без нагрузки; второй служит для функции переключения. Оба гидравлических распределителя имеют гидравлическое управление золотником с регулировкой плавности переключения и систему обратной связи на регулируемый насос, что позволяет не выпускать излишки через предохра-

нительную аппаратуру, а ограничивать подачу у источника (на насосе). Данное исполнение имеет достаточную простоту эксплуатации гидросистемы, ее обслуживания без применения электронных систем управления и без пропорционального регулирования гидроаппаратурой скорости потока, сохраняет систему экономически выгодной для применения на универсальных плоскошлифовальных станках.

Обсуждение: Изучая вопросы влияния гидравлической системы на качество и точность обработки, было выявлено, что на качество и точность обработки влияют следующие факторы:

- вопросы стабильности и плавности движения стола;
- плавность смены направления движения стола;
- используемое техническое решение и тип исполнения гидравлической системы;
- скорость перемещения стола;
- возможность изменения скорости движения;
- марка гидравлической жидкости, ее технические параметры;
- температура окружающей среды;
- температура рабочей жидкости;
- вязкость гидравлической жидкости;
- чистота гидравлической жидкости, особенно у систем с электропропорциональным управлением и применением сервоклапанов;
- тип применяемых насосов: регулирование рабочего объема, пульсация у источника воспроизводства давления.

Результаты. В процессе проведенного анализа эксплуатации гидравлической системы движения стола плоскошлифовальных станков возникают следующие вопросы:

- на универсальных плоскошлифовальных станках старого типа с упрощенной гидравлической схемой не обеспечивается плавность перемещения исполнительных органов в процессе обработки заготовок, вибрация и низкая стабильность при смене направления движения, а также при движении с ускорением и торможением выявляется влияние отсутствия плавности на качество обрабатываемой поверхности, в том числе точность;
- на простых универсальных плоскошлифо-

универсальных станках зачастую отсутствует возможность регулировки в широком диапазоне скорости продольного перемещения исполнительных органов; на более современных моделях регулировка скорости включена в схему в виде типичного ручного управления клапаном с ручным регулированием; при этом в более современных моделях существует сложная система управления скоростью движения стола с пропорциональным управлением и сервоклапанами с мгновенной обратной связью и электроникой, что делает чрезмерно сложным для обслуживания и ремонта станки и на порядок влияет на себестоимость станка;

- на универсальных станках старого образца содержится высокая динамика в периоды продольного перемещения и реверсивного движения исполнительных органов;

- выявлены недостатки в вопросах энергопотребления, у универсальных станков старого образца нагрузка на гидросистему при торможении

удваивается, что почти вдвое поднимает потребность в энергопотребности, является неэффективным, при этом в более поздних моделях применяются регулируемые насосы, которые помогают избежать двойную нагрузку;

- выявлены дополнительные возможности для поднятия энергоэффективности гидросистемы управления рабочим столом за счет улавливания и накопления кинетической энергии движения стола и дальнейшего использования ее для придания движения; ни в одной из изученных схем не используется избыточная энергия, запасенная в период торможения массы исполнительных органов на снижении времени разгона в противоположном направлении;

- низкая надежность гидропривода у универсальных плоскошлифовальных станков старого образца, вызванная импульсным ростом давления рабочей жидкости в периоды торможения и набором скорости исполнительных органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Inozemtsev A.N., Trushin N.N. Hydraulics. Fundamentals of design and calculation of volumetric hydraulic drive. Tula, 2009.
2. Smirnov Yu.A., Volkov V.S. Malfunctions of hydraulic drives of machine tools. Rev. 2. Moscow, 2006.
3. Trevisan K., Trenti E., Anderson T., Antsini M. A method of placing working cylinders on a grinding machine and a grinding machine in which this method is implemented. Patent for invention RU 2580966 C2, 04/10/2016. Application No. 2013127594/02 dated 12/07/2011.
4. Prodan Dan, Bucuresteanu Anca, Balan Emilia. Hydraulic safety system for grinding machines with magnetic table. View Web of Science ResearcherID and ORCID (provided by Clarivate). 2007.
5. Li Wanzhou, Wang Jingchun, Yang Feng, Zou Guobin. An Advanced Selective Hydraulic Control System for the Heavy-Duty Rough Grinding Machine. Proceedings Of The 48th IEEE Conference On Decision And Control, 2009 Held Jointly With The 2009 28th Chinese Control Conference (CDC/CCC 2009). 2009.

Өңдеу сапасына және жетектің тиімділігіне әсер ететін қайтылмалы үстелгі қозғалысы бар беттік тегеру станогының гидравликалық жүйесіндегі процестерді талдау

¹*НИКОНОВА Татьяна Юрьевна, т.ф.к., доцент, nitka82@list.ru,

¹КАМЗЕ Азат Габдулманатович, докторант, kamze@list.ru,

¹СИНЬКО Александр Николаевич, т.ф.к., доцент, sinko1947@mail.ru,

¹ДАНДЫБАЕВ Есим Серикович, аға оқытушы, sealmasterkz@gmail.ru,

¹ИМАШЕВА Кульжан Имашевна, аға оқытушы, imasheva-gulzhan@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Өткізілген зерттеулер негізінде жазық ажарлағыш білдектің гидравликалық жүйесіне авторлар жүйелі талдау жүргізеді. Ілгері-қайтармалы қозғалатын үстел қозғалысын қамтамасыз ететін гидравликалық жүйе жұмысының білдек жұмысы тиімділігіне, өңдеу дәлділігіне және сапасына тәуелділігі қарастырылған. Зерттеулер барысында әр түрлі орындалу кезінде үстелдің қозғалысы гидравликалық жүйенің гидравликалық сызбасына талдау жасалды. Ілгері-қайтарма қозғалатын жұмыс үстелі бар жазық ажарлағыш білдектерге арналған түрлі шешімдерге шолу жасалды. Гидравликалық жетектің жұмысына, жетекке сай келетін қасиеттерге, кемшіліктері мен артықшылықтарына қысқаша сипаттама жасалды. Механикалық басқару элементтері бар қарапайым жүйелерден бастап гидрожетекті іске қосудың реттемелі көзі бар, сонымен қатар бақылау және басқаруы электронды болып келетін күрделі жүйелерге дейінгі шешімдер қарастырылды. Электро-мөлшерлес басқару арқылы және электрондық құраушылары арқылы белгі беру жұмысының ұстанымдары блок-сызба арқылы сипатталды.

Кілт сөздер: жазық ажарлаушы белдек, белдек гидрожетегі, үстелдің ілгері-қайтармалы қозғалысы, белдектің гидравликалық сызбасы, белдектің гидравликалық жүйесі.

Analysis of the Processes in the Hydraulic System of a Surface Grinding Machine with a Reversible Table Movement Affecting the Quality of Processing and the Efficiency of the Drive

¹***NIKONOVA Tatyana**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, nitka82@list.ru,

¹**KAMZE Azat**, Doctoral Student, kamze@list.ru,

¹**SINKO Alexandr**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, sinko1947@mail.ru,

¹**DANDYBAEV Yessim**, Senior Lecturer, sealmasterkz@gmail.ru,

¹**IMASHEVA Kulzhan**, Senior Lecturer, imasheva-gulzhan@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Based on the research carried out, the authors conduct a system analysis of the hydraulic system of a surface grinding machine. There was described the dependence between the hydraulic system of the working table moving and quality, effective and tolerance. During the study there were made the analysis of hydraulic circuits of the grinding machines in the different executions. There was described the different solutions of the surface grinding machines, using the reciprocating table moving. We make short description of the principles of working of hydraulic system and most significant properties, advantages and disadvantages. There were described all of work principle, starting from the simple system with mechanical elements of control till complicated system with flow control regulation with using electronic control system. It was shown signal supply diagram, also for proportional control system.

Keywords: grinding machine, hydraulic system, reciprocating table moving, hydraulic circuit, processing machine hydraulic system.

REFERENCES

1. Inozemtsev A.N., Trushin N.N. Hydraulics. Fundamentals of design and calculation of volumetric hydraulic drive. Tula, 2009.
2. Smirnov Yu.A., Volkov V.S. Malfunctions of hydraulic drives of machine tools. Rev. 2. Moscow, 2006.
3. Trevisan K., Trenti E., Anderson T., Antsini M. A method of placing working cylinders on a grinding machine and a grinding machine in which this method is implemented. Patent for invention RU 2580966 C2, 04/10/2016. Application No. 2013127594/02 dated 12/07/2011.
4. Prodan Dan, Bucuresteanu Anca, Balan Emilia. Hydraulic safety system for grinding machines with magnetic table. View Web of Science ResearcherID and ORCID (provided by Clarivate). 2007.
5. Li Wanzhou, Wang Jingchun, Yang Feng, Zou Guobin. An Advanced Selective Hydraulic Control System for the Heavy-Duty Rough Grinding Machine. Proceedings Of The 48th Ieee Conference On Decision And Control, 2009 Held Jointly With The 2009 28th Chinese Control Conference (CDC/CCC 2009). 2009.

Nitrogenous Porosity and Ways to Prevent it Under Conditions of Arc Surfacing in a Nitrogen-containing Atmosphere

¹*TOREKHANOVA Maral, Senior Lecturer, maraltt_1985@mail.ru,

¹KABDULLINA Dinara, Senior Lecturer, dina_191728@mail.ru,

¹NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

*corresponding author.

Abstract. Pores coming to the surface can cause a violation of the tightness of the valve when the valve is closed, as well as be a focus of erosive destruction, especially in conditions of high-speed flows of the medium. Pores also contribute to the corrosive destruction of metals, since under the influence of certain aggressive media, they increase in size and cause a breach of the tightness of the gate. In the presence of carbon dioxide, nitrogen absorption by the weld pool metal increases and the tendency of the deposited metal to form pores decreases. The introduction of carbon dioxide of at least 30% to nitrogen makes it possible to obtain a dense deposited metal due to its better absorption of nitrogen. A significant factor reducing the formation of pores from nitrogen in the deposited metal 10X17H8X5G2T is the content of ferrotitanium in the charge of the PP-AN 133 powder wire. The titanium content in the deposited metal should be within 0.2...0.4%. A further increase in the concentration of titanium leads to a deterioration in the formation of the deposited metal and to an increase in the amount of slag on the surface of the deposited layer.

Keywords: pores, nitride-forming elements, surfacing, nitrogenous porosity, deposited metal, pipe fittings.

Introduction

One of the most important conditions for the stable operation of the valve of pipe fittings is to obtain a dense, pore-free deposited metal on the sealing surfaces.

Pores coming to the surface can cause a violation of the tightness of the valve when the valve is closed, as well as be a focus of erosive destruction, especially in conditions of high-speed flows of the medium. Pores also contribute to the corrosive destruction of metals, since under the influence of certain aggressive media, they increase in size and cause a breach of the tightness of the gate. Various kinds of abrasive particles can be introduced into the pores, which are the source of the formation of scratches on the rubbing surfaces and their premature wear. Pores are not allowed at all on the rubbing surfaces of pipe fittings of conditional passages up to DN 80 mm, and a very limited number of pores are allowed on conditional passages over DN 80 mm [1].

Therefore, the research and development of technology for surfacing friction surfaces of fittings in nitrogen and nitrogen-containing gas mixtures to identify patterns of pore formation and their prevention in the deposited metal is one of the main objectives of the study.

Prevention of nitrogenous porosity. An effective means of preventing or inhibiting the release of gas from the melt and the formation of gas bubbles and

pores is to increase its solubility in the molten metal. This makes it possible to reduce the supersaturation of the metal, i.e. to have a minimum difference between the amount of dissolved nitrogen in the welding bath and its equilibrium concentration and, thus, to reduce or completely eliminate the release of gas from the liquid metal bath.

V.V. Podgaetsky [2] found that three main factors are required to reduce nitrogenous porosity:

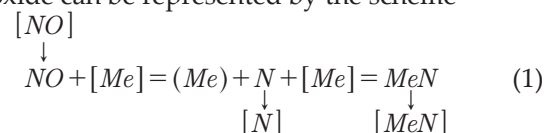
1. Limiting the dissolution of nitrogen in a liquid electrode metal and a metal bath to a value less than the limit of the solubility of nitrogen in a liquid metal.

2. Increasing the solubility of nitrogen in a solid metal.

3. Nitrogen binding in the weld metal into persistent nitrides.

These three directions complement each other and require a specific approach in the development and application of various surfacing materials and surfacing technology.

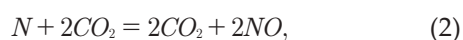
To increase the solubility of nitrogen in the deposited metal, the presence of nitrogen oxide on the surface of the welding bath contributes. Then the mechanism of nitrogen dissolution in the presence of nitric oxide can be represented by the scheme



Nitric oxide is adsorbed at the surface of the weld pool and then reduced by iron or other elements. The reduced nitrogen is dissolved in the metal in the form of atoms or nitrides.

At the same time, the absence of nitric oxide affects the process of nitrogen dissolution. It occurs mainly in the arc column at the end of the electrode, where there is a large concentration of active atomic nitrogen. This is proved by the fact that with an increase in the residence time of molten metal droplets at the end of the electrode, with a decrease in welding current and an increase in arc voltage, the nitrogen content in the metal increases markedly.

The presence of nitrogen oxide allows additional absorption of nitrogen by the metal on the surface of the welding bath, where the temperature is lower than at the ends of the electrode and where there is no active atomic nitrogen.



Under the conditions of arc surfacing in nitrogen in the presence of carbon dioxide and the product of its dissociation – oxygen, nitric oxide is formed by the following reactions:



Thus, the presence of carbon dioxide in a mixture with nitrogen contributes to a better absorption of nitrogen by the deposited metal and at the same time reduces the amount of nitrogen released to the metal surface during the crystallization of the weld pool.

Formation of nitrides. The affinity of any element to nitrogen can be characterized by the value of the free energy of the formation of the corresponding nitride. The higher the thermodynamic strength and the greater the activity of the nitride-forming element, the lower the pressure at which the nitride phase is formed (Table 1). The table shows that the most thermodynamically strong nitrides are Ti, Zr, Ce.

Depending on the presence of alloying elements in the melt having different affinities to nitrogen, the nitrogen activity coefficient also changes. The coefficient of nitrogen activity in the melt with alloying elements $f_N(Me-j)$ is determined from the ratio [2].

$$f_N(Me-j) = \frac{[N]Me}{[N]Me-j}. \quad (6)$$

where $[N]Me$ – nitrogen concentration based on the alloy;

$[N]Me-j$ – the concentration of nitrogen in an alloy with alloying elements.

At constant P_{N_2} and T , if the alloying element increases the nitrogen activity coefficient, then the solubility decreases, and vice versa.

By introducing nitride-forming elements Ti, Al, Zr, Nb, V, Mo, porosity caused by nitrogen can be prevented. The formation of nitrides prevents the

Table 1 – Values of enthalpy of nitride formation [3]

Element	Nitride	H ⁰ , kcal/mol
Al	AlN	-76,5
Si	Si ₃ N ₄	-44,0
Ti	TiN	-80,5
Zr	ZrN	-87,5
Nb	NbN	-42,0
Cr	Cr ₂ N CrN	-58,6 -25,6
Mo	Mo ₂ N	-28,2
Fe	Fe ₄ N Fe ₂ N	-16,6 -1,1
Co	Co ₃ N	-2,7
Ni	Ni ₃ N	+2,0
Ce	CeN	-78,0
W	W ₂ N	17,0

release of nitrogen in the free state. Nitride-forming elements bind nitrogen in the liquid metal into persistent nitrides and, thus, prevent the nucleation of gas bubbles.

To determine the optimal amount of Ti required for the introduction of PP-AN133 powder wire into the charge, which excludes the formation of pores in the deposited metal, and also ensures the satisfactory formation of the deposited roller, several variants of 10X17N8X5G2T type powder wires with different ferrotitanium content in the charge were studied.

Surfacing was carried out on plates made of steel 20 with a size of 200 × 100 × 16 mm from one to five layers in a protective atmosphere of CO₂, N₂, CO₂ + N₂. The scheme of the installation for the study is shown in figure 1.

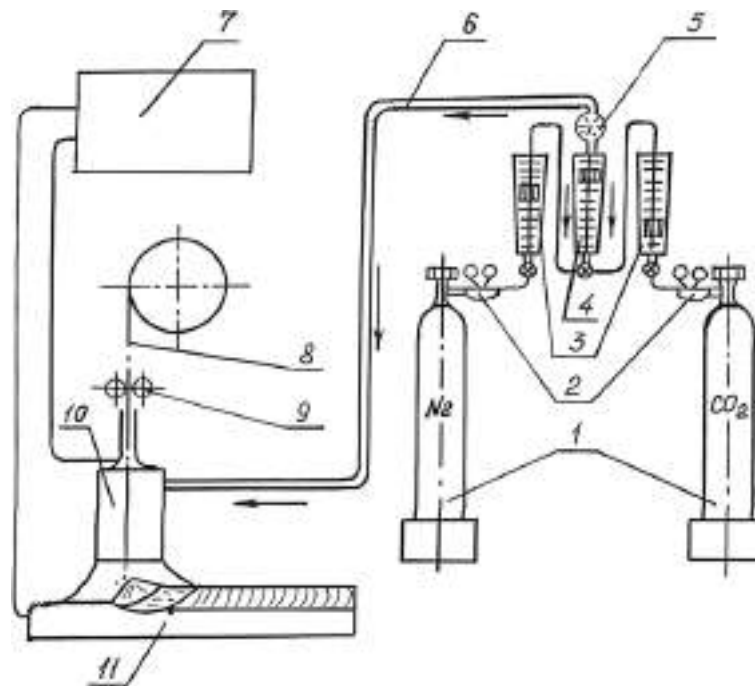
The nitrogen content in the mixture was 30, 50, 70%. Surfacing mode: welding current – 200...220 A; arc voltage – 26 V; VH = 20.5 m/h.

The tendency of the deposited metal to form pores, depending on the composition of the protective atmosphere and surfacing modes, was assessed by color flaw detection according to OST 5.9537-80, sensitivity class 2 and radiographs obtained by X-ray transmission of the deposited samples with the RUP 150/300 X-ray apparatus according to OST 5.9095-77 on the RT-1 film.

Results

The results of the experiments (Table 2, Figure 3) revealed a significant influence of the titanium content on the tendency of the deposited metal to form pores, depending on the composition of the protective atmosphere.

With a FeTi content of 0.5%, pores appear already in the first layer. The surfacing of subsequent layers increases the tendency to pore formation. With an increase in the percentage of nitrogen in the protective



1 – gas cylinders; 2 – post reducers; 3 – rotameters RS-3; 4 – rotameter RS – 3A; 5 – pressure gauge; 6 – protective atmosphere supply hose; 7 – welding rectifier; 8 – surfacing wire; 9 – wire feeding mechanism; 10 – gas-electric burner; 11 – surfaced the plate

Figure 1 – Scheme of the surfacing plant for technological research

Table 2 – Titanium content in the deposited metal depending on the composition of the protective atmosphere (three-layer surfacing)

Protective atmosphere, %	Ferrotitane content in the wire, %							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Titanium content in the deposited metal, %								
CO ₂	0,04	0,08	0,12	0,13	0,16	0,18	0,25	0,28
70CO ₂ + 30N ₂	0,04	0,09	0,13	0,13	0,17	0,20	0,26	0,29
50N ₂ + 50CO ₂	0,05	0,10	0,13	0,14	0,18	0,20	0,26	0,30
30CO ₂ + 70N ₂	0,05	0,10	0,14	0,15	0,18	0,21	0,26	0,31
N ₂	0,06	0,11	0,14	0,16	0,19	0,21	0,27	0,31

mixture, the number of pores in the deposited metal also increases. The largest number of pores, depending on the ferrotitane content in the surfacing wire, was obtained by surfacing in pure nitrogen. This can be explained by a decrease in the solubility of nitrogen in the deposited metal due to the absence of an oxidizer in the protective atmosphere, which is consistent with the works [4, 5].

With an increase in the ferrotitane content in the powder wire charge, the titanium content in the deposited metal increases. At the same time, its tendency to pore formation also decreases in multilayer surfacing.

On the other hand, the addition of carbon dioxide to nitrogen as a protective atmosphere enhances the boiling of the welding bath in its high-temperature

region due to the formation of carbon monoxide



In this case, the resulting carbon monoxide is removed from the welding bath and promotes the release of supersaturated nitrogen from the liquid metal to the surface.

It should be emphasized that the pores are mainly formed at the end of the deposited roller. This phenomenon, apparently, can be explained by the presence of «bubble boiling» of the welding bath due to the supersaturation of the surface layers with nitrogen.

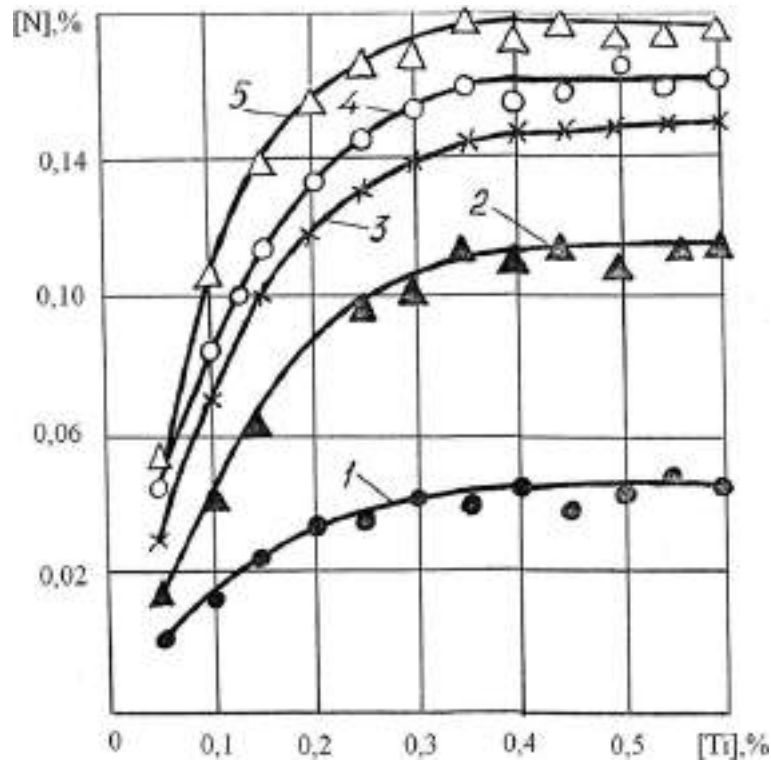
However, with an increase in the ferrotitane content in the charge of PP-AN133 powder wire, the den-

sity of the deposited metal increases (Figure 2). With a ferrotitanium content in the range of 3.5...4.0%, the absence of pores was recorded even in the five-layer surfacing in the studied protective atmospheres at an arc voltage of over 28 V.

Titanium, as a strong nitride-forming agent, increases the solubility of nitrogen in the deposited metal, reduces its release during the crystallization of the welding bath. Titanium still in liquid metal increases the time interval before the «bubble boiling»

begins. At the same time, the crystallization of the welding bath has time to occur even before its possible boiling.

With an increase in the arc voltage, the tendency of the deposited metal to pore formation increases (Figure 3), since the solubility of nitrogen in the metal increases. Therefore, the surfacing must be carried out at the minimum allowable arc voltage, ensuring satisfactory formation of the deposited roller. It should be noted that the titanium content in the deposited



1 – CO₂; 2 – 30%N₂ + 70%CO₂; 3 – 50%N₂ + 50%CO₂; 4 – 70%N₂ + 30%CO₂; 5 – 100%N₂

Figure 2 – The effect of titanium on the solubility of nitrogen in the deposited metal (PP-AN133, 3-layer surfacing)

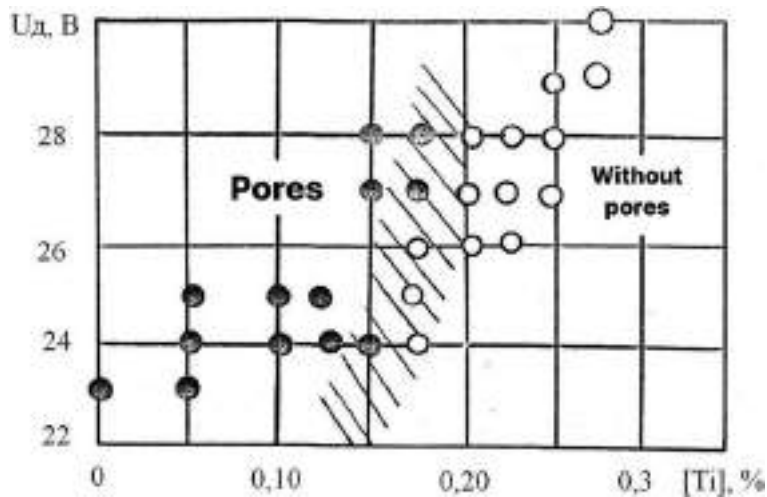


Figure 3 – The effect of the titanium content in the deposited metal, on reducing the tendency to pore formation in it (4-layer surfacing)

metal of more than 0.4% practically does not change the solubility of nitrogen in the deposited metal, but at the same time the technological properties of the wire deteriorate, the arc burns less steadily, there is an increase in slag formation and the separability of the slag crust becomes difficult.

Conclusion

Thus, a significant factor reducing the formation of pores from nitrogen in the deposited metal 10X17H8X5G2T is the content of ferrotitane in the

charge of the PP-AN 133 powder wire. At the same time, the titanium content in the deposited metal should be within 0.2...0.4%. A further increase in the concentration of titanium leads to a deterioration in the formation of the deposited metal and to an increase in the amount of slag on the surface of the deposited layer. The introduction of carbon dioxide of at least 30% to nitrogen makes it possible to obtain a dense deposited metal due to its better absorption of nitrogen.

REFERENCES

1. OST 5.9937-84. Naplavka uplotnitel'nyh i trushhihsja poverhnostej iznosostojkimi materialami. Vveden 01.01.1985. – 28 p.
2. Podgaeckij V.V. Nemetallicheskie vkljuchenija v svarnyh shvah. – Moscow: Mashgiz. 1962. – 94 p.
3. Problemy special'noj metallurgii / Paton B.E., Lakomskij V.I. i dr. // Sbornik nauchnyh trudov. – Kiev: Naukova dumka. 1975. – No. 1. – Pp. 68-88.
4. Papkov A.M. Issledovanie avtomaticheskoy naplavki v uglekislom gaze s prinuditel'nyim ohlazhdeniem struej vody. Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskix nauk. – Cheljabinsk, 1965. – 16 p.
5. Poristost' shvov pri svarke vysokolegirovannyh austenitnyh azotsoderzhashhih stalej / Lipodaev V.N., Soloha A.M., Serdjuk M.A., Kahovskij Ju.N. // Avtomaticheskaja svarka. – 1975. – No. 8. – P. 15.
6. GOST 33258-2015. Naplavka i kontrol' kachestva naplavlennyh poverhnostej. Moscow: Standartinform, 2016. – 49 p.
7. Barahtin B.K., Nemeц A.M. Metally i splavy. Analiz i issledovanie. Fiziko-analiticheskie metody issledovanija metallov i splavov. Nemetallicheskie vkljuchenija: spravochnik / pod red. B.K. Barahtina. – Saint Petersburg: Professional, 2006. – 487 p.
8. Treshhinostojkost' metalla trubnefteprovodov / A.G. Gumerov, K.M. Jamalaev, G.V. Zhuravlev, F.I. Badikov. – Moscow: Nedra-Biznescentr, 2001. – 231 p.
9. Vlijanie nemetallicheskih vkljuchenij na razvitie deformacii svarnyh shvov / E.A. Krivonosova, O.A. Rudakova, A.I. Gorchakov, Ju.V. Shherbakov // Tjzheloe mashinostroenie. – 2003. – No. 12. – Pp. 36-39.

Азотты кеуектілік және азот құрамды атмосферада доғалы балқытып қаптастыру жағдайында оны ескерту тәсілдері

¹*ТӨРЕХАНОВА Марал Төреханқызы, аға оқытушы, maraltt_1985@mail.ru,

¹КАБДУЛЛИНА Динара Сайлаубековна, аға оқытушы, aldiyr2009@mail.ru,

¹«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Беткейге түсетін тесіктер қақпа жабылған кезде клапанның тығыздығының бұзылуына әкелуі мүмкін, сонымен қатар, әсіресе жоғары жылдамдықты орта ағындар жағдайында эрозия зақымдалуының ошағы болуы мүмкін. Кеуектер металдардың коррозияға ұшырауына да ықпал етеді, өйткені белгілі бір агрессивті ортаның әсерінен олардың мөлшері ұлғаяды және ысырманың тығыздығын бұзады. Көмірқышқыл газының қатысуымен дәнекерлеу ваннасының металымен азоттың сіңуі жоғарылайды және балқытылған металдың кеуек түзуге бейімділігі төмендейді. Азотқа кем дегенде 30% көмірқышқыл газын енгізу азотты жақсы сіңіру арқылы тығыз балқытылған металды алуға мүмкіндік береді. 10X17H8C5Г2Т балқытылған металда азоттан кеуектердің түзілуін төмендететін маңызды фактор ПП-АН 133 ұнтақ сымның шихтасындағы ферротитанның мөлшері. Балқытылған металдағы титанның мөлшері 0,2...0,4% аралығында болуы керек. Титан концентрациясының одан әрі артуы балқытылған металдың түзілуінің нашарлауына және балқытылған қабаттың бетіндегі қож мөлшерінің көбеюіне әкеледі.

Кілт сөздер: кеуектер, нитрид түзуші элементтер, балқыту, азотты кеуектілік, балқытылған металл, құбыр арматурасы.

Азотистая пористость и способы ее предупреждения в условиях дуговой наплавки в азотсодержащей атмосфере

¹*ТӨРЕХАНОВА Марал Төреханқызы, старший преподаватель, *maral1985@mail.ru*,

¹КАБДУЛЛИНА Динара Сайлаубековна, старший преподаватель, *aldiy2009@mail.ru*,

¹НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Поры, выходящие на поверхность, могут вызвать нарушение герметичности арматуры при закрытом затворе, а также явиться очагом эрозионных разрушений, в особенности в условиях скоростных потоков среды. Поры содействуют и коррозионному разрушению металлов, так как под действием определенных агрессивных сред они, увеличиваясь в размерах, вызывают нарушение герметичности затвора. В присутствии углекислого газа повышается поглощение азота металлом сварочной ванны и снижается склонность наплавленного металла к образованию пор. Введение углекислого газа не менее 30% к азоту позволяет получать плотный наплавленный металл за счет лучшего поглощения им азота. Существенным фактором, снижающим образование пор от азота в наплавленном металле 10X17H8C5Г2Т, является содержание ферротитана в шихте порошковой проволоки ПП-АН 133. Содержание титана в наплавленном металле должно быть в пределах 0,2...0,4%. Дальнейшее увеличение концентрации титана приводит к ухудшению формирования наплавленного металла и к увеличению количества шлака на поверхности наплавленного слоя.

Ключевые слова: поры, нитридообразующие элементы, наплавка, азотистая пористость, наплавленный металл, трубопроводная арматура.

REFERENCES

1. OST 5.9937-84. Naplavka uplotnitel'nyh i trushhihsja poverhnostej iznosostojkimi materialami. Vveden 01.01.1985. – 28 p.
2. Podgaeckij V.V. Nemetallicheskie vkljuchenija v svarnyh shvah. – Moscow: Mashgiz. 1962. – 94 p.
3. Problemy special'noj metallurgii / Paton B.E., Lakomskij V.I. i dr. // Sbornik nauchnyh trudov. – Kiev: Naukova dumka. 1975. – No. 1. – Pp. 68-88.
4. Papkov A.M. Issledovanie avtomaticheskoy naplavki v uglekislom gaze s prinuditel'nym ohlazhdeniem struej vody. Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – Cheljabinsk, 1965. – 16 p.
5. Poristost' shvov pri svarke vysokolegированных austenitnyh azotsoderzhashhih stalej / Lipodaev V.N., Soloha A.M., Serdjuk M.A., Kahovskij Ju.N. // Avtomaticheskaja svarka. – 1975. – No. 8. – P. 15.
6. GOST 33258-2015. Naplavka i kontrol' kachestva naplavlennyh poverhnostej. Moscow: Standartinform, 2016. – 49 p.
7. Barahtin B.K., Nemes A.M. Metally i splavy. Analiz i issledovanie. Fiziko-analiticheskie metody issledovanija metallov i splavov. Nemetallicheskie vkljuchenija: spravochnik / pod red. B.K. Barahtina. – Saint Petersburg: Professional, 2006. – 487 p.
8. Treshhinostojkost' metalla trubnefteprovodov / A.G. Gumerov, K.M. Jamalaev, G.V. Zhuravlev, F.I. Badikov. – Moscow: Nedra-Biznescentr, 2001. – 231 p.
9. Vlijanie nemetallicheskih vkljuchenij na razvitie deformacii svarnyh shvov / E.A. Krivonosova, O.A. Rudakova, A.I. Gorchakov, Ju.V. Shherbakov // Tjazheloe mashinostroenie. – 2003. – No. 12. – Pp. 36-39.

Поисковые исследования по гидрометаллургической переработке медьсодержащей руды месторождения Кеншоки-1

¹*ЕРСАЙИНОВА Альбина Абаткызы, докторант, a.yersaiynova@stud.satbayev.university,

²ЧЕРНЫШОВА Оксана Витальевна, к.т.н., доцент, oxcher@mitht.ru,

¹УСОЛЬЦЕВА Галина Александровна, к.т.н., ассистент-профессор, g.ussoltseva@satbayev.university,

¹КОНЫРАТБЕКОВА Салтанат Сабитовна, к.т.н., сениор-лектор, s.konyratbekova@satbayev.university,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

²МИРЭА – Российский технологический университет, Россия, Москва, пр. Вернадского, 78,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Основной целью настоящих исследований являлось изучение химико-минералогического состава руды месторождения Кеншоки-1 с последующим проведением поисковых опытов по извлечению меди из рудного материала методом сернокислотного выщелачивания. В ходе исследований установлено, что руда относится к типу окисленных медистых песчаников, и наряду с медью в ней содержится значительное количество свинца и небольшое количество цинка. Основными минералами меди и свинца в этой руде являются карбонатные – малахит и церуссит. Присутствует довольно значительное количество фосфатного минерала свинца – пироморфита. Основными минералами пустой породы являются кварц, ортоклаз и клинохлор. Железо по данным дифрактометрического анализа находится связанным в клинохлоре. Поисковые опыты по выщелачиванию меди из указанной руды растворами серной кислоты показали, что даже при комнатной температуре и концентрации серной кислоты в растворе 11,3 г/дм³ достигается извлечение меди в водный раствор более 60%, а основными технологическими факторами, влияющими на процесс выщелачивания меди, являются: продолжительность, концентрация серной кислоты в исходном растворе, интенсивность перемешивания и соотношение твердой и жидкой фаз. Концентрация меди в полученном продуктивном растворе составляла в зависимости от концентрации серной кислоты от 6,32 до 10,15 г/дм³, что является недостаточной для дальнейшей переработки раствора методом электролиза, поэтому следует донасыщать продуктивные растворы по меди путем возврата продуктивного раствора в голову процесса. Поведение свинца во время поисковых исследований не изучалось, но ввиду малой растворимости сульфата свинца в водных растворах основная часть свинца должна оставаться в кеке.

Ключевые слова: медьсодержащая руда, месторождение Кеншоки-1, химико-минералогический состав, медистый песчаник, технологический фактор, сернокислотное выщелачивание, степень извлечения, продуктивный раствор.

Современное состояние и актуальность проблемы. В недрах Казахстана находится 6% мировых разведанных запасов меди, из них 51% запасов составляют месторождения медистых песчаников, 26,5% находятся в медно-порофировых рудах и порядка 14,5% – в комплексных рудах колчеданно-полиметаллических месторождений. Значительная доля источников медьсодержащего сырья представлена смешанными и окисленными рудами, которые обычно не перерабатывают пирометаллургическими методами, поэтому медь из подобных руд извлекают методами гидрометаллургии, в частности методами подземного и кучного выщелачивания.

Помимо природы руды, на извлечение ме-

талла в процессе выщелачивания влияют такие параметры выщелачивания, как размер частиц, концентрация реагента-растворителя в выщелачивающем растворе, длительность и интенсивность перемешивания, соотношение жидкость:твердое вещество и добавление окислителей.

Авторы [1] изучали влияние гранулометрического состава на эффективность извлечения меди из руды, содержащей пустую породу, в процессе выщелачивания. Результаты показывают, при росте степени измельчения руды увеличивается извлечение меди в продуктивный раствор, так как процесс выщелачивания зависит от величины площади поверхности контакта растворителя и рудного материала.

В статье [2] рассматривалось кучное выщелачивание забалансовых медных руд месторождения Кальмакыр, в которой показано, что при концентрации серной кислоты 50-75 г/л в течение 15 дней извлекается в водный раствор 98,5-99% окисленных соединений меди и 5,6% сульфидных соединений меди; основное количество нерастворенной меди находится в кеках в сульфидной форме.

Авторы [3] изучали поведение малахита при выщелачивании рудного материала растворами азотной кислоты и провели кинетическую оценку процесса. Установлено, что скорость выщелачивания растет с повышением температуры, концентрации кислоты, скорости перемешивания и при уменьшении размера частиц рудного материала. Кинетика выщелачивания соответствует кинетической модели смешанного режима.

В работе [4] установлен реагент-комплексобразователь с ионами меди при выщелачивании меди из окисленной медной руды. Определены возможные химические реакции 5-сульфосалициловой кислоты (5-SSA) в водном растворе при выщелачивании малахита. Результаты показали, что 5-SSA обеспечивает необходимую кислотность, служит комплексобразователем с ионами меди в растворе и может быть использована для интенсификации процесса выщелачивания меди.

Ученые [5] исследовали влияние температуры на выщелачивание медных минералов с различной степенью залегания в комплексных окисленных медных рудах Муляшского медного рудника в Луаншья, Замбия. Результаты показали, что при температуре окружающей среды легко выщелачиваемые окисленные минералы меди полностью растворялись. При температуре 40°C в основном происходило растворение меди в изоморфном состоянии. При росте температуры до 60°C скорость выщелачивания меди в адсорбированном состоянии значительно увеличивалась. Кроме того, при повышении температуры до 80°C изоморфная медь полностью выщелачивалась, оставляя 11,2% адсорбированной меди, которая не переходила в водный раствор. Медь в коллоидном состоянии для минералогической системы «полевой шпат – кварц – медь – железо» не растворялась в течение всего процесса выщелачивания.

Таким образом, процесс выщелачивания меди во многом определяется химико-минералогическим и фракционным составом рудного материала, особое влияние в процессе выщелачивания меди играет наличие в системе комплексобразователя и температурный фактор. Поэтому была поставлена цель – изучение химико-минералогического состава руды месторождения Кеншоки-1 с последующим проведением поисковых опытов по извлечению из рудного материала меди методом сернокислотного выщелачивания.

Методы исследования и анализа. Для оценки химического и минералогического состава руды месторождения Кеншоки-1 был проведен дифрактометрический и рентгенофлуоресцент-

ный анализ.

При выполнении дифрактометрического анализа образцов рудного материала съемка производилась на аппарате D8 Advance (Bruker), α -Cu, напряжение на трубке 40 кВ, ток 40 мА. Обработка полученных данных дифрактограмм и расчет межплоскостных расстояний проводились с помощью программного обеспечения EVA. Расшифровка проб и поиск фаз проводились по программе Search/match с использованием Базы порошковых дифрактометрических данных PDF-2.

Рентгенофлуоресцентный анализ руды Кеншоки-1 проводили на приборе PANALYTICAL AXIOS WD XRF.

Влажность руды выполняли с использованием влагомера марки Shimadzu Moisture Balance MOC-120, температура при высушивании рудного материала составляла 102-105°C.

На основании выполненных физико-химических методов исследования руды рассчитали рациональный состав рудного материала с использованием стандартных инженерных методов расчета [6, 7].

Поисковые опыты по выщелачиванию руды месторождения Кеншоки-1 проводили в стеклянных термостойких стаканах емкостью 400 мл с использованием магнитной мешалки марки Heidolph MR Hei-Standard при скорости перемешивания около 700 об./мин. Соотношение жидкой и твердой фаз в поисковых опытах было равным 5:1. Выщелачивание проводили растворами серной кислоты при комнатной температуре. Концентрация серной кислоты варьировалась в пределах от 10 до 70 г/дм³. Контроль концентрации серной кислоты проводили титрованием 0,1 моль/дм³ NaOH в присутствии фенолфталеина.

По окончании выщелачивания содержимому давали отстояться и разделяли жидкую и твердую фазы фильтрованием через бумажный фильтр средней пористости при атмосферном давлении. Фильтрование протекало без затруднений. Полученный фильтрат подвергали контролю на содержание в нем меди. Анализ проводили методом объемного йодометрического титрования с использованием титратора марки Vitlab continuous RS. Твердую фазу после фильтрования промывали фиксированным объемом (50 см³) дистиллированной воды. Промывную воду проверяли на наличие в ней меди, кек высушивали и также контролировали содержание в нем меди.

Результаты и обсуждения. Объектом исследований являлась руда месторождения Кеншоки-1, которое находится в Шетском районе Карагандинской области. Это месторождение входит в состав рудной зоны месторождения «Кеншоки», которое было известно с XIX века под названием Кень-Чоку и изучалось рядом геологов и исследователей (К.М. Егембаевым, К.Т. Шлейкиным, П.И. Долгановым и др.). В строении месторождения принимают участие породы разных геологиче-

ских периодов. Установлено два основных типа руд – гипергенная и гипогенная. Основную ценность представляют гипергенные руды, в состав которых входят как первичные сульфидные, так и вторичные окисленные руды. Среднее содержание цветных металлов в этом типе руд: 6,96% Pb; 8,44% Zn; 1,73% Cu – с суммарными запасами металлов около 10 тыс. т [8, 9].

Первичные руды представлены сульфидными минералами меди, свинца, цинка и железа, из минералов породы следует отметить ортоклаз, клинохлор, гранат и флюорит. Текстура руд вкрапленная, прожилково-вкрапленная, прожилковая, пятнистая и слоистая. В зоне окисления, которая развита до 70 м, отмечены следующие минералы цветных металлов: церуссит, англезит, пироморфит, плюмбоярозит, смитсонит, каламин, малахит, хризоколла, вульфенит и родохрозит [8, 9].

Несмотря на то, что месторождение небольшое, руды представляют интерес для переработки. Чаще всего минералогический состав руды отличается в разных пластах месторождения. Поэтому для уточнения минералогического состава руды, которая подвергалась настоящим исследованиям, был выполнен ее дифрактометрический анализ. Анализ руды показал, что основными кристаллическими фазами являются: кварц (SiO_2), церуссит (PbCO_3), малахит ($\text{CH}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$ или $(\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3)$), ортоклаз (KSi_3AlO_8), клинохлор ($\text{Al-Fe-SiO}_2\text{-OH}$) и пироморфит ($\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$), который был идентифицирован как фосфат свинца ($\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$) (таблица 1).

На основании дифрактометрического анализа можно сделать вывод, что образец руды относится к типу окисленных песчаников с высоким содержанием кварца. Свинец в руде присутствует в виде двух минералов: церуссита и пироморфита в соотношении примерно 4:1 соответственно по массе.

После выполнения дифрактометрического анализа определили влажность исследуемой руды. Ее среднее содержание в руде по результатам трех измерений составило 1,30 мас. %.

Элементный анализ руды месторождения

Кеншоки-1 проводили рентгенофлуоресцентным методом на соответствующем откалиброванном приборе (таблица 2).

В число прочих входят углерод и водород, не анализируемые рентгенофлуоресцентным методом. Поскольку из дифрактометрического анализа известно, что в руде содержатся карбонаты, имеются кристаллизационная влага и гидроксидные соединения, то вероятно, что суммарное содержание углерода и водорода с учетом естественной влажности руды входит в позицию «прочие» и составляет около 7-8 мас. %.

Таким образом, основными ценными компонентами, представляющими промышленную ценность, являются медь, свинец и цинк. Основной сопутствующий металл – железо, которое может находиться, помимо клинохлора, в арсенопирите, халькопирите, лимоните и алюмосиликатных аморфных минералах. Количество арсенопирита и халькопирита определяется по содержанию сначала мышьяка, а затем – серы. Выявить эти минералы дифрактометрическим методом не представлялось возможным, поскольку их содержание менее 1% (чувствительность дифрактометрического метода). Количество малахита определялось по разнице в общем содержании меди в руде и количеству меди в халькопирите.

Поисковые исследования по извлечению меди из руды Кеншоки-1 начали с попытки растворения меди водой. Выяснили, что даже при повышении температуры до 50°C в водный раствор медь не извлекалась.

Сернокислотное выщелачивание проводили с использованием трех концентраций серной кислоты, чтобы показать влияние концентрации и расход серной кислоты от стехиометрического необходимого количества на степень извлечения меди в водный раствор при отсутствии дополнительной промывки кека и при наличии промывки. Концентрации серной кислоты 11,3 и 17,66 г/дм³ близки к используемым на практике при выщелачивании медьсодержащего сырья [10], концентрация серной кислоты 67,94 г/дм³ выбрана исключительно с целью показать влияние концентрации. Опыты проводили в одинаковых

Таблица 1 – Результаты фазового анализа при идентификации кристаллических фаз руды месторождения Кеншоки-1

Шаблон (база)	Наименование кристаллической фазы	Формула	Содержание, мас. %
PDF 01-085-0794	Quartz, syn. (кварц синт.)	SiO_2	63,3
PDF 01-076-2056	Cerussite (церуссит)	PbCO_3	19,3
PDF 00-056-0001	Malachite (малахит)	$\text{CH}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$	6,2
PDF 01-071-1540	Orthoclase (ортоклаз)	KSi_3AlO_8	4,9
PDF 01-073-0834	Lead Phosphate (фосфат свинца)	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	4,8
PDF 00-002-0022	Clinochlore (клинохлор)	$\text{Al-Fe-SiO}_2\text{-OH}$	1,5
Итого:			100,00

условиях и повторяли как минимум дважды (таблица 3).

Как следует из полученных данных, медь легко выщелачивается раствором серной кислоты при комнатной температуре даже при нехватке растворителя, при расходе серной кислоты, близком к стехиометрическому количеству за одну стадию выщелачивания в продуктивный раствор переходит 82,71% меди. Более высокий однократный расход серной кислоты может быть нерентабельным, поэтому следует организовать замкнутый цикл выщелачивания с доукреплением продуктивных растворов по меди за счет дополнительно выщелачивания меди из новой порции руды, доводя таким образом раствор до концентрации меди, пригодной для реализации электролиза.

Исследования необходимо продолжать с целью определения оптимальных технологических условий, поиска нового реагента и разработки технологической схемы комплексной переработки руды месторождения Кеншоки-1.

Заключение. В ходе исследований установлено, что руду месторождения Кеншоки-1 следует отнести к типу медистых песчаников. Руда окисленная, в ее состав в основном входят карбонатные минералы меди и свинца, минералы пустой породы представлены кварцем, ортоклазом и клинохлором. Небольшое количество цинка, присутствующего в руде, наряду с минералами меди и свинца, делает руду сложной для переработки. Наиболее приемлемым методом переработки настоящей руды может быть кислотное выщелачивание, тем более, что карбонат кальция в большом количестве не обнаружен.

Поисковые исследования по сернокислотному выщелачиванию показали, что процесс растворения меди зависит от концентрации и соответственно расхода серной кислоты. Установлено, что уже при расходе серной кислоты концентрацией 17,66 г/см³, близком к стехиометрическому, достигается извлечение меди в получаемый продуктивный раствор более 80%.

Таблица 2 – Результаты рентгенофлуоресцентного анализа руды месторождения Кеншоки-1

Анализируемый элемент	Содержание, мас. %	Анализируемый элемент	Содержание, мас. %
O	45,782	F	0,261
Si	21,491	Mn	0,157
Pb	8,657	Cl	0,125
Cu	5,626	Ti	0,115
Fe	3,417	Ba	0,082
Al	3,113	Ag	0,034
Mg	0,807	As	0,033
Ca	0,726	Cr	0,025
K	0,722	Sr	0,012
Zn	0,541	Mo	0,008
P	0,412	Прочие	7,585
S	0,269	Итого:	100,00

Таблица 3 – Результаты поисковых исследований по сернокислотному выщелачиванию меди из руды Кеншоки-1

$C_{H_2SO_4}$, г/дм ³	Масса руды, г	$V_{H_2SO_4}$, см ³	$C_{Cu \text{ прод.}}$, г/дм ³	E_{Cu} , %	V_{H_2O} , см ³	$C_{Cu \text{ пром.}}$, г/дм ³	$E_{Cu \text{ сум.}}$, %
11,30	20,007	100	6,32	57,51	51	0,91	61,69
17,66	20,004	100	9,09	82,71	48	1,51	89,62
67,94	20,001	100	10,15	92,36	52	1,63	99,82

Примечания:

- $C_{H_2SO_4}$ – концентрация раствора серной кислоты;
- $V_{H_2SO_4}$ – объем раствора серной кислоты для выщелачивания;
- $C_{Cu \text{ прод.}}$ – концентрация меди в продуктивном растворе;
- V_{H_2O} – объем воды для промывки;
- $C_{Cu \text{ пром.}}$ – концентрация меди в промывной воде;
- E_{Cu} – извлечение меди в продуктивный раствор;
- $E_{Cu \text{ сум.}}$ – сквозное извлечение меди в процессе выщелачивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M.K. Tanaydin, N. Demirkiran. Investigation of selective leaching and kinetics of copper from malachite ore in aqueous perchloric acid solutions, Sep. Sci. Technol. 54 (5) (2019). Pp. 815-827.
2. Умарова И.К., Мамиров Б.И., Махмеражабов Д.Б. Кучное выщелачивание забалансовых медных руд // Central Asian Journal of Theoretical & Applied Sciences, 2022. – Vol. 3. No. 5. Pp. 279-285.
3. Mehmet Kayra Tanaydin, Zümra Bakıcı Tanaydin, Nizamettin Demirkiran. Optimization of process parameters and kinetic modelling for leaching of copper from oxidized copper ore in nitric acid solutions, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 32 (2022), Pp. 1301-1313.
4. Jiushuai Deng, Shuming Wen, Qiong Yin, Dandan Wu, Quanwei Sun. Leaching of malachite using 5-sulfosalicylic acid, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Volume 71, February 2017, Pp. 20-27.
5. Gai-rong WANG, Yuan-yuan LIU, Lin-lin TONG¹, Zhe-nan JIN, Guo-bao CHEN^{1,2}, Hong-ying YANG. Effect of temperature on leaching behavior of copper minerals with different occurrence states in complex copper oxide ore, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 29 (2019), Pp. 2192-2201.
6. Даулетбаков Т.С., Соколовская Л.В. Металлургические расчеты: Учеб. пособие. – Алматы: КазНИТУ, 2014. – 208 с.
7. Азизов З.К., Пьянков С.А. Определитель минералов: Учебное пособие / Ульяновский техн. ун-т. – Ульяновск, 2006. – 53 с.
8. Маргулан А.Х. Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Жезказган – древний и средневековый металлургический центр (городище Милыкудук) / Сост. Д.А. Маргулан, Д. Маргулан // Сочинения: в 14 т., т. 2. – Алматы: Дайк-Пресс, 2001. – 144 с.
9. Месторождение Кень-Чоку (Кеншоқы), Шетский район, Карагандинская область, Казахстан // Материалы сайта <https://webmineral.ru/deposits/item.php?id=452> Дата обращения 25.06.2022.
10. Медведев А.С. Комбинированная технология переработки удоканского сульфидного медного концентрата / А.С. Медведев, Ту Со, А.М. Птицын // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2012. – № 2. – 17-20 с.

Кеншоқы-1 кен орнының құрамында мыс бар кенді гидрOMETALLURгиялық өңдеу бойынша зерттеулер

¹*ЕРСАЙЫНОВА Альбина Абатқызы, докторант, a.yersaiynova@stud.satbayev.university,

²ЧЕРНЫШОВА Оксана Витальевна, т.ф.к., доцент, oxcher@mitht.ru,

¹УСОЛЬЦЕВА Галина Александровна, т.ф.к., ассистент-профессор, g.ussoltseva@satbayev.university,

¹ҚОҢЫРАТБЕКОВА Салтанат Сәбитқызы, т.ф.к., сениор-лектор, s.konyratbekova@satbayev.university,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

²МИРЭА – Ресей технологиялық университеті, Ресей, Мәскеу, Вернадский даңғылы, 78,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің негізгі мақсаты – Кеншоқы-1 кен орны кенінің химиялық-минералогиялық құрамын зерттеу, кейіннен күкірт қышқылды сілтілеу әдісімен кен материалынан мыс алу бойынша іздеу эксперименттерін жүргізу. Зерттеу барысында, кен – тотыққан мыс құмтас түріне жататындығы және мыспен қатар қорғасынның көп және мырыштың аз мөлшері бар екендігі анықталды. Бұл кендегі мыс пен қорғасынның негізгі минералдары – карбонатты-малахит және церуссит. Сондай-ақ, қорғасынның фосфат минералы – пироморфиттің айтарлықтай мөлшері бар. Бос жыныстың негізгі минералдары – кварц, ортоклаз және клинохлор. Дифрактометриялық талдау бойынша темір клинохлормен байланысты. Көрсетілген кеннен мысты күкірт қышқылының ерітінділерімен сілтілеу бойынша іздеу тәжірибелері бөлме температурасы мен ерітіндідегі күкірт қышқылының концентрациясы 11,3 г/дм³ болса да, мысты сулы ерітіндіге 60%-дан астам алуға болады, ал мысты сілтілеу процесіне әсер ететін негізгі технологиялық факторлар: ұзақтығы, бастапқы ерітіндідегі күкірт қышқылының концентрациясы, араластыру қарқындылығы және қатты және сұйық фазалардың қатынасы. Алынған өнімді ерітіндідегі мыс концентрациясы күкірт қышқылының концентрациясына байланысты 6,32-ден 10,15 г/дм³-ге дейін болды, бұл электролиз әдісімен ерітіндіні одан әрі өңдеу үшін жеткіліксіз екендігін көрсетеді, сондықтан өнімді ерітіндіні процесінің басына қайтару арқылы мыс өнімді ерітінділерді қанықтыру керек. Зерттеу жұмыстары кезінде қорғасынның әрекеті зерттелмеген, бірақ қорғасын сульфатының сулы ерітінділерде аз ерігіштігіне байланысты қорғасынның негізгі бөлігі кекте қалуы керек.

Кілт сөздер: құрамында мыс бар кен, Кеншоқы-1 кен орны, химиялық-минералогиялық құрамы, мыс құмтас, технологиялық фактор, күкірт қышқылымен сілтілеу, алу дәрежесі, өнімді ерітінді.

Research on Hydrometallurgical Processing of Copper-Containing Ore from the Kenshoky-1 Deposit

¹*YERSAIYNOVA Albina, Doctoral Student, a.yersaiynova@stud.satbayev.university,

²CHERNYSHOVA Oxana, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, oxcher@mitht.ru,

¹USSOLTSEVA Galina, Cand. of Tech. Sci., Assistant Professor, g.ussoltseva@satbayev.university,

¹KONYRATBEKOVA Saltanat, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, s.konyratbekova@satbayev.university,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

²MIREA – Russian Technological University, Russia, Moscow, Vernadsky Avenue, 78,

*corresponding author.

Abstract. The main purpose of these studies was to study the chemical and mineralogical composition of the ore of the Kenschoky-1 deposit with subsequent search experiments on the extraction of copper from ore material by sulfuric acid leaching. During the research it was established that the ore belongs to the type of oxidized cuprous sandstone and along with copper it contains a significant amount of lead and a small amount of zinc. The main minerals of copper and lead in this ore are carbonate – malachite and cerussite. A fairly significant amount of the lead phosphate mineral pyromorphite is present. The main minerals in the waste rock are quartz, orthoclase, and clinochlorine. Iron, according to diffractometric analysis, is bound in clinochlore. The search experiments on copper leaching from the mentioned ore by sulfuric acid solutions showed that even at room temperature and sulfuric acid concentration in the solution of 11.3 g/dm³ extraction of copper in aqueous solution of more than 60% is achieved, and the main technological factors influencing the process of copper leaching are duration, concentration of sulfuric acid in the initial solution, intensity of agitation and the ratio of solid and liquid phases. The concentration of copper in the resulting pregnant solution was, depending on the concentration of sulfuric acid from 6.32 to 10.15 g/dm³, which is insufficient for further processing of solution by electrolysis, therefore, productive solutions must be additionally saturated with copper by returning pregnant solution to the head of the process. Lead behavior during prospecting studies was not studied, but due to low solubility of lead sulfate in aqueous solutions, the main part of lead should remain in the cake.

Keywords: copper-bearing ore, Kenschoky-1 deposit, chemical and mineralogical composition, cuprous sandstone, technological factor, sulfuric acid leaching, degree of extraction, productive solution.

REFERENCES

1. M.K. Tanaydin, N. Demirkiran. Investigation of selective leaching and kinetics of copper from malachite ore in aqueous perchloric acid solutions, Sep. Sci. Technol. 54 (5) (2019). Pp. 815-827.
2. Umarova I.K., Mamirov B.I., Mahmerazhabov D.B. Kuchnoe vyshhelachivanie zabalansovyh mednyh rud // Central Asian Journal of Theoretical & Applied Sciences, 2022. – Vol. 3. No. 5. Pp. 279-285.
3. Mehmet Kayra Tanaydin, Zümra Bakıcı Tanaydin, Nizamettin Demirkiran. Optimization of process parameters and kinetic modelling for leaching of copper from oxidized copper ore in nitric acid solutions, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 32 (2022), Pp. 1301-1313.
4. Jiushuai Deng, Shuming Wen, Qiong Yin, Dandan Wu, Quanwei Sun. Leaching of malachite using 5-sulfosalicylic acid, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Volume 71, February 2017, Pp. 20-27.
5. Gai-rong WANG, Yuan-yuan LIU, Lin-lin TONG¹, Zhe-nan JIN, Guo-bao CHEN^{1,2}, Hong-ying YANG. Effect of temperature on leaching behavior of copper minerals with different occurrence states in complex copper oxide ore, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 29 (2019), Pp. 2192-2201.
6. Dauletbaev T.S., Sokolovskaja L.V. Metallurgicheskie raschety: Ucheb. posobie. – Almaty: KazNITU, 2014. P. 208.
7. Azizov Z.K., P'jankov S.A. Opredelitel' mineralov: Uchebnoe posobie. Ul'janovskii tehn. un-t. – Ul'janovsk, 2006. P. 53.
8. Margulan A.H. Saryarka. Gornoe delo i metallurgija v jepohu bronzy. Zhezkazgan – drevnij i srednekovyj metallurgicheskij centr (gorodishhe Milykuduk) Sost. D.A. Margulan, D. Margulan. Sochinenija: v 14 t., t. 2. – Almaty: Dajk-Press, 2001. P.144.
9. Mestorozhdenie Ken'-Choku (Kenschoky), Shetskij rajon, Karagandinskaja oblast', Kazhstan. Materialy sajta <https://webmineral.ru/deposits/item.php?id=452> Data obrashhenija 25.06.2022.
10. Medvedev A.S. Kombinirovannaja tehnologija pererabotki udokanskogo sul'fidnogo mednogo koncentrata / A.S. Medvedev, Tu So, A.M. Pticyn // Izvestija vuzov. Cvetnaja metallurgija. – 2012. – No. 2. Pp. 17-20.

Исследование влияния плазменной закалки на процессы упрочнения тяжело нагруженных деталей почворезущих машин

¹*КОСАНОВА Индира Муратовна, докторант, ind_jm@mail.ru,

²ТОЛЕУОВА Айнагуль Рымкуловна, PhD, и.о. доцента, rymkul.ainagul@gmail.com,

³КАНАЕВ Амангельды Токешович, д.т.н., профессор, aman-kanaev2012@yandex.ru,

³БАЙЖАН Дарын, магистрант, daryn.baizhan@mail.ru,

⁴АМЕНОВА Алия Алихановна, PhD, доцент, aliya_a.a555@mail.ru,

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

²НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

³НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. 30-й Гвардейской дивизии, 34,

⁴НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан, Темиртау, пр. Республики, 30,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Исследовано влияние плазменной закалки на процессы упрочнения тяжело нагруженных и поэтому быстро изнашивающихся деталей рабочих органов почворезущих машин. Показано, что при поверхностном упрочнении лемеха плуга из конструкционной стали 65Г в упрочненной зоне толщиной 0,8 мм формируется градиентно-слоистая (смешанная) структура, состоящая из мелкодисперсной смеси продуктов распада мелкозернистого аустенита с изменяющейся микротвердостью в интервале 760-395 HV. Установлено, что формирование тонкодисперсной структуры и условия ее образования после соответствующего поверхностного упрочнения объясняются достаточно высокими скоростями нагрева и охлаждения, которые не могут быть достигнуты при использовании классических методов термической обработки. При плазменной обработке деталей образуются метастабильные структуры с высокой прочностью и износостойкостью. Получен результат упрочнения лемеха плуга плазменной закалкой в виде модифицированного слоя с мелкодисперсной конфигурацией, наблюдается повышение износостойкости лемеха плуга по сравнению с серийными деталями, подвергающимися традиционной термообработке, и существенное снижение затрат на процесс упрочнения за счет применения экономичной, достаточно производительной технологии поверхностной плазменной закалки.

Ключевые слова: конструкционная сталь, плазменная закалка, упрочнение, тяжело нагруженные детали, градиентно-слоистая структура, микротвердость, микроструктура, свойства, мартенсит, термическая обработка.

Введение

В качестве особо ответственных рабочих деталей почворезущих машин используют плужные лемехи и лапы культиваторов, но в процессе эксплуатации подвергаются очень быстрому износу.

Высокий срок службы работы данных деталей обеспечивается правильно подобранным микролегированием и соответствующим режимом термической обработки.

В нашей стране для изготовления деталей – плужные лемехи и лапы культиваторов используют стали 65Г, 40Х, Л53, которые относят к классу недорогих углеродистых низколегированных ста-

лей. Детали, изготовленные из данных марок сталей, должны отвечать высокому уровню эксплуатационного ресурса (прочность и твердость), что обеспечивается соответствующей термической обработкой. Согласно ГОСТ 2590-2006 механические свойства изделий, которые будут изготовлены из данных марок сталей, должны соответствовать: ударная вязкость – в пределах 0,2-0,6 МДж/м², прочность порядка 900-1200 Мпа, твердость изделий, изготовленных из этих сталей, в состоянии поставки не превышает 25-30 HRC (250-300 HV).

В зарубежных странах детали, имеющие низкий рабочий срок службы эксплуатации,

изготавливают из низколегированных среднеуглеродистых марок сталей. При использовании классических методов обработки достигается уровень механических свойств: повышение твердости до 50-60 HRC, превышение прочности до 1200 МПа, ударная вязкость повышается до 0,8-0,9 МДж/м². Вместе с тем западноевропейские фирмы «Conit»-KVERNELAND» (Норвегия), «Plasmabid»-Rabe (Германия), «OVERUM» (Швеция) успешно разработали и реализовали наукоемкие технологии с применением плазменных способов упрочнения поверхности деталей.

Отличительной особенностью этих изделий является двух- или трехслойная структура поперечного (упрочненного) слоя, так называемое диссипативное (градиентно-слоистое) строение. При таком строении верхний слой детали будет иметь твердость до 65HRC и прочность 1200-1800 Мпа [1, 2]. Следует отметить, что для повышения твердости стали классические режимы термической обработки уже давно не используют. Поверхностное упрочнение на сегодняшний день является актуальным методом повышения эксплуатационного ресурса деталей почвообрабатывающих машин [3].

Материал и методика исследований

Поверхностную плазменную обработку плужных лемехов и лап культиваторов из марганцовистой стали 65Г (ГОСТ 14659-2004) выполняли на мобильной сертифицированной установке ручной плазменной закалки УДГЗ-200. Установка УДГЗ-200 состоит из регулятора расхода газа с указателем расхода АР-40. Указатель расхода АР-40 служит для снижения давления газа, который поступает из баллона и одновременно предназначен для постоянного поддержания.

Давление газа снижается за счет поступления его в регулятор из баллона и происходит это за счет его расширения при проходе между клапаном и седлом в камере рабочего давления.

За счет маховика производится необходимый расчет газа, а контроль давления газа контролируется манометром, состоящим из шкалы до 25 Мпа (250 кг/см²).

Предохранительный клапан, установленный в корпусе регулятора, соединен с рабочей камерой и должен быть отрегулирован на старт выпуска газа с общим давлением в пределах от 0,6 до 1,0 Мпа (6,0-10 кг/см²) АР-40. Через ниппель идет набор газа и к нему подсоединяется шланг диаметром 9 мм [4].

Для упрочнения тонкостенных деталей, не обладающих достаточной массой, применяются методы интенсификации охлаждения. На практике значительный интерес представляет случай, когда необходимая для закалки скорость охлаждения обеспечивается рациональным сочетанием параметров режима плазменной закалки, позволяющим получить заданные глубину и твердость поверхностного слоя. При этом важное значение

имеет то, что при нагреве поверхности детали плазменной дугой основные параметры режима плазменной закалки взаимосвязаны [5, 6]. В данной работе скорости движения плазмотрона составляла 30-50 мм/с (скоростью перемещения дуги поддерживалось запотевание поверхности под дугой, но при этом нельзя допускать макроплавления), расход плазмообразующего газа варьировался в пределах 7,0-9,0 л/мин, расстояние между срезом сопла плазмотрона и обрабатываемой поверхностью составляло ~ 10 мм, уровень тока плазменной дуги составлял 120-125 А при напряжении 40 В. Предварительные опыты показали, что угол заточки электрода (ГОСТ 759-78) влияет на стабильность горения плазменной струи [7].

Как показали проведенные эксперименты, наиболее ответственным моментом является правильное положение электрода в горелке, при этом электрод не должен выступать из керамического сопла, а быть на уровне его или утоплен на 0.5-1.0 мм. Электрод должен находиться строго по центру отверстия керамического сопла, в случае несоосности необходима замена сопла или электрода [8].

Полученные результаты и их обсуждение

Металлографические исследования показывают, что механические свойства (прочность, твердость) плазменно-закаленных деталей определяются формой, размерами, ориентацией зерен (субзерен) и характером распределения их в объеме металла. На рисунке 1 представлена исходная структура стали, состоящая из пластинчатых перлитных колоний, окруженных ферритной сеткой, что характерно структуре горячекатаного состояния с охлаждением проката на спокойном воздухе.

Как известно, такая крупнозернистая структура формируется при высокой температуре конца прокатки и свидетельствует о том, что до плазменной закалки образцы не подвергались упрочняющей термической обработке, что является недостатком действующей технологии.

После плазменной закалки формируется закаленный слой поверхности с высокой микротвердостью.

Структурные особенности и микротвердость упрочненного слоя лемеха плуга, а также поверхностная твердость исследованных образцов приведены в таблице 1.

По данным таблицы 1 и рисунка 2 видно, что для лемехов плугов из стали 65Г глубина упрочненного слоя составляет ~ 0,8 мм с микротвердостью по сечению в интервале 760-390 HV_{0.2}. В упрочненном слое образца сформировалась градиентно-слоистая (диссипативная) структура, состоящая из мелкодисперсной смеси продуктов распада мелкозернистого аустенита.

На расстоянии от поверхности ~ 15 мкм структура представляет собой мартенсито-бейнит-



Рисунок 1 – Исходная структура стали (горячекатаное состояние)

Таблица 1 – Структурные особенности и микротвердость упрочненного слоя исследованных образцов из стали 65Г

№ п/п	Расстояние от поверхности, мм	Микроструктура	Микротвердость по сечению, HV ₀₂	Поверхностная твердость, HRC
1	0,15	Мартенсит+Бейнит	760	(45-50)
2	0,30	Бейнито-трооститная	615	
3	0,45	Троосто-сорбит	595	
4	0,80	Перлит+феррит	390	

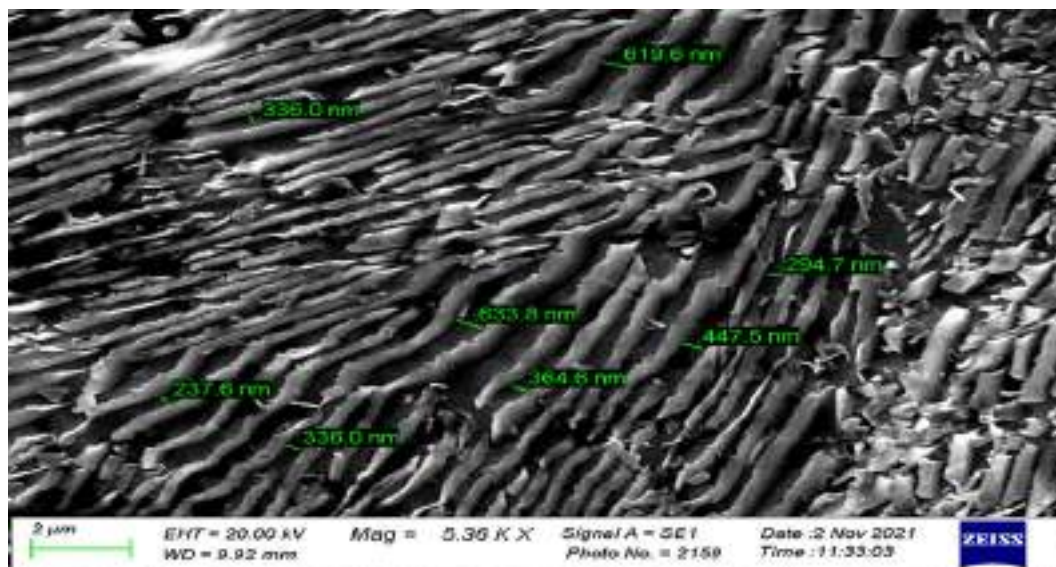


Рисунок 2 – Электронно-микроскопическая структура пластинчатого перлита (указаны межпластиночные расстояния феррито-цементитной смеси)

ную смесь с микротвердостью ~ 760 HV₀₂, далее с микротвердостью 615 HV₀₂ наблюдается трооститно-бейнитная конфигурация, также 10-25% аустенита. Затем сформирована узкая зона троосто-сорбитной структуры (~ 595 HV₀₂), плавно переходящая к исходному феррито-перлитному состоянию.

На рисунке 2 приведена электронно-микроскопическая структура пластинчатого перлита

с измеренным межпластиночным расстоянием феррито-цементитной смеси. Видно, что цементитные частицы в перлите представлены в виде параллельных пластинок, а межпластиночные расстояния между ферритом и цементитом в разных перлитных колониях колеблется от 237,6 nm до 633,8 nm с микротвердостью 390 HV₀₂.

В работе показано, что в сталях с преимущественной структурой пластинчатого перлита на

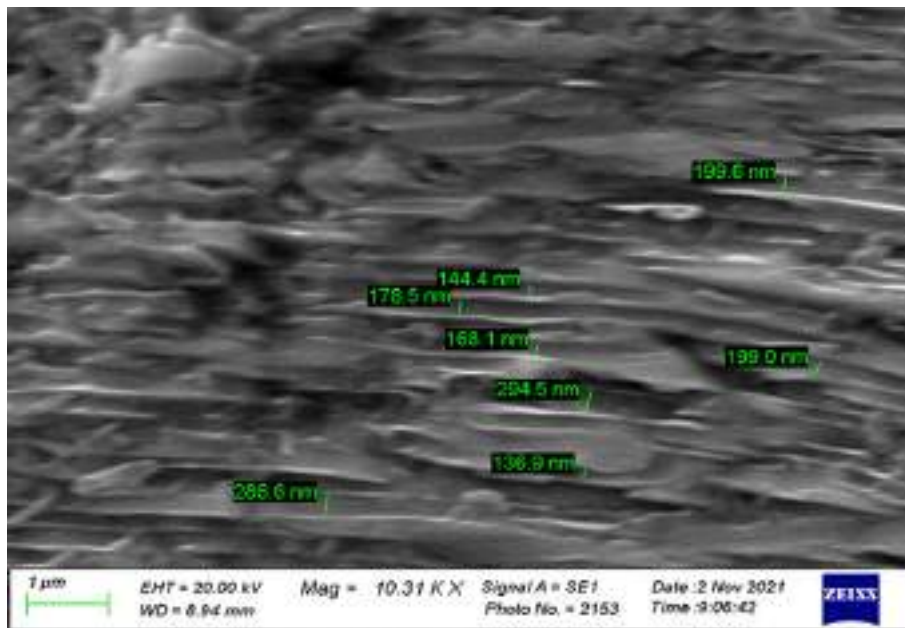
процессы упрочнения большое влияние оказывают цементитные пластины, поскольку именно они являются эффективным препятствием для движения дислокаций. Упрочнение перлита при уменьшении в нем межпластиночного расстояния может быть описано уравнением Холла-Петча ($\sigma_T = \sigma_i + k_y d^{-1/2}$), что позволяет сделать обоснованное предположение о том, что физическая природа упрочнения перлита может быть объяснена величиной свободного пробега дислокаций.

Как известно, мартенситное превращение углеродистой стали протекает при снижении температуры ниже точки начала мартенситного превращения M_n (230-250°C) при скорости охлаждения, превышающей 150°C [9]. Скорость охлаж-

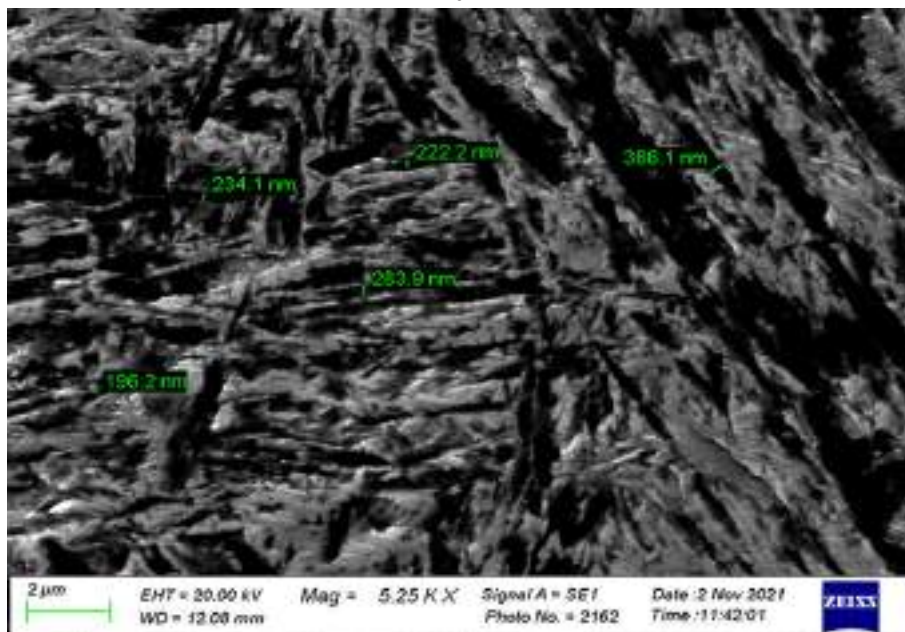
дения на рабочей поверхности лемеха достигает значений 700-800°C/с, а на расстоянии ~ 2 мм от поверхности изменяется в пределах 100-120°C/с.

Повышенная прочность и твердость бейнита обусловлена малым размером ферритных частиц, дисперсным выделением карбидов (цементита) повышенной плотностью дислокаций и искажением кристаллической решетки феррита из-за пересыщенности его углеродом и легирующими элементами [10]. Так, если феррит перлита при 723°C содержит 0,025% С, то феррит бейнита в интервале температур 500-300°C может содержать от 0,1 до 0,2% С, т.е. степень пересыщенности его углеродом составляет 5-10 раз.

Как видно из рисунков 2 и 3, в направлении от



а



б

Рисунок 3 – Электронно-микроскопическая структура поверхностной зоны, представлена а) пластинчатым (игольчатым) мартенситом и б) бейнитом пористой формы

поверхности к центральным зонам максимальное значение межпластиночного расстояния от 366,1 nm увеличивается до 499,2 nm, что свидетельствует о снижении степени упрочнения.

Были проведены исследования по анализу химического состава стали по глубине плазменного упрочнения и неупрочненной зоны на искровом спектрометре SPECTROLABJr^{CCD} фирмы Leica Microsystems. Данные химического анализа по глубине плазменного упрочнения и неупрочненной зоны представлены в таблице 2.

По данным таблицы наблюдается микронеоднородность структурных составляющих поверхности материала. Содержание углерода по глубине упрочненной поверхности составляет от 0,003 до 0,05% (ат.), другие постоянные добавки стали (V, Mn, Si и др.) также неоднородны. При режимах нагрева ($t \approx 1400-3000^\circ\text{C}$) и скорости охлаждения ($V_{\text{охл}} \approx 600-800^\circ\text{C}/\text{с}$), характерных для плазменного упрочнения, образуются неравновесные метастабильные конфигурации с высокой износостойкостью и прочностью.

Выводы

1. Сверхвысокие скорости нагрева и охлаждения являются основополагающими критериями образования градиентно-слоистой структуры, которые не могут быть достигнуты при использовании классических режимов термической обработки. Результат такой поверхностной плазменной обработки – это структура сплава с тонкодисперсными частицами, хорошо ориентированной микронеоднородностью и, как следствие, остаточные напряжения в поверхностном слое металла повышены.

2. Показано, что при поверхностной плазмен-

ной закалке лемеха плуга из стали 65Г в упрочненной зоне толщиной 0,8 мм формируется градиентно-слоистая (смешанная) структура, состоящая из мелкодисперсной смеси продуктов распада мелкозернистого аустенита с изменяющейся микротвердостью в интервале 760-395 HV. Меняя параметры нагрева (время выдержки, скорость нагрева), можно управлять размером зерна аустенита к моменту начала ($\alpha \rightarrow \gamma$) превращения, а меняя параметры охлаждения, управлять дисперсностью мартенсита при обратном ($\gamma \rightarrow \alpha$) превращении, следовательно, свойствами обрабатываемого материала.

3. Текущие параметры термической операции при нагреве поверхностного слоя детали плазменной дугой: предельная температура нагрева, выдержка при данной температуре выше критической точки A_{c3} , для полноты прохождения всех фазовых превращений, а также скорость нагрева и охлаждения напрямую зависят от технологии термической обработки, и от правильно выбранного режима термической обработки будет зависеть глубина твердости поверхности образца.

4. Техническим результатом упрочнения лемеха плуга плазменной закалкой является получение на поверхности детали модифицированного слоя с градиентно-слоистой структурой, повышение износостойкости лемеха плуга по сравнению с серийными деталями, подвергшимся традиционной термообработке (закалке и отпуску) и существенное снижение затрат на процесс упрочнения за счет применения экономичной (малозатратной), экологичной, достаточно производительной технологии поверхностной плазменной закалки.

Таблица 2 – Данные химического состава по глубине плазменного упрочнения и неупрочненной зоны

Наименование зон по глубине упрочнения	Химический состав, % (ат.)								
	C	Si	V	Mn	Fe	W	Ti	Cr	S
t 1	0,06	0,002	-	0,063	0,855	0,008	-	-	-
t 2	0,5	0,002	0	0,06	0,87	0,02	0,0002	-	0,0005
t 3	0,002	-	0,001	0,065	0,87	0,009	-	0,001	0,002
t 4	0,5	0,0005	0,001	0,062	0,86	0,018	0,004	-	0,002
t 5	0,047	0,0035	-	0,072	0,87	-	-	0,001	-
t 6	0,035	0,004	-	0,068	0,89	0,002	0,0026	-	-
t 7	0,02	0,0018	0,0027	0,07	0,88	0,019	-	-	-
t 8	0,027	0,0025	0,0023	0,065	0,88	-	-	-	-
t 9	0,03	0,004	-	0,074	0,86	0,026	-	-	-
t 10	0,04	0,004	0,001	0,069	0,88	-	0,003	-	-
Основа	0,008	-	-	0,059	0,90	-	-	-	-

Работа выполнена в рамках проекта № AP08052699 «Разработка и создание экспериментального участка по упрочнению тяжело нагруженных деталей почворежущих машин с использованием инновационной плазменной технологии» в АО «АрселорМиттал Темиртау», лаборатории «Металловедение и дефектоскопия», телефон для связи 8 702 360 48 88, электронный адрес: ind_jm@mail.ru

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самойлович Ю.А. Теплофизическая модель плазменной закалки плужного лемеха сельскохозяйственных машин // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – № 12 (14). – С. 557-565.
2. Балановский А.Е. Оценка зерна аустенита при поверхностном плазменном упрочнении среднеуглеродистых сталей // Там же. – 2015. – № 6. – С.27-33.
3. Коротков В.А. Новое в поверхностной закалке // Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – № 11. – С. 42-46.
4. Богданов В.М., Захаров С.М. Современные проблемы системы колесо-рельс // Железные дороги мира. – 2014. – № 1. – С. 57-62.
5. Kanayev A.T., Jaxyumbetova M.A., Kossanova I.M. Quantitative assessment of the yield stress of ferrite-pearlitic steels by structure parameters // News of the Nat. Ac. of Sci. of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – № 3 (447), С. 65-71.
6. Канаев А.Т., Сарсембаева Т.Е., Гуляренко А.А., Аязбаева А.Б. Градиентно-слоистая структура, сформированная на поверхности колесной стали при плазменной закалке // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2020. – № 2 (105). – С. 265-273.
7. Коротков В.А., Ананьев С.П., Шекуров А.В. Исследование влияния скорости охлаждения на качество поверхностного слоя при плазменной закалке // Сварочное производство. – 2012. – № 3. – С. 23-27.
8. Сафонов Е.Н., Пыстогов А.А. Плазменная закалка деталей малой массы // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 7. – С. 30-33.
9. Быков Е.Г., Ефимов О.Ю., Иванов Ю.Ф. и др. Эволюция структурно-фазовых состояний при эксплуатации прокатных валков // Известия вузов, серия Черная металлургия. – 2010. – № 12. – С. 35-37.
10. Домбровский Ю.М. Физические основы и технологии плазменного поверхностного упрочнения // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – № 3. – С. 14-25.

Топырақ кескіш машиналардың ауыр жүктелген бөліктерінің қатаюу процестеріне плазмалық беріктендірудің әсерін зерттеу

¹*КОСАНОВА Индира Муратовна, докторант, ind_jm@mail.ru,

²ТОЛЕУОВА Айнагүл Рымқұлқызы, PhD, доцент м.а., rymkul.ainagul@gmail.com,

³ҚАНАЕВ Амангельды Токешович, т.ғ.д., профессор, aman-kanaev2012@yandex.ru,

³БАЙЖАН Дарын, магистрант, daryn.baizhan@mail.ru,

⁴АМЕНОВА Алия Алихановна, PhD, доцент, aliya_a.a555@mail.ru,

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, 62,

²«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

³«Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, 30-шы Гвардиялық дивизия көшесі, 34,

⁴«Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Теміртау, Республика даңғылы, 30,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Топырақ кескіш машиналардың жұмыс бөлшектерінің ауыр жүктелген, сондықтан тозуы жоғары бөліктерінің беріктендіру процестеріне плазмалық қатаюудың әсері зерттелді. 65Г құрылымдық болаттан жасалған соқа түренін беттік плазмалық шынықтыру кезінде қалыңдығы 0,8 мм шыңдалған аймақта градиентті-қабатты (аралас) құрылым түзілетіні көрсетілген, ол микроқаттылығы әртүрлі 760-395 HV диапозонында ұсақ түйіршікті аустенит ыдырау өнімдерінің ұсақ дисперсті қоспасынан тұрады. Ұсақ дисперсті құрылымның қалыптасуы және оның беткі плазмалық өңдеуден кейінгі қалыптасу ерекшеліктері дәстүрлі термиялық өңдеу әдістерімен қол жеткізу мүмкін емес ультра жоғары қыздыру және салқындату жылдамдығымен түсіндірілетіні анықталды. Бөлшектерді плазмалық өңдеу кезінде беріктілігі мен тозуға төзімділігі жоғары метатұрақты құрылымдар түзіледі. Ұсақ дисперсті конфигурациялы модификацияланған қабат түріндегі плазмалық шынықтыру арқылы соқа үлесін шынықтыру нәтижесі алынған, дәстүрлі термиялық өңдеуге ұшыраған сериялық бөлшектермен салыстырғанда соқа үлесінің тозуға төзімділігінің жоғарылауы байқалады. Үнемді, жеткілікті өнімді беттік плазмалық шынықтыру технологиясын қолдану есебінен шыңдау процесінің құнын төмендету байқалады.

Кілт сөздер: құрылымдық болат, плазмалық шынықтыру, шынықтыру, қатты жүктелген бөлшектер, градиенттік қабаттық құрылым, микроқаттылық, қасиеттері, мартенсит, термиялық өңдеу.

Investigation of the Influence of Plasma Hardening on the Processes of Hardening of Heavily Loaded Parts of Soil-cutting Machines

¹*KOSSANOVA Indira, Doctoral Student, ind_jm@mail.ru,

²TOLEUOVA Ainagul, PhD, Acting Associate Professor, rymkul.ainagul@gmail.com,

¹KANAYEV Amangel'di, Dr. of Tech. Sci., Professor, aman-kanaev2012@yandex.ru,

³BAIZHAN Daryn, Cand. of Tech. Sci., Master Student, daryn.baizhan@mail.ru,

⁴AMENOVA Aliya, PhD, Associate Professor, aliya_a.a555@mail.ru,

¹NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

²NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

³NCJSC «Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University», Kazakhstan, Oskemen, 30th Guards Division Street, 34,

⁴NPJSC «Karaganda Industrial University», Kazakhstan, Temirtau, Republic Avenue, 30,

*corresponding author.

Abstract. The influence of plasma hardening on the processes of hardening of heavily loaded and, therefore, high-wear parts of the working bodies of soil-cutting machines has been studied. It is shown that during surface plasma hardening of a plow share made of 65G structural steel, a gradient-layered (mixed) structure is formed in a hardened zone 0.8 mm thick, consisting of a finely dispersed mixture of fine-grained austenite decomposition products with varying microhardness in the range of 760-395 HV. It has been established that the formation of a finely dispersed configuration and the features of its formation after surface plasma treatment are explained by ultra-high heating and cooling rates, which are unattainable with traditional heat treatment methods. During plasma treatment of parts, metastable structures with high strength and wear resistance are formed. The result of hardening the plow share by plasma hardening in the form of a modified layer with a finely dispersed configuration is obtained, an increase in the wear resistance of the plow share is observed compared to serial parts subjected to traditional heat treatment and a significant reduction in the cost of the hardening process due to the use of an economical, sufficiently productive surface plasma hardening technology.

Keywords: structural steel, plasma hardening, hardening, heavily loaded parts, gradient layered structure, microhardness, properties, martensite, heat treatment.

REFERENCES

1. Samojlovich YU.A. Teplofizicheskaya model' plazmennoj zakalki pluzhnogo lemekha sel'skohozyajstvennyh mashin // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. – 2018. – No. 12 (14). – Pp. 557-565.
2. Balanovskij A.E. Ocenka zerna austenita pri poverhnostnom plazmennom uprochnenii sredneuglerodistyh stalej // Tam zhe. – 2015. – No. 6. – Pp. 27-33.
3. Korotkov V.A. Novoe v poverhnostnoj zakalke // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2011. – No. 11. – Pp. 42-46.
4. Bogdanov V.M., Zaharov S.M. Sovremennye problemy sistemy koleso-rel's // ZHeleznye dorogi mira. – 2014. – No. 1. – Pp. 57-62.
5. Kanayev A.T., Jaxymbetova M.A., Kossanova I.M. Quantitative assessment of the yield stress of ferrite-pearlitic steels by structure parameters // News of the Nat. Ac. of Sci. of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – No. 3 (447), Pp. 65-71.
6. Kanaev A.T., Sarsembaeva T.E., Gulyarenko A.A., Ayazbaeva A.B. Gradientno-sloistaya struktura, sformirovannaya na poverhnosti kolesnoj stali pri plazmennoj zakalke // Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina. – 2020. – No. 2 (105). – Pp. 265-273.
7. Korotkov V.A., Anan'ev S.P., SHekurov A.V. Issledovanie vliyaniya skorosti ohlazhdeniya na kachestvo poverhnostnogo sloya pri plazmennoj zakalke // Svarochnoe proizvodstvo. – 2012. – No. 3. – Pp. 23-27.
8. Safonov E.N., Pystogov A.A. Plazmennaya zakalka detalej maloj massy // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. – 2016. – No. 7. – Pp. 30-33.
9. Bykov E.G., Efimov O.YU., Ivanov YU.F. i dr. Evolyuciya strukturno-fazovyh sostoyanij pri ekspluatcii prokatnyh valkov // Izvestiya vuzov, seriya Chernaya metallurgiya. – 2010. – No. 12. – Pp. 35-37.
10. Dombrovskij YU.M. Fizicheskie osnovy i tekhnologii plazmennogo poverhnostnogo uprochneniya // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. – 2007. – No. 3. – Pp. 14-25.

Thermodynamic Modeling of the Vanadium Alloy Smelting Process Using a Silicon-aluminum Reducing Agent

¹MAKHAMBETOV Yerbolat, PhD, Head of Laboratory, m.ye.n@mail.ru,

¹BAISANOV Alibek, Cand. of Tech. Sci., Head of Laboratory, alibekbaisanov@mail.ru,

¹*VOROBKALO Nina, Master, Junior Researcher, nina.timirbaeva23@gmail.com,

¹MUSSIN Azat, Master, Researcher, mam.9@mail.ru,

¹MAKISHEV Amir, Engineer,

¹Zh. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Kazakhstan, Karaganda, Ermekov Street, 63,

*corresponding author.

Abstract. The article is devoted to the study of the theoretical aspect of obtaining a vanadium alloy by aluminosilico-thermic method. Vanadium pentoxide and converter vanadium slag were studied as charge materials. Silicon-aluminum ferroalloys, such as ferroaluminosilicocalcium, ferrosilicoaluminum and aluminum-silicon-manganese with calcium, will be used as a reducing agent. The chemical composition of the initial vanadium-containing materials and silicon-aluminum reducing agents were studied by the spectral method of analysis. To analyze the aluminosilico-thermal reduction of vanadium in the V-Fe-Si-Al-Ca-O system, the method of complete thermodynamic modeling of metallurgical processes was used. Full thermodynamic modeling was implemented in a computer system using the HSC Chemistry software package. As initial data for determining the parameters of thermodynamic equilibrium for the actual composition of the charge for the smelting of vanadium alloys with a stoichiometric consumption of the reducing agent. To analyze the coexistence of phases in a multicomponent system during the aluminosilico-thermal reduction of vanadium, a triple phase diagram was constructed for the V_2O_5 -Al-Si system at different isotherms using the «Triangle» program. As a result, the processes of aluminosilico-thermal reduction of vanadium in the process of smelting a vanadium alloy using silicon-aluminum reducing agents were studied. The optimal temperature range for vanadium alloy smelting was set. The range is 1650-1850 K. Also, the results of thermodynamic studies made it possible to predict the final phase composition of the alloy, in the form of V_5Si_3 , VSi_2 and free silicon Si.

Keywords: vanadium, ferrosilicoaluminum, silicon-aluminum reducing agent, metallothermy, process modeling, vanadium ligature.

Introduction

By data from 2016, the world production and consumption of ferrovanadium is about to 86 thousand tons per year. The global demand for vanadium is constantly growing and in 2020 it has already amounted to 102 thousand tons. In this connection, there is a constant increase in the production of this alloy and it is predicted that by 2020 this figure will reach 140 thousand tons [1]-[3]. The average annual growth rate of demand for vanadium in the most developed industrial countries is 5-7%. This is due to its use [4] in the production of low-alloy steels used for the manufacture of pipes for oil and gas pipelines, bridge structures, high-rise buildings, large-span structures, the production of railway rails, etc. It should be noted that in addition to the metallurgical and chemical industries, vanadium and its compounds are widely used in atomic hydrogen energy and in the production of vanadium batteries [5]-[9].

In recent years, due to the increase in the production of various steel grades, the demand for vanadium is constantly growing. The increase in demand for vanadium and vanadium ferroalloys raises the question of providing domestic ferroalloy plants with high-quality raw materials in the future.

Almost 60% of the world's ferrovanadium is produced from vanadium slag, 30% from primary ore, and 10% from secondary vanadium-containing raw materials. In terms of vanadium reserves, a significant part of which is concentrated on the territory of the Kyzylorda region, Kazakhstan occupies one of the first places in the world. One of the largest vanadium deposits (with reserves of more than 2 million tons) is the vanadium-bearing basin of the Big Karatau, the average content of vanadium pentoxide in which is 0,8-1,3%. The Big Karatau basin includes the Bala-Sauksandyk, Dzhabagly and Kurumsak [10].

At the same time, the industry of Kazakhstan

consumes and imports a huge amount of metallurgical products containing vanadium, in the form of railway rails and pipe products for gas and oil pipelines. Therefore, there is a need to develop technologies for the primary processing of local vanadium raw materials to obtain products with a higher added value.

In this connection, the current paper proposes the production of a vanadium-containing alloy by an unconventional method, where it is proposed to use a cheap complex silicon-aluminum ferroalloy with a high content of silicon and aluminum in its composition – ferrosilicoaluminum, instead of traditional aluminum powder and ferrosilicon, as a reducing agent.

The developed technology for smelting vanadium-containing alloys using a silicon-aluminum alloy makes it possible to use cheap raw materials and obtain a low-cost ferroalloy. When reducing vanadium oxides in the production of vanadium master alloys, silicon is partially replaced by a stronger reducing agent, such as aluminum from a silicon-aluminum alloy, which makes it possible to significantly increase the degree of vanadium extraction. At the same time, the cost of the proposed complex reducing agent is significantly lower than traditional ferrosilicon, since it is smelted from cheaper raw materials: high-ash coal, without the use of expensive coke nuts. In addition, there is an annual demand of the industry of Kazakhstan for metal products (in the form of railway rails and large diameter pipes) containing vanadium, in quantities from 60 to 300 tons.

Technological processes for smelting new ferroalloys are a set of chemical reactions accompanied by thermal effects, during which new phases are formed. In one of these phases, which is the target product, they strive to extract the metal from the feedstock as completely as possible, and to transfer the accompanying unnecessary components into others. In order to say with certainty whether certain chemical reactions are possible between the components of the charge and what the chemical composition of the finished alloy is, thermodynamic calculations are re-

quired. Accordingly, the purpose of this work is to carry out a complete thermodynamic simulation of the smelting process of a vanadium-containing alloy using software packages.

Materials and methods of research

In this work, it is planned to carry out a complete thermodynamic analysis in order to simulate the process of smelting a vanadium-containing alloy from vanadium pentoxide and converter vanadium slag, where silicon-aluminum ferroalloys, such as ferroaluminosilicocalcium, ferrosilicoaluminum, and aluminosilicomanganese with calcium will be used as a reducing agent.

The chemical composition of the initial vanadium-containing materials and silicon-aluminum reducing agents were studied by the spectral method of analysis on a vacuum wave-dispersive X-ray fluorescence spectrometer MAKS-GVM, located in the Zh. Abisheva Chemical-metallurgical institute. The principle of operation of an X-ray spectrometer is based on irradiating the sample with the primary radiation of an X-ray tube, measuring the intensity of the secondary fluorescent radiation from the sample at wavelengths corresponding to the elements being determined, and then calculating the mass fraction of these elements using the constructed calibration characteristic. The results of the spectral analysis are shown in tables 1 and 2.

To analyze the aluminosilicothermal reduction of vanadium, the method of full thermodynamic modeling of metallurgical processes implemented in a computer system using the HSC (enthalpy (H), entropy (S) and heat capacity (C)) Chemistry software package was used. The HSC Chemistry integrated program database is based and updated by SGTE (Scientific Group Thermodata Europe). The error in calculations on the HSC Chemistry software package is no more than 4-6%, which is quite acceptable.

Thermodynamic modeling of arbitrary multi-component systems consists in determining all equi-

Table 1 – Chemical composition of initial vanadium-containing materials

Material	Content, %								
	V _{total}	Mn _{total}	Fe _{total}	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	C	S	P
Vanadium pentoxide	55,00	0,02	0,05	-	-	-	-	-	-
Vanadium slag	15,01	9,6	20,9	10,07	3,7	1,89	0,41	0,02	0,023

Table 2 – Chemical composition of silicon-aluminum reducing agents

Material	Content, %					
	Si	Al	Ca	Mn	P	Fe
Ferroaluminosilicocalcium	45-55	20-25	10-18	-	0,021	rest
Aluminosilicomanganese with calcium	45-50	25-35	4-10	10-17	0,019	rest
Ferrosilicoaluminum	55-65	15-25	-	-	0,024	rest

librium parameters, thermodynamic properties, as well as the chemical and phase composition of the resulting components. With an increase in temperature, when any changes in state are accompanied by phase, polymorphic and chemical transformations, this problem is immeasurably more difficult than in the formulation of classical thermodynamics, where calculations are performed for normal conditions. However, due to the fact that the fundamental thermodynamic laws remain valid for any systems, their correct application allows us to solve the problem of calculating thermodynamic equilibrium in the general case. Consideration within the framework of a unified approach of significantly different processes and states is possible only with a known formalization of the model description of the objects under study. Any considered thermodynamic system will be characterized by the relative and absolute content of chemical elements in it (mol/kg). By condition, it remains unchanged when equilibrium is established from an arbitrary state and is sufficient to describe the system as a material object.

To present a more complete picture of the redox processes of the aluminosilicothermal reduction of vanadium, thermodynamic calculations were also carried out using the Terra and Triangle programs.

The program «Terra» is intended for calculation of arbitrary systems with chemical and phase transformations. It allows you to simulate limiting equilibrium states and implements the method and algorithm of calculations that was created at the N.E. Bauman Moscow State Technical University. The program is associated with an extensive database of properties of individual substances, which makes it suitable for the study of compositions of arbitrary chemical composition.

Results and its discussion

A complete thermodynamic analysis of the V-Fe-Si-Al-Ca-O system was carried out for the composition of the charge with the normal course of the vanadium ligature melting mode in order to determine the optimal mode of the aluminosilicothermal process. As initial data for determining the parameters of thermodynamic equilibrium for the actual composition of the charge for smelting vanadium alloys with a stoichiometric consumption of the reducing agent, the following content of the working fluid was used: V_2O_5 – 20,29; Fe – 25,64; Si – 19,61; Al – 4,99; SiO_2 – 1,0; Fe_2O_3 – 1,06; Al_2O_3 – 0,67; CaO – 26,73; Ar – 0,01%, which was obtained from the calculations.

As a result of modeling, it was revealed that when smelting an alloy of vanadium master alloy by aluminosilicothermal method up to 2700 K, the formation and some changes of elements are observed with their transition to the gas and condensed phase (Figure 1).

An analysis of the curves presented in Figure 1 shows that during the reduction of vanadium pentoxide in the temperature range of 700-2400 K, the formation of a condensed VSi_2 phase is observed. In the temperature range of 700-1300 K, its content is 23.8%. Further, in the range of 1400-1800 K, its content decreases to 11,38%, in parallel with the formation of another condensed phase V_5Si_3 with a content of 7,87%. Further, with an increase in temperature to 1900 K and above, the V_5Si_3 phase completely disappears, and the VSi_2 compound again reaches 23.81%. The content of the iron phase (Fe) in the temperature range of 700-2200 K remains unchanged – 28.04%, starting to gradually decrease as it approaches the boiling point.

It is possible to form compounds of vanadium

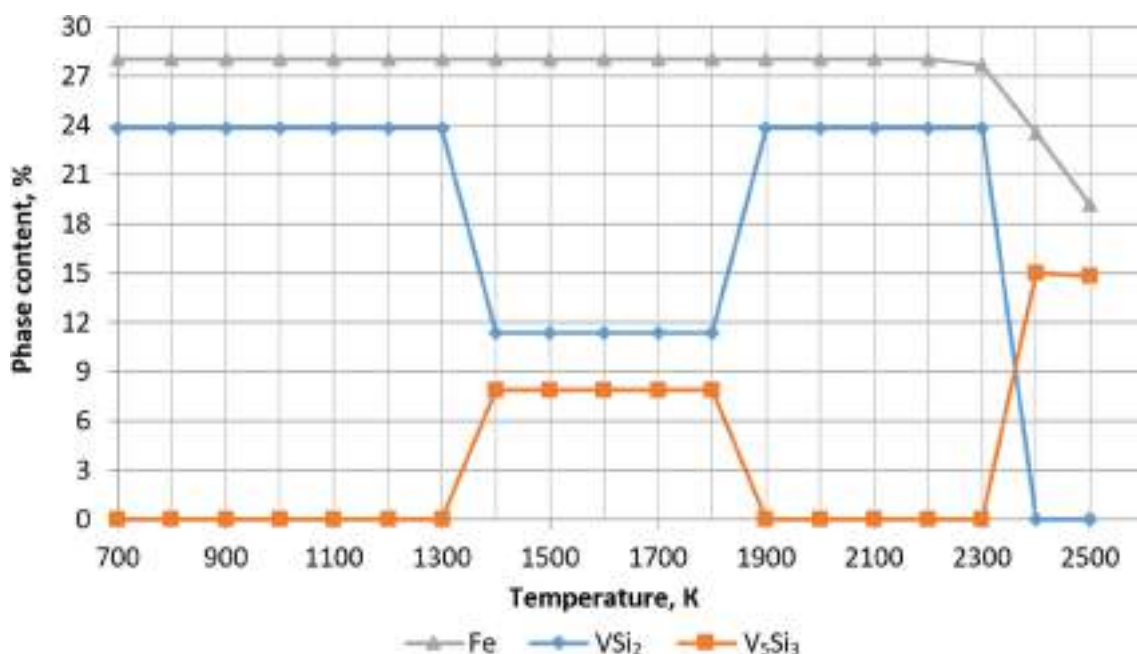


Figure 1 – Dependence of the transition of the main vanadium-containing phases on temperature

with silicon – vanadium silicides V_3Si , V_5Si_3 and VSi_2 , of which the most refractory is V_5Si_3 , melting at a temperature of 2147 K. Up to 35% Al can be dissolved in vanadium. Chemical compounds V_6Al_8 , VAl_3 , etc. are incongruent, i.e. melting with decomposition. In relation to iron, vanadium is characterized by complete mutual solubility, both in liquid and solid states.

To analyze the coexistence of phases in a multi-

component system during the aluminosilicothermal reduction of vanadium, a triple phase diagram was constructed for the V_2O_5 -Al-Si system (in the temperature range from 400 to 1773 K) using the Triangle program. The «Triangle» program allows you to determine the coexisting condensed and gas phases, the results of which are shown in Figures 2-5 and in tables 3-6.

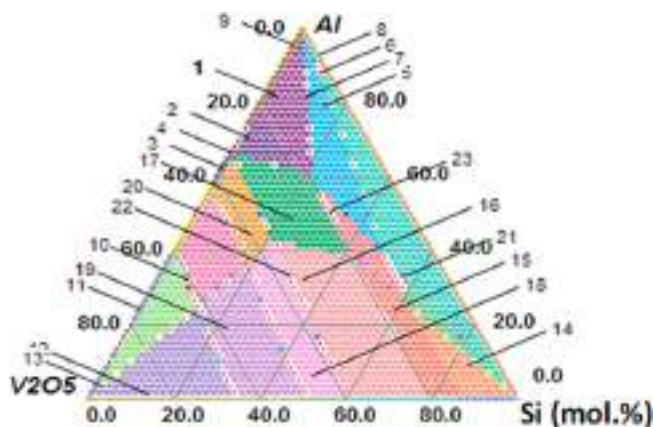


Figure 2 – Three-component phase diagram of V_2O_5 -Al-Si at 400 K

Table 3 – Detected phases on the V_2O_5 -Al-Si diagram at 400 K

1	Al(c), Al_2O_3 (c), V(c), V_5Si_3 (c)	13	Al_2SiO_5 (c), V_2O_4 (c), V_2O_5 (c)
2	Al_2O_3 (c), V(c), V_5Si_3 (c), VO(c)	14	Al_2SiO_5 (c), Si(c), SiO_2 (c), VSi_2 (c);
3	Al_2O_3 (c), V_2O_3 , VO(c)	15	Al_2SiO_5 (c), SiO_2 (c), V_5Si_3 (c), VSi_2 (c);
4	Al_2O_3 (c), VO(c)	16	Al_2SiO_5 (c), SiO_2 (c), V_5Si_3 (c), VO(c);
5	Al(c), Al_2O_3 (c), V_5Si_3 (c), VSi_2 (c)	17	Al_2O_3 (c), Al_2SiO_5 , V_5Si_3 (c), VO(c);
6	Al(c), Al_2O_3 (c), Si(c), VSi_2 (c)	18	Al_2SiO_5 (c), SiO_2 (c), V_2O_3 (c), VO(c);
7	Al(c), Al_2O_3 (c), V_5Si_3 (c)	19	Al_2SiO_5 (c), SiO_2 (c), V_2O_3 (c), V_2O_4 (c);
8	Al(c), Si(c);	20	Al_2O_3 (c), Al_2SiO_5 (c), V_2O_3 (c), VO(c);
9	Al(c), Al_2O_3 (c), V(c);	21	Al_2O_3 (c), Si(c), VSi_2 (c);
10	Al_2O_3 (c), Al_2SiO_5 , V_2O_3 (c), V_2O_4 (c)	22	Al_2SiO_5 (c), SiO_2 (c), VO(c);
11	Al_2O_3 (c), V_2O_4 (c), V_2O_5 (c)	23	Al_2O_3 (c), Al_2SiO_5 (c), V_5Si_3 (c), VSi_2 (c).
12	Al_2SiO_5 (c), SiO_2 (c), V_2O_4 (c), V_2O_5 (c)	-	-

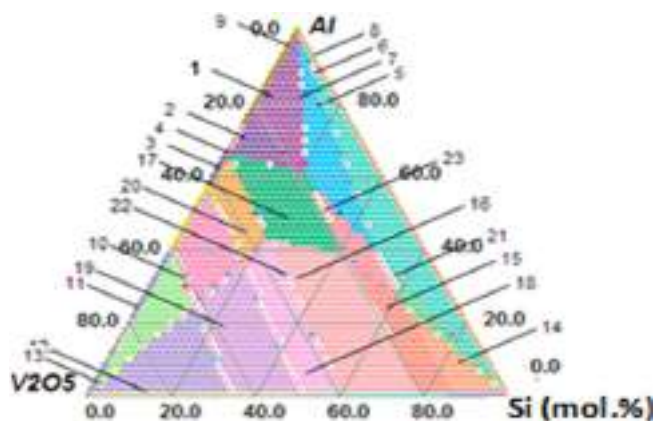


Figure 3 – Three-component phase diagram of V_2O_5 -Al-Si at 800 K

Table 4 – Detected phases on the V₂O₅-Al-Si diagram at 800 K

1	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), V(c), V ₅ Si ₃ (c);	13	Al ₂ SiO ₅ (c), V ₂ O ₄ (c), V ₂ O ₅ (c);
2	Al ₂ O ₃ (c), V(c), V ₅ Si ₃ (c), VO(c);	14	Al ₂ SiO ₅ (c), Si(c), SiO ₂ (c), VSi ₂ (c);
3	Al ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₃ , VO(c);	15	Al ₂ SiO ₅ (c), SiO ₂ (c), V ₅ Si ₃ (c), VSi ₂ (c);
4	Al ₂ O ₃ (c), VO(c);	16	Al ₂ SiO ₅ (c), SiO ₂ (c), V ₅ Si ₃ (c), VO(c);
5	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), V ₅ Si ₃ (c), VSi ₂ (c);	17	Al ₂ O ₃ (c), Al ₂ SiO ₅ , V ₅ Si ₃ (c), VO(c);
6	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), Si(c), VSi ₂ (c);	18	Al ₂ SiO ₅ (c), SiO ₂ (c), V ₂ O ₃ (c), VO(c);
7	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), V ₅ Si ₃ (c);	19	Al ₂ SiO ₅ (c), SiO ₂ (c), V ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₄ (c);
8	Al(c), Si(c);	20	Al ₂ O ₃ (c), Al ₂ SiO ₅ , V ₂ O ₃ (c), VO(c);
9	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), V(c);	21	Al ₂ O ₃ (c), Si(c), VSi ₂ (c);
10	Al ₂ O ₃ (c), Al ₂ SiO ₅ , V ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₄ (c);	22	Al ₂ SiO ₅ (c), SiO ₂ (c), VO(c);
11	Al ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₄ (c), V ₂ O ₅ (c);	23	Al ₂ O ₃ (c), Al ₂ SiO ₅ (c), V ₅ Si ₃ (c), VSi ₂ (c).
12	Al ₂ SiO ₅ (c), SiO ₂ (c), V ₂ O ₄ (c), V ₂ O ₅ (c);		

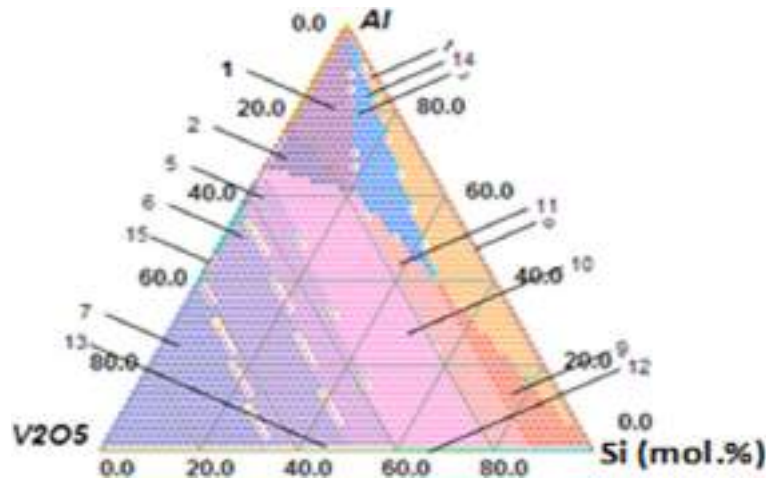


Figure 4 – Three-component phase diagram of V₂O₅-Al-Si at 1073 K

Table 5 – Detected phases on the V₂O₅-Al-Si diagram at 1073 K

1	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), V(c), V ₅ Si ₃ (c);	9	Al ₂ O ₃ (c), Si(c), SiO ₂ (c), VSi ₂ (c);
2	Al ₂ O ₃ (c), V(c), V ₅ Si ₃ (c), VO(c);	10	Al ₂ O ₃ (c), SiO ₂ (c), V ₅ Si ₃ (c), VO(c);
3	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), V ₅ Si ₃ (c), VSi ₂ (c);	11	Al ₂ O ₃ (c), SiO ₂ (c), V ₅ Si ₃ (c), VSi ₂ (c);
4	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), Si(c), VSi ₂ (c);	12	SiO ₂ (c), V ₅ SiO ₂ (c), VO(c);
5	Al ₂ O ₃ (c), SiO ₂ (c), V ₂ O ₃ (c), VO(c);	13	SiO ₂ (c), V ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₄ (c);
6	Al ₂ O ₃ (c), SiO ₂ (c), V ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₄ (c);	14	Al(c), Al ₂ O ₃ (c), VSi ₂ (c);
7	Al ₂ O ₃ (c), SiO ₂ (c), V ₂ O ₄ (c), V ₂ O ₅ (c);	15	Al ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₃ (c), V ₂ O ₄ (c).
8	Al(c), Si(c);		

The three-component phase diagram of V₂O₅-Al-Si at different temperatures shows the constant presence of the following coexisting phases: V₅Si₃, VSi₂ and free silicon Si. Thus, the conducted thermodynamic – diagrammatic analysis gives a predictable estimate of the phase composition of the final ferroalloy, namely V₅Si₃, VSi₂ and free silicon Si.

Conclusions

In the work, a complete thermodynamic modeling of metallurgical processes in the V-Fe-Si-Al-Ca-O system was carried out using the HSC Chemistry software package. An analysis was also made of the coexistence of phases in the multicomponent V₂O₅-Al-Si system during the aluminosilicothermal reduc-

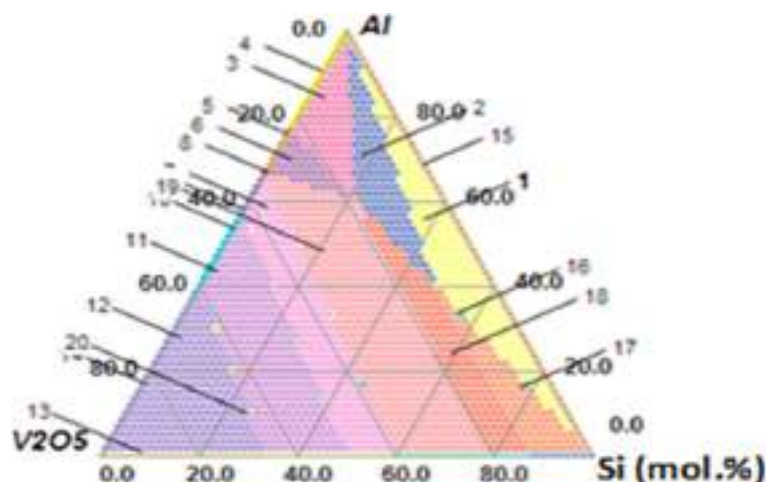


Figure 5 – Three-component phase diagram of V_2O_5 -Al-Si at 1773 K

Table 6 – Detected phases on the V_2O_5 -Al-Si diagram at 1773 K

1	Al(c), Al_2O_3 (c), Si(c), VSi_2 (c);	11	Al_2O_3 (c), SiO_2 (c), V_2O_3 (c), V_2O_4 (c);
2	Al(c), Al_2O_3 (c), V_5Si_3 (c), VSi_2 (c);	12	Al_2O_3 (c), SiO_2 (c), V_2O_4 (c), V_2O_5 (c);
3	Al(c), Al_2O_3 (c), V(c), V_5Si_3 (c);	13	SiO_2 (c), V_2O_4 (c), V_2O_5 (c);
4	Al(c), Al_2O_3 (c), V(c);	14	Al_2O_3 (c), V_2O_4 (c), V_2O_5 (c);
5	Al_2O_3 (c), V(c), VO(c);	15	Al(c), Si(c);
6	Al_2O_3 (c), V(c), V_5Si_3 (c), VO(c);	16	Al_2O_3 (c), Si(c), VSi_2 (c);
7	Al_2O_3 (c), SiO_2 (c), V_2O_3 (c), VO(c);	17	Al_2O_3 (c), Si(c), SiO_2 (c), VSi_2 (c);
8	Al_2O_3 (c), VO(c);	18	Al_2O_3 (c), SiO_2 (c), V_5Si_3 (c), VSi_2 (c);
9	Al_2O_3 (c), V_2O_3 (c), VO(c);	19	Al_2O_3 (c), SiO_2 (c), V_5Si_3 (c), VO(c);
10	Al_2O_3 (c), V_2O_3 (c), V_2O_4 (c);	20	Al_2O_3 (c), SiO_2 (c), V_2O_4 (c).

tion of vanadium using the Triangle program. As a result, the processes of aluminosilicothermal reduction of vanadium in the process of smelting a vanadium alloy using silicon-aluminum reducing agents were studied.

It has been established that the optimal temperature ranges for smelting a vanadium alloy is 1650-1850 K, since silicon and aluminum waste increases with increasing temperature. For high extraction of vanadium into the alloy, the slag must have a basicity of 1,75-1,95. Thus, the thermodynamic calculations carried out made it possible to fully consider all the

physicochemical processes that occur during the smelting of a vanadium alloy.

Thus, the conducted studies give a predictable estimate of the phase composition of the final ferroalloy, namely V_5Si_3 , VSi_2 and free silicon Si.

The work was carried out within the framework of the program-targeted funding of the Scientific and Technical Proceedings Program «Creation of new composite materials with high performance properties based on rare and rare earth elements» of the Industrial Development Committee of the Ministry of Industry and Infrastructure Development of the Republic of Kazakhstan.

REFERENCES

1. Gasik M.I., Bizhanov A., Dashevskii V. Ferroalloys: Theory and Practice. – Springer Nature, 2020. – 531 p.
2. VRFB forecast for the growth in demand for vanadium in China in 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://www.argusmedia.com/en/news/2265782-chinas-2022-vanadium-demand-from-vrfb-forecast-to-rise>. – Zagl. from the screen. (accessed 04.07.2021).
3. Rozhikhina I.D., Nokhrina O.I., Elkin K.S., Golodova M.A. Modern state of the world and domestic production of ferroalloys // Bulletin of the mining and metallurgical section of the Russian Academy of Natural Sciences. Department of metallurgy. – 2020. – No. 43. – Pp. 47-62.
4. Smirnov L.A., Zhuchkov V.I., Zayakin O.V., Mikhailova L.Y. Complex Vanadium-Containing Ferroalloys // Metallurgist. – 2021, Vol. 64, no. 11-12. – Pp. 1249-1255.

5. Vanadium market. World industrial markets and prospects [Electronic resource]. – URL: <http://www.ereport.ru/articles/commod/vanadium.htm>. – Zagl. from the screen. (accessed 04.07.2021).
6. Vanadium. Application [Electronic resource]. – URL: <https://www.allmetals.ru/metals/vanadium/apply/>. – Zagl. from the screen. (accessed 04.07.2021).
7. Koketaev A., Meirmanova A., Zhaktaeva R. et. al. Strategic guidelines for the development of the mining and metallurgical complex // Industry of Kazakhstan. – No. 4. – 2009. – Pp. 31-34.
8. Dzhumankulova S.K. Development of hydrometallurgical technology for processing vanadium-containing ores Big Karatau: dis. ... PhD: 6D070900. Almaty: KazNITU im. K.I. Satpaeva, 2020. – 122 p.
9. Production data of LLP Ferro-Alloy Resources. – URL: <http://www.ferro-alloy.com/en/company/corporate-profile/>. – Zagl. from the screen. (accessed 05.07.2021).
10. Dzhumankulova S.K., Alybaev Z.A., Bekenova G.K., Zhuchkov V.I. Review of State and Prospects for Development of Vanadium Production in the Kazakhstan Republic // Metallurgist. – 2020. – Vol. 64. – No. 1-2. – Pp. 75-81.

Кремний алюминий тотықсыздандырғышын қолдана отырып, ванадий қорытпасын балқыту процесін термодинамикалық модельдеу

¹**МАХАМБЕТОВ Ерболат Нысаналыұлы**, PhD, зертхана меңгерушісі, m.ye.n@mail.ru,

¹**БАЙСАНОВ Алибек Сайлаубаевич**, т.ф.к., зертхана меңгерушісі, alibekbaisanov@mail.ru,

^{1*}**ВОРОБКАЛО Нина Руслановна**, магистр, кіші ғылыми қызметкер, nina.timirbaeva23@gmail.com,

¹**МУСИН Азат Мергенович**, магистр, ғылыми қызметкер, tat.9@mail.ru,

¹**МАКИШЕВ Амир Куатович**, инженер,

¹Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қазақстан, Қарағанды, Ермаков көшесі, 63,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақала ванадий қорытпасын алюмосиликотермиялық жолмен алудың теориялық аспектісін зерттеуге арналған. Шихта материалдары ретінде ванадий пентаоксиді және конвертер ванадий қожы зерттелді. Тотықсыздандырғыш ретінде ферроалюмосиликокальций, ферросиликоалюминий және кальций бар алюминий силикомарганец сияқты кремний алюминий ферроқорытпалары қолданылады. Құрамында ванадий бар бастапқы материалдар мен кремний алюминий тотықсыздандырғыштарының химиялық құрамы спектрлік талдау әдісімен зерттелді. Ванадийдің алюминий силикотермиялық тотықсыздануын V-Fe-Si-Al-Ca-O жүйесінде талдау үшін HSC Chemistry бағдарламалық кешені арқылы компьютерлік жүйеде жүзеге асырылатын металлургиялық процестерді толық термодинамикалық модельдеу әдісі қолданылды. Тотықсыздандырғыштың стехиометриялық ағынымен ванадий лигатурасын балқыту шихтасының нақты құрамы үшін термодинамикалық тепе-теңдік параметрлерін анықтауға арналған бастапқы деректер ретінде. Ванадийдің алюминий силикотермиялық тотықсыздануында көп компонентті жүйеде фазалардың қатар өмір сүруін талдау үшін «Triangle» бағдарламасы әртүрлі изотермияларда V₂O₅-Al-Si жүйесі үшін үш фазалық диаграмма жасады. Нәтижесінде кремний алюминий тотықсыздандырғыштарын қолдана отырып, ванадий қорытпасын балқыту процесінде ванадийдің алюминий силикотермиялық тотықсыздану процестері зерттелді. 1650-1850 К диапазонында ванадий қорытпасын балқытудың оңтайлы температуралық аралығын орнатты. Сондай-ақ, термодинамикалық зерттеулердің нәтижелері V₅Si₃, VSi₂ және бос кремний Si түрінде қорытпаның соңғы фазалық құрамын болжауға мүмкіндік берді.

Кілт сөздер: ванадий, ферросиликоалюминий, кремний алюминий тотықсыздандырғыш, металлотермия, процесті модельдеу, ванадий лигатурасы.

Термодинамическое моделирование процесса выплавки ванадиевого сплава с использованием кремнеалюминиевого восстановителя

¹**МАХАМБЕТОВ Ерболат Нысаналыұлы**, PhD, зав. лабораторией, m.ye.n@mail.ru,

¹**БАЙСАНОВ Алибек Сайлаубаевич**, к.т.н., зав. лабораторией, alibekbaisanov@mail.ru,

^{1*}**ВОРОБКАЛО Нина Руслановна**, магистр, младший научный сотрудник, nina.timirbaeva23@gmail.com,

¹**МУСИН Азат Мергенович**, магистр, научный сотрудник, tat.9@mail.ru,

¹**МАКИШЕВ Амир Куатович**, инженер,

¹Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, Казахстан, Караганда, ул. Ермакова, 63,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Статья посвящена изучению теоретического аспекта получения ванадиевого сплава алюмосиликотермическим способом. В качестве шихтовых материалов изучены пентаоксид ванадия и конвертерный ванадиевый шлак. В роли восстановителя будут использованы кремнеалюминиевые ферросплавы, такие как ферроалюмосиликокальций, ферросиликоалюминий и алюмосиликомарганец с кальцием. Химический состав исходных ванадийсодержащих материалов и кремнеалюминиевых восстановителей были изучены

спектральным методом анализа. Для анализа в системе V-Fe-Si-Al-Ca-O алюмосиликотермического восстановления ванадия был использован метод полного термодинамического моделирования металлургических процессов, реализованного в компьютерной системе с помощью программного комплекса HSC Chemistry. В качестве исходных данных для определения параметров термодинамического равновесия для реального состава шихты выплавки ванадиевой лигатуры с стехиометрическим расходом восстановителя. Для анализа сосуществования фаз в многокомпонентной системе при алюмосиликотермическом восстановлении ванадия с помощью программы «Triangle» построили тройную фазовую диаграмму для системы V_2O_5 -Al-Si при разных изотермиях. В результате были изучены процессы алюмосиликотермического восстановления ванадия в процессе выплавки ванадиевого сплава с использованием кремнеалюминиевых восстановителей. Установили оптимальный температурный интервал выплавки ванадиевого сплава в диапазоне 1650-1850 К. Также полученные результаты термодинамических исследований позволили спрогнозировать конечный фазовый состав сплава в виде V_5Si_3 , VSi_2 и свободного кремния Si.

Ключевые слова: ванадий, ферросиликоалюминий, кремнеалюминиевый восстановитель, металлотермия, моделирование процесса, ванадиевая лигатура.

REFERENCES

1. Gasik M.I., Bizhanov A., Dashevskii V. Ferroalloys: Theory and Practice. – Springer Nature, 2020. – 531 p.
2. VRFB forecast for the growth in demand for vanadium in China in 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://www.argusmedia.com/en/news/2265782-chinas-2022-vanadium-demand-from-vrfb-forecast-to-rise>. – Zagl. from the screen. (accessed 04.07.2021).
3. Rozhikhina I.D., Nokhrina O.I., Elkin K.S., Golodova M.A. Modern state of the world and domestic production of ferroalloys // Bulletin of the mining and metallurgical section of the Russian Academy of Natural Sciences. Department of metallurgy. – 2020. – No. 43. – Pp. 47-62.
4. Smirnov L.A., Zhuchkov V.I., Zayakin O.V., Mikhailova L.Y. Complex Vanadium-Containing Ferroalloys // Metallurgist. – 2021, Vol. 64, no. 11-12. – Pp. 1249-1255.
5. Vanadium market. World industrial markets and prospects [Electronic resource]. – URL: <http://www.ereport.ru/articles/commod/vanadium.htm>. – Zagl. from the screen. (accessed 04.07.2021).
6. Vanadium. Application [Electronic resource]. – URL: <https://www.allmetals.ru/metals/vanadium/apply/>. – Zagl. from the screen. (accessed 04.07.2021).
7. Koketaev A., Meirmanova A., Zhaktaeva R. et. al. Strategic guidelines for the development of the mining and metallurgical complex // Industry of Kazakhstan. – No. 4. – 2009. – Pp. 31-34.
8. Dzhumankulova S.K. Development of hydrometallurgical technology for processing vanadium-containing ores Big Karatau: dis. ... PhD: 6D070900. Almaty: KazNITU im. K.I. Satpaeva, 2020. – 122 p.
9. Production data of LLP Ferro-Alloy Resources. – URL: <http://www.ferro-alloy.com/en/company/corporate-profile/>. – Zagl. from the screen. (accessed 05.07.2021).
10. Dzhumankulova S.K., Alybaev Z.A., Bekenova G.K., Zhuchkov V.I. Review of State and Prospects for Development of Vanadium Production in the Kazakhstan Republic // Metallurgist. – 2020. – Vol. 64. – No. 1-2. – Pp. 75-81.

Халлимонд түтізіндегі мыс сульфидті минералдардың флотациясы

¹*ШЕРЕМБАЕВА Рымкеш Тюлюхановна, т.ғ.к., доцент м.а., rimkesh_62@mail.ru,

¹ОМАРОВА Надежда Какибаевна, т.ғ.к., доцент, nazim48@mail.ru,

²МУХТАР Айдархан Ахуанович, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, b.kasimova@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қазақстан, Қарағанды, Ермеков көшесі, 63,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зертханалық жағдайларда борнит пен халькопириттің мыс сульфидті минералдарының гидрофобтығын дифференциалды-термикалық талдау әдісімен анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді және эксперименттерге дейін және одан кейін осы минералдар үлгілерінің инфрақызыл (ИҚ) спектрлері зерттелді. Мыс сульфидті минералдарының ИҚ сәулеленуін сіңіру сипатынан минералдардың бетіндегі реагенттердің адсорбциясының ең жақсы көрсеткіштерін анықтауға болады. Халькопириттің бетін анабазиний-О, о-диметилтиофосфат және N-фенилтиосемикарбазид реагенттерімен өңдеу кезінде N-морфолинилцет қышқылы сутегі байланыстарының әлсіреуі және адсорбцияланған ылғалдың булануы анықталды. Бұл борнитпен салыстырғанда халькопирит бетінің гидрофобтығының жоғарылауын көрсетеді. Сульфидті минералдардың мономинералды фракциясының үздіксіз флотациясын зерттеу халлимонд түтізінде жүргізілді. 1% n-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылының ерітіндісімен өңделген халькопиритті флотациялау кезінде оның алынуы 94,54% құрады. Қол жеткізілген көрсеткіштер дифференциалды-термиялық талдау және ИҚ-спектроскопия нәтижелерімен расталады.

Кілт сөздер: реагенттер, жинағыш, көбіктендіргіш, Халлимонд түтігі, дифференциалды-термиялық талдау әдісі, ИҚ спектроскопиясы, борнит, халькопирит, экстракция.

Кіріспе

Флотация кезіндегі ең жақсы көрсеткіштер халькопирит минералдарымен 1% ерітіндіде – N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылымен алынады, онда бөліп алу 94,54% құрайды және бұл дифференциалды-термиялық талдау нәтижелерімен және ИК-спектроскопиясымен расталады. N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы, N-морфолинилсірке қышқылы гидразидінің фенилизотиоцианатпен әрекеттесуі нәтижесінде алынады.

Минералдардың сәтті флотациясы минералдың гидрофобтығының жоғары деңгейімен жүреді, минералды беттің гидрофобтығының жоғарылауымен жинағыш флотореагенттің адсорбциялық қабаты артады. Минералдың гидрофобтығы сутектік байланыс күштерімен сипатталады [1].

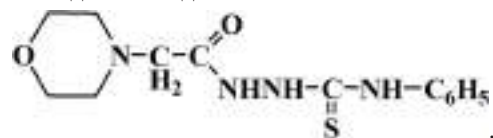
Осыған байланысты мыс сульфидті кендерінің минералды негізін құрайтын халькопирит пен борнит бетінің ылғалдану дәрежесін зерттеу өте өзекті болып табылады.

Минералдардың гидрофобтығын зерттеу дифференциалды-термиялық талдау әдісімен жүргізілді. ДТА-ға түсіру үшін зерттелетін сына-

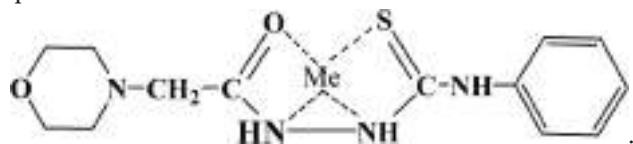
малар ретінде бөлме температурасында келесі реагенттермен өңделген халькопирит және борнит минералдары пайдаланылды:

- 1) сумен;
- 2) бутил ксантогенатпен;
- 3) анабазиний-О, О-диметилтиофосфатпен;
- 4) N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылымен.

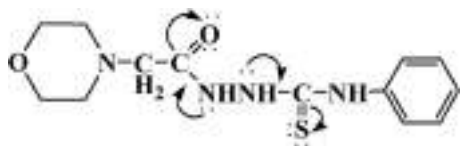
N-фенилтиосемикарбазид n-морфолинилцет қышқылы, n-морфолинилсірке қышқылы гидразидінің фенилизотиоцианатпен әрекеттесуі нәтижесінде алынады.



N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылының сулы ортадағы металл иондарымен әрекеттесуінің келесі нұсқалары ұсынылған.



N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылының молекуласындағы электронды бұлттардың таралуы келесідей:



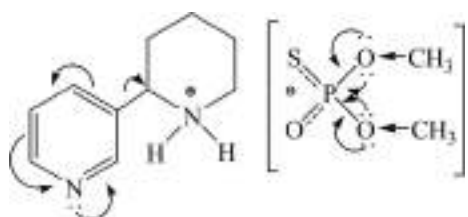
Электронды тығыздықтың күкірт атомына ауысуы түсті металл катиондарымен күрделі қосылыс түзуге мүмкіндік береді.

Анабазиний-О, О-диметилтиофосфат зертханалық жағдайларда синтезделеді, оны алу үшін бастапқы шикізат ретінде анабазин гидрохлоридінің концентрацияланған сулы ерітіндісі және 40% күйдіргіш натрий ерітіндісі қолданылды [2].

Анабазин, күкірт және диметилфосфиттің өзара әрекеттесуі арқылы анабазиний-О, О-диметилтиофосфаты алынады.



Анабазиний-О, О-диметилтиофосфат молекуласында келесі электрондық әсерлер болуы мүмкін:



Анабазиний-О, О-диметилтиофосфат молекуласы иондық сипатқа ие, сондықтан бұл қосылысты катион анабазинийі және О, о-диметилтиофосфат анионы түрінде бөлек қарастыруға болады.

Минералдың беткі қабатын ылғалдандыру дәрежесі сипатталды: t , эндоэффектінің температурасы, жалпы n-нен адсорбцияланған ылғалдың үлесі.

Талдау әдістері

Алынған нәтижелерден халькопириттің бетін анабазиний-О, о-диметилтиофосфат және N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы реагенттерімен өңдеу кезінде сутегі байланыстары әлсірейді және адсорбцияланған ылғалдың булануы өңделмеген халькопирит реагентімен және борнитпен салыстырғанда төмен температурада жүреді, бұл борнитпен салыстырғанда халькопирит бетінің гидрофобтылығының жоғарылауын көрсетеді. Минералдардың дифференциалды-термиялық талдауының нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1-кестеден анабазиний-О, О-диметилтиофосфат және N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылының (I) зерттелген флотациялық реагенттері Саяқ кен орнының мыс – сульфидті кендерін флотациялау кезінде реагент-жинағыш ретінде тиімді пайдаланылуы мүмкін.

Флотацияны байыту ауа көпіршіктерінің минералды бөлшектерге селективті жабысуына және түсті металдарды флотациялауға ықпал ететін флотациялық реагенттерді қолдануға негізделгені белгілі.

Флотациялық реагенттердің минералды бөлшектердің бетімен өзара әрекеттесу сипатын және олардың бөлшектер мен ауа көпіршігі байланысының беріктігіне әсерін бағалау үшін флотация әдісі қолданылды.

Халькопирит пен борнит мономинералдарының флотациялануы құрамында күкірт және фосфор бар реагенттерді қолдану арқылы зерттелген. Халлимонд түтігіндегі процесс тасымалдаушы ретінде қолданылатын жалғыз ауа көпіршіктері арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда бөлшектердің көпіршіктерге жабысуының жоғарылауы немесе төмендеуі флотацияланатын өнімнің шығуында көрінеді және оның осы минералдың бөлшектеріне ұжымдық қатынасын сипаттайды [3, 4].

Тәжірибелерде әртүрлі типтердің өкілдері болып табылатын жинағыштар қолданылады: бутил ксантогенаты, анабазиний-О, О-диметилтиофосфат және N-фенилтиосемикарбазид N-мор-

1-кесте – Флотореагенттері бар минералдарды дифференциалды-термиялық талдау нәтижелері

Минерал	Реагент	t , °C	n, %
халькопирит	су	120	19
халькопирит	бутил ксантогенаты	110	19
халькопирит	анабазиний-О, о-диметилтиофосфат	116	18
халькопирит	N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы	108	20
борнит	су	110	14
борнит	бутил ксантогенаты	113	21
борнит	анабазиний-О, о-диметилтиофосфат	115	22
борнит	N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы	110	20

фолинилсірке қышқылы.

Тәжірибелерде салмағы 0,5 г борнит және халькопирит минералдарының мономинералды фракциялары қолданылды (-0,074 мм).

Мыс сульфидті минералдарының аспалары ерітінділермен тепе-теңдікті орнату үшін 15 минут ішінде флотациялық реагенттердің 3 түрінің 1% ерітіндісінде магнитті араластырғышта араластырылады, содан кейін флотациясыз үшін халлимонд түтігіне тасымалданады [5]. Үздіксіз флотация бойынша тәжірибелер 2-суретте көрсетілген схема бойынша жүргізілді.

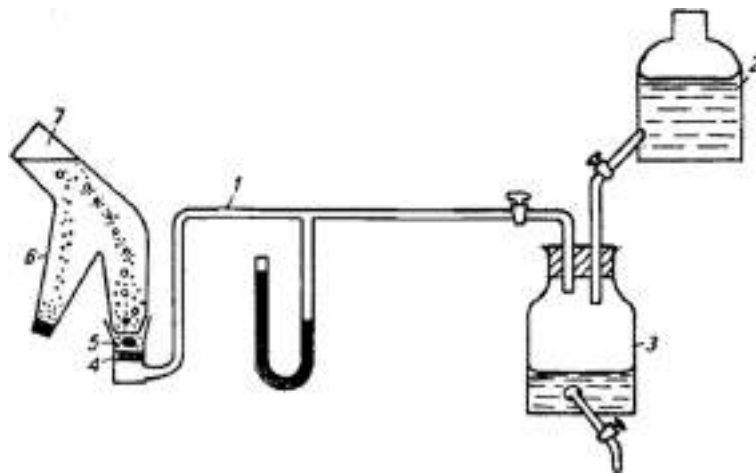
Зерттелетін флотореагенттерді қолдана отырып, сульфидті минералдардың мономинералды фракцияларын үздіксіз флотациялау бойынша

тәжірибелер жүргізу шарттары және алу бойынша көрсеткіштер 2-кестеде келтірілген.

ИК спектроскопиясын қолдану жинағыштардың борнит пен халькопирит бетімен әрекеттесу ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді.

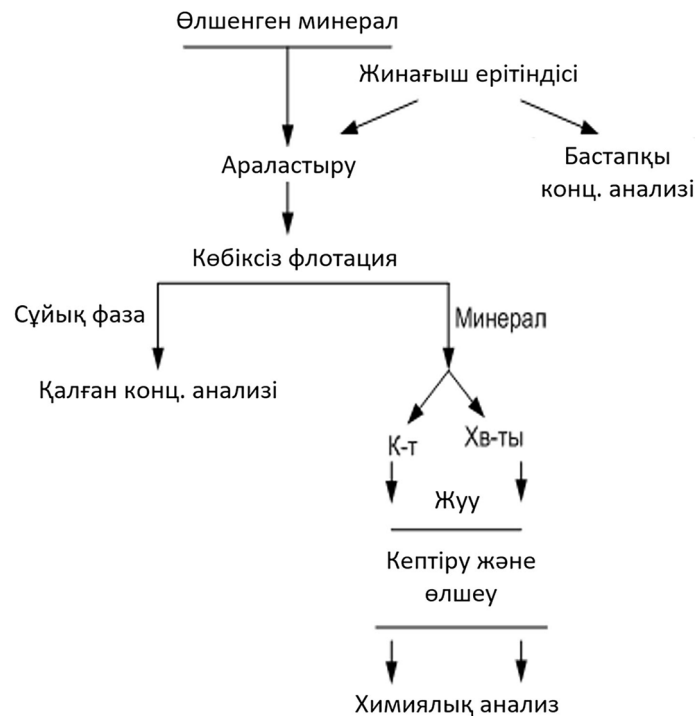
3-суретте бариттің бутил ксантогенатымен (салыстыру үшін үлгі ретінде қабылданған), N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы және анабазиний-О, О-диметилтиофосфатпен үздіксіз флотациясының нәтижелері көрсетілген.

Борнит минералдарының ИК спектрлерінің нәтижелері (3-сурет) олардың ИК-спектрлеріне өте жақын, бұл үлгінің бейорганикалық бөлігінің басым болуына байланысты. 2800-3000 см⁻¹ ай-



1 – ауа жеткізуге арналған түтік; 2, 3 – ауа көлемін құруға арналған су бөтелкелері; 4 – ауа кіретін капилляр; 5 – зерттелетін минералдар; 6 – өнім қабылдағышы; байыту; 7 – зерттелетін ерітінді

1-сурет – Халлимонд түтігінде үздіксіз флотация жүргізуге арналған қондырғының сызбасы



2-сурет – Мыс мономинералдарына арналған зерттеу схемасы

мағында жаңа сіңіру жолақтары пайда болады, бұл органикалық сипаттағы флотациялық реагенттің мөлшерін сипаттайды.

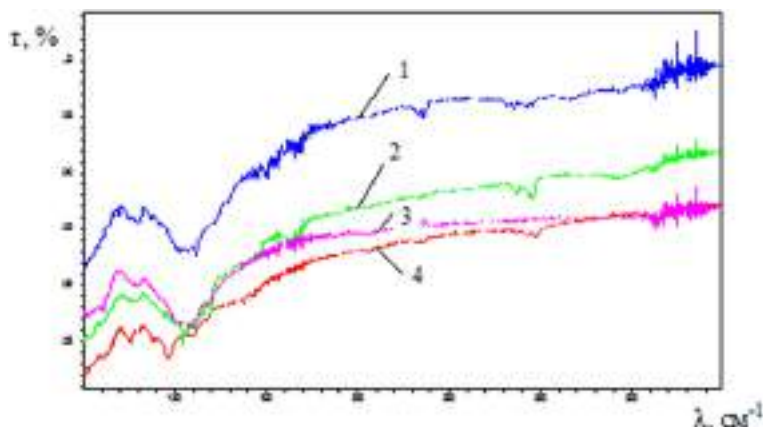
Органикалық қосылыстардың барлығы дерлік 3000 см^{-1} аймағында сіңіріледі, бұл С-Н байланысының валенттік ауытқуларына сәйкес келеді.

Мүмкін, бұл флотореагенттер минералмен химиялық әрекеттесуге енген, тек минералды

бөлшектердің бетінде физикалық түрде адсорбцияланған, дегенмен олар әртүрлі флотореагенттермен флотациядан кейін минералдардың ИК спектрлеріне ұқсас [6].

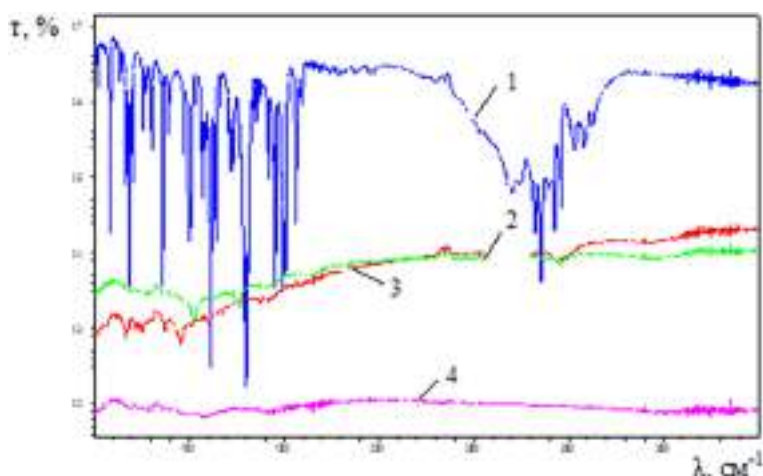
Халькопирит минералының бетінде (4-сурет) ИК спектрінде борнитпен ұқсас көрініс байқалады. 1600 см^{-1} және $2600\text{-}3200\text{ см}^{-1}$ дейінгі аймақта жаңа сіңу жолақтары пайда болады, олардың

2-кесте – Мыс минералдарын көбіксіз флотациялау бойынша тәжірибелердің нәтижелері	
Тәжірибені өткізу шарттары	Бөліп алу, ϵ , %
Борнит + бутил ксантогенаты	89,52
Борнит + анабазиний О, О-диметилтиофосфат	91,33
Борнит + фенилтиосемикарбазид N-морфолинил сірке қышқылы	92,37
Халькопирит + бутил ксантогенаты	90,26
Халькопирит + анабазиний О, О-диметилтиофосфат	92,55
Халькопирит + фенилтиосемикарбазид N-морфолинил сірке қышқылы	94,54



1 – N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы, 2 – анабазиний-О, О-диметилтиофосфат, 3 – бастапқы борнит, 4 – бутил ксантогенаты

3-сурет – Борнит минералының жаңа флотореагенттермен флотацияға дейінгі және кейінгі спектрі



1 – n-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылы, 2 – анабазиний-О, О-диметилтиофосфат, 3 – ксантогенат, 4 – бастапқы халькопирит

4-сурет – Халькопирит минералының әртүрлі флотореагенттері бар флотацияға дейін және одан кейінгі спектрі

пайда болуы халькопирит минералының флото-реагентпен – N-морфолинилсірке қышқылының N-фенилтиосемикарбазидімен химиялық әрекеттесуін көрсетеді. Бұл өзара әрекеттесу минерал мен осы флотореагенттің құрамында күкірт атомдары мен күкірт атомдарына ұқсас бөлшектер болғандықтан мүмкін болады.

Қорытынды

Мыстың сульфидті минералдарының ИК сәулеленуін сіңіру сипаты халькопирит минералының 1% ерітіндіде – N-фенилтиосемикарбазид N-морфолинилсірке қышқылының флотациясы кезінде адсорбцияның ең жақсы көрсеткіштері байқалады, бұл бөліп алумен расталады – 94,54%.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 2008. – 710 с.
2. Инновационный патент № 26461 от 30.10.13 Республики Казахстан. Способ флотации сульфидных медных руд / Шерембаева Р.Т., Газалиев А.М., Акимбекова Б.Б., Омарова Н.К. и др.
3. Козин В.З. Исследование руд на обогатимость // Горное дело. Екатеринбург, 2008. – 350 с.
4. Алгебраистова Н.К. Исследование руд на обогатимость: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезных ископаемых». – Красноярск: СФУ, 2009. – 123 с.
5. Омарова Н.К., Шерембаева Р.Т., Акимбекова Б.Б. Беспенная флотация сульфидных минералов меди // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции 25-26 июня 2014 г. Анталия – Тамбов, 2014. С. 73-81.
6. Накамото К. ИК-спектры КР неорганических и координационных соединений: Монография / Пер. с англ. к.х.н. Христенко Л.В.; Под ред. д.х.н., проф. Пентина Ю.А. – М.: Мир, 1991. – 536 с.

Флотация сульфидных минералов меди в трубке Халлимонта

¹**ШЕРЕМБАЕВА Рымкеш Тюлюхановна**, к.т.н., и.о. доцента, rimkesh_62@mail.ru,

¹**ОМАРОВА Надежда Какибаевна**, к.т.н., доцент, nazim48@mail.ru,

²**МУХТАР Айдархан Ахуневич**, к.т.н., ассоциированный профессор, b.kasimova@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева, Казахстан, Караганда, ул. Ермакова, 63,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В лабораторных условиях проведены исследования по определению гидрофобности поверхности медносульфидных минералов борнита и халькопирита методом дифференциально-термического анализа и изучены инфракрасные (ИК) спектры образцов этих минералов до и после опытов. Из характера поглощения сульфидными минералами меди ИК-излучения можно определить лучшие показатели адсорбции реагентов на поверхности минералов. При обработке поверхности халькопирита реагентами анабазиний-О, О-диметилтиофосфатом и N-фенилтиосемикарбазидом N-морфолинилуксусной кислоты установлено ослабление водородных связей и испарение адсорбированной влаги. Это свидетельствует о повышении гидрофобности поверхности халькопирита по сравнению с борнитом. Исследования беспенной флотации мономинеральной фракции сульфидных минералов проводили в трубке Халлимонта. При флотации халькопирита, обработанного раствором 1% N-фенилтиосемикарбазидом N-морфолинилуксусной кислоты, его извлечение составило 94,54%. Достигнутые показатели подтверждаются результатами дифференциально-термического анализа и ИК-спектроскопии.

Ключевые слова: реагенты, собиратель, пенообразователь, трубка Халлимонта, метод дифференциально-термического анализа, ИК-спектроскопия, борнит, халькопирит, извлечение.

Flotation of Copper Sulfide Minerals in Hallimond Tube

¹**SHEREMBAEVA Rymkesh**, Cand. of Tech. Sci., Acting Docent, rimkesh_62@mail.ru,

¹**OMAROVA Nadezhda**, Cand. of Tech. Sci., Docent, nazim48@mail.ru,

²**MUKHTAR Aidarkhan**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, b.kasimova@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Zh. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Kazakhstan, Karaganda, Ermekov Street, 63,

*corresponding author.

Abstract. Under laboratory conditions, studies were carried out to determine the hydrophobicity of the surface of copper sulfide minerals bornite and chalcopyrite by differential thermal analysis and the infrared (IR) spectra of samples of these minerals were studied before and after the experiments. From the nature of the absorption of copper sulfide minerals

by IR radiation, it is possible to determine the best indicators of the adsorption of reagents on the surface of minerals. When treating the chalcopyrite surface with anabazinium-O, O-dimethylthiophosphate and N-phenylthiosemicarbazide reagents N-morpholinylacetic acid has been found to weaken hydrogen bonds and evaporate adsorbed moisture. This indicates an increase in the hydrophobicity of the chalcopyrite surface compared to bornite. Studies of the non-soil flotation of the monomineral fraction of sulfide minerals were carried out in the Hallimond tube. During flotation of chalcopyrite treated with a solution of 1% N-phenylthiosemicarbazide of N-morpholinyl acetic acid, its extraction was 94.54%. The achieved indicators are confirmed by the results of differential thermal analysis and IR spectroscopy.

Keywords: reagents, collector, foaming agent, Hallimond tube, differential thermal analysis method, IR spectroscopy, bornite, chalcopyrite, extraction.

REFERENCES

1. Abramov A.A. Flotacionnye metody obogashcheniya. – Moscow: Nedra, 2008. – 710 p.
2. Innovacionnyj patent No. 26461 ot 30.10.13 Respubliki Kazahstan. Sposob flotacii sul'fidnyh mednyh rud / SHerembaeva R.T., Gazaliev A.M., Akimbekova B.B., Omarova N.K. i dr.
3. Kozin V.Z. Issledovanie rud na obogatimost' // Gornoe delo. Ekaterinburg, 2008. – 350 p.
4. Algebraistova N.K. Issledovanie rud na obogatimost': Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchihya po special'nosti «Obogashchenie poleznyh iskopaemyh». – Krasnoyarsk: SFU, 2009. – 123 p.
5. Omarova N.K., SHerembaeva R.T., Akimbekova B.B. Besspennaya flotaciya sul'fidnyh mineralov medi // Sbornik nauchnyh trudov po materialam I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii 25-26 iyunya 2014 g. Antaliya – Tambov, 2014. Pp. 73-81.
6. Nakamoto K. IK-spektry KR neorganicheskikh i koordinacionnyh soedinenij: Monografiya / Per. s angl. k.h.n. Hristenko L.V.; Pod red. d.h.n. prof. Pentina YU.A. – Moscow: Mir, 1991. – 536 p.

Иттриймен модификацияланған болаттарғағы металл емес қосындыларды қалыптастыру

¹МАҚУЛБЕК Әлида Мухамеджанқызы, магистрант, alidamakulbek97@mail.ru,

^{1*}ЖОЛДУБАЕВА Жумагуль Дюсенбаевна, PhD, қауымдастырылған профессор, zhuma-77@mail.ru,

¹ОМАРОВА Айдана Ержанқызы, докторант, aidana_kartu@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56.

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Металлургиядағы перспективалы бағыттардың бірі сирек кездесетін металдардың (ЖСМ) модификациялау қабілеттерін зерттеу болып табылады, олардың арасында иттрий ерекше қызығушылық тудырады. Аралас қасиеттерге ие иттрий күрделі модификатор ретінде әрекет етеді, сондықтан оны темір-көміртекті балқымаларды модификациялау үшін қолдану үлкен қызығушылық тудырады. Жұмыста төмен қоспаланған иттрийлі болатты модификациялаудың металл емес қосындылардың түзілуіне және модификатор қоспаларының санына қосындылардың түрі мен мөлшеріне әсерін зерттеу жүргізілді. Иттрий металл балқымасымен әрекеттесіп, оксидтердің, нитридтердің және карбонитридтердің отқа төзімді кристалды жүйелерін құрайды. Мұндай мәжбүрлі орталықтардың пайда болуы сұйық металдың кристалдану жағдайларын жақсартып қана қоймайды, сонымен қатар қатты күйдегі ауыспалы процестеріне оң әсер етеді. Бұл металл сапасының жалпы деңгейін, оның икемділігі мен кең температура диапазонындағы беріктігін арттырады, жоғары температуралы коррозияға төзімділікті арттырады.

Кілт сөздер: төмен легіріленген болат, модификациялау, иттрий, металл емес қосындылар.

Кіріспе

Қазіргі таңда болаттың қасиеттерін арттыруға бағытталған технологиялық пайдалану қасиеттеріне қойылатын талаптардың өсуі әрқашан дамудан озып келеді. Болаттың сапасы, ең алдымен, зиянды қоспалардың құрамымен, дайындаманың (құйманың) физикалық және химиялық гетерогенділігімен анықталады, ал оған металл емес қосындылар айтарлықтай әсер етеді. Соңғы жылдары жоғары легіріленген болаттарға, әсіресе қоспалары аз күкірт және фосфор болаттарға сұраныстың арту үрдісі байқалады. Күкірт пен фосфордың зиянды әсері металдың қасиеттеріне жақсы белгілі, сондықтан болатты балқыту кезінде оларды алып тастау мәселесіне назар аударылады. Металды тазартудың тиімді әдістерін зерттеу, бұл одан әрі қажеттілікті ынталандырады [1].

Металлургиядағы перспективалы бағыттардың бірі сирек кездесетін металдардың (ЖСМ) модификациялау қабілеттерін зерттеу болып табылады, олардың арасында иттрий ерекше қызығушылық тудырады. Аралас қасиеттерге ие иттрий күрделі модификатор ретінде әрекет етеді, сондықтан оны темір-көміртекті балқымаларды модификациялау үшін қолдану үлкен қызығушылық тудырады. Иттрий металл балқымасымен әрекеттесіп, оксидтердің, нитридтердің және карбонитридтердің отқа төзімді кристалды

жүйелерін құрайды [2].

Бұл металл сапасының жалпы деңгейін, оның кең температура диапазонындағы икемділігі мен беріктігін арттырады, жоғары температуралы коррозияға төзімділікті арттырады және т.б.

Алайда, иттрийді модификатор ретінде пайдалану сынақ кезеңінде, бұл таза түрде иттрийді алудың күрделілігімен және болат иттриймен модификациялау нәтижесінде пайда болған металл емес қоспалар туралы ақпараттың болмауымен және алынған металдың қасиеттерімен түсіндіріледі.

Зерттеу әдістемесі

Иттрийдің модификациялық әсерін эксперименттік тексеру үшін модификация режимдерінің өзгеруінің металл емес қосындылардың ерекшеліктері мен болат құймаларының құрылымына әсерін егжей-тегжейлі зерттеу үшін құймаларға салыстырмалы зертханалық зерттеу жүргізілді.

Модификацияланған балқыманың химиялық құрамы кестеде келтірілген.

Алунд тигеліне орналастырылған металл графит жылытқышын пайдаланып зертханалық қарсылық пешінде балқытылды. Балқыманың тотығуын болдырмау үшін балқыту құрғатылған аргон атмосферасында жүргізілді [3]. Металды

модификациялау 1525-1530°C температурада жүзеге асырылды, модификатор балқымаға болат қаптамасында енгізілді. Осы температурада қысқа уақыт ұсталғаннан кейін пеш өшіріледі, 09Г2С болаттың модификацияланған және модификацияланбаған құймалары пешпен бірге тигельдерде салқындатылды. Құймалардың массасы 0,4 кг құрады. Модификатор 0,01%, 0,05%, 0,10 мөлшерінде енгізілді % [4].

Салқындағаннан кейін құймалар қалыптардан алынды. Макроқұрылымды зерттеу үшін құймалардан бойлық осьтік сынамаалар дайындалды.

Алынған нәтижелер және оларды талқылау

Құймалардың макроқұрылымы 1-суретте көрсетілген. Макроқұрылымды анықтау үшін құймалар Каллинг реактивінде бір мезгілде өңделген. Зерттеу нәтижесінде № 2 құймаға енгізілген 0,01% иттрий құйманың дендритті құрылымын, әсіресе оның төменгі бөлігінде ұсақтауға әкелетіні анықталды. Енгізілген модификатор санының одан әрі артуы дендриттік құрылымның айтарлықтай өзгеруіне әкелмейді. № 3 құймада қара дақ бар, бұл толық сіңірілмеген модификатордың болуымен байланысты. Модификация әсері 0,01% Y қоспасымен көрінеді. Модификатор санының одан әрі артуы макроқұрылымның сипатына ай-

тарлықтай өзгерістер енгізбейді.

Металл емес қосындыларды металлографиялық зерттеу көрсеткендей, қосындылар сфералық пішінге жақын және құрамында ЖСМ бар сульфидті фазаның шеңберлерімен қоршалған жалғыз оксидтер болып табылады (2-сурет). ЖСМ металына енгізу кезінде марганец сульфидтері, жекелеген шпинельдер және ЖСМ оксисульфидтерінің аздаған мөлшері кездеседі. ЖСМ көп металда (0,02% Y) тек оксисульфидтер кездеседі, ал марганец сульфидтері жоқ.

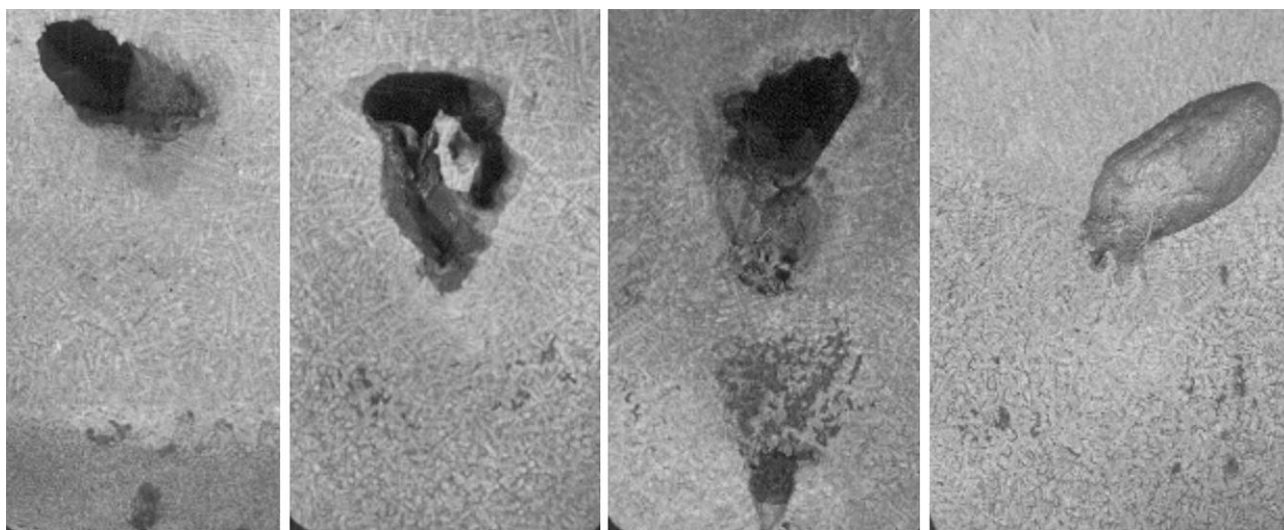
Металды механикалық сынау нәтижелері 0,01% Y және 0,02% Y мөлшерінде ЖСМ лигатурасын енгізу бойлық бағытта – 400°C-80°C кезінде соққы тұтқырлығын 20-25%-ға, ал көлденеңінен 30-90%-ға арттыруды қамтамасыз ететінін көрсетті. Сондай-ақ, модификацияланған металдың механикалық қасиеттерінің жоғары изотропиясын атап өткен жөн.

Қорытынды

Иттриймен металды өзгерту (тіпті аз мөлшерде болса да) металл емес қосындылардың таралуына, пішінінің, өлшемдерінің және сипатының өзгеруіне әкеледі, сонымен бірге ЖСМ мөлшері бар металда (0,02% Y) тек оксисульфидтер кездеседі, ал ЖСМ мөлшері аз металда (0,01% Y) мар-

Құрамында иттрий бар ЖСМ лигатурасымен модификацияланған балқыманың химиялық құрамы

Құймалар сериясының нөмері	Қорытпа	Элементтердің құрамы, массасы бойынша %						
		C	Si	Mn	P	S	Al	O
1	09Г2С	0,09	0,57	1,50	0,028	0,014	0,040	-
2	-	0,30	1,50	1,80	0,010	0,020	0,083	0,0096



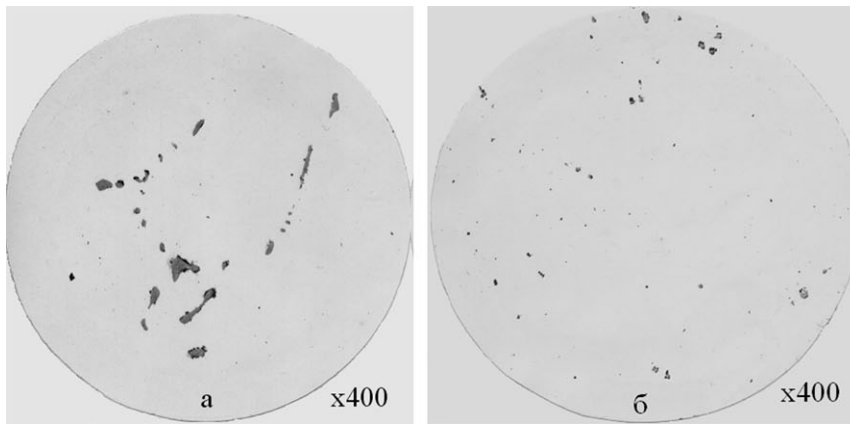
а

б

в

г

1-сурет – 09Г2С болаттың макроқұрылымы: а – модификацияланбаған; б – 0,01% Y модификацияланған; в – 0,05% Y; г – 0,10% Y



2-сурет – Болаттағы металл емес қосындылар: а – салыстырмалы құйма; б – иттриймен түрлендірілген құйма (0,01% Y)

ганец сульфидтері де бар. Иттрий концентрациясының 0,02%-дан жоғары ұлғаюы құйmanın макроқұрылымының сипатына одан әрі өзгерістер енгізбейді.

Иттрий бір уақытта тотықсыздандырғыш

және күкіртсіздендіргіш ретінде әрекет етеді, ал иттрий қосылған балқымадағы оттегі мен күкірт реакциясының өнімдері күрделі металл емес қоспалардың пайда болуына әкеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Совершенствование литейных жаростойких хромоалюминиевых сталей микролегированием и модифицированием / М.М. Ямшинский [и др.] // Новые материалы и технологии в машиностроении. 9-я Международная научно-техническая конференция. – Киев, 2009. – С. 20-24.
2. Харлашин П.С. Металлургия (проблемы, теория, технология, качество): учебник для вузов / П.С. Харлашин, В.С. Волошин, Г.С. Ершов, Т.Н. Чаудри, В.П. Тарасов, А.М. Скребцова, В.И. Капранов, В.А. Романова, Л.К. Лещинский, В.П. Сударев. – Мариуполь: ПГТУ, 2004. – 723 с.
3. Буторина И.В. Поиск путей устойчивого развития металлургической отрасли методом математического моделирования / И.В. Буторина, П.С. Харлашин // Электromеталлургия. – 2003. – № 4. – С. 56-60.
4. Явойский В.И. Включения и газы в сталях / В.И. Явойский [и др.]. – М.: Металлургия, 1979. – 272 с.

Формирование неметаллических включений в сталях, модифицированных иттрием

¹МАҚУЛБЕК Әлида Мухамеджанқызы, магистрант, alidamakulbek97@mail.ru,

^{1*}ЖОЛДУБАЕВА Жумагуль Дюсенбаевна, PhD, ассоциированный профессор, zhuma-77@mail.ru,

¹ОМАРОВА Айдана Ержанқызы, докторант, aidana_kartu@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56.

*автор-корреспондент.

Аннотация. Одним из перспективных направлений в металлургии является исследование модифицирующих способностей редкоземельных металлов (РЗМ), среди которых особый интерес вызывает иттрий. Обладая комбинированными свойствами, иттрий выступает в качестве комплексного модификатора, поэтому его использование для модифицирования железоуглеродистых расплавов вызывает большой интерес. В работе проведены исследования влияния модифицирования низколегированной стали иттрием на образование неметаллических включений и количество добавок модификатора на тип и размер включений. Иттрий, вступая во взаимодействие с металлическим расплавом, образует тугоплавкие кристаллические системы оксидов, нитридов и карбонитридов. Такое образование вынужденных центров не только улучшает условия кристаллизации жидкого металла, но и положительно влияет на процессы превращения в твердом состоянии. Это повышает общий уровень качества металла, его пластичность и прочность в широком интервале температур, увеличивает сопротивление высокотемпературной коррозии.

Ключевые слова: низколегированная сталь, модификация, иттрий, неметаллические включения.

Formation of Nonmetallic Inclusions in Yttrium-modified Steels

¹**MAKULBEK Alida**, Master Student, alidamakulbek97@mail.ru,

¹***ZHOLDUBAEVA Zhumagul**, PhD, Associate Professor, zhuma-77@mail.ru,

¹**OMAROVA Aidana**, Doctoral Student, aidana_kartu@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56.

*corresponding author.

Abstract. *One of the promising areas in metallurgy is the study of the modifying abilities of rare earth metals (REM), among which yttrium is of particular interest. Having combined properties, yttrium acts as a complex modifier, so its use for modifying iron-carbon melts is of great interest. The paper studies the effect of modification of low-alloy steel with yttrium on the formation of non-metallic inclusions and the amount of modifier additives on the type and size of inclusions. Yttrium, interacting with a metal melt, forms refractory crystal systems of oxides, nitrides and carbonitrides. Such formation of forced centers not only improves the conditions of crystallization of liquid metal, but also has a positive effect on the processes of transformation in the solid state. This increases the overall level of metal quality, its ductility and strength in a wide temperature range, increases resistance to high-temperature corrosion.*

Keywords: *low-alloy steel, modification, yttrium, nonmetallic inclusions.*

REFERENCES

1. M.M. Yamshinskii [i dr.]. Sovershenstvovanie liteinykh zharostoikikh khromoaluminievykh stalei mikrolegirovaniem i modifitsirovaniem. Novye materialy i tekhnologii v mashinostroenii. 9-ya Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya. – Kiev, 2009. – Pp. 20-24.
2. Kharlashin P.S. Metallurgiya (problemy, teoriya, tekhnologiya, kachestvo): uchebnik dlya vuzov. P.S. Kharlashin, V.S. Voloshin, G.S. Ershov, T.N. Chaudri, V.P. Tarasov, A.M. Skrebtsova, V.I. Kapranov, V.A. Romanova, L.K. Leshchinskii, V.P. Sudarev. – Mariupol': PGTU, 2004. – 723 p.
3. Butorina I.V. Poisk putei ustoichivogo razvitiya metallurgicheskoi otrasli metodom matematicheskogo modelirovaniya. I.V. Butorina, P.S. Kharlashin. Elektrometallurgiya. – 2003. – No. 4. – Pp. 56-60.
4. Yavoiskii V.I. Vklucheniya i gazy v stalyakh. V.I. Yavoiskii [i dr.]. – Moscow: Metallurgiya, 1979. – 272 p.

Илем отқабыршығынан темір кені агломератын алуды зерттеу

^{1*}ЖУНУСОВ Аблай Кауртасович, т.ф.к., кафедра меңгерушісі, zhunusov_ab@mail.ru,

¹КЕНЖЕБЕКОВА Анар Ерболатовна, докторант, kenzhebekova_psu@mail.ru,

¹ЖУНУСОВА Айгуль Каургельдиновна, докторант, zhunusova.aig@mail.ru,

¹«Торайғыров университеті» КеАҚ, Қазақстан, Павлодар, Ломов көшесі, 64,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Электр болат балқыту өндірісінің қалдықтарынан агломерат алуды зерттеу нәтижелері келтірілген. Негізгі материал ретінде аспирациялық шаңмен, пештен тыс өңдеудің соңғы шлактарымен қоспада илемдеу шкаласы, отын ретінде Майкөбе көмірінің елегі пайдаланылды. Зерттеу нәтижелері илем отқабыршығын електен өткізген Майкөбе көмірімен біріктірген жөн. Илем отқабыршығын 8%-дық жанармаймен біріктіру кезінде агломерация процесінің ең жақсы нәтижелеріне қол жеткізілді. Сондай-ақ, агломерациялық шикіқұрам ретінде аспирациялық шаң, флюсирлеуші материалдар, болатты пештен тыс өңдеудің соңғы шлактары сияқты басқа да болат балқытқыш қалдықтарды пайдаланған орынды. Бірігу жылдамдығы 20,7 мм/мин дейін өседі, өнімділік сағатына 1,50 т/м²-сағ. дейін айтарлықтай артады. Сондай-ақ жарамды агломерат бойынша шығымы айтарлықтай өседі және темір кені агломератының беріктігі артады.

Кілт сөздер: илем отқабыршығы, қождар, аспирациялық шаң, агломерация, бірігу, темір кені агломераты, көмірдің елемі, қалдықтар, темірлі құм, отын, араластыру, қоспа, дайындау, газ өткізгіштік, шикіқұрам қабатының биіктігі.

Кіріспе. Қазіргі уақытта Қазақстанда (Павлодар қ.) «KSP Steel» ЖШС және «Кастинг» ЖШС ӨФ екі ірі электр болат балқыту кәсіпорны жұмыс істейді. «KSP Steel» ЖШС өндірістік кешеніне болат балқыту цехы, құбыр илемдеу өндірісі және құбырларды таза өңдеу желісі кіреді. «Кастинг» ЖШС ҚФ екінші зауытының өнімі болат дайындама, ұсақтаушы шарлар мен өзекшелер, сондай-ақ арматуралық илек болып табылады [1].

Илем өндірісінде илем орнақтарында металды қысу (дайындау, сорттық, ыстық және суық прокаттау) нәтижесінде илем отқабыршығының белгілі бір мөлшері пайда болады. Отқабыршықтың пайда болуы жоғары температурамен байланысты. Жоғары температурада болаттың қоршаған газдармен белсенді химиялық әрекеттесуі жүреді, нәтижесінде беткі қабаттар тотығады. Тотыққан қабат-бұл отқабыршық, темір мен болатты құрайтын қоспалардың тотығуының диффузиялық процесі нәтижесінде пайда болады. Отқабыршық Fe₂O₃, Fe₃O₄ және FeO темір оксидтерінен тұрады.

Қазіргі уақытта металл сынықтары нарығында жағдай қалыптасты, бұл металл сынықтары бағасының едәуір өсуіне әкелді, бұл болатты балқыту кезінде негізінен металл сынықтарын пайдаланатын кәсіпорындардың коммерциялық және техникалық қызметтерін балама материалдарды із-

деуге мәжбүр етті.

Металл сынықтарының ресурстары шектелуі «KSP Steel» ЖШС және Павлодар облысының «Кастинг» ЖШС ӨФ сияқты электр болат балқыту кәсіпорындары үшін бұл проблема ең өзекті болып табылады [2].

Сонымен қатар, қазіргі уақытта жинақталған прокат шкаласының қорлары (жылына 10 мың тонна) және газ тазарту шаңы (жылына шамамен 2 мың тонна) қоршаған ортаға айтарлықтай экологиялық әсер етеді.

Осыған сүйене отырып, жоғарыда аталған кәсіпорындар үшін электр балқымасына арналған шикіқұрамның құрамындағы агломератты алу мен қолданудың технологиялық тізбегі өте қолайлы, сонымен қатар жақсы экономикалық нәтижеге қол жеткізуге болады. Жоғарыда аталған қалдықтардағы темірдің орташа мөлшері 50%-дан кем емес, ал отқабыршықта 70%-дан жоғары екенін ескереміз.

Зерттелетін илем отқабыршығы негізінен 5-15 мм үлкен фракциядан тұрады. Мұндай фракцияны брикеттер немесе түйіршіктер алу кезінде қолдану өте қиын, оны алу үшін ұсақ бөлшек қажет. Осыған байланысты агломерация процесі ең жақын және қолайлы технология болып табылады. Алайда, агломерация кезінде отынды пайдалану қажет, өйткені бұл процесс кеңер мен

концентраттарды қазудың термиялық тәсіліне жатады.

Осылайша, зерттеу барысында отынның оңтайлы мөлшерінен басқа, арзан отын шикізатын таңдау міндеті қойылды.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу жүргізу кезінде негізгі материал ретінде илем отқабыршығының 10-0 мм фракциясы қолданылды. Отын (қалпына келтіргіш) ретінде шикікұрамда Майкөбе кен орнының (Павлодар облысы) 0-5 мм фракциясының көмірі 5-15% мөлшерінде пайдаланылды. Жоғарыда келтірілген дәлелдерге байланысты зерттеу жүргізу кезінде отынның түрі мен оңтайлы мөлшерін таңдау қажет болды. Таңдау кезінде агломерацияда арзан және қол жетімді материалды қолдануы ескерілді. Біздің мәліметтеріміз бойынша зерттеуге ең қолайлы шикізат Майкөбе көмірінің ұсақ фракциясы болып табылады.

Аспирациялық шаң 5-10% мөлшерінде қолданылды. Бұл шаң құрамында темір бар қоспа ретінде пайдаланылды. Шөміш-пеш агрегатының соңғы болат балқытқыш қождары (ШПА қождары) 5-10% көлемінде флюстелген қоспа ретінде пайдаланылды. Зерттелетін илем отқабыршығының фотосуреті 1-суретте көрсетілген.

Шикікұрамды дайындау дайындалған материалдарды электронды таразыда өлшеу, араластыру, ылғалдандыру арқылы жүзеге асырылды. Дайындалғаннан кейін шикікұрамды агломерациялық қондырғыда біріктіруге ұшырады.

Зерттелетін агломерациялық шикікұрамның химиялық құрамы 1 және 2-кестелерде келтірілген.

Нәтижелерді талқылау. Агломерациялық шикікұрамның негізгі компоненті қатты отын болып табылады. Жанармай құрамындағы көміртегі жану кезінде агломерациялық процесс үшін қажет жылуды шығарады. Егер шикікұрамдағы



1-сурет – Илем отқабыршығы

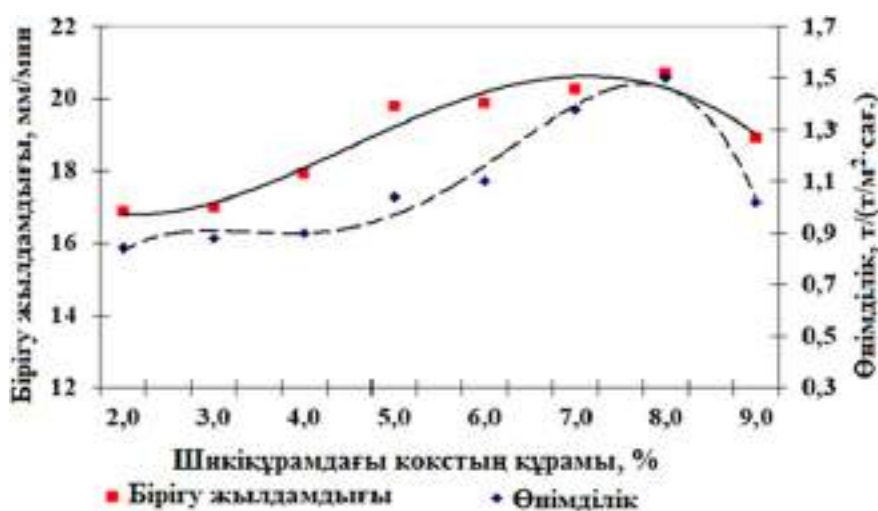
отын жеткіліксіз болса, онда агломерация үшін қажетті температураға (сұйық фазалар түзіле бастаған кезде) қол жеткізілмейді және шикікұрамдағы физика-химиялық қайта құрулар жеткілікті дамымайды. Агломерациялық шикікұрам отынның жеткіліксіз мөлшері кезінде соңына дейін бірікпейді (барлық қабат бойынша өзара барлық бөлшектер байламының жеткілікті мөлшері қалыптаспайды) бұл алынған агломераттың әлсіз беріктігіне әкеледі. Екінші жағынан, жанармайдың шамадан тыс тұтынылуы жоғары температураның пайда болуына әкеледі, бұл агломераттың балқуын тудырады және барабан беріктігінің төмендеуіне әкеледі. Нәтижесінде агломерат қатты балқымайтын және барабанның беріктігі жеткілікті жақсы болатын отын шығыны болуы керек [3-10].

Илем отқабыршығын басқа болат балқытатын қалдықтармен араластырудың эксперименттік көрсеткіштері 3-кестеде және 2 және 3-суреттерде келтірілген.

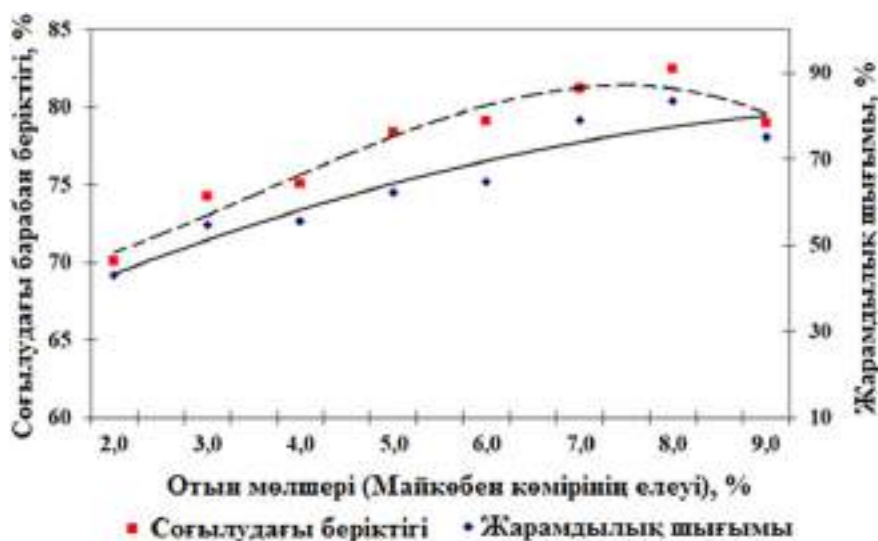
1-кесте – Илем отқабыршығының химиялық құрамы						
Атауы	Fe _{жалпы}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	C
ДҮҚМ бар илем отқабыршығы						
Сынама № 1	75,7	60,3	41,2	0,6	1,7	0,12
Сынама № 2	76,4	45,3	58,8	0,6	1,7	0,11
Илемдеу орнығынан илем отқабыршығы						
Сынама № 1	76,2	57,6	44,9	1,1	1,7	0,12
Сынама № 2	74,8	56,7	43,9	0,6	1,7	0,12

2-кесте – Технологиялық қоспалар ретінде пайдаланылатын материалдардың химиялық құрамы									
Материалдар атауы	Fe _{жалпы}	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	S	P	C
Аспирациялық шаң	51,5	1,4	2,2	3,1	2,9	3,3	0,025	0,002	3,2
ШПА қождары	1,2	22,7	1,3	2,4	3,7	54,9	0,78	-	-

3-кесте – Отын шығыны өзгерген кездегі бірігу көрсеткіштері					
№ Тәжірибе	Шикіқұрамдағы отын мөлшеріне, %	Бірігу жылдамдығы, мм/мин	Өнімділік, т/м ² ·сағ.	МемСТ – 15137-87 бойынша беріктік, (X)	Жарамдылық шығымы, %
1	2	16,87	0,84	70,1	43,0
2	3			74,3	57,4
3	4	17,92	0,89	75,1	54,8
4	5	19,79	1,04	78,4	62,2
5	6	19,89	1,10	79,1	64,6
6	7	20,27	1,38	81,2	79,1
7	8	20,70	1,50	82,5	83,4
8	9	18,90	1,02	79,0	75,2



2-сурет – Отын мөлшерінің агломерация процесіне әсері



3-сурет – Отын мөлшерінің бірігу параметрлеріне әсері

Ұсынылған мәліметтерге сәйкес 3-кестеде, 3 және 4-суреттерде, отын мөлшері 2%-дан біртіндеп 9%-ға дейін өсумен өзгерді.

Ұсынылған деректерде агломерация кезінде шикіқұрам қабатында физика-химиялық процестермен ерекшеленетін аралас аймақтар пай-

да болатындығы 3-кестеде және 2, 3-суреттерден көрінеді.

Агломерация кезінде агломерациялық шикікұрам компоненттерімен CaO карбонаттарының диссоциациясының күрделі эндотермиялық және экзотермиялық процестері жүреді және аяқталады, сульфидтер мен магнетиттердің тотығуы, темір оксидтерінің азаюы, сұйық фазаның пайда болуы және агломераттың соңғы құрамының қалыптасуы жүреді.

Отынның 2-3% пайдалану кезінде бірігу көрсеткіштері өте төмен. Бұл отынның мұндай мөлшері жеткіліксіз екенін және пісіру температура-сы төмен температурада болатындығын көрсетеді. Температурадан химиялық әрекеттесу жылдамдығы экспоненциалды тәуелділікте, ал диффузиялық процестердің жылдамдығы қуатта болады. Мәліметтерге сәйкес [4-10], төмен температурада реакция кинетикалық режимде, ал жоғары температурада диффузиялық режимде жүреді.

Бірігу параметрлерінің өзгеруі отын мөлшерінің 5, 6, 7%-дан артуымен байқала бастайды. Бірігу жылдамдығы 19,79-дан 20,27 мм/мин-ге дейін артады, өнімділік 1,04-тен 1,38 т/м²-сағ.-ге дейін айтарлықтай артады. Сондай-ақ жарамды агломерат бойынша шығымы айтарлықтай артады және темір кені агломератының беріктігі артады.

Агломерация көрсеткіштерінің жоғарылауы шикікұрамның газ өткізгіштігінің жақсаруымен байланысты, бұл, ең алдымен, қолданылатын отын мөлшерімен байланысты. Отын мөлшерінің көбеюі бірігу процесіне қолайлы екенін 2 және 3-суреттерден көруге болады. Тік күйдіру жылдамдығы және басқа көрсеткіштер жоғарылайды.

Илем отқабыршығының бірігу процесінің ең жақсы нәтижелеріне жанармайдың 8%-ын пайдалану арқылы қол жеткізілді. Әрі қарай көрсеткіштер төмендей бастайды.

Жанармай 9%-ға дейін көтерілгенде, агломерация көрсеткіштері айтарлықтай төмендей бастайды. Нәтижесінде пайда болған балқыма тұтқыр болды, өйткені балқыма бірыңғай емес. Темір силикаттары мен кальций ферриттері басым болған кезде балқыманың тұтқырлығы аз болады, ол

үлкен қозғалғыштыққа ие, ал ШПА қожының немесе магнетит түйірлерінің үлкен шоғырлануының жанында орналасқан CaO еритін бөлшегіне жақын жерде ол өте жоғары тұтқырлыққа ие, нәтижесінде ол жеткіліксіз қозғалады және синтездеу көрсеткіштерін төмендете бастайды.

Темір кенді агломераты 4-суретте көрсетілген. Агломерат қатты балқытылған және қара сұр түсті кеуекті құрылымға ие.

Темір кенді агломератының химиялық құрамы 4-кестеде көрсетілген.



4-сурет – Темір кенді агломерат

Қорытынды. Осылайша, жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, Майкөбе көмірін електен өткізе отырып, илем отқабыршығымен біріктірген жөн. Илем отқабыршығын 8%-дық жанармаймен біріктіру кезінде агломерация процесінің ең жақсы нәтижелеріне қол жеткізілді. Сондай-ақ, агломерациялық шикікұрам ретінде аспирациялық шаң, флюсирлеуші материалдар ретінде болаты пештен тыс өңдеудің соңғы қождары сияқты басқа да болат балқытқыш қалдықтарды пайдаланған орынды. Бірігу жылдамдығы 20,7 мм/мин дейін өседі, өнімділік сағатына 1,50 т/м²-сағ. дейін айтарлықтай артады. Сондай-ақ жарамды агломерат бойынша шығымы айтарлықтай өседі және темір кені агломератының беріктігі артады.

4-кесте – Темір кенді агломератының химиялық құрамы

Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₂	MgO	S
38,0	24,9	54,4	4,96	11,3	15,8	4,86	0,59

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Спанов С.С., Жунусов А.К., Толымбекова Л.Б. Опытно-промышленная выплавка стали с применением ферросиликоалюминия в ТОО «KSPSteel» // *Металлург.* – Москва, 2016. – № 11. – С. 43-47.
2. Жиембаева Д.М., Ахметов А.Б. Применение техногенных отходов сталеплавильного производства в металлургическом пе-ределе // *Сб. докл. по материалам Межд. науч. практ. конф. «Проблемы и перспективы горно-металлургической отрасли: теория и практика».* – Караганда, 2013. – С. 327-328.

3. Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Г.Н. Агломерация рудных материалов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. – 400 с.
4. Каплун Л.И. Анализ процессов формирования агломерата и совершенствование технологии его производства: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000. – 49 с.
5. Фролов Ю.А. Агломерация. Технология. Теплотехника. Управление. Экология. – М.: Metallургиздат, 2016. – 672 с.
6. Геедерс М. Современный доменный процесс. Введение / М. Геедерс, Р. Ченьо, И. Курунов. – М.: Metallургия, 2016. – 280 с.
7. Родыгина В.Г. Курс геохимии: учебник для вузов. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 288 с.
8. Берсенов И.С., Петрышев А.Ю., Майстренко Н.А. Агломерация окисленных железистых кварцитов // Сталь. – 2016. – № 12. – С. 2-7. 13.
9. Берсенов И.С., Полуяхтов Р.А., Горбачев В.А. и др. Перспективы использования гематитовых руд для производства железорудного сырья // Там же. – 2008. – № 12. – С. 14-16.
10. Bersenev I.S., Bersenev E.S., Evstyugin S.N. e1:c. Influence of alkaline batch additives on the strength of iron ore pellets // Steel in Translation. 2014. Vol. 44. No. 8. Pp. 588-589. 15.

Исследования получения железорудного агломерата из прокатной окалины

^{1*}**ЖУНУСОВ Аблай Каиртасович**, к.т.н., зав. кафедрой, zhunusov_ab@mail.ru,

¹**КЕНЖЕБЕКОВА Анар Ерболатовна**, докторант, kenzhebekova_psu@mail.ru,

¹**ЖУНУСОВА Айгуль Каиргельдиновна**, докторант, zhunusova.aig@mail.ru,

¹НАО «Торайгыров университет», Казахстан, Павлодар, ул. Ломова, 64,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Приводятся результаты исследования получения агломерата из отходов электросталеплавильного производства. В качестве основного материала использована прокатная окалина в смеси с аспирационной пылью, конечными шлаками внепечной обработки, в качестве топлива использован отсеv Майкубенского угля. Результаты исследования показали, что спекание прокатной окалины целесообразно спекать и с отсеvами Майкубенского угля. При спекании прокатной окалины с 8% топлива достигнуты наиболее лучшие результаты процесса агломерации. Также следует отметить, что в качестве агломерационной шихты целесообразно использовать другие сталеплавильные отходы, такие как аспирационная пыль, конечные шлаки внепечной обработки стали в качестве флюсующих материалов. Возрастает скорость спекания до 20,7 мм/мин, заметно увеличивается производительность до 1,50 т/м²·час. А также заметно повышается выход по годному агломерату и возрастает прочность железорудного агломерата.

Ключевые слова: прокатная окалина, шлаки, аспирационная пыль, агломерация, спекание, железорудный агломерат., отсеv угля, отходы, железистый песок, топливо, смешивание, смесь, подготовка, газопроницаемость, высота слоя шихты.

Studies of the Production of Iron Ore Agglomerate from Rolling Scale

^{1*}**ZHUNUSSOV Abylay**, Cand. of Tech. Sci., Head of Department, zhunusov_ab@mail.ru,

¹**KENZHEBEKOVA Anar**, Doctoral Student, kenzhebekova_psu@mail.ru,

¹**ZHUNUSSOVA Aigul**, Doctoral Student, zhunusova.aig@mail.ru,

¹NCJSC «Toraighyrov University», Kazakhstan, Pavlodar, Lomov Street, 64,

*corresponding author.

Abstract. The results of a research of the agglomerate production from electric steelmaking wastes are presented. Rolling scale mixed with aspiration dust, final slags of out-of-furnace treatment was used as the main material, and screening of Maykubensky's coal was used as fuel. The results of the study showed that sintering of rolling scale is advisable to sinter with screenings of Maykubensky's coal. When sintering rolled scale with 8% of fuel, the best results of the agglomeration process were achieved. It should also be noted that it is advisable to use other steelmaking waste as an agglomeration charge, such as aspiration dust, final slags of non-furnace steel processing as fluxing materials. The sintering rate increases to 20.7 mm/min, the productivity increases significantly to 1.50 t/m²·hour. And also the yield on the suitable agglomerate is noticeably increased and the strength of the iron ore agglomerate increases.

Keywords: rolling scale, slags, aspiration dust, agglomeration, sintering, iron ore agglomerate, coal screening, wastes, ferrous sand, fuel, mixing, mixture, preparation, gas permeability, height of the charge layer.

REFERENCES

1. Spanov S.S., Zhunusov A.K., Tolymbekova L.B. Opytno-promyshlennaya vyplavka stali s primeneniem ferrosilicoalumina v TOO «KSP Steel» // Metallurg. – Moscow, 2016. – No. 11. – Pp. 43-47.
2. Zhiembaeva D.M., Ahmetov A.B. Primenenie tehnogennykh othodov staleplavilnogo proizvodstva v metallurgicheskom // Sb. dokl. pomaterialam Mezhd. Nauch. pract. konf. «Problemy i perspektivy gorno-metallurgicheskoi otrasli: teoria i praktika». – Karaganda, 2013. – Pp. 327-328.
3. Korotich V.I., Frolov Yu.A., Bezdezhsky G.N. Aglomeracija rudnykh materialov. – Ekaterinburg: GOU VPO UGTU-UPI, 2003. – 400 p.
4. Kaplun L.I. Analiz processov formirovaniya aglomerata i sovershenstvovanie tehnologiya ego proizvodstva: Avtoref. dis. ... d-ra texn. nauk. – Yekaterinburg: USTU-UPI, 2000. – 49 p.
5. Frolov Yu.A. Aglomeratsiya. Tehnologiya. Teplotekhnika. Upravlenie. Ekologiya. – Moscow: Metalurgizdat, 2016. – 672 p.
6. Geeders M. Sovremennyy domennyi proses. Vvedenie / M. Geeders, R. Chenö, İ. Kurunov. – Moscow: Metalurgia, 2016. – 280 p.
7. Rodygina V.G. Kurs geohimii: uchebnyk dlia vuzov. – Tomsk: Publ. NTL, 2006. – 288 p.
8. Bersenev İ.S., Petryshev A.Iu., Maistrenko N.A. Aglomeratsiya oksislennykh jelezistykh kvartsitov // Stal. – 2016. – No. 12. – Pp. 2-7. 13.
9. Bersenev İ.S., Poluiahtov R.A., Gorbachev V.A. i dr. Perspektivy ispolzovaniya gematitovykh rud dlia proizvodstva jelezorudnogo syria // Tam zhe. – 2008. – No. 12. – Pp. 14-16.
10. Bersenev İ.S., Bersenev E.S., Evstyugin S.N. e1:c. Influence of alkaline batch additives on the strength of iron ore pellets // Steel in Translation. 2014. Vol. 44. No. 8. Pp. 588-589. 15.

Моделирование применимости метода радиально-сдвиговой прокатки для закрытия дефектов литой структуры стального слитка

¹НАЙЗАБЕКОВ Абрахман Батырбекович, д.т.н., профессор, naizabekov57@mail.ru,

²ПОПОВ Федор Евгеньевич, докторант, fedor_poroff@mail.ru,

³ПАНИЧКИН Александр Владимирович, к.т.н., зав. лабораторией, a.panichkin@satbayev.university,

¹ЛЕЖНЕВ Сергей Николаевич, к.т.н., профессор, sergey_legnev@mail.ru,

⁴*АРБУЗ Александр Сергеевич, PhD, зав. лабораторией, alexandr.arbuz@nu.edu.kz,

¹Рудненский индустриальный институт, Казахстан, Рудный, ул. 50 лет Октября, 38,

²НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан, Темуртау, пр. Республики, 30,

³НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

⁴Назарбаев Университет, Казахстан, Астана, пр. Кабанбай батыра, 53,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью работы было изучить применимость метода радиально-сдвиговой прокатки для деформационной обработки содержащих дефекты литой структуры стальных слитков. Метод радиально-сдвиговой прокатки (RSR) наиболее подходит для этих целей с точки зрения отсутствия ограничений по длине заготовки и реализуемого вихревого течения металла в условиях благоприятного напряженно-деформированного состояния. За основной материал был взят слиток с диаметром 32 мм с искусственным поперечным сквозным дефектом. По результату эксперимента была построена 3D-модель конечного вида полости дефекта и проанализирована морфология заваривания различных его зон. Объем дефекта уменьшился с 620 мм³ до 380 мм³. Результат эксперимента показал, что метод RSR хорошо подходит для закрытия поверхностных дефектов глубиной 1-3 мм. При наличии осевых дефектов метод RSR не заваривает дефекты, а растягивает вдоль направления прокатки, меняя форму.

Ключевые слова: радиально-сдвиговая прокатка, дефекты литой структуры, ОДС-сталь, эволюция дефекта, моделирование.

Введение

Эта работа – часть серии исследований по изучению получения ODS-сталей методами жидкой металлургии. За основу эксперимента была взята сталь, используемая в изучении возможности введения нанопорошка оксида иттрия в жидкий расплав стали 12X13 (12%Cr) во время индукционной вакуумной плавки. ODS-стали – это один из перспективных материалов для использования на атомных станциях IV+ поколения [1]. Твердые тугоплавкие оксиды (иттрия или титана), внедряясь в зерна аустенита, при разливке закрепляют их, играя роль никеля в жаропрочных нержавеющей сталях. Никель при облучении нейтронами распадается на долгоживущие опасные радиоактивные изотопы, поэтому важно найти ему замену.

Решением вопроса может стать получение ODS-сталей методами обычной жидкой металлургии с переплавом и получением больших слитков, пригодных для массового производства. Од-

нако даже при внедрении легирующих примесей в сталь необходимо обеспечить их равномерное распределение в объеме материала. Это возможно, только применяя очень большие деформации с немонотонным течением металла. Кроме того, необходимо обеспечить закрытие обычных литейных дефектов, возникающих в процессе разливки.

Слитки стали, не проходящие дополнительной обработки давлением, могут содержать такие внутренние дефекты, как трещины, осевая пористость, скопление микроскопических пузырьков газа и полости в объеме стали. Самый плохой сценарий, при котором дефект образуется на начальных этапах технологического процесса и остается неучтенным на последующих стадиях, что приводит к развитию дефекта в стали [2].

Традиционно для закрытия и заварки дефектов используетсяковка. Существует целое направление теоретических и экспериментальных исследований, посвященных интенсификации

процесса закрытия дефектов [3]. В большинстве случаев используют горячую ковку, с плоскими бойками [4]. Скорость хода наковален используется в диапазоне 8-20 мм/с [5], с обжатием образцов на 15-20% и температурой 1200-1250°C [6].

Использование прокатки как основного метода для закрытия несплошностей слитка наименее распространен как на практике, так и в теории из-за более высокого уровня растягивающих напряжений, вредных для закрытия дефектов [7]. Чаще используется для избавления от усадочных пустот и пор и полостей, возникающих в процессе литья слитков [8].

Кроме того, перечисленные классические способы реализуют монотонное течение металла и приводят к существенному уменьшению сечения заготовки. Это не всегда полезно с точки зрения измельчения и диспергирования внедренных в сталь легирующих оксидов.

Для этих целей планируется использовать обработку слитка методами интенсивной пластической деформации (SPD). Такие известные и эффективные методы SPD, как равноканальное угловое прессование и кручение под высоким давлением малопригодны для обработки слитков из-за ограничения размеров заготовки. Метод радиально-сдвиговой прокатки (RSR), изобретенный проф. Галкиным [9], наиболее подходит для этих целей с точки зрения отсутствия ограничений по длине заготовки и реализуемого вихревого течения металла в условиях благоприятного напряженно-деформированного состояния. Схема радиально-сдвиговой прокатки показана на рисунке 1.

Трехвалковая схема RSR прокатки обеспечивает чрезвычайно высокий уровень деформации (более 30 мм/мм за полный цикл прокатки). Напряженно-деформированное состояние этого процесса отличается от обычной двухвалковой кривой прокатки, используемой при прошивке труб [10]. У RSR нет высокого уровня растягивающих напряжений в центральной зоне, они урав-

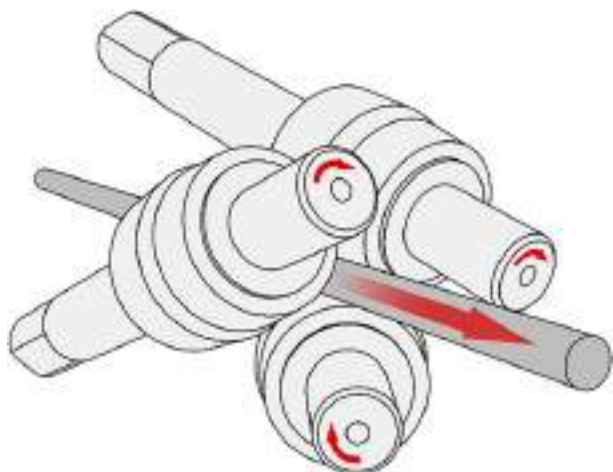


Рисунок 1 – Схема радиально-сдвиговой прокатки

новешиваются сжимающими. Этот факт, а также очень большой уровень накопленных деформаций за полный цикл обработки, позволяют существенно изменить структуру образца до состояния ультрамелкозернистого состояния (УМЗ), что и было продемонстрировано в работе [11]. Этот тип прокатки был использован для прокатки слитков аустенитной стали в [10]. Однако изучением поведения и закрытия дефектов в слитке посредством RSR никто не занимался.

Для изучения этого вопроса было проведено экспериментальное исследование эволюции модели сквозного поперечного дефекта (по диаметру) в слитке нержавеющей ODS-стали с обжатием 61%. Такое обжатие по результатам прошлых исследований должно быть достаточно для интенсивного перемешивания всего объема прутка вихревым движением металла и преобразования периферийной трети радиуса прутка в ультрамелкозернистое состояние [11]. Размер и положение искусственного дефекта соответствуют особенностям течения металла в слитке в процессе прокатки и дефект проходит через все характерные зоны напряженно-деформированного состояния прокатываемой заготовки, что позволяет характеризовать процесс заваривания целиком, без сверления множества дефектов различной глубины, как в случае с обычной продольной прокаткой.

Методы исследования

Экспериментальная часть проводилась на стане радиально-сдвиговой прокатки RSR-10/30. Слиток диаметром 32 мм и длиной 150 мм был выплавлен в индукционной вакуумной печи УИПВ-0,001 (ИМиО, г. Алматы) на основе стали 12X13 с добавлением 0,5% порошка наночастиц оксида иттрия. Перед прокаткой, в поперечном сечении слитка было высверлено сквозное отверстие, моделирующее дефект. Диаметр отверстия для моделирования дефекта был выбран 5 мм, что составляет 16% от диаметра слитка. Такой метод является часто применимым для физического и компьютерного моделирования поведения литых дефектов [5].

Температура прокатки была выбрана в обычном диапазоне горячей обработки подобных сплавов и составила 1200°C. Нагрев слитка проводился в камерной печи Nabertherm LH30/14. Прокатка проводилась за один нагрев в 6 проходов с обжатием по диаметру в 2 мм с 32 мм до 20 мм. Прокатанный слиток показан на рисунке 2 сверху.

Самым распространённым методом характеристики дефекта является рентгеновская томография, обладающая хорошей способностью выявлять дефекты в большом объеме материала. Но для проведения этой процедуры необходимо дорогостоящее оборудование [12], которое обычно находится на промышленных предприятиях с высокими требованиями в таких сферах, как медицина, аэрокосмическая отрасль и др. [13]. Са-

мым важным недостатком этого метода считается точность локализации дефекта [14]. Поэтому, в существующей работе, для более точной характеристики развития полости дефекта было проведено послойное физическое удаление материала заготовки с последующей 3D-реконструкцией дефекта. Образец в месте дефекта был распилен на параллельные поперечные диски толщиной в 1 мм на прецизионном отрезном станке QATM Brilliant-220, диском толщиной 0.6 мм и скоростью распила 10 мкм/с. Диски поперечных сечений содержащего дефект участка образца показаны на рисунке 2 внизу.

Отрезанные диски были пронумерованы и отсканированы на сканере с разрешением в 1200 DPI, и импортированы в CAD КОМПАС-3Д (ASKON), для перевода изображений в векторный формат. На основе этих сечений создавалась 3D-модель дефекта для визуализации стадии эволюции формы определения изменения его объема.

Научные результаты

Экспериментальная прокатка слитка показала неполное и неравномерное закрытие дефекта. На поперечных сечениях хорошо видна разница в направлениях течения металла по сечению. Объем дефекта, рассчитанный на основе 3D-модели, уменьшился с 620 мм³ до 380 мм³. Визуализация

развития дефекта после прокатки показана на рисунке 3.

Участок дефекта, близкий к внешнему слою, с одной стороны заваривается практически полностью, с другой стороны – заварен частично либо закрывается, образуя из сквозного дефекта узкую трещину без соединения. Это позволяет прогнозировать эффективность процесса при наличии неглубоких несимметричных поверхностных дефектов глубиной до трети радиуса слитка.

Здесь также очень важно обратить внимание на несимметричность закрытия дефекта подобную наблюдаемой в стали. Здесь она менее выражена, но отрицать системность этого эффекта нельзя. Наиболее вероятно, такая асимметричность обусловлена динамической неустойчивостью процесса радиально-сдвиговой прокатки и особенностями течения металла между тремя валами и симметрией самого дефекта, толкающую весь металл в одну сторону от оси. Наверняка эти же особенности обусловили и винтовую форму осевого дефекта – заметный по рисунку 2 характерный винтовой гребень на поверхности заготовки после прокатки. Ответ на этот вопрос может дать эксперимент с подробным изучением стадий закрытия несквозных несимметричных дефектов с разными обжатиями. Вероятно, все они будут завариваться до глубины примерно 30% радиуса

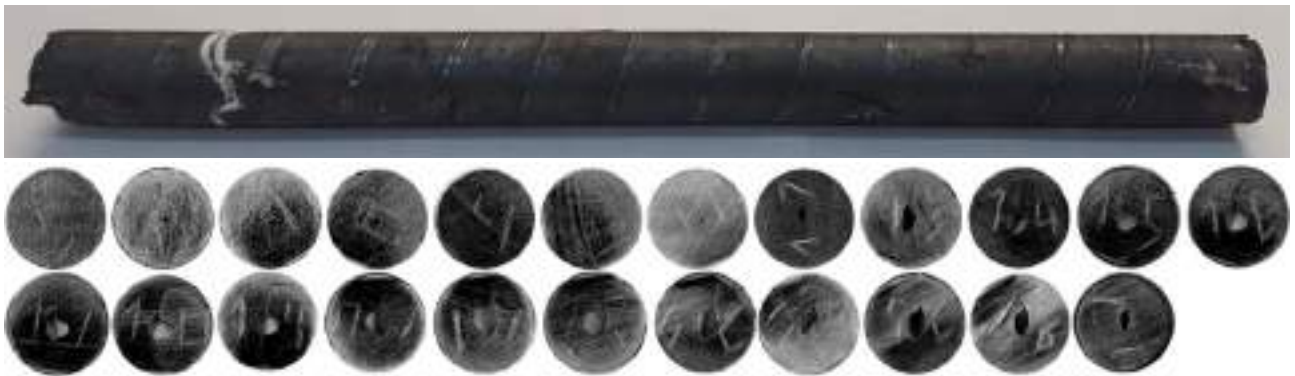


Рисунок 2 – Прокатанный образец с дефектом (вверху) и диски распила поперечных сечений содержащего дефект участка образца (внизу)

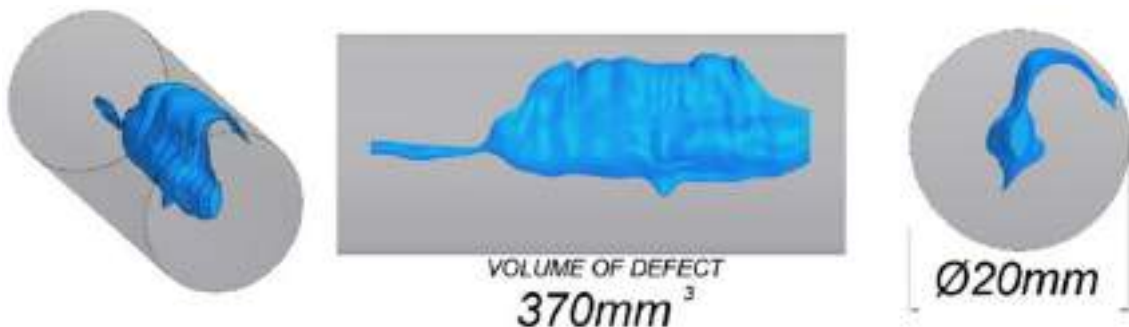


Рисунок 3 – Визуализация развития поперечного сквозного дефекта в слитке стали после радиально-сдвиговой прокатки с обжатием 61%

вне зависимости от асимметрии расположения.

Выводы

Экспериментальная прокатка показала, что закрытие дефектов происходит в первую очередь на периферийной части прутка, наиболее интенсивное заваривание происходит на глубине 1-3 мм от края. Дефект переходит из сквозного поперечного положения в центральную часть, уменьшая свой объем в среднем на 50%. Центральная часть дефекта не заваривается, только сужаясь и удли-

няясь вместе с материалом заготовки пропорционально её вытяжке в процессе прокатки.

Трехвалковая радиально-сдвиговая прокатка очень эффективна для закрытия поверхностных дефектов глубиной до 30% радиуса, но строго не рекомендуется для обработки слитка, содержащего дефекты осевой части.

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №AP09259982).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zinkle S.J., Was G.S., Materials Challenges in Nuclear Energy. Acta Materialia 2013, 61, 735-758.
2. Maisuradze M.V., Ryzhkov M.A., Typical Engineering Steel Defects. Metallurgist 2021, 64, 1279-1287.
3. Frolov I., Client oriented quality in metallurgical technologies. Metal Forming Seminar in National Metallurgical Academy of Ukraine. Dnipropetrovsk, Ukraine. May, 2012.
4. Banaszek G., Bajor T., Kawatek A., Knapirski M., Modeling of the Closure of Metallurgical Defects in the Magnesium Alloy Die Forging Process. Materials 2022, 15, 7465.
5. Banaszek G., Computer and laboratory modelling the analysis of closing up of Metallurgical defects in ingots during hot forging. 2005.
6. Kim Y., Cho J., Bae W., Efficient Forging Process to Improve the Closing Effect of the Inner Void on an Ultra-Large Ingot. Journal of Materials Processing Technology 2011, 211, 1005-1013.
7. Chen D.C., Rigid-Plastic Finite Element Analysis of Plastic Deformation of Porous Metal Sheets Containing Internal Void Defects. Journal of Materials Processing Technology 2006, 180, 193-200.
8. Chen J., Chandrashekhara K., Mahimkar C., Lekakh S.N., Richards V.L., Void Closure Prediction in Cold Rolling Using Finite Element Analysis and Neural Network. Journal of Materials Processing Technology 2011, 211, 245-255.
9. Galkin S.P., Gamin Y.V., Kin T.Yu., Analysis of Temperature Influence on Strain-Speed Parameters of Radial-Shear Rolling of Al-Zn-Mg-Ni-Fe Alloy. Materials 2022, 15, 7202.
10. Skripalenko M.M., Romantsev B.A., Galkin S.P., Skripalenko M.N., Kaputkina L.M., Huy T.B., Prediction of the Fracture of Metal in the Process of Screw Rolling in a Two-Roll Mill. Metallurgist 2018, 61, 925-933.
11. Arbuz A., Kawatek A., Ozhmegov K., Dyja H.; Panin E., Lepsiyayev A., Sultanbekov S., Shamenova R., Using of Radial-Shear Rolling to Improve the Structure and Radiation Resistance of Zirconium-Based Alloys. Materials 2020.
12. Romano S., Abel A., Gumpinger J., Brandão A.D., Beretta S., Quality Control of AlSi10Mg Produced by SLM: Metallography versus CT Scans for Critical Defect Size Assessment. Additive Manufacturing 2019, 28, 394-405.
13. Chioibas D., Mihai S., Mahmood M.A., Lungu M., Porosnicu I., Sima A., Dobrea C., Tiseanu I., Popescu A.C., Use of X-Ray Computed Tomography for Assessing Defects in Ti Grade 5 Parts Produced by Laser Melting Deposition. Metals 2020, 10, 1408.
14. Andriamihaja S., Padmanabha E., Characterization of pore systems in carbonate using 3d x-ray computed tomography. Pet Coal 2016.

Құйылған құрылымды болат құйманың ақауларын жабу үшін радиалды-ығысу илемдеу әдісінің қолданылуын модельдеу

¹НАЙЗАБЕКОВ Абрахман Батырбекович, т.ғ.д., профессор, naizabekov57@mail.ru,

²ПОПОВ Федор Евгеньевич, докторант, fedor_poroff@mail.ru,

³ПАНИЧКИН Александр Владимирович, т.ғ.к., зертхана меңгерушісі, a.panichkin@satbayev.university,

¹ЛЕЖНЕВ Сергей Николаевич, т.ғ.к., профессор, sergey_legnev@mail.ru,

⁴*АРБУЗ Александр Сергеевич, PhD, зертхана меңгерушісі, alexandr.arbuz@nu.edu.kz,

¹Рудный индустриалдық институты, Қазақстан, Рудный, Қазанға 50 жыл көшесі, 38,

²«Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Теміртау, Республика даңғылы, 30,

³«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

⁴Назарбаев Университеті, Қазақстан, Астана, Қабанбай батыр даңғылы, 53,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты – болат құймалардың құйма құрылымының ақаулары бар деформациялық өңдеу үшін радиалды-ығысу илемдеу әдісінің қолданылуын зерттеу. Радиалды-ығысу илемдеу (RSR) әдісі қолайлы кернеулі деформацияланған жағдайда дайындаманың ұзындығына және металдың құйынды ағынына шектелулер болмау тұрғысынан осы мақсаттарға ең қолайлы. Негізгі материал үшін диаметрі 32 мм жасанды көл-

денең ақауы бар құйма алынды. Эксперимент нәтижесінде ақау қуысының соңғы түрінің 3D моделі жасалды және оның әртүрлі аймақтарының қайнату морфологиясы талданды. Ақау көлемі 620 мм³-тен 380 мм³-ке дейін азайды. Эксперимент нәтижесі RSR әдісі 1-3 мм тереңдіктегі беткі ақауларды жабу үшін жақсы жұмыс істейтінін көрсетті. Осьтік ақаулар болған кезде RSR әдісі ақауларды қайнатпайды, бірақ пішінін өзгерту арқылы илектеу бағыты бойынша созылады.

Кілт сөздер: радиалды-ығысу, құйма құрылымының ақаулары, ODS болат, ақау эволюциясы, модельдеу.

Modelling of Applicability of Radial Shear Rolling Method for Closure of Defects in Cast Structure of Steel Ingot

¹NAYZABEKOV Abrahman, Dr. of Tech. Sci., Professor, naizabekov57@mail.ru,

²POPOV Fedor, Doctoral Student, fedor_popoff@mail.ru,

³PANICHKIN Alexander, Cand. of Tech. Sci., Head of Laboratory, a.panichkin@satbayev.university,

¹LEZHNEV Sergey, Cand. of Tech. Sci., Professor, sergey_legnev@mail.ru,

⁴*ARBUZ Alexander, PhD, Head of Laboratory, alexandr.arbuz@nu.edu.kz,

¹Rudny Industrial Institute, Kazakhstan, Rudny, 50 years of October Street, 38,

²NPJSC «Karaganda Industrial University», Kazakhstan, Temirtau, Republic Avenue, 30,

³NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

⁴Nazarbayev University, Kazakhstan, Astana, Kabanbay Batyr Avenue, 53,

*corresponding author.

Abstract. The aim of this work was to investigate the applicability of radial shear rolling method for deformation treatment of steel ingots containing cast structure defects. The radial-shift rolling (RSR) method is the most suitable for this purpose from the point of view of absence of restrictions on the billet length and realisable vortex flow of metal under conditions of favourable stress-strain state. An ingot with a diameter of 32 mm with an artificial transverse through defect was taken as the basic material. According to the results of the experiment, a 3D model of the final view of the defect cavity was built and the morphology of welding of its different zones was analysed. The volume of the defect was reduced from 620 mm³ to 380 mm³. The experimental result showed that the RSR method is well suited for the closure of superficial defects with a depth of 1-3 mm. In the presence of axial defects, RSR method does not weld the defects, but stretches along the rolling direction changing the shape.

Keywords: radial-shift rolling, cast structure defects, ODS steel, defect evolution, modelling.

REFERENCES

1. Zinkle S.J., Was G.S., Materials Challenges in Nuclear Energy. Acta Materialia 2013, 61, 735-758.
2. Maisuradze M.V., Ryzhkov M.A., Typical Engineering Steel Defects. Metallurgist 2021, 64, 1279-1287.
3. Frolov I., Client oriented quality in metallurgical technologies. Metal Forming Seminar in National Metallurgical Academy of Ukraine. Dnipropetrovsk, Ukraine. May, 2012.
4. Banaszek G., Bajor T., Kawalek A., Knapieński M., Modeling of the Closure of Metallurgical Defects in the Magnesium Alloy Die Forging Process. Materials 2022, 15, 7465.
5. Banaszek G., Computer and laboratory modelling the analysis of closing up of Metallurgical defects in ingots during hot forging. 2005.
6. Kim Y., Cho J., Bae W., Efficient Forging Process to Improve the Closing Effect of the Inner Void on an Ultra-Large Ingot. Journal of Materials Processing Technology 2011, 211, 1005-1013.
7. Chen D.C., Rigid-Plastic Finite Element Analysis of Plastic Deformation of Porous Metal Sheets Containing Internal Void Defects. Journal of Materials Processing Technology 2006, 180, 193-200.
8. Chen J., Chandrashekhara K., Mahimkar C., Lekakh S.N., Richards V.L., Void Closure Prediction in Cold Rolling Using Finite Element Analysis and Neural Network. Journal of Materials Processing Technology 2011, 211, 245-255.
9. Galkin S.P., Gamin Y.V., Kin T.Yu., Analysis of Temperature Influence on Strain-Speed Parameters of Radial-Shear Rolling of Al-Zn-Mg-Ni-Fe Alloy. Materials 2022, 15, 7202.
10. Skripalenko M.M., Romantsev B.A., Galkin S.P., Skripalenko M.N., Kaputkina L.M., Huy T.B., Prediction of the Fracture of Metal in the Process of Screw Rolling in a Two-Roll Mill. Metallurgist 2018, 61, 925-933.
11. Arbuz A., Kawalek A., Ozhmegov K., Dyja H.; Panin E., Lepsibayev A., Sultanbekov S., Shamenova R., Using of Radial-Shear Rolling to Improve the Structure and Radiation Resistance of Zirconium-Based Alloys. Materials 2020.
12. Romano S., Abel A., Gumpinger J., Brandão A.D., Beretta S., Quality Control of AlSi10Mg Produced by SLM: Metallography versus CT Scans for Critical Defect Size Assessment. Additive Manufacturing 2019, 28, 394-405.
13. Chioibas D., Mihai S., Mahmood M.A., Lungu M., Porosnicu I., Sima A., Dobrea C., Tiseanu I., Popescu A.C., Use of X-Ray Computed Tomography for Assessing Defects in Ti Grade 5 Parts Produced by Laser Melting Deposition. Metals 2020, 10, 1408.
14. Andriamihaja S., Padmanabha E., Characterization of pore systems in carbonate using 3d x-ray computed tomography. Pet Coal 2016.

Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности



DOI 10.52209/1609-1825_2023_4_72

ЭЖ 691.1

Құрылыстың кешенді қауіпсіздігі түсінігін талдау

^{1*}ИРАНҒАИП Сания Рустамқызы, магистр, ассистент, s.s.r.96_96@mail.ru,

¹МЕДЕУБАЕВ Нұрмұхамбет Алмагамбетович, т.ғ.к., доцент, nurken1960@mail.ru,

¹КАКЕНОВА Меруерт Жамбуловна, магистр, аға оқытушы, meruertkakenova@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Тіршілік ортасын сақтау және адамның өндірістік қызметі қауіпсіздігін қамтамасыздандыру қазіргі күнгі өркениетті қоғамның өзекті міндеті болып табылады. Құрылыс саласы адамдардың қауіпсіздігі мен өмірін қамтамасыз етудегі рөлі өте ауқымды, себебі көптеген құрылыс процестері табиғи факторларға әсер етуші болып келеді. Құрылыс қауіпсіздігін бағалауға деген көзқарас кешенді, жүйелі, қоршаған табиғи орта мен инфрақұрылымға байланысты болуға тиіс. Мақалада қауіпсіздік саласындағы жаңа қағидаттар қарастырылған. Аралас ерекше әсерлері бар құрылыс нысандарының қауіпсіздік ерекшеліктері сипатталған. «Құрылыстың кешенді қауіпсіздігі» ұғымының анықтамасы ұсынылады, құрылыстың кешенді қауіпсіздігі деңгейлеріне бөлінулер беріледі және қауіпсіздік саласындағы ғылыми зерттеулерді дамыту үшін тұжырымдамалық аппарат беріледі

Кілт сөздер: құрылыс, нысан, адами фактор, техникалық реттеу, кешенді қауіпсіздік, жүйе, физикалық және заңды тұлға, биологиялық қауіпсіздік, өрт қауіпсіздігі, техногендік қауіптілік, жасыл стандарт.

Кіріспе

Қазіргі уақыттағы ғылым саласының басты бағыттарының бірі – адам қызметінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласындағы зерттеулер болып табылады. Ғалымдар мен мамандардың еңбектері қазіргі күннің өзінде өз жемістерін алып келуде. Бүгінгі күні келесі мәселелерді шешуге:

- еңбек қауіпсіздігі;

- тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі;
- радиациялық сәулелену;
- өрт қауіпсіздігі;
- жарылыс қауіпсіздігі;
- ақпараттық алаң қауіпсіздігіне аса көп көңіл аударылады.

Жұмыс орындарындағы еңбек және тіршілік әрекетінің қауіпсіздігін қамтамасыздандыруды

ұйымдастыру барысында «кешенді қауіпсіздік» терминін қолдану кеңеюде. Ол түрлі қауіптіліктер мен зияндылықтардың біріккен әсер ету шарттарында, түрлі нысандар мен өнеркәсіптік және шаруашылық қызметтердің қауіпсіздігін түсіну үшін қолданылады.

Тіршілік әрекеті қауіпсіздігіне қатысты сұрақтарды қарастыру кезінде осы анықтамаға түсінік беру адамдардың қызмет етулерінің түрлі салаларында өзгеше болып келеді. Бұл терминологияда, мәселелерді қоюда белгілі түсініспеушіліктер тудырады, және де, соңында нысандардың қауіпсіздік деңгейін арттыруға көмегін тигізбейді.

Әсіресе, бұл қауіпсіздігі міндетті түрде қамтамасыз етілуі қажет нысан жайлы сөз қозғалған кезде байқалады. Зиянды және қауіпті әсер етуші көздер немесе қауіпсіздікті қамтамасыз ету қажет нысанның өзін мысал ретінде қарастыруға болады. Бір жағдайларда қауіпсіздік нысаны болып толық өндіруші сала алынады, басқа жағдайларда нысан болып белгілі бір ғимарат қана қарастырылады. Толық салаларға құрылыс, машинажасау, түсті немесе қара металлдарды өндіру, атом энергетикасы, химиялық өндіріс, жеке өндіріс сияқтыларды жатқызамыз. Ал белгілі бір ғимараттарға тұрғын үй, өндірістік ғимараттар, қоғамдық ғимараттар, сондай-ақ белгілі физикалық көріністерді жатқызуға болады. Бұл мысалдар тізімі өзгеріп, толықтырылуы мүмкін.

Материалдар мен әдістер

Бұл мақалада еңбек қауіпсіздігі мен тіршілік қауіпсіздігін ұйымдастыру бағытындағы жаңа, заманға сай бағыттарға байланысты «кешенді қауіпсіздік» терминінің ғылыми-техникалық түсінігіне келесідей анықтамалар беруге болады:

- «Кешенді қауіпсіздік» – түрлі қауіптіліктердің біріккен әсерлері кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету;

- «Кешенді қауіпсіздік жүйесі» – түрлі қауіптіліктердің түрлеріне байланысты тәуекелдерді азайтатын қауіпсіздіктің бірнеше функцияларын бір уақытта атқаратын жүйені айтамыз;

- «Қауіпсіздікті кешенді қамтамасыз ету» – инженерлі-техникалық жүйелер, құралдар және рұқсат етілмеген әрекеттерді тоқтатуға, төтенше жағдайлар кезінде адамдар қауіпсіздігін қамтамасыз етуге тартылған персоналдың жобалық шешімдерде іске асқан өзара келісілген әрекеттесулері.

Кешенді қауіпсіздік терминінің жоғарыда көрсетілген анықтамалары жалпылама кез келген нысан не болмаса ұйым, қызмет түрлеріне тұжырымдамалатыны анық.

Кешенді қауіпсіздік бойынша сұрақтарды шешудегі бірегей бір орынды бұрыннан зерттелмеген орындарды барлау, функционалдық тағайындалуы бойынша нысандар және өте қауіпті өндірістерді қамтитын нысандар құрылысы алып жатыр.

Жалпы алғанда, құрылыс саласы адамдар

өмірінің жасанды ортасын жасауға, адамдардың өндірістік қызмет сапасына зор әсер тигізеді. Кез келген құрылысты салу қоршаған орта жағдайына сай шешімдерді қабылдау негізінде жүзеге асады. Енді салынған кез келген нысан өздігінен күрделі техногендік жүйе болып келеді, ол белгілі жағдайда өрт-жарылыс пен сыртқы ортаға зиянды және (немесе) қауіпті әсер көзіне айналады.

Ғимараттар мен имараттар, негізінен, табиғи және техногенді апаттар мен катастрофалар орын алған жағдайда, нысанның қоршаған ортаға әсер ету деңгейін анықтайтын күрделі өндірістік технология қабықшасы ретінде қарастырылады. Құрылыс тәжірибесі мен ғылымында, бүгінгі таңда, энергетикалық және ресурстық үнемдеу, сапа мен сенімділікті көтеру және кешенді қауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселелері басты орынды алып тұр.

Кешенді қауіпсіздік түсінігі бойынша қоршаған ортаның қауіпті және зиянды факторларының нысан өзіне әсер етуі зор. Сондай қоршаған орта факторлары қатарына келесілерді атап өтуге болады:

- *қауіпті табиғи процесстер мен көріністер*, оларға: су басу, сел, дауыл, жер сілкінісі, топырақ эрозиясы, қар көшкіні және тағы да басқа ғимараттарға кері әсерін тигізуі мүмкін табиғи процесстер;

- *техногенді апаттар*, оларға: ғимараттар мен көлік құралдарында болған апаттар салдары, өрт-жарылыстардың салдары, түрлі энергия шығарындылар мен жақын аумақтағы құрылыс қызметінің салдары;

- *өнеркәсіптік қауіптілік*, оған: қауіпті өндірістік нысандарда пайда болуы ықтимал апаттар мен олардың мүмкін салдары;

- *өрт-жарылыс қауіптілігіне* олардың пайда болу мүмкіндігі мен таралу ықтималдығы, салдарында ауаға бөлінетін қауіпті және зиянды факторлардың әсер етуі, салдарында күтілетін залалдың, қираудың шамамен сипатталатын нысанның жай-күйі жатады;

- *биологиялық және химиялық қауіптілік* – адам денсаулығы мен өміріне, ауыл шаруашылығына, өсімдіктер мен жануарларға қауіп төндіруі мүмкін заттардың бөлінуі;

- *радиациялық қауіптілік*, ол қоршаған атмосфералық ауаның зиянды заттармен ластанып, тірі ағзаларға белгілі бір мөлшерде зиян келтіру мүмкіндігі;

- *апаттар мен катастрофалар* – белгілі бір аймақта немесе нысанда болатын қоршаған ортаға, адам денсаулығы мен өміріне, құрал-жабдықтарға, көлік құралдарына кері әсерін тигізетін, адам шығынына алып келуі мүмкін қауіпті техногендік оқиғалар;

- *механикалық қауіптілік* – құрылыс болып жатқан нысанның немесе дайын ғимараттың бір бөлігінің бұзылуы нәтижесінде адам денсаулығы мен өміріне, сонымен қатар мүлкіне, мемлекеттік мүлікке, өсімдіктер мен жануарларға, жалпы қор-

шаған ортаға төнетін қауіптілік;

Осы қарастырылған факторларды есепке ала отырып, кешенді қауіпсіздікті қоршаған табиғи орта сапасы көрсеткішінің бірі деп санауға болады. Кешенді қауіпсіздік құрылымдылық, жүйелілік, ұйымшылдық сияқты түсініктермен теңестірілу керек. Сонымен, нақты, құрылыс саласына сай кешенді қауіпсіздік түсінігін келесідей 3 сатыға бөліп қарастырамыз:

- құрылыстың кешенді қауіпсіздігі;
- құрылыс нысанының кешенді қауіпсіздігі;
- ғимараттардың кешенді қауіпсіздігі.

Құрылыстың кешенді қауіпсіздігі – адамдардың жайлы және қауіпсіз тіршілік ортасын қалыптастыратын құрылыс қызметін ұйымдастыруды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, салынып жатқан құрылыс нысандарының көбі бекітілген «жасыл стандарттарға» сәйкес келетіндей қоршаған ортаға өз әсерлерін тигізеді. Осы жағдайда біз табиғатты қорғайтын, нақты айтсақ табиғатты сақтайтын құрылыс, яғни салынып жатқан нысан аумағының қоршаған ортасы қауіпсіздігін қамтамасыз ететін құрылыс жайлы айта аламыз. Бірақ, екінші жағынан, қауіпсіздік ұғымы толықтай кешенді болу үшін адамға әсер етуінің түрлі факторлары және көрсеткіштерімен айқындалатын қауіпсіздік стандарттарын нысан ішінде орналастыру міндетті болып табылады. Құрылыстың кешенді қауіпсіздігін нақты осылай түсіну кезінде ғана қазіргі таңдағы құрылыс саласына қойылатын талаптарға сай келеді, яғни:

- қауіпсіздік;
- жүйелілік және икемділік;
- энерго- және ресурстық үнемдеу;
- сапа және тиімділік.

Құрылыстың кешенді қауіпсіздігі аумақтың, аймақтың, мемлекеттің, тіпті, континенттің жаһандық қауіпсіздік жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылады. Кез келген құрылыс жүргізу барысында болған қателіктер төтенше жағдай туындауына және аумақ пен аймаққа кері әсерін тигізетін көптеген мысалдар келтіруге болады.

Құрылыс саласының кешенді қауіпсіздігін орнату үшін құрылыс нысанына қоршаған орта тарапынан, құрылыс нысандарын салудың және пайдаланудың бастапқы сатыларында ескеру қиын немесе тіпті мүмкін емес, әсер ету сұрақтары маңызды рөл алады. Қоршаған орта тарапынан әсер ету факторларына, біріншіден, табиғи төтенше жағдайлар, кейін, өндірісте болуы мүмкін техногенді апаттар, және де адами фактор жатуы мүмкін. Мұндай жағдайларда нысандарда нысанның толық немесе ішінара бұзылуына әкеліп соғатын сындарлы, жобадан тыс жүктемелер мен әсерлер әрекет етеді. Бұл жерде кешенді қауіпсіздік тұжырымдамасы түсінігін толықтыратын тәуекелдер, абсолютті және салыстырмалы қауіпсіздік сияқты ұғымдарды енгізу қажет.

Осылайша, «Құрылыстың кешенді қауіпсіздігі» – адамдардың оңтайлы тіршілік ортасын орнатуға, құрылыс саласының қоршаған ортаға әсерін

төмендетуге, табиғи және техногенді төтенше жағдайлардың салдарын жоюға бағытталған тәуекелдерді есептеуге көзделген қауіпсіздік талаптарын орнататын құрылыс қызметін ұйымдастырудың нысандары мен әдіс-тәсілдерінің жүйелі жиынтығы.

Құрылыс нысанының кешенді қауіпсіздігі келесі жағдайларға:

- құрылыс болып жатқан аумақ;
- құрылыс учаскесі;
- құрылыс аумағындағы еңбек жағдайлары;
- жобалау-конструкторлық шешімдер;
- ұйымдастыру-технологиялық шешімдер;
- басқарушылық шешімдер сапасына тікелей

байланысты.

Яғни, құрылыс нысанының кешенді қауіпсіздігін қамтамасыз ету негізі құрылысты жобалау, сәулет-жоспарлау, конструкторлық, технологиялық және инженерлік шешім қабылдау кезінде қаланады. Бұл жерде қауіпсіздіктің бекітілген нормалар және ережелермен анықталатын талаптары негізге алынады. Дәл осы қауіпсіздік деңгейінде оның күрделілігі қамтамасыз етіледі.

Бұл жерде техникалық реттеу жүйесінің маңыздылығын, тереңдігін және негізділігін атап өту қажет. Осы талдауды жасаудың мақсаттарына байланысты Қазақстан Республикасының заңнамасына сай бекітілген адам және еңбек қауіпсіздігін қамтамасыздандырудың түрлеріне байланысты негізгі анықтамаларды іріктеу жүргізілген.

Техникалық реттеуді қайта қарастыруға сай, нормативтік-құқықтық құжаттардың өзгертілген түрі ретінде, «Техникалық регламенттер» аталатын құжаттар зиянды және қауіпті әсерлерден қорғанды қамтамасыз ететін, ең аз қажетті талаптарды қамтуы тиіс. Келесі тізімде зиянды және қауіпті әсерлерден қорғанды қамтамасыз ететін міндетті талаптарды орнату барысында қолданылатын ұғымдарға арналған терминдер көрсетілген:

- радиациялық қауіпсіздік;
- өрт-жарылыс қауіпсіздігі;
- механикалық қауіпсіздік;
- химиялық-биологиялық қауіпсіздік;
- өнеркәсіптік қауіпсіздік;
- термиялық қауіпсіздік;
- электр қауіпсіздігі;
- электромагниттік үйлесімділік;
- ядролық қауіпсіздік.

Шешімдер мен талқылау

Құрылыс нысанының кешенді қауіпсіздігі мәселесін шеше отырып, нысанның өмірлік циклі ұғымын енгізу қажет, өйткені кешенділік ұғымы нысанның барлық кезеңдерін, яғни оны жобалау, салу, эксплуатациялау, қайта жөндеу және жою кезеңдері арасындағы байланыстарды есепке алуға қажет етеді.

Нысанның «қауіпсіздік әлеуеті» нысанды жобалау кезеңінде жасалынады. Бұл жаңа ұғым нысанның моральды және физикалық ресурсын жұмсау және нысанның қызмет ету ұзақтығы жай-

лы толық түсінік береді. Бұл ресурстың төмендеуі уақыт өте байқалады және оны қалыпты сақтау, сәйкесінше қауіпсіздік әлеуетін сақтау үшін белгілі шаралар қажет.

Ресурс ұғымы нысанды пайдалануға берілген уақыттан немесе нысанды жөндеу жұмыстарынан бастап, нысан шекті жағдайына көшкен уақытқа дейін созылатын жиынтық жұмысы ретінде түсіндіріледі. Осы жерде, шекті жағдай – нысанды одан әрі пайдалану орынсыз немесе оның жай-күйін қалпына келтіру мүмкін емес, не болмаса нысанды әрі қарай пайдалануға жол берілмейтін жағдай. Сонымен, ресурс нысанның барлық бар болу уақытындағы техникалық жай-күйін білдіреді немесе уақыт өте қарастырылған нысанның сенімділік көрсеткіштерінің бірі болып табылады.

Осылайша, «құрылыс нысанының кешенді қауіпсіздігі» ұғымын келесідей тұжырымдауға болады: қоршаған орта және адам денсаулығына теріс әсерді азайту мақсатында техникалық регламенттерде бекітілген ережелерге сәйкестендірілген қауіпсіздік әлеуеті мен оны барлық өмірлік цикл деңгейлерінде қолдау нысанның жобалық ресурсын жасауды қамтамасыз ететін жобалық, ұйымдастыру-технологиялық, басқарушылық шешімдердің жиынтығы.

Қорытынды

Белгілі бір ғимараттың немесе құрылыс нысанының кешенді қауіпсіздігі жайлы айтқан кез-

де, біріншіден, жалпы ғимарат ұғымының сан түрлілігі туралы ескеруді ұмытпаған жөн. Яғни, ғимарат сөзінің өзінде екі мүлдем басқа тұжырымдамалары бар, мысал ретінде, ғимарат деп қала сыртындағы үйді және қала ортасындағы супермаркетті де айтуға болады. Немесе құрылыс нысанының екі полярлық тұжырымдамасы: ашық автотұрақ және атом электр станциясының бас корпусы.

Ғимараттың кешенді қауіпсіздігі туралы пікірталасты жеңілдету үшін биік ғимарат сияқты нысанды қарастырумен шектелейік, себебі, мысалы, жылу электр станциялары, атом электр станциялары, газ станциялары және тағы сол сияқты ғимараттардың кешенді қауіпсіздігін ұйымдастыру мүлдем басқа іс-шаралар кешенін қажет етеді.

Жалпы, «кешенді қауіпсіздік» ұғымының анықтамасын түрлі еңбек қауіпсіздігі талаптарын қамтамасыз ету міндетімен бірге электрлік, электрондық, бағдарламаланытын электр жүйелері функцияларымен анықталады. Бұл анықтамада «кешенді қауіпсіздік жүйесі» кестеде көрсетілген бірқатар ішкі жүйелер ретінде қарастырылады.

Жоғарыда келтірілген ішкі жүйелер келесілерді қамтамасыз етулері тиіс:

- жобалық жүктемелер жағдайында ғимараттың тірек конструкцияларының беріктігін;
- нысанға ерекше әсер ету (динамика, сейсмика, жарылыс, өрт) жағдайында ғимараттың тірек конструкцияларының беріктігін;

Бірқатар ішкі жүйелер	
№	Жүйе түрі
1	Ғимараттың (үймереттің) тірек конструкцияларының жай-күйін мониторингтеу жүйесі
2	Инженерлік жабдықтардың жай-күйін мониторингтеу жүйесі
3	Өрт дабылы жүйесі
4	Өтр сөндіру жүйесі
5	Түтіннен арылу жүйесі
6	Дабыл беру жүйесі
7	Құтқару бөлмелерінің жүйесі
8	Өрт лифтілері мен көтергіштерінің жүйесі
9	Кіруді бақылау және басқару жүйесі
10	Күзет-дабыл дабыл беру жүйесі
11	Периметр күзетінің жүйесі
12	Телебақылау жүйесі
13	Күзетші жарықтандыру жүйесі
14	Адамдарды эвакуациялауды басқару жүйесі
15	Апатты жарықтандыру жүйесі
16	Физикалық қорғау жүйесі
17	Сыртқы мониторинг жүйесі
18	Төтенше жағдайларды хабарлау жүйесі
19	Шұғыл байланыс жүйесі
20	Басқа жүйелер

- ғимараттың өмірлік циклі барысында жобалық және бақыланылатын пайдаланылуын;
- құрылыс материалдарының, конструкцияларының және ғимараттың инженерлік жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін;
- өрт қауіпсіздігін;
- жарылыс қауіпсіздігін;
- адамдарды құтқару және эвакуациялауды ұйымдастыруды;

- ғимараттың тірек конструкцияларының және конструктивтік элементтерінің техникалық жағдайын мониторингтеуді.

Осылайша, «ғимараттың кешенді қауіпсіздігі» түсінігін келесідей тұжырымдауға болады: ғимараттың өмірлік маңызды жүйелері мен ондағы адамдар теріс сыртқы және ішкі әсерлерден, оның ішінде комбинацияның біріктірілген нұсқасынан қорғалу жағдайы.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Техникалық реттеу туралы» Қазақстан Республикасының Заңы, № 396-VI ҚРЗ, 2020 ж. 30 желтоқсан.
2. «Еңбекті қорғау» Байкенжеева А.С., Дюсембин Е.А., Курманова Ш.К. ҚазАТК-2016. 157 с.
3. СП РК 1.03-106-2012 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве».
4. Сборник материалов международного форума по качеству. 2010.
5. Родионов Б.Н. Нанотехнологии и комплексная безопасность // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – № 5. – 2009. – С. 60-63.
6. «Қауіпті өндірістік объектілердегі өнеркәсіптік қауіпсіздік туралы» 2002 жылғы 3 сәуірдегі Қазақстан Республикасының Заңы.

Анализ понятия комплексной безопасности строительства

¹**ИРАНГАИП Сания Рустамқызы, магистр, ассистент, s.s.r.96_96@mail.ru,*

¹*МЕДЕУБАЕВ Нурмухамбет Алмагамбетович, к.т.н., доцент, nurken1960@mail.ru,*

¹*КАКЕНОВА Меруерт Жамбуловна, магистр, старший преподаватель, meruertkakenova@mail.ru,*

¹*НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,*

**автор-корреспондент.*

Аннотация. Обеспечение безопасности жизнедеятельности и производственной деятельности человека является актуальной задачей современного цивилизованного общества. Роль строительной отрасли в обеспечении безопасности и жизнедеятельности людей огромна, так как многие строительные процессы оказывают влияние на природные факторы. Подход к оценке безопасности строительства должен быть комплексным, системным, взаимосвязанным с окружающей природной средой и инфраструктурой. В статье рассмотрены новые принципы в области безопасности. Описаны особенности безопасности строительных объектов при комбинированных особых воздействиях. Предлагается определение понятия «комплексная безопасность строительства», дается деление на уровни комплексной безопасности строительства и понятийный аппарат для развития научных исследований в области безопасности.

Ключевые слова: строительство, объект, человеческий фактор, техническое регулирование, комплексная безопасность, система, физическое и юридическое лицо, биологическая безопасность, пожарная безопасность, техногенная опасность, зеленый стандарт.

Analysis of the Concept of Complex Construction Safety

¹**IRANGAIP Saniya, Master, Assistant, s.s.r.96_96@mail.ru,*

¹*MEDEUBAEV Nurmukhambet, Cand. of Tech. Sci., Docent, nurken1960@mail.ru,*

¹*KAKENOVA Meruert, Master, Senior Lecturer, meruertkakenova@mail.ru,*

¹*NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,*

**corresponding author.*

Abstract. Ensuring the safety of human life and industrial activity is an urgent task of modern civilized society. The role of the construction industry in ensuring the safety and life of people is huge, as many construction processes have an impact on natural factors. The approach to assessing the safety of construction should be comprehensive, systematic, interconnected with the natural environment and infrastructure. The article discusses new principles in the field of security. The safety features of construction objects under combined special effects are described. The definition of the concept of «Complex construction safety» is proposed, the division into levels of complex construction safety is given and the conceptual apparatus for the development of scientific research in the field of safety is given.

Keywords: *construction, facility, human factor, technical regulation, integrated safety, system, physical and legal entity, biosafety, fire safety, man-made hazard, green standard.*

REFERENCES

1. «Tehnikalyq retteu turaly» Qazaqstan Respublikasynyn Zany, no. 396-VI QRZ, 2020 zh. 30 zheltoqsan.
2. «Enbekti qorgau» Bajkenzheeva A.S., Dyusembin E.A., Kurmanova Sh.K. QazATK-2016. 157 p.
3. SP RK 1.03-106-2012 «Ohrana truda i tekhnika bezopasnosti v stroitel'stve».
4. Sbornik materialov mezhdunarodnogo foruma po kachestvu. 2010.
5. Rodionov B.N. Nanotekhnologii i kompleksnaya bezopasnost' // Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. – No. 5. – 2009. – Pp. 60-63.
6. «Qauipti ondiristik ob'ektilerdegi Өnerkasiptik qauipsizdik turaly» 2002 zhylgy 3 sauirdegi Qazaqstan Respublikasynyn Zany.

Факторы успешного внедрения OHSAS 18001

¹*БАЙГЕНЖИНОВ Кадырбек Асланбекович, магистр, главный эксперт, baigenzhinov@inbox.ru,

²БРУНО Фабиано, PhD, профессор, brown@unige.it,

¹КАЗБЕКОВА Диана Боранбаевна, докторант, старший научный сотрудник, kazbekova.d@rniiot.kz,

¹ЕНСЕБАЕВА Анель Рахметжановна, к.ю.н., ведущий научный сотрудник, nel1212kz@gmail.com,

¹САРЫБАЕВА Инара Ельшатовна, докторант, научный сотрудник, inarasaribaeva@mail.ru,

¹Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда, Казахстан, Астана, ул. Кравцова, 18,

²Университет Генуи, Италия, Генуя, площадь Пьяцца делла Нунциата, 6,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В настоящем исследовании был проведен тщательный анализ, касающийся OHSAS-18001 и систем охраны здоровья, безопасности и окружающей среды (HSE), с целью определения основных факторов, влияющих на внедрение OHSAS 18001. Результаты показывают, что факторы, подталкивающие компании к сертификации, имеют положительную корреляцию с факторами успеха, необходимыми для внедрения стандарта OHSAS-18001. Это означает, что факторы принятия решений имеют основополагающее значение для успешного внедрения и улучшения компании. Кроме того, факторы принятия решений также оказывают сильное влияние на совершенствование предприятия. Однако значительный рост бюрократии, нехватка специализированного персонала и высокие затраты на сертификацию были определены как основные факторы неудачи в неудачном внедрении BS OHSAS 18001. Это исследование также подчеркивает заинтересованность компаний в снижении своей социальной ответственности за счет внедрения стандарта OHSAS 18001.

Ключевые слова: OHSAS 18001, охрана труда, системы охраны здоровья, безопасности и окружающей среды, подтверждающий факторный анализ (CFA), сертификация, стандарты, факторы внедрения, предприятия, гипотеза.

Введение. В последнее десятилетие академическая литература сосредоточилась на здоровье и безопасности на рабочем месте, что стало основной темой со стратегической точки зрения. В последние годы наличие системы охраны здоровья, безопасности и окружающей среды (HSE), такой как BS OHSAS 18001, стало необходимым условием сохранения конкурентоспособности на текущий момент. Технологические инновации играют фундаментальную роль в сокращении несчастных случаев на производстве, но они должны поддерживаться постоянным обучением сотрудников для создания и поддержания безопасной рабочей среды [1]. Внедрение и сертификация систем OHSAS 18001 были важным мероприятием для многих организаций и стали широко распространенным явлением во всем мире [2]. Серия оценок безопасности и гигиены труда 18001 (OHSAS 18001) была разработана международными органами по сертификации на основе британского стандарта 8800 (BS 8800). OHSAS 18001 был впервые опубликован в 1999 году в соответствии со стандартами системы менеджмента качества (ISO 9001) и охраны окружающей среды (ISO 14001), чтобы облегчить интеграцию трех систем

и в ответ на широко распространенный спрос на общепризнанный стандарт для сертификации и оценки [3]. Стандарт OHSAS 18001 предоставляет организациям основу для внедрения надлежащего и эффективного управления охраной труда и техникой безопасности на рабочем месте. По сути, этот стандарт направлен на поддержку и помощь в контроле управления факторами риска и поощрении хороших условий труда. Это также может повлиять на конечные результаты компании, имидж компании и может улучшить восприятие сотрудниками рабочей среды и привести к высокой вероятности найма. Многие факторы влияют на успешное внедрение стандарта OHSAS 18001. В одном из первых исследований климата безопасности, обнаружено, что приверженность руководства безопасности является основным фактором, влияющим на успех программы безопасности организации [4]. Для осуществления изменений и улучшений, связанных с безопасностью и здоровьем на рабочем месте, необходимо активное участие всей корпоративной структуры. Однако для того, чтобы сотрудники могли быть активными участниками программы безопасности, они должны пройти обучение по охране труда,

которое дает им знания, возможности и навыки, необходимые для безопасного выполнения своих задач.

В этом контексте основной целью данной работы является исследование того, какие переменные влияют на успешное внедрение OHSAS 18001. Во многих исследованиях основное внимание уделяется многим переменным, которые могут быть связаны с четырьмя факторами:

- *Факторы принятия решений*: внутренние и внешние факторы принятия решений, побуждающие компании проводить сертификацию;

- *Факторы успеха*: факторы, имеющие основополагающее значение для успешного внедрения BS OHSAS 18001;

- *Факторы отказа*: факторы, которые вызывают задержку или неправильное внедрение BS OHSAS 18001;

- *Улучшение предприятия*: факторы улучшения, достигнутые компаниями, внедрившими BS OHSAS 18001.

Материалы и методы исследования. Первый этап исследования заключался в определении теоретической основы. С этой целью был проведен систематический обзор, чтобы понять основные факторы, которые влияют на внедрение OHSAS 18001 и которые были задокументированы в доступной научной и практической литературе. В отличие от традиционного описательного обзора литературы, систематический обзор уменьшает предвзятость исследователя в отношении включения или исключения исследований и четко сообщает, как был выполнен обзор, обеспечивая высокий уровень прозрачности [5].

Систематический поиск литературы проводился в соответствующих базах данных литературы, включая Emerald, Metapress, Science Direct, Scopus и Web of Science, с использованием ключевых слов. Впоследствии различные фильтры помогли определить и выбрать существенно релевантные исследования, составляющие основной набор статей для синтеза и анализа данных. Фильтры были определены следующим образом:

- Обеспечьте существенную релевантность, определяемую как адекватность статей в отношении и фиксации изучаемого явления [6], требуя, чтобы они содержали поиск по ключевым словам в их заголовке, аннотации или ключевых словах;

- Рассматривайте только статьи на английском языке.

- Остальные тезисы должны быть прочитаны для существенной релевантности.

- Остальные полные статьи должны быть прочитаны для существенной релевантности.

В этих поисках не было установлено никаких ограничений по времени или типу публикации. Благодаря применению первых двух фильтров на этапе поиска по ключевым словам было выявлено 154 статьи, из которых 53 были определены как релевантные для данного обзора литературы.

Обзорная дискуссия. В литературе есть мно-

го исследований о переменных, влияющих на внедрение, показаны все наблюдаемые переменные, найденные в литературе, и их источники. Анализ этих статей позволил нам классифицировать эти переменные по четырем основным факторам *Факторы принятия решений, Факторы успеха, Факторы неудачи, Факторы улучшения предприятия.*

Решающие факторы (Факторы принятия решений). В следующем абзаце представлен обзор литературы по переменным, которые можно классифицировать как внутренние и внешние *решающие факторы*, которые могут побудить компанию принять сертификацию.

В последнее время управление системами охраны здоровья, безопасности и окружающей среды (HSE) стало ключевым вопросом в большинстве европейских стран, где законодательство по этому вопросу чрезвычайно требовательно к промышленным компаниям [7]. В частности, национальные (государственные) институты по предотвращению несчастных случаев или охране труда предоставляют ежегодные страховые взносы компаниям, которые могут доказать, что они внедрили улучшения, связанные с охраной труда и техникой безопасности, для предотвращения несчастных случаев и улучшения условий труда.

Многие исследователи подчеркивают, что сертификация систем управления качеством, охраной окружающей среды и охраной труда и техникой безопасности рассматривается как символ успеха и необходимое условие выживания на современном рынке [8]. Таким образом, второй переменной, классифицируемой как решающий фактор, который может повлиять на внедрение системой управления безопасностью на предприятии, может быть желание следовать международным тенденциям.

Сертификация OHSAS 18001 не является обязательной по закону, но остается на усмотрение компании. В этом контексте сертификация помогает компаниям идти в ногу со временем и соблюдать действующие законы и законодательство страны [9]. Даже если важные изменения в системе управления приводят ко многим трудностям, связанным с обучением и изменениями в организационных методах и культуре компании, обучение сотрудников помогает создавать и поддерживать безопасную рабочую среду [10]. Рабочие более защищены от несчастных случаев, болезней или дискомфорта на рабочем месте, повышается эффективность рабочих процессов. Кроме того, обучение улучшает восприятие сотрудниками рабочей среды и повышает привлекательность найма. Таким образом, в свете того, что уже обсуждалось, повышение осведомленности персонала в вопросах здоровья, безопасности и окружающей среды является решающим фактором, который может повлиять на решение компании о проведении сертификации. Фактически применение систем управления безопасностью продемонстрирует, что компания ориентирована на

безопасность в отношении сохранения целостности, безопасности и здоровья своих сотрудников самым ответственным образом. Благодаря этому стандарту компания достигает более высокого уровня производительности, повышает мотивацию сотрудников и укрепляет свой корпоративный имидж.

Соблюдение действующих законов и законодательства улучшает внутренний и внешний имидж компании, и поэтому оно считается одним из решающих факторов [11, 12, 13].

Таким образом, добровольное внедрение системы управления охраной труда и промышленной безопасностью, такой как OHSAS 18001, может позволить компаниям снизить свои финансовые риски и, следовательно, может рассматриваться как важный фактор принятия решений.

OHSAS 18001 обеспечивает структурированный подход, который разъясняет конкретные роли и обязанности. Таким образом, снижение ответственности компании является решающим фактором, который может повлиять на выбор компании для принятия сертификации.

Факторы успеха. Другие исследования сосредоточили свое внимание на *факторах успеха*, то есть на всех тех факторах, которые считаются основополагающими для успешного внедрения стандарта BS OHSAS 18001.

Сертификаты OHSAS 18001 должны выдаваться и контролироваться (проверяться) внешними органами. На самом деле они могут повысить качество внутренней системы управления охраной труда и техникой безопасности, а также обеспечить как соблюдение требований, так и постоянную направленность на улучшение рабочей среды [14]. Аудиты должны не только проверять соответствие стандарту, но и давать рекомендации, чтобы фирма могла улучшить свои ресурсы, процессы и системы, и поэтому их можно рассматривать как инструменты для контроля профессионального риска, тем самым помогая фирме улучшить свой корпоративный риск, управление через философию непрерывного совершенствования [15].

Эта философия, известная как Plan-Do-Check-Act [16, 17], на самом деле является общим знаменателем всей Системы управления. Поэтому сертифицированный внешним органом подход PDCA (планируй – делай – проверяй – действуй) рассматривался как фундаментальный фактор для успешного внедрения BS OHSAS 18001.

Существует два важных фактора успеха: приверженность руководства и, в частности, информирование о целях сертификации внутри компании [18]. На самом деле многие исследования подчеркивают важность совещаний и конференций внутри компании, поскольку они позволяют менеджерам мотивировать и стимулировать работников к активному подходу к безопасности. Таким образом, факторами успеха мы считали коммуникацию внутри компании и обучение работников.

Более того, наиболее важным фактором успеха внедрения OHSAS являются приверженность и поддержка высшего руководства. Нами признана важность использования мер стимулирования и поощрения признания для успешного внедрения OHSAS 18001, что позволяет выделять третий фактор успеха.

Факторы отказа. Факторы *отказов*, препятствующие внедрению BS OHSAS 18001, также проанализированы.

Результаты исследований в области безопасности показывают, что человеческий фактор играет фундаментальную роль в показателях безопасности организации и показывают, что основной причиной отказа было плохое сотрудничество между персоналом компании, что считается одним из факторов, вызывающих задержку или неправильное внедрение BS OHSAS 18001 [19].

Более того, наблюдаются изменения в культуре компании, рост бюрократии и высокие затраты на сертификацию как основные трудности в получении сертификата системы управления охраной труда и промышленной безопасностью. В свете этих результатов высокая стоимость сертификации рассматривается как наблюдаемая переменная, связанная с фактором отказа.

В настоящее время считается, что человеческий фактор составляет более 80% аварий из-за высокой надежности электронных и механических компонентов и новой роли человека-оператора в сложных системах [20]. Поведение сотрудников имеет решающее значение для предотвращения как материальных, так и личных потерь. Однако небезопасное поведение работников часто является результатом скрытых сбоев в организации и системах управления, которые предрасполагают работников к небезопасным действиям. Поэтому нехватка специализированного персонала считается важным фактором отказа при применении OHSAS 18001.

Факторы улучшения предприятия. В литературе многие авторы выделяют *улучшение предприятия* благодаря применению OHSAS 18001. Основные улучшения, достигнутые компанией и включенные в анкету, представлены ниже.

Внедрение OHSAS 18001 помогает сократить прогулы и улучшить моральный дух сотрудников, повысить производительность и улучшить общение и обучение внутри компании [21].

Следовательно, более активное участие и приверженность сотрудников и управленческой команды приводит к улучшению культуры здоровья и безопасности. Выявлено несколько общих аспектов, касающихся определения позитивной культуры безопасности:

«Набор ценностей, восприятий, взглядов и моделей поведения в отношении безопасности, разделяемых членами организации; а также набор политик, практик и процедур, касающихся снижения подверженности сотрудников профессиональным рискам, внедряемых на всех уровнях»

организации и отражающих высокий уровень заботы и приверженности делу предотвращения несчастных случаев и заболеваний».

Таким образом, улучшение культуры безопасности в компании рассматривается как наблюдаемая переменная, связанная с улучшением предприятия. Внедрение OHSAS 18001 помогает свести к минимуму штрафы и пени, связанные с охраной труда и техникой безопасности, поскольку оказывает положительное влияние на проверку соответствия действующим законам. Более того, благодаря внедрению OHSAS компания улучшит свой корпоративный имидж.

Многие исследования показали, что компании с более низким уровнем несчастных случаев характеризуются хорошей подготовкой сотрудников по технике безопасности. Поэтому усиление контроля над потенциальными рисками и снижение травматизма персонала рассматривается как улучшение предприятия.

Однако несчастные случаи на производстве не только провоцируют потенциальную опасность для работников и населения; они также приносят финансовые потери, наносят ущерб производственному оборудованию и технологиям, репутации фирмы и окружающей среде и, следовательно, негативно сказываются на конкурентоспособности и экономическом потенциале как компаний, так и стран.

Более того, соблюдение правил охраны труда и техники безопасности требует замены старого оборудования, которое способствует загрязнению окружающей среды [22]. Поэтому применение более устойчивой и безопасной стратегии, поддерживаемой OHSAS 18001, считается еще одним усовершенствованием предприятия.

Вывод. После изучения наиболее актуальной литературы по управлению безопасностью было проведено эмпирическое исследование с целью изучения возможных взаимосвязей между четырьмя факторами, указанными в качестве основных: *Факторы принятия решений, Факторы успеха, Факторы неудачи, Факторы улучшения предприятия.*

Решающие факторы могут оказать сильное влияние на успех или неудачу внедрения BS OHSAS 18001. Влияние внедрения систем управления охраной труда и техникой безопасности в производстве печатных плат. Результаты этого опроса показали, что внедрение стандарта BS OHSAS 18001 в этой отрасли было мотивировано внешними требованиями клиентов. На самом деле сертификация рассматривается как символ успеха и как необходимое условие выживания на текущем рынке.

Более того, внедрение OHSAS 18001 в различных отраслях было мотивировано внутренней поддержкой и приверженностью высшего руководства. Большую важность представляет поддержка

менеджеров и использования мер стимулирования и поощрения признания для успешного внедрения OHSAS 18001.

Мы выдвинули гипотезу, что, хотя факторы принятия решений положительно влияют на факторы успеха, они также влияют на факторы неудачи. На самом деле основной причиной провала внедрения стандарта BS OHSAS 18001 является плохое сотрудничество между персоналом компании [23]. Поэтому мы предполагаем, что факторы принятия решений отрицательно влияют на факторы неудачи и положительно влияют на факторы успеха.

1. Факторы принятия решений положительно влияют на факторы успеха.

2. Факторы принятия решений оказывают негативное влияние на факторы отказа.

3. Решающие факторы оказывают положительное влияние на улучшение предприятия.

Гипотезы 4 и 5 были разработаны на основе следующих соображений:

4. Факторы успеха положительно влияют на совершенствование предприятия;

5. Факторы отказа отрицательно сказываются на совершенствовании предприятия.

Преыдушие исследования показали, что существует множество факторов, влияющих на выбор сертификации, и подчеркнули ее важность в различных контекстах.

Заключение. Результаты показывают, что гипотеза о связи между факторами неудач и улучшением предприятия не подтверждается. Не соглашаясь с тем, что усиление бюрократии и высокие затраты на сертификацию не влияют на совершенствование предприятия. Таким образом, добровольная сертификация BS OHSAS 18001 позволяет компаниям достичь двух основных целей:

- Возможность продемонстрировать, что они создали организацию, адекватную предотвращению несчастных случаев на рабочем месте;

- Снижение финансовых и юридических рисков для компании в случае критических аварий, вызванных неадекватным поведением работников.

В заключение, это исследование предоставляет интересную информацию для исследователей и практиков, поскольку определяет основные факторы, способствующие успешному внедрению стандарта BS OHSAS 18001, и основные проблемы, с которыми могут столкнуться специалисты-практики при его внедрении. Кроме того, это иллюстрирует улучшение показателей безопасности и конкурентоспособности компаний. Будущие разработки будут сосредоточены на факторах отказов в попытке уменьшить и устранить их, чтобы побудить даже малые предприятия принять сертификацию и рассматривать BS OHSAS 18001 как способ добиться общего улучшения, а не рассматривать его только как дополнительные расходы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica, G. Mazzuto Analysis of injury events with fuzzy cognitive maps J. Loss Prev. Process Ind., me 25 (4) (2012), pp. 677-685. July 2012.
2. A. Zutshi, A.S. Sohal Integrated management systems: the experiences of three Australian organizations J. Manuf. Technol. Manag., 16 (2005), pp. 211-232.
3. H. Suarez-Garcia Quality, safety and environmental system integration Occup. Health Saf., 70 (2001), p. 56.
4. B. Fernández-Muñiz, J.M. Montes-Peón, C.J. Vázquez-Ordás Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: antecedents and consequences of safety behavior Accid. Analysis Prev., 45 (2012), pp.
5. D. Denyer, A. Neely Introduction to special issue: innovation and productivity performance in the UK Int. J. Manag. Rev., 5/6 (2004), pp. 131-135.
6. D. Brinberg, J.E. McGrath Validity and the Research Process Sage Publications, Beverly Hills (1985).
7. A. Persona, D. Battini, M. Faccio, M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica Classification of occupational injury cases using the regression tree approach. International Journal of Reliability Qual. Saf. Eng., 13 (2) (2006), pp. 171-191. April 2006.
8. A. Zutshi, A.S. Sohal Integrated management systems: the experiences of three Australian organizations J. Manuf. Technol. Manag., 16 (2005), pp. 200-210.
9. M.N. Vinodkumar, M. Bhasi A study on the impact of management system certification on safety management Saf. Sci., 49 (2011), pp. 498-507.
10. G. Santos, S. Barros, F. Mendes, N. Lopes The main benefits associated with health and safety management systems certification in Portuguese small and medium enterprises post quality management system certification Saf. Sci., 51 (1) (January 2013), pp. 29-36.
11. C. Chen, G. Wu, K. Chuang, C. Ma A comparative analysis of the factors affecting the implementation of occupational health and safety management systems in the printed circuit board industry in Taiwan J. Loss Prev. Process Ind., 22 (2) (2009), pp. 210-215.
12. N.J. Duijm, C. Fiévez, M. Gerbec, H. Hauptmanns, M. Konstantinidou Management of health, safety and environment in process industry Saf. Sci., 46 (2008), pp. 908-920.
13. C.J. Bamber, J.M. Sharp, M.T. Hides Developing management system towards integrated manufacturing: a case study perspective Integr. Manuf. Syst., 11 (7) (2000), pp. 454-461.
14. P. Hohnen, P. Hasle Making work environment auditable – a «critical case» study of certified occupational health and safety management systems in Denmark Saf. Sci., 49 (2011), pp. 1022-1029.
15. B. Fernández-Muñiz, J.M. Montes-Peón, C.J. Vázquez-Ordás Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: analysis of perceptions and attitudes of certified firms J. Clean. Prod., 24 (2012), pp. 36-47. March 2012.
16. C. Chen, G. Wu, K. Chuang, C. Ma A comparative analysis of the factors affecting the implementation of occupational health and safety management systems in the printed circuit board industry in Taiwan J. Loss Prev. Process Ind., 22 (2) (2009), pp. 210-215.
17. A. Labodová Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach J. Clean. Prod., 12 (2004), pp. 571-580.
18. B. Fernández-Muñiz, J.M. Montes-Peón, C.J. Vázquez-Ordás Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: antecedents and consequences of safety behavior Accid. Analysis Prev., 45 (2012), pp. 745-758. March 2012.
19. D. Attwood, F. Khan, B. Veitch Occupational accident models – where have we been and where are we going? J. Loss Prev. Process Ind., 19 (2006), pp. 664-682.
20. Z.S. Nivolianitou, V.N. Leopoulus, M. Konstantinidou Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous systems J. Loss Prev. Process Ind., 17 (2004), pp. 467-475.
21. G. Santos, S. Barros, F. Mendes, N. Lopes The main benefits associated with health and safety management systems certification in Portuguese small and medium enterprises post quality management system certification Saf. Sci., 51 (1) (January 2013).
22. K.A. Babakri, R.A. Bennett, M. Franchetti Critical Factors for Implementing ISO 14001 standard in United States industrial companies Journal Clean. Prod., 11 (7) (2003), pp. 749-752.
23. G. Hughes, M. Kornowa-Weichel Whose fault is it anyway? A practical illustration of human Factors in process safety J. Hazard. Mater., 115 (2004), pp. 127-132.

OHSAS 18001 енгізу үшін сәттілік факторлары

¹**БАЙГЕНЖИНОВ Кадырбек Асланбекұлы**, магистр, бас сарапшысы, baigenzhinov@inbox.ru,

²**БРУНО Фабиано**, PhD, профессор, brown@unige.it,

¹**КАЗБЕКОВА Диана Боранбаевна**, докторант, аға ғылыми қызметкер, kazbekova.d@rniit.kz,

¹**ЕҢСЕБАЕВА Анель Рахметжановна**, з.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкер, nel1212kz@gmail.com,

¹**САРЫБАЕВА Инара Елшатовна**, докторант, ғылыми қызметкер, inarasaribaeva@mail.ru,

¹Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Астана, Кравцова көшесі, 18,

²Генуя университеті, Италия, Генуя, Пьяцца делла Нунциата алаңы, 6,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Бұл зерттеуде OHSAS 18001 енгізуге әсер ететін негізгі факторларды анықтау мақсатында OHSAS-18001 және денсаулық, қауіпсіздік және қоршаған орта (ЕҚ, ҚТҚ) жүйелеріне қатысты мұқият талдау жүргізілді. Нәтижелер компанияларды сертификаттауға итермелейтін факторлардың бар екенін көрсе-

теді. OHSAS-18001 стандартын енгізу үшін қажетті табыс факторларымен оң корреляция. Бұл шешім қабылдау факторлары компанияны табысты жүзеге асыру және жақсарту үшін негіз болатынын білдіреді. Сонымен қатар, шешім қабылдау факторлары да кәсіпорынның жақсаруына күшті әсер етеді. Алайда бюрократияның айтарлықтай өсуі, мамандандырылған қызметкерлердің тапшылығы және жоғары сертификаттау шығындары BS OHSAS 18001 стандартының сәтсіз орындалуының негізгі сәтсіздік факторлары ретінде анықталды. Бұл зерттеу сонымен қатар OHSAS 18001 стандарты енгізу арқылы компаниялардың әлеуметтік жауапкершілігін төмендетуге мүдделілігін көрсетеді.

Кілт сөздер: OHSAS 18001, еңбекті қорғау, қауіпсіздік және қоршаған ортаны қорғау жүйелері, растаушы факторлық талдау (CFA), сертификаттау, стандарттар, енгізу факторлары, кәсіпорындар, гипотеза.

Success Factors for OHSAS 18001 Implementation

¹*BAIGENZHINOV Kadyrbek, Master, Chief Expert, baigenzhinov@inbox.ru,

²BRUNO Fabiano, PhD, Professor, brown@unige.it,

¹KAZBEKOVA Diana, Doctoral Student, Senior Researcher, kazbekova.d@rniiot.kz,

¹YENSEBAYEVA Anel, Cand. of Law, Leading Researcher, nel1212kz@gmail.com,

¹SARYBAEVA Inara, Doctoral Student, Researcher, inarasaribaeva@mail.ru,

¹Republic Research Institute for Occupational Safety and Health, Kazakhstan, Astana, Kravtsova Street, 18,

²University of Genoa, Italy, Genoa, Piazza della Nunziata Square, 6,

*corresponding author.

Abstract. The proposed research paper was analyzed by OHSAS 18001 and occupational safety and health and environment (HSE) systems. The research goal is to define the main factors influencing the implementation of OHSAS 18001. The results show that the factors pushing companies toward certification have a positive correlation with the success factors needed to implement OHSAS-18001. This means that decision factors are fundamental to successful implementation and company improvement. In addition, decision-making factors also have a strong influence on company improvement. However, a significant increase in bureaucracy, lack of specialized personnel, and high certification costs were identified as major factors in the failure of BS OHSAS 18001 implementation. This study also highlights the interest of companies in reducing their social responsibility by implementing OHSAS 18001.

Keywords: OHSAS 18001, occupational health, safety and environmental systems, confirmatory factor analysis (CFA), certification, standards, implementation factors, enterprises, hypothesis.

REFERENCES

1. M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica, G. Mazzuto Analysis of injury events with fuzzy cognitive maps J. Loss Prev. Process Ind., me 25 (4) (2012), pp. 677-685. July 2012.
2. A. Zutshi, A.S. Sohal Integrated management systems: the experiences of three Australian organizations J. Manuf. Technol. Manag., 16 (2005), pp. 211-232.
3. H. Suarez-Garcia Quality, safety and environmental system integration Occup. Health Saf., 70 (2001), p. 56.
4. B. Fernández-Muñiz, J.M. Montes-Peón, C.J. Vázquez-Ordás Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: antecedents and consequences of safety behavior Accid. Analysis Prev., 45 (2012), pp.
5. D. Denyer, A. Neely Introduction to special issue: innovation and productivity performance in the UK Int. J. Manag. Rev., 5/6 (2004), pp. 131-135.
6. D. Brinberg, J.E. McGrath Validity and the Research Process Sage Publications, Beverly Hills (1985).
7. A. Persona, D. Battini, M. Faccio, M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica Classification of occupational injury cases using the regression tree approach. International Journal of Reliability Qual. Saf. Eng., 13 (2) (2006), pp. 171-191. April 2006.
8. A. Zutshi, A.S. Sohal Integrated management systems: the experiences of three Australian organizations J. Manuf. Technol. Manag., 16 (2005), pp. 200-210.
9. M.N. Vinodkumar, M. Bhasi A study on the impact of management system certification on safety management Saf. Sci., 49 (2011), pp. 498-507.
10. G. Santos, S. Barros, F. Mendes, N. Lopes The main benefits associated with health and safety management systems certification in Portuguese small and medium enterprises post quality management system certification Saf. Sci., 51 (1) (January 2013), pp. 29-36.
11. C. Chen, G. Wu, K. Chuang, C. Ma A comparative analysis of the factors affecting the implementation of occupational health and safety management systems in the printed circuit board industry in Taiwan J. Loss Prev. Process Ind., 22 (2) (2009), pp. 210-215.
12. N.J. Duijm, C. Fiévez, M. Gerbec, H. Hauptmanns, M. Konstandinidou Management of health, safety and environment in process industry Saf. Sci., 46 (2008), pp. 908-920.
13. C.J. Bamber, J.M. Sharp, M.T. Hides Developing management system towards integrated manufacturing: a case study perspective Integr. Manuf. Syst., 11 (7) (2000), pp. 454-461.
14. P. Hohnen, P. Hasle Making work environment auditable – a «critical case» study of certified occupational health and safety man-

■ Труды университета №4 (93) • 2023

- agement systems in Denmark *Saf. Sci.*, 49 (2011), pp. 1022-1029.
15. B. Fernández-Muñiz, J.M. Montes-Peón, C.J. Vázquez-Ordás Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: analysis of perceptions and attitudes of certified firms *J. Clean. Prod.*, 24 (2012), pp. 36-47. March 2012.
 16. C. Chen, G. Wu, K. Chuang, C. Ma A comparative analysis of the factors affecting the implementation of occupational health and safety management systems in the printed circuit board industry in Taiwan *J. Loss Prev. Process Ind.*, 22 (2) (2009), pp. 210-215.
 17. A. Labodová Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach *J. Clean. Prod.*, 12 (2004), pp. 571-580.
 18. B. Fernández-Muñiz, J.M. Montes-Peón, C.J. Vázquez-Ordás Safety climate in OHSAS 18001-certified organisations: antecedents and consequences of safety behavior *Accid. Analysis Prev.*, 45 (2012), pp. 745-758. March 2012.
 19. D. Attwood, F. Khan, B. Veitch Occupational accident models – where have we been and where are we going? *J. Loss Prev. Process Ind.*, 19 (2006), pp. 664-682.
 20. Z.S. Nivolianitou, V.N. Leopoulus, M. Konstantinidou Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous systems *J. Loss Prev. Process Ind.*, 17 (2004), pp. 467-475.
 21. G. Santos, S. Barros, F. Mendes, N. Lopes The main benefits associated with health and safety management systems certification in Portuguese small and medium enterprises post quality management system certification *Saf. Sci.*, 51 (1) (January 2013).
 22. K.A. Babakri, R.A. Bennett, M. Franchetti Critical Factors for Implementing ISO 14001 standard in United States industrial companies *Journal Clean. Prod.*, 11 (7) (2003), pp. 749-752.
 23. G. Hughes, M. Kornowa-Weichel Whose fault is it anyway? A practical illustration of human Factors in process safety *J. Hazard. Mater.*, 115 (2004), pp. 127-132.

Methodological Approach to the Analysis and Assessment of Professional Risks

¹*SATTAROVA Gulmira, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, sattarovags@mail.ru,

¹SPATAYEV Nurbek, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, spatayev.nurbek@bk.ru,

¹BAIMENDI Alisher, Master Student, alisher.baimendi@gmail.com,

¹KUSAINOV Ardak, Master Student, ardak_kusainov@mail.ru,

²DEMINA Tatyana, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, demina.tatyana@m.ursmu.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Ural State Mining University, Russia, Yekaterinburg, Kuibyshev Street, 30,

*corresponding author.

Abstract. An analysis implementing the requirements of regulatory legal acts on the assessment of professional risks was carried out. It is noted that the current regulatory legal acts regulate various approaches and methods of defining the same concept: the professional risk of an employee. The authors of the article propose a methodological approach to assessing occupational risks, which allows developing specific measures to prevent occupational injuries, occupational diseases and introducing an effective risk management system at enterprises. The proposed methodological approach is a combination of expert, probabilistic and statistical research methods of identifying potential hazards, analyzing their sources and establishing a set of criterion parameters and their values for risk assessment. The article presents the results of studying and assessing professional risks carried out for an organization performing non-destructive testing work on the main pipeline transporting oil and oil products. Multifactorial models are presented for determining the danger of falling of defect evaluators at the workplace and severity of the consequences of implementing hazards.

Keywords: professional risks, occupational safety, hazardous production factors, analysis and assessment of risk.

Introduction

The fundamental IOS Conventions in the field of occupational safety and health include the main recommendations for the formation of a national policy, a national system of assessing occupational risks and hazards, a national system of prevention in the field of occupational safety and health. IOS Conventions recommend managing occupational hazards, examining worker exposure levels to occupational hazards, and monitoring worker health and workplace safety. These Conventions were ratified and signed by the Republic of Kazakhstan. In order to implement the IOS recommendations, as well as to bring national labor legislation in line with international standards, the concepts of occupational risk, occupational risk management and occupational risk assessment were introduced into the Labor Code of the Republic of Kazakhstan in 2020. Additions were also made regarding the obligations of the employer to assess the occupational risk and to take measures to minimize and to eliminate it.

In addition, to organize the procedure for managing professional risks, the Rules [1] were developed, which regulate the procedure for assessing and managing professional risks. According to [1], occupational risk identification is carried out for each

profession to identify production factors, the impact of which leads to injury or occupational disease. The degree of occupational risk is determined on the basis of indicators of harmfulness and injury risk of working conditions, safety of production equipment, provision of PPE and morbidity of workers in this profession. The scoring system of assessing risk criteria and the degree of occupational risk is not prescribed in the Rules [1], which ultimately does not allow determining objectively the degree of occupational risk of an employee.

One of the obligations of the employer is to insure employees against accidents in the performance of work duties. The law on compulsory insurance of an employee against accidents [2] also uses such concepts as the degree of loss of professional ability to work and the class of occupational risk. According to this law, the class of occupational risk is presented as the level of occupational injuries and occupational morbidity in various sectors of the economy without taking into account the actual working conditions of workers in the same professions. Despite the presence in various sectors of the economy of workers of general professions with the same working conditions (driver, gas and electric welder, equipment repairman, builder, etc.), the classes of their occupa-

tional risk for accident insurance are taken to be different and directly depending only on the sector of the economy, and not on the working conditions of a particular employee.

According to [3, 4], for the government agencies there were developed rules of forming a risk assessment system based on identifying the number of gross, significant and minor violations of legal requirements during inspections of organizations. The criteria for assessing the degree of risk developed in [4] for the purpose of carrying out preventive control over the fulfillment of the labor legislation requirements do not take into account the features of the technological process of production and the working conditions of workers at production facilities in terms of danger and harmfulness.

Thus, the analysis of the current regulatory legal acts on risk assessment in the field of occupational safety [1-4] shows that the currently used methods of assessing occupational risks describe only a general picture in the industries of production and do not take into account peculiarities of technological processes in sectors of the economy, diversity of hazardous and harmful production factors in the workplace, as well as the human factor. In addition, the methods do not allow identifying clearly the traumatic areas, analyzing cause-and-effect relationships in the «professional activity – professional risk» system, and assessing objectively the working conditions at workplaces for individual professions. These facts affect the degree of reliability of the results when assessing occupational risks, the assessment results are of a generalized nature, which ultimately does not allow the employer developing measures to prevent occupational injuries, occupational diseases and introducing an effective risk management system at enterprises. As a result, the existing assessment mechanisms were not sufficiently developed and cannot be used as a practical tool for further improvement of occupational risk management. These inconsistencies cause certain difficulties in assessing the indicators of the working conditions and determining the degree of occupational risk and require the use of new, more advanced risk assessment methods.

Materials and methods

The analysis of scientific works in the field of occupational risk assessment shows that a number of scientists [5-9] in risk assessment are based on the data of personnel, hygienic assessment of hazardous and harmful production factors. Other specialists in [10-13] use statistical indicators of the frequency and severity of industrial injuries and apply probabilistic methods and mathematical modeling methods in risk assessment. In most works, quantitative approaches to occupational risk assessment are used, which do not allow taking into account potential unrealized hazards for the workplace and features of the technological process. Therefore, the risk assessment results can be not correct.

In international practice, the development of risk

management systems requires the use of an integrated approach when taking into account and studying various factors affecting occupational safety. When attempting a comprehensive risk assessment, researchers often encounter qualitative characteristics that make it difficult to measure and to evaluate them. Therefore, a clear system of criteria is required that is converted from verbal parameters into quantitative ones and has certain boundaries between acceptable and unacceptable levels.

To solve these problems in the analysis and assessment of occupational risks, the authors of the article propose to apply a methodological approach based on the principles of consistency, complexity, objectivity, specificity, and on a comprehensive study of dangerous and harmful production factors leading to injuries and occupational diseases of workers. The proposed methodological approach is a combination of expert, probabilistic and statistical research methods of identifying potential hazards, analyzing their sources and establishing a set of criterion parameters and their values for risk assessment. These parameters make it possible to take into account the working conditions of workers by profession in the context of technological operations and to apply qualitative and quantitative characteristics. Based on the expert study, a hierarchy of criterion parameters is established, and probabilistic and statistical methods make it possible to determine the degree of their influence on occupational risk indicators and to evaluate the share of their values.

Research results

This article presents the results of studying the working conditions of defect evaluators and the assessment of occupational risks based on the proposed methodological approach. When performing non-destructive testing at various technological processes of hazardous production facilities, defect evaluators face such dangerous and harmful factors as pressure vessels in operation; heated surfaces of equipment and pipelines; slippery surface of the pipeline; fiberglass; height; gas contamination and dustiness of the working area; vapors of oil and oil products; collapsing rocks or soils; electricity; insufficient lighting of the workplace; moving machines and their working bodies, objects moved by them; falling objects or pieces of rock; dangerous and harmful chemical production factors, etc. The negative impact of these factors affects the health of workers and is a prerequisite for the occurrence of traumatic situations, so the safety issues of flaw detectorists require a rigorous assessment of the risks of industrial injuries and occupational diseases.

In the course of the study, an extended analysis of the state of labor protection issues in an organization performing non-destructive testing on the main pipeline transporting oil and oil products was carried out. Thus, through a systematic and comprehensive analysis of hazardous and harmful production factors and their sources, a list of threats and hazards

to which defect evaluators are exposed was compiled (table 1).

For each type of danger and hazard, based on the analysis of cause-and-effect relationships between the realized danger (i.e. an accident) and the causes (factors that caused the accident), probabilistic and

statistical research methods, critical parameters and their values are established. As an example, Table 2 presents the data for one of the types of danger: defect evaluator falling at the workplace, and Table 3 presents the parameters for assessing the vulnerability of personnel. Critical parameters make it possi-

Table 1 – List of dangers and hazards that face a defect evaluator when performing non-destructive control	
List of dangers	List of hazards
1) falling at the workplace; 2) falling from a height (including ascents and descents); 3) pinching between fixed or moving objects, parts of stationary equipment; 4) the impact of a self-propelled vehicle; 5) traffic accidents; 6) injuries from falling objects; 7) electric shock; 8) exposure to extreme temperatures (thermal burn); 9) poisoning with hazardous and/or harmful gaseous or chemical substances; 10) hypothermia of an employee during the cold season; 11) employee overheating; 12) damage as a result of contact with representatives of flora and fauna.	1) exposure to hydrogen sulfide; 2) exposure to dust; 3) exposure to noise; 4) exposure to high atmospheric pressure; 5) functional overvoltage; 6) exposure to electromagnetic radiation; 7) exposure to ultrasound; 8) exposure to laser radiation; 9) exposure to vibration; 10) exposure to penetrant; 11) exposure to sources of ionizing radiation.

Table 2 – Critical parameters for determining the danger of falling of defect evaluators at the workplace			
Critical parameters	Degree of the parameters impact on the injury probability	Possible parameters of the parameters	Probability of the injury occurrence, %
Lighting along the way	1.6	lighting and sources of lighting are absent	99%
		insufficient, no additional lighting	70%
		sufficient but blinding	35%
		sufficient, non-dazzling, safe	0%
Slope (steepness) of a horizontal surface	1.7	steep (15°-40°)	99%
		sloping (5°-15°)	50%
		horizontal (0°-5°)	0%
Surface slipperiness	3.1	slippery, incl. covered with snow or ice, uncleaned spills or debris	99%
		slippery, sometimes covered with inert material	50%
		non-slip	0%
Obstacles along the way	4.1	the presence of obstacles that are not marked with signs (pillars, columns, corners, glass doors without a contrasting designation, etc.)	99%
		the presence of obstacles indicated by signs	70%
		the presence of low obstacles in the field of view	35%
		there are no obstacles	0%
Compliance with safety requirements when moving on the surface	4.4	gross violations of security requirements	99%
		the employee knows the safety requirements, but violates due to circumstances	50%
		safety requirements are fully complied with	0%

Table 3 – Critical parameters for determining the personnel vulnerability

Criterial parameters	Degree of the parameters impact on the personnel vulnerability	Possible parameters of the parameters	Personnel vulnerability
PPD characteristic	3.8	absence of PPD	99%
		presence of PPD, effective but not used by the workers	75%
		availability of PPD, ineffective but used by the workers	50%
		availability of PPD, compliance with all standards, not ergonomic, the workers use	25%
		availability of PPD, compliance with all regulations, ergonomic, the workers use properly	0%
Personnel qualification	4.3	the employee is not trained, doing the job for the first time	99%
		the employee has theoretical knowledge, there is no practical skills	80%
		the employee has theoretical knowledge, the practical part was completed at the training ground	60%
		the employee has theoretical knowledge, there is insufficient practical experience	40%
		the employee has theoretical knowledge, there is sufficient practical experience	20%
		the worker is qualified, has extensive experience in performing work	0%
Instruction in occupational safety before implementing the work	3.9	not carried out	99%
		carried out formally, the employee did not understand the main points of the briefing	50%
		carried out in accordance with the requirements, the points incomprehensible to the employee were analyzed	0%

ble to assess the degree of danger and hazard of the working conditions of defect evaluators and their vulnerability. The parameter values have both quantitative and qualitative expression.

The criteria parameters have different degrees of impact on the possibility of an occupational injury or occupational disease, which is assessed by the method of expert assessments and is presented in the second column of Tables 2 and 3. Ten experts took part in the expert study, they filled out questionnaires on 6 types of non-destructive testing (ultrasonic thickness measurement, magnetic particle testing, metal hardness testing, vibration testing, capillary testing, radiation method). The total of 180 questionnaires were completed and processed. To fill them in, the experts were given a specially developed linguistic scale to assess the significance of factors affecting the likelihood of hazards or hazards and the severity of the consequences. When processing these questionnaires, the degree of agreement between the experts who took part in the survey was first assessed. To determine the degree of consistency, a special measure was used: the Kendall concordance coefficient (W). The calculation results showed a high level (W=0.7-0.9) of agreement among experts on the assessment

of the degree of the parameters impact.

Based on the data of the criterial parameters, the indicators of danger and vulnerability of personnel are determined, which allow assessing the professional risk of defect evaluators by means of using «matrix» risk assessment methods such as the «method of consequences and probabilities» or the «Fine-Kinney method», etc. It can be seen from Tables 2 and 3 that each factor has its own weight (contribution) in shaping the likelihood of injury. Therefore, a multifactorial mathematical model for calculating the occupational injury hazard indicator is developed according to the formula:

$$P_i = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i, \tag{1}$$

where w_j is specific weight of the j -th criterial parameter;
 f_j is the criterial parameter value;
 n is the number of criterial parameters for a type of danger.

The weight of each factor is determined on the basis of expert assessments and is calculated as a share. So, for example, a multifactorial mathematical model for determining the indicator of the danger of

defect evaluators falling at the workplace will have the form:

$$P_i = 0.107 \times x_1 + 0.115 \times x_2 + 0.208 \times x_3 + 0.275 \times x_4 + 0.295 \times x_5, \quad (2)$$

where x_1 is the probability of injury with the corresponding value of the parameter «lighting along the path of movement»;

x_2 is the probability of injury with the corresponding value of the parameter «slope (steepness) of the horizontal surface»;

x_3 is the probability of injury with the corresponding value of the «surface slipperiness» parameter;

x_4 is the probability of injury with the corresponding value of the parameter «obstacles in the way of movement»;

x_5 is the probability of injury with the appropriate value of the parameter «observance of safety requirements when performing work at height».

In a similar way, multifactorial mathematical models are determined for the other types of dangers and hazards. The quantitative values of the hazard indicator are assessed according to the scale presented in Table 4.

The indicator of the personnel vulnerability in the event of a hazard or exposure to harmful factors is determined in a similar way based on the data in Table 3:

$$C = 0.317 \times z_1 + 0.358 \times z_2 + 0.325 \times z_3, \quad (3)$$

where z_1 is % of the personnel protection for the parameter of «PPE characteristics»;

z_2 is % of the personnel protection for the parameter of «personnel qualification»;

z_3 is % of the personnel protection for the parameter of «safety and labor protection instructing».

The qualitative assessment of the personnel vulnerability indicator is determined according to Table 5.

The scales from Tables 4 and 5 make it possible to compile various combinations of assessments of the hazard and vulnerability indicators of personnel calculated by formulas (2) and (3), and to develop «Risk Assessment Matrices» to determine the level of professional risk of defect evaluators when performing non-destructive testing at hazardous production facilities.

Conclusion

Thus, the results of studying the working conditions of defect evaluators and the assessment of occupational risks presented in the article show the practice of using criterion parameters and their values to assess the indicators of the danger of industrial injuries, the harmfulness of working conditions and the protection of personnel. The criteria parameters made it possible to apply the qualitative character-

Indicator of the injury danger	Qualitative evaluation of the danger
≤19%	Hardly possible
20-39%	Unlikely
40-59%	Unusual but possible
60-79%	Very likely
≥80%	Most likely to happen

Personnel vulnerability	Qualitative assessment of severity for industrial injury	Qualitative assessment of severity for the development of professional disease
≤19%	A micro-injury that required only the first (pre-medical) care	Acting hazardous factors are not dangerous for man
20-39%	Injury without loss of ability to work, temporary deterioration of health (without loss of ability to work), requiring the provision of professional medical care	Under the HF action the organism recovers before the next day beginning
40-59%	Moderate accident, temporary transfer to another job	Initial form of professional disease
60-79%	Severe incident	Intoxication, severe form of professional disease
≥80%	Fatal injury, group incident	Acute professional disease within the period of work

istics of the working conditions, to measure them, to evaluate them and to distinguish between their values as acceptable and unacceptable levels of risk. The proposed methodological approach made it possible to take into account the individual working conditions of workers by profession, the features of technological processes, the variety of hazardous and harmful production factors in the workplace, as well as the human factor, which is the main cause of injuries and which is difficult to exclude and ignore. The use of an expert evaluation system to establish a hierarchy

of the criteria parameters made it possible to obtain unambiguous, reliable results of occupational risk assessment. Based on the results of such an assessment of occupational risks, it is possible to develop effective individualized programs for preservation and development of human health, to address priority issues of ensuring occupational safety and preventing industrial injuries and occupational diseases, as well as to introduce an effective risk management system at enterprises.

REFERENCES

1. «Occupational risk management rules», approved by order of the Minister of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan dated September 11, 2020. No. 363.
2. Law of the Republic of Kazakhstan dated February 7, 2005. No. 30 «On compulsory insurance of an employee against accidents in the performance of his labor (official) duties».
3. Rules for the formation of a risk assessment system by state bodies, approved by order of the Acting Minister of the National Economy of the Republic of Kazakhstan dated July 31, 2018. No. 3.
4. Criteria for assessing the degree of risk and checklists for compliance with the labor legislation of the Republic of Kazakhstan. Joint order of the Minister of Health and Social Development of the Republic of Kazakhstan dated December 25, 2015. No. 1022 and the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated December 28, 2015. No. 801. Registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on December 30, 2015. No. 12656.
5. Setko N.P., Movergoz S.V., Bulycheva E.V. Analysis of individual occupational health risks for workers with basic occupations typical for oil processing enterprises. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 3, 2020. – Pp. 31-137. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.16.eng
6. Kuleshova M.V., Pankov V.A. Assessing occupational risks for workers employed at heat-power engineering enterprises. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 1, 2020. – Pp. 68-75. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.07.eng
7. Valeeva E.T., Bakirov A.B., Kapsov V.A., Karimova L.K., Gimaeva Z.F., Galimova R.R. Occupational health risks for workers employed at chemical industry enterprises. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 3, 2016. – Pp. 82-91. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10
8. Plotnikova, E.B. Occupational risk communication in industrial enterprises (analysis on the example of Perm region) / E.B. Plotnikova, A.O. Barg, Y.S. Markova // Health Risk Analysis. – 2015. – No. 4. – Pp. 97-103. – EDN KTUVYH. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43129917>
9. Analysis of the problem of providing personal protection equipment for scientific employees of the ecological and hygienic laboratory / N.P. Karamyshev, B.A. Balandovich, N.Yu. Tulin, A.V. Kurochkina // Bulletin of Medical Science. – 2020. – No. 2 (18). – Pp. 3-7. – EDN XIHHUT. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44527312>
10. Klimova E.V., Semeykin A.Y., Nosatova E.A. Information System for Forecasting and Management of Occupational Risks. Article in the proceedings of the conference «International science and technology conference «Earth science» – section one Russky Island. IOP conference series: earth and environmental science. 2019. – P. 022198. DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022198
11. Levashov S.P. Analyzing and developing criteria for assessing occupational traumatism risks basing on «Best practice code». Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 2, 2017. – Pp. 35-44. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.04.eng
12. Pankov V.A.1, Kuleshova M.V. Analyzing risks of occupational injuries in basic industries. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 4, 2021. – Pp. 120-126. DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.13.eng
13. Volodymyr K., Nelly Y., Vadym B., Yulia N., Olga A. Estimation of occupational safety risks at energetic sector of Iron and Steel Works. International Journal of Engineering & Technology. 2018. – Pp. 216-220. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.11922

Кәсіби тәуекелдерді талдау және бағалауда әдістемелік тәсілдері

¹*САТТАРОВА Гульмира Сапаровна, т.ғ.к., доцент, sattarovags@mail.ru,

¹СПАТАЕВ Нурбек Даирбекович, т.ғ.к., аға оқытушы, spatayev.nurbek@bk.ru,

¹БАЙМЕНДІ Алишер Мухитулы, магистрант, alisher.baimendi@gmail.com,

¹КУСАИНОВ Ардак Алдиярович, магистрант, ardak_kusainov@mail.ru,

²ДЕМИНА Татьяна Владимировна, т.ғ.к., доцент, demina.tatyana@m.ursmu.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Орал мемлекеттік тау-кен университеті, Ресей, Екатеринбург, Куйбышев көшесі, 30,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Кәсіби тәуекелдерді бағалау бойынша нормативтік құқықтық актілерінің талаптары орындалуы талданады. Қолданыстағы нормативтік құқықтық актілер бір ұғымды – қызметкердің кәсіби тәуекелін анықтаудың әртүрлі тәсілдері мен әдістерін реттейтіні атап өтілген. Мақала авторлары кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың әдіснамалық тәсілін ұсынады, бұл өндірістік жарақаттану, кәсіптік аурулардың алдын алу бойынша нақты шараларды әзірлеуге және кәсіпорындарда тәуекелдерді басқарудың тиімді жүйесін енгізуге мүмкіндік береді. Ұсынылып отырған әдіснамалық тәсіл ықтимал қауіптерді анықтауға, олардың көздерін талдауға және тәуекелді бағалау үшін критерий параметрлері мен олардың мәндерін орнатуға арналған сараптамалық, ықтималдық және статистикалық зерттеу әдістерінің жиынтығы болып табылады. Мақалада мұнай мен мұнай өнімдерін тасымалдайтын магистральдық құбырда бұзылмайтын бақылау жұмыстарын жүргізетін ұйым үшін жүргізілген кәсіби тәуекелдерді зерттеу және бағалау нәтижелері берілген. Мақалада дефектоскопистің құлау қаупін анықтау, күкіртті сутегінің әсерін және қауіптің салдарының ауырлығын бағалау үшін көп нұсқалы модельдер ұсынылған.

Кілт сөздер: кәсіптік тәуекелдер, еңбекті қорғау, қауіпті өндірістік факторлар, тәуекелдерді талдау және бағалау.

Методологический подход к анализу и оценке профессиональных рисков

¹*САТТАРОВА Гульмира Сапаровна, к.т.н., доцент, sattarovags@mail.ru,

¹СПАТАЕВ Нурбек Даирбекович, к.т.н., старший преподаватель, spatayev.nurbek@bk.ru,

¹БАЙМЕНДІ Алишер Мухитулы, магистрант, alisher.baimendi@gmail.com,

¹КУСАИНОВ Ардак Алдиярович, магистрант, ardak_kusainov@mail.ru,

²ДЕМИНА Татьяна Владимировна, к.т.н., доцент, demina.tatyana@m.ursmu.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Уральский государственный горный университет, Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Проведен анализ реализации требований нормативно-правовых актов по вопросам оценки профессиональных рисков. Отмечено, что действующие нормативно-правовые акты регламентируют различные подходы и методы для определения одного и того же понятия – профессионального риска работника. Авторами статьи предлагается методологический подход к оценке профессиональных рисков, позволяющий разрабатывать конкретные мероприятия по предупреждению производственного травматизма, профзаболеваний, и внедрять на предприятиях эффективную систему управления рисками. Предлагаемый методологический подход представляет собой комбинацию экспертных, вероятностных и статистических методов исследований для идентификации потенциальных опасностей, анализа их источников и установления множества критериальных параметров и их значений для оценки риска. В статье приведены результаты исследования и оценки профессиональных рисков, проведенные для организации, выполняющей работы по неразрушающему контролю на магистральном трубопроводе, транспортирующем нефть и нефтепродукты. Представлены многофакторные модели для определения опасности падения дефектоскописта, вредности воздействия сероводорода и серьезности последствий реализации опасности.

Ключевые слова: профессиональные риски, охрана труда, опасные производственные факторы, анализ и оценка риска.

REFERENCES

1. «Occupational risk management rules», approved by order of the Minister of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan dated September 11, 2020. No. 363.
2. Law of the Republic of Kazakhstan dated February 7, 2005. No. 30 «On compulsory insurance of an employee against accidents in the performance of his labor (official) duties».
3. Rules for the formation of a risk assessment system by state bodies, approved by order of the Acting Minister of the National Economy of the Republic of Kazakhstan dated July 31, 2018. No. 3.
4. Criteria for assessing the degree of risk and checklists for compliance with the labor legislation of the Republic of Kazakhstan. Joint order of the Minister of Health and Social Development of the Republic of Kazakhstan dated December 25, 2015. No. 1022 and the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated December 28, 2015. No. 801. Registered with the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on December 30, 2015. No. 12656.
5. Setko N.P., Movergoz S.V., Bulycheva E.V. Analysis of individual occupational health risks for workers with basic occupations typical for oil processing enterprises. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 3, 2020. – Pp. 31-137. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.16.eng
6. Kuleshova M.V., Pankov V.A. Assessing occupational risks for workers employed at heat-power engineering enterprises. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 1, 2020. – Pp. 68-75. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.07.eng
7. Valeeva E.T., Bakirov A.B., Kapstov V.A., Karimova L.K., Gimaeva Z.F., Galimova R.R. Occupational health risks for workers employed at chemical industry enterprises. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 3, 2016. – Pp. 82-91. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10
8. Plotnikova, E.B. Occupational risk communication in industrial enterprises (analysis on the example of Perm region) / E.B. Plotnikova, A.O. Barg, Y.S. Markova // Health Risk Analysis. – 2015. – No. 4. – Pp. 97-103. – EDN KTUVYH. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43129917>
9. Analysis of the problem of providing personal protection equipment for scientific employees of the ecological and hygienic laboratory / N.P. Karamyshev, B.A. Balandovich, N.Yu. Tulin, A.V. Kurochkina // Bulletin of Medical Science. – 2020. – No. 2 (18). – Pp. 3-7. – EDN XIHHUT. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44527312>
10. Klimova E.V., Semeykin A.Y., Nosatova E.A. Information System for Forecasting and Management of Occupational Risks. Article in the proceedings of the conference «International science and technology conference «Earth science» – section one Russky Island. IOP conference series: earth and environmental science. 2019. – P. 022198. DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022198
11. Levashov S.P. Analyzing and developing criteria for assessing occupational traumatism risks basing on «Best practice code». Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 2, 2017. – Pp. 35-44. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.04.eng
12. Pankov V.A.1, Kuleshova M.V. Analyzing risks of occupational injuries in basic industries. Health risk analysis. Federal Budgetary Institution of Science «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management», Perm. No. 4, 2021. – Pp. 120-126. DOI: 10.21668/health.risk/2021.4.13.eng
13. Volodymyr K., Nelly Y., Vadym B., Yulia N., Olga A. Estimation of occupational safety risks at energetic sector of Iron and Steel Works. International Journal of Engineering & Technology. 2018. – Pp. 216-220. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.23.11922

Схемы бурения газодренажных скважин в выявленные зоны нарушения сплошности горного массива

¹АЙТПАЕВА Арайлым Рымбековна, PhD, старший преподаватель, aitpajeva_araiika@mail.ru,

¹ИСАБЕК Тұяқ Көпейұлы, д.т.н., профессор, tyiak@mail.ru,

^{1*}ХУАНГАН Нурбол, PhD, ассоциированный профессор, khuangan-nur@mail.ru,

²ВОРОБЬЕВ Александр Егорович, д.т.н., профессор, fogel_al@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Грозненский государственный нефтяной технический университет, Россия, Чечня, Грозный, пр. Х.А. Исаева, 100,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Для того, чтобы выяснить характер распределения напряжённого состояния в призабойной части массива и его влияние на развитие трещин впереди забоя, было определено объемно-напряженное состояние впереди забоев подготовительной выработки, а также определен характер зон развития трещин (разрушения) впереди забоя подготовительной выработки с учетом кливажа трещин в массиве. В результате анализа зон разрывных разрушений в призабойной зоне выработки выявлено, что зоны развития трещин (разрушения) впереди забоя выработки имеют неоднозначный характер как по высоте забоя, так и вдоль каждого из слоев. Это следует учитывать как при заложении газодренажных скважин, так и при порядке их бурения. Проведение выработки осуществлялось проходческим комбайном ГПК сверху вниз. Согласно нормативным документам при проведении конвейерного бремсберга применяется текущий прогноз выбросоопасности по начальной скорости газовыделения и выходу бурового штыба, а также прогноз по амплитудно-частотным характеристикам акустического сигнала. Для сравнения эффективности способов снижения природной газоносности пласта Дб были проведены сравнения результатов работы скважин пластовой дегазации. Проведенные исследования позволяют выявить ряд преимуществ интенсивной, направленной по ходу выработки, дегазации угольного массива по сравнению с дегазацией скважинами с перебуриванием контура будущей выработки.

Ключевые слова: геомеханическая модель, дизъюнктивное нарушение, выработка, моделирование, метод конечных элементов, устойчивость, нарушение сплошности массива.

Введение. Развитие трещин (зон разрушения) в призабойной части угольного массива связано с концентрацией напряжений как вокруг выработки в целом, так и перед забоем в частности. Характер распределения данной зоны напрямую влияет на дренирование газа из скважин, буримых из забоев подготовительных выработок газоносных пластов. Очевидно, что скважина, пробуренная по предварительно разрушенному участку массива, будет иметь более высокие показатели газоотдачи, во-первых, за счёт десорбции газа во вновь образуемые полости, связанные с ростом трещин, и, во-вторых, благодаря увеличению поля газосбора в одну скважину ранее сформированного участка связанной сети трещин [1]. Наоборот, скважина, пробуренная по участку угольного массива, имеющему либо слаборазвитую трещиноватость,

либо не имеющую (не вызванную техногенным процессом проведения выработки) ее вовсе, будет иметь довольно низкие показатели газоотдачи.

В связи с этим необходимо выяснить характер распределения напряжённого состояния в призабойной части массива и его влияние на развитие трещин впереди забоя.

Для решения данной задачи необходимо:

- определить объемно-напряженное состояние впереди забоев подготовительной выработки.
- определить характер зон развития трещин (разрушения) впереди забоя подготовительной выработки с учетом кливажа трещин в массиве.

Ввиду особой важности поставленной задачи исследования развития трещин впереди забоя подготовительной выработки, детально рассмотрим характер развития зон разрушения [2].

Методы исследования. Порядок расчётов по определению составляющих компонент напряжений, используем для определения компоненты напряжений нормальной и касательной составляющих, действующих относительно плоскостей трещин, изначально имеющих в массиве (материнские трещины). При этом нормальная компонента напряжений относительно плоскости трещины будет равна:

$$\sigma_n = \sigma_x U^2 + \sigma_y W^2 + \sigma_z G^2 + 2 \cdot \tau_{yz} WG + 2 \cdot \tau_{xz} UG + 2 \cdot \tau_{xy} UW, \quad (1)$$

где $U = \cos(N^{\wedge}x)$, $W = \cos(N^{\wedge}y)$, $G = \cos(N^{\wedge}z)$ – соответственно косинусы углов между нормальными, проведенными к поверхностям трещин и осями координат. Следует помнить, что $U^2 + W^2 + G^2 = 1$.

Тангенциальная компонента напряжений определяется по формуле

$$\tau = \sqrt{S^2 - \sigma_n^2}, \quad (2)$$

где $S^2 = X^2 + Y^2 + Z^2$ – квадрат полных напряжений;

$$\left. \begin{aligned} X &= \sigma_x U + \tau_{xy} W + \tau_{xz} G, \\ Y &= \tau_{xy} U + \sigma_y W + \tau_{yz} G, \\ Z &= \tau_{xz} U + \tau_{yz} W + \sigma_z G. \end{aligned} \right\}$$

После определения расчетных формул для нормальных и тангенциальных напряжений действующих вдоль поверхности материнских трещин определяем зону развития [3] трещин в бока выработки по экспериментально-аналитической формуле:

$$h_{\text{мп.бок}} = 17 \cdot \sqrt{u_{\text{бок}}^3 h^2}, \quad (3)$$

где $u_{\text{бок}}$ – величина смещения бока выработки; h – половина высоты выработки в проходке.

После определения $h_{\text{мп.бок}}$ определяем напряжения σ_n и τ , соответствующие удалению $h_{\text{мп.бок}}$ от контура выработки [4]. Полученные напряжения подставляем в одну из следующих формул:

при $\sigma_\alpha > 0$

$$c_{01} = \frac{\gamma_s E}{\pi (1 - \nu^2) (\tau^2 + \sigma_n^2)}, \quad (4)$$

при $\sigma_\alpha < 0$

$$c_{02} = \frac{\gamma_s E}{\pi (1 - \nu^2) \tau^2}, \quad (5)$$

В формулах (4) или (5) значение c_b подбираем таким образом, чтобы оно соответствовало зоне трещин размером $h_{\text{мп.бок}}$. Полученное значение c_b будет соответствовать начальной длине материнских трещин c_0 , которое используется в дальнейшем при определении зоны трещин впереди интересующего подготовительного забоя.

Использование этих расчетных формул позволяет определить зоны разрушения в приза-

бойной зоне выработок в ходе бурения газодренажных скважин.

Научные результаты. На основании приведенных схем бурения газодренажных скважин построены диаграммы по значениям показателей длины скважин и слоев наблюдений. Выполнен анализ по слоям разных высот $Z=0, Z=-0,25, Z=-0,50, Z=-0,75, Z=-1,0, Z=-1,25, Z=-1,50, Z=-1,75$ и $Z=-2,0$. Также осуществлен анализ по 12 пробуренным скважинам [3].

Исходя из вышеприведенных схем видно, что при значении $Z=0$ зоны разрушений очень низкие, при $Z=-0,25$ зона разрушения доходит только до 1 м при $Z=-0,5$ зона разрушения увеличивается до 6,5 м. При $Z=-0,75$ максимальная зона разрушения достигает 5,5 м, при значении $Z=-1$ максимальная зона разрушений в нескольких местах также составляет 5,5 м. При $Z=-1,25$ и $Z=1,50$ зона разрушения увеличивается до 8 м. В случае, когда Z составляет $-1,75$ зона разрушения достигает 10 м, что означает самую максимальную ее величину. Когда $Z=-2,0$, зона разрушения абсолютно не наблюдается.

Исходя из этих результатов, при $Z=-0,5, -1$ и $-1,75$ наблюдаются самые максимальные зоны разрушения на скважинах 9 и 10.

Из рисунка 1 по скважинам и значениям Z видно, что минимальное значение зоны разрушения наблюдается для скважины 3, а на скважинах 9 отмечена высокая зона разрушения при $Z=-0,5$ и $-1,0$. По скважине 10 наблюдается, что при $Z=-1,5$ и $-1,75$ зона разрушений вырастает намного больше [5].

Апробация методических положений по расчёту зон разрушения угольного массива впереди забоев подготовительных выработок первоначального варианта была осуществлена ранее на шахте им. В.И. Ленина при проведении конвейерного бремсберга по пласту Д6, который с глубины 320 м отнесен к категории особо опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Проведение выработки осуществлялось проходческим комбайном ГПК сверху вниз. Согласно нормативным документам при проведении конвейерного бремсберга применяется текущий прогноз выбросоопасности по начальной скорости газовыделения и выходу бурового штыба, а также прогноз по амплитудно-частотным характеристикам акустического сигнала (АК).

В качестве способа предотвращения внезапных выбросов угля и газа применялось бурение газодренажных скважин в нижний слой пласта и опережающих скважин по наслоению выбросоопасных пачек угля диаметром 250 мм буровым станком «Старт». [5]

Заключение. Таким образом, из приведенных данных видно, что предлагаемая первоначальная методика может служить основой для определения порядка бурения газодренажных скважин.

В связи с вышеизложенным предлагается наиболее рациональный порядок бурения газод-

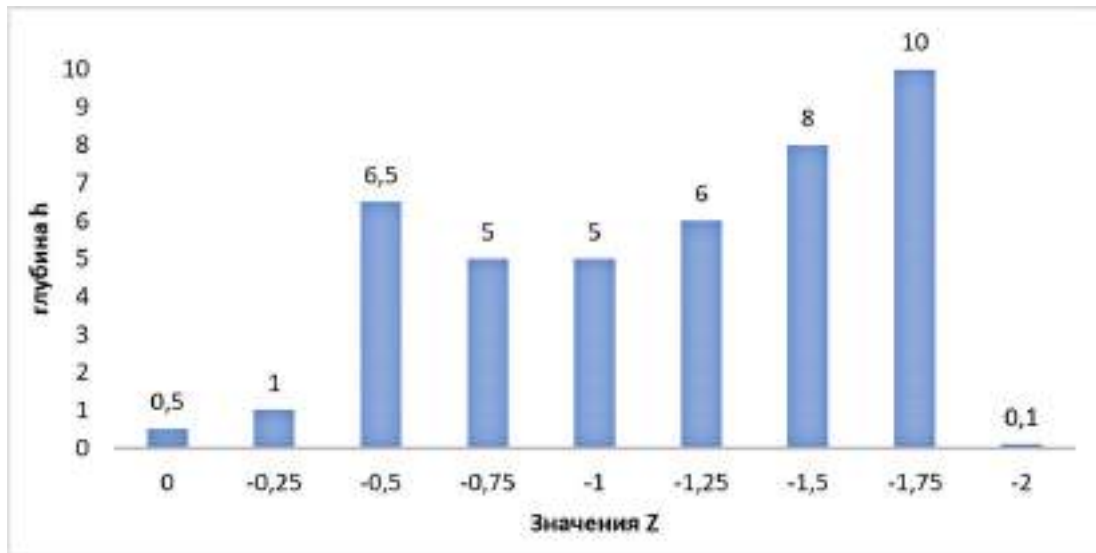


Рисунок 1 – Диаграмма максимальных величин развития нарушений при различных Z (по правой стороне выработки)

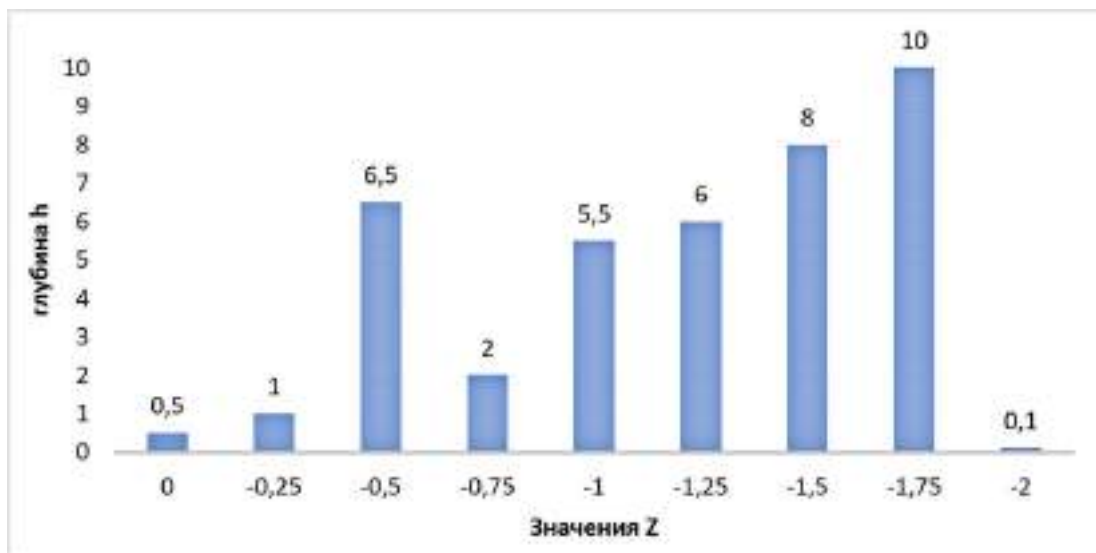


Рисунок 2 – Диаграмма максимальных величин развития нарушений при различных Z (по левой стороне выработки)

ренажных скважин в конвейерном бремсберге, позволяющем уменьшить количество случаев интенсивного газовыделения при бурении скважин (см. таблицу).

В ходе разработки параметров противовибро-сных мероприятий при проведении подготови-тельных выработок вне зоны региональной обра-ботки в условиях шахты им. В.И. Ленина в забое конвейерного бремсберга и с целью снижения газодинамической активности призабойной зоны пласта и выявления газовых коллекторов прове-дение выработок рекомендуется осуществлять с бурением опережающих, газодренажных и раз-ведочных скважин, а также скважинами бортовой

дегазации.

Для сравнения эффективности способов сни-жения природной газоносности пласта Д6 были проведены сравнения результатов работы сква-жин пластовой дегазации.

При бурении газодренажных скважин по ходу выработки было достигнуто снижение природ-ной газоносности угольного массива при бурении газодренажных скважин по ходу выработки за пе-риод от 15 до 30 суток.

Эффективность съема метана скважинами бортовой дегазации установлена в пределах 0,2-1,2 м³/мин при снижении природной газоносно-сти от 1,0 до 4,9 м³/т. Большие величины съема

Порядок бурения скважин			
Порядок бурения	Номер скважин	Первоначальная схема бурения	Предлагаемая схема бурения
1	9		
2	5		
3	10		
4	6		
5	11		
6	7		
7	12		
8	1		
9	2		
10	8		
11	3		
12	4		

метана скважинами бортовой дегазации вне зоны региональной обработки объясняются интенсивной разгрузкой пласта по всей его мощности из-за большего количества скважин различного назначения (разведочных, газодренажных в почву пласта, газодренажных по ходу выработки и бортовых). На 1 п.м проходки приходится более 40 м скважин, тогда как в зоне региональной обработки скважинами предварительной пластовой дегазации с перебуриванием контура будущей выработки приходится 1,5-2,5 м скважин на 1 п.м проходки при условии равномерной площадной обработки угольного массива, что практически не представляется возможным ввиду отсутствия техники направленного бурения скважин.

Проведенные исследования позволяют выявить ряд преимуществ интенсивной, направленной по ходу выработки, дегазации угольного массива по сравнению с дегазацией скважинами

с перебуриванием контура будущей выработки:

- ведение разведки угольного массива по ходу выработки;
- возможность подсечения и ликвидации газовых коллекторов по ходу забоя и в законтурной 12 м зоне по бокам выработки;
- возможность увеличения плотности скважин на обрабатываемом участке пласта и перераспределение порядка их бурения;
- повышение газопроницаемости угольного массива и его газоотдачи за счет достижения равномерной разгрузки угольного пласта по всей его мощности.

Статья подготовлена в рамках грантового финансирования ИРН АР19174774, исследований молодых ученых по проекту «Жас галым» на 2023-2025 годы, финансируемому Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айтпаева А.Р., Исабек Т.К., Хуанган Н. Анализ ведения горных работ на выбросоопасных угольных пластах в зонах геологических нарушений // Международная научно-практическая конференция «Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана» // 2019, март.
2. Временная инструкция по определению безопасного расстояния между полевой газодренажной выработкой и выбросоопасным пластом // РГКП НИЦ горноспасателей РК МЧС РК: Утв. Деп-т ЧС по Карагандинской обл. МЧС РК – Караганда: АО «АрселорМиттал Темиртау», 2008. – 43 с.
3. Елкин И.С., Гуров Д.Е., Чернакова А.Д. Моделирование динамических явлений в подготовительной выработке / Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. Современные проблемы в горном деле и методы моделирования горно-геологических условий при разработке месторождений полезных ископаемых / Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева 17-19 ноября 2015 г. Кузбасс, 2015.
4. Сергиенко А.И., Воробьев В.Д. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния выбросоопасного массива / Вісті Донецького гірничого інституту. № 1(36)-2(37). 2015.
5. Технологические схемы подготовки и отработки высокогазоносных, выбросоопасных и пожароопасных угольных пластов на шахтах УД АО «АрселорМитталТемиртау» (первая редакция). Караганда, 2010.

Тау-кен массивінің тұтастығын бұзудың анықталған аймақтарына газды дренажды ұңғымаларды бұрғылау схемалары¹**АЙТПАЕВА Арайлым Рымбековна**, PhD, аға оқытушы, aitpaeva_araika@mail.ru,¹**ИСАБЕК Тұяқ Көпейұлы**, т.ғ.д., профессор, tyiak@mail.ru,¹***ХУАНГАН Нурбол**, PhD, қауымдастырылған профессор, khuangan-nur@mail.ru,²**ВОРОБЬЕВ Александр Егорович**, т.ғ.д., профессор, fogel_al@mail.ru,¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,²Грозный мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Ресей, Шешенстан, Грозный, Х.А. Исаев даңғылы, 100,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Массивтің кенжар бөлігіндегі кернеу күйінің таралу сипатын және оның кенжар алдындағы жарықтардың дамуына әсерін анықтау үшін дайындық өндірісінің кенжарларының алдында көлемдік-кернеу күйі анықталды, сондай-ақ алаптағы жарықтардың кливажын ескере отырып, дайындық өндірісінің кенжарының алдында жарықтардың (бұзылулардың) даму аймақтарының сипаты анықталды. Қазбаның кенжар аймағындағы жарылғыш қирау аймақтарын талдау нәтижесінде қазбаның кенжарының алдындағы жарықтардың (қираудың) даму аймақтары кенжардың биіктігі бойынша да, қабаттардың әрқайсысының бойында да екіұшты сипатқа ие екендігі анықталды. Мұны газды дренажды ұңғымаларды төсеу кезінде де, оларды бұрғылау кезінде де ескеру қажет. Өндірісті АІЖК-нің жоғарыдан төменге қарай үңгілеу комбайны жүргізді. Нормативтік құжаттарға сәйкес конвейерлік бремсбергті жүргізу кезінде газ шығарудың бастапқы жылдамдығы және бұрғылау штангасының шығуы бойынша шығарындылар қаупінің ағымдағы болжамы, сондай-ақ акустикалық сигналдың амплитудалық-жиілік сипаттамалары бойынша болжам қолданылады. Д6 қабатының табиғи газдылығын төмендету әдістерінің тиімділігін салыстыру үшін газсыздандыру ұңғымаларының нәтижелерін салыстыру жүргізілді. Жүргізілген зерттеулер болашақ қазбаның контурын бұрғылаумен ұңғымаларды газсыздандырумен салыстырғанда көмір массивін өндіру, газсыздандыру барысы бойынша қарқынды бағытталған бірқатар артықшылықтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: геомеханикалық модель, дизъюнктивті бұзылыс, өндіріс, модельдеу, ақырлы элементтер әдісі, тұрақтылық, массивтің тұтастығын бұзу.

Schemes for Drilling Gas Drainage Wells into the Identified Zones of Rock Mass Discontinuity¹**АЙТПАЕВА Arailym**, PhD, Senior Lecturer, aitpaeva_araika@mail.ru,¹**ISSABEK Tuiak**, Dr. of Tech. Sci., Professor, tyiak@mail.ru,¹***KHUANGAN Nurbol**, PhD, Associate Professor, khuangan-nur@mail.ru,²**VOROBYYOV Alexander**, Dr. of Tech. Sci., Professor, fogel_al@mail.ru,¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,²Grozny State Petroleum Technical University, Russia, Chechnya, Grozny, Kh.A. Isaev Avenue, 100,

*corresponding author.

Abstract. In order to find out the nature of the distribution of the stress state in the bottom-hole part of the massif and its effect on the development of cracks ahead of the face, the volume-stress state ahead of the faces of the preparatory workings was determined, and the nature of the zones of crack development (destruction) ahead of the face of the preparatory workings was determined, taking into account the cleavage of cracks in the array. As a result of the analysis of the zones of explosive destruction in the bottom-hole zone of the mine, it was revealed that the zones of crack development (destruction) in front of the mine face have an ambiguous character both in the height of the face and along each of the layers. This should be taken into account both when laying gas drainage wells and when drilling them. The development was carried out by the GPC tunneling combine from top to bottom. According to the regulatory documents, when carrying out the conveyor bremsberg, the current forecast of the emission hazard for the initial gas release rate and the output of the drill pin, as well as the forecast for the amplitude-frequency characteristics of the acoustic signal, is applied. To compare the effectiveness of methods for reducing the natural gas content of the D6 formation, comparisons were made of the results of the operation of reservoir degassing wells. The conducted studies allow us to identify a number of advantages of intensive degassing of the coal massif, directed along the course of production, in comparison with degassing by wells with drilling of the contour of future production.

Keywords: geomechanical model, disjunctive disturbance, development, modeling, finite element method, stability, discontinuity of the massif.

REFERENCES

1. Ajtpaeva A.R., Isabek T.K., Huang N. Analiz vedenija gornyh rabot na vybrosoopasnyh ugol'nyh plastah v zonah geologicheskikh narushenij // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Innovacii v oblasti estestvennyh nauk kak osnova jeksportoorientirovannoj industrializacii Kazahstana» // 2019, mart.
2. Vremennaja instrukcija po opredelenie bezopasnogo rasstojanija mezhdju polevoj gazodrenazhnoj vyrabotkoj i vybrosoopasnym plastom // RGKP NIC gornospasatelej RK MChS RK: Utv. Dep-t ChS po Karagandinskoj obl. MChS RK. – Karaganda: AO «ArselorMittal Temirtau», 2008. – 43 p.
3. Elkin I.S., Gurov D.E., Chernakova A.D. Modelirovanie dinamicheskikh javlenij v podgotovitel'noj vyrabotke / Vserossijskaja nauchno-tehnicheskaja konferencija s mezhdunarodnym uchastiem. Sovremennye problemy v gornom dele i metody modelirovanija gorno-geologicheskikh uslovij pri razrabotke mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh / Kuzbasskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet imeni T.F. Gorbacheva 17-19 nojabrja 2015 g. Kuzbass, 2015.
4. Sergienko A.I., Vorob'ev V.D. Chislennoe modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija vybrosoopasnogo massiva / Visti Donec'kogo girnichogo institutu. No. 1(36)-2(37). 2015.
5. Tehnologičeskie shemy podgotovki i otrabotki vysokogazonosnyh, vybrosoopasnyh i pozharoopasnyh ugol'nyh plastov na shahtah UD AO «ArselorMittalTemirtau» (pervaja redakcija). Karaganda, 2010.

Қазақстан Республикасындағы кәсіптік тәуекел деңгейін бағалау үшін өндірістегі жазатайым оқиғаларды статистикалық зерттеу

АЙТИМОВА Шынар Тұрсынханқызы, магистр, аға ғылыми қызметкер, aitimova_80@mail.ru, Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Астана, Кравцова көшесі, 18.

Аңдатпа. Қазақстан Республикасы экономикасының салалары бойынша өндірістік жарақаттану және кәсіби сырқаттанушылық динамикасындағы статистикалық көрсеткіштер зерделенді. Өндірістегі жазатайым оқиғалардың салдарынан өндірістік жарақат алу және кәсіптік ауру мәселесі еңбек қатынастары саласында ғана емес, әлеуметтік-қоғамдық салада да шиеленісті тудырады. Статистикалық зерттеудің негізгі мақсаты 2017 жылдан бастап 2021 жылға дейінгі кезеңдегі өндірістік жарақаттану мен кәсіптік ауруды талдау болып табылады. Еңбек қызметіне байланысты жазатайым оқиғалар кезінде, оның ішінде зерттеліп отырған кезеңде өндірісте адам өлімімен аяқталған жазатайым оқиғалар кезінде зардап шеккендердің саны гендерлік аспектідегі өндірістік жарақаттану көрсеткіштерін, ауырлық дәрежесі бойынша алынған жарақаттарды және жазатайым оқиғалардың материалдық салдарын көрсетеді. Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының зерттеулерін бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде «Қазақстан Республикасындағы еңбек қауіпсіздігінің экономикалық проблемалары және сақтандыру тетігін институционалдық қайта құру» (ЖТН BR11965728) тақырыбына ғылыми-техникалық бағдарламаны іске асыру барысында алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері ұсынылған.

Кілт сөздер: еңбек жағдайлары, еңбек қауіпсіздігі мен қорғау, өндірістік факторлар, өндірістік жарақаттану, еңбекте мертігу, кәсіптік ауру, өндірістегі жазатайым оқиға, кәсіптік тәуекел, жазатайым оқиғалардың жиілігі, экономика саласы, еңбекке қабілеттілігінен айырылу.

Кіріспе. Еңбекті халықаралық ұйымдастыру (ЕХҰ) мәліметтеріне сәйкес әрбір елде жыл сайын өндірістегі жазатайым оқиғалар немесе кәсіби аурулардан шамамен 2,3 млн адам қайтыс болады. Жұмысшының денсаулығына 100 мыңнан аса химиялық заттар, 200 биологиялық және 50-ден астам физикалық факторлар, сонымен қатар еңбек жағдайлары (зияндылық, қауіптер және т.б.) теріс әсерін тигізуде. Жұмысшының кәсіби еңбекке қабілеттілігін жоғалтумен және еңбек өнімділігінің төмендеуімен байланысты үлкен залалдарды толықтай өтеу мүмкін емес [1].

Денсаулықтың бүкіл әлемдік ұйымының эксперттері «жұмыспен байланысты денсаулық мәселелерінің себептері бойынша» жазатайым оқиғалардың материалдық салдары көптеген елдерде ЖҰӨ-нің 4-тен 6%-ға дейін құрайды деп есептейді [2].

Еңбек қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау саласындағы көптеген қазақстандық және шетелдік мамандар өндірістегі жазатайым оқиғалардың жиілік коэффициенттерінің күрт төмендеуінің келесідей себептерін атап өтеді:

- Операциялардың және қолданылатын ме-

ханизмдердің өспелі күрделілігі, өйткені оларды пайдалануда техникалық білімдер мен тәжірибелік дағдылар қажет;

- Жарақат алу тәуекелдері бойынша әдетте жоғары өнеркәсіп салаларынан жұмысшылардың қызмет көрсету салаларына сектораралық өту салдары;

- Бақылаушы органдар санының ұлғаюы салдарынан жұмысшылардың жеткілікті түрде реабилитацияға және еңбекке қабілеттілігін қалпына келтіруге деген құқықтары толықтай сақтала бастады;

- Өндірісте жазатайым оқиғаларды жасыру;

- Мемлекеттік бақылауды (қадағалауды) ұйымдастыру кезінде тәуекелге бағытталған тәсілдің әсері [3].

ҚР-ның 2017-2021 жылдардағы өндірістік жарақат алу және кәсіби ауруларға шалдығуды статистикалық зерттеу ҚР-ның Ұлттық статистика бюросымен ұсынылған экономикалық қызмет түрлері бойынша жазатайым оқиғалардан зардап шеккендер және мерт болғандар саны, еңбектің зиянды және басқа да қолайсыз жағдайларында еңбекпен қамтылғандар саны сияқты мәлімет-

терді қолдану арқылы жасалды. ҚР-ның Ұлттық статистика бюросының мәліметі бойынша 2017-2021 жылдарға жалдамалы жұмысшылардың нөлдік емес тізімдік санымен тіркелген экономикалық қызмет түрі 153 санын құрайды [4]

Осы статистикалық зерттеудің мақсаты – өндірісте жазатайым оқиғалардың алдын-алу шараларын қарастыру үшін Қазақстан экономикасының салаларындағы кәсіпорындарда жазатайым оқиғалар салдарынан өндірістік жарақат алғандар және кәсіби ауруға шалдыққандарды талдау барысында олардың санын азайту.

Нәтижелер мен талқылау. 2017-2021 жылдары ҚР кәсіпорындарында зардап шеккен және қаза тапқан жұмысшылар саны мен жалпы тізімдік жұмысшылар санының экономикалық қызмет түрлері бойынша жиынтық мәліметтері 1-кестеде келтірілген.

2017-2021 жж. өнеркәсіпте, құрылыста және көлік салаларында жалдамалы жұмысшылардың 32%-ы еңбекпен қамтылған. Осыған орай аталған салаларда зардап шеккендер мен қайтыс болғандардың үлес салмағы ҚР экономикасы бойынша тұтас алғанда зардап шеккендер мен қайтыс болған жұмысшылардың жалпы санының 70%-нан асқан (сәйкесінше 72.3% және 73.9%).

Жұмыс орындарының кәсіби тәуекел деңгейін анықтау үшін келесідей есептік көрсеткіштер қолданылады:

1. 1000 жұмысшыларға шаққандағы еңбек қызметімен байланысты жазатайым оқиғаның салдарынан қайтыс болғандар саны (өлімге әкелген жазатайым оқиғалар жиілігі);

2. 1000 жұмысшыға шаққандағы еңбек қызметімен байланысты өлімге әкелмеген жазатайым оқиғалар салдарынан және 1 және одан көп жұ-

1-кесте – 2017-2021 жж. жұмыс істейтіндердің нөлдік емес тізімдік саны бар экономикалық қызметтің барлық түрлері бойынша жиынтық ақпарат

Экономикалық қызмет түрі	2021 ж. жұмысшылардың тізімдік саны (мың адам)	2017-2021 жж. адам-жыл саны (мың адам)	2017-2021 жж. зардап шеккендер саны (адам)	Соның ішінде қайтыс болғандар (адам)
Барлығы	4925,2	28240.1	14491	1457
Ауыл шаруашылығы	138.8	863.47	595	81
Кен өндіру өнеркәсібі мен карьерлерді өңдеу	218.7	1334.3	2449	209
Қайта өңдеу өнеркәсібі	428.3	2618.6	4257	227
Электрмен жабдықтау	116.1	725.1	523	73
Сумен жабдықтау	56.2	325.6	354	57
Құрылыс	382.1	2290.8	1943	392
Көтерме және бөлшек сауда	489.0	2650.8	449	71
Мекен жай және тамақтану бойынша қызмет көрсету	302.9	1710.2	945	118
Көлік және қоймалау	70.3	348.8	54	2
Қаржылық және сақтандыру қызметі	94.6	582.1	87	15
Жылжымайтын мүлікпен операциялар	124.6	720.1	68	0
Әкімшілік және қосымша қызмет көрсету саласындағы қызмет	92.6	539.3	92	13
Мемлекеттік басқару және қорғаныс	180.0	1112.1	212	31
Білім беру	224.7	1176.8	479	47
Кәсіби, ғылыми және техникалық қызмет	407.7	2307.1	332	51
Денсаулық сақтау	984.1	5530.0	414	30
Өнер, ойын-сауық және демалыс	429.9	2443.6	1127	28
Ақпарат және байланыс	99.3	561.4	79	8
Қызметтің басқа да түрлерін ұсыну	85.5	390.3	32	4

мыс күніне еңбекке қабілеттілігінен айырылған зардап шеккендер саны (өлімге әкелмеген жазатайым оқиғалар жиілігі);

3. 1000 жұмысшыға шаққандағы еңбек қызметімен байланысты өлімге әкелмеген жазатайым оқиғалар салдарынан және 1 және одан көп жұмыс күніне еңбекке қабілеттілігінен айырылған зардап шеккендер, сонымен қатар қайтыс болғандардың жиынтық саны (өлімге әкелген және әкелмеген жазатайым оқиғалар жиілігі);

4. 1000 жұмысшыға шаққандағы кәсіби ауруға шалдығу салдарынан зардап шеккендер (қайтыс болғандарды қоса алғанда) саны;

5. 1000 жұмысшыға шаққандағы жарақаттың ауыр дәрежесі берілген қайтыс болғандар мен зардап шеккендердің саны.

Бірінші кезеңде сандардың өсу тәртібімен жоғарыда көрсетілген әрбір көрсеткіш мәніне дәреже берілді: ең төменгі мән (нөл) 1 дәрежеге, ең үлкен мән – 2017-2021 жж. нәдік емес тізімдік санымен экономикалық қызметтің барлық түрлері бойынша тиісті көрсеткіштер мәндерінің шамасы бойынша әртүрлі санға тең дәреже (тең мәндерге бірдей дәреже берілді).

Тәуекелдің негізгі көрсеткіші ретінде 1000 жұмысшыға шаққандағы зардап шеккендердің (қайтыс болғандарды қоса алғанда) жалпы саны алынды. Экономикалық қызметтің барлық түр-

лері аталған көрсеткіш мәндерінің аралықтары бойынша топтастырылды. Әрбір топта жоғарыда аталған көрсеткіштердің орташа өлшенген мәндері мен орташа өлшенген дәрежелері есептелді. 2-кестеде экономикалық қызмет түрлерінің осындай топтамасының қорытындысы келтірілген.

Дәреже беру және құрылған топтама келесі заңдылықтары анықтауға мүмкіндік берді:

Барлық жалдамалы жұмысшылардың шамамен 25%-ы қамтылған ҚР кәсіпорындарында 2017-2021 жж. өндірісте болған жазатайым оқиғалар 1000 жұмысшыға шаққандағы зардап шеккендердің кем дегенде 0.08 жиілікпен болып отырған. Жалдамалы жұмысшылардың 68%-ы қамтылған кәсіпорындарда өндірістегі жазатайым оқиғалардың жалпы жиілігі 1000 жұмысшыға шаққанда 0.50-ден аспайды.

Бұл ретте, жалдамалы жұмысшылардың 70%-ы қамтылған кәсіпорындарда (көбінесе қызмет көрсету саласы, әсіресе білім беру, денсаулық сақтау және әлеуметтік қызметтер, өнер, ойын-сауық және демалыс, қаржы және сақтандыру қызметі, жылжымайтын мүлікпен операциялар сияқты салаларды қоса алғанда) өлімге әкелген жазатайым оқиғалар жылына орташа алғанда 1000 жұмысшыға шаққандағы қайтыс болғандардың жиілігі 0.05-тен кем емес. Жоғарыда аталған экономикалық қызмет түрлерінің көпшілігі не-

2-кесте – 2017-2021 жж. 1000 жұмысшыға шаққандағы зардап шеккендердің (қайтыс болғандарды қоса алғанда) жалпы санының мәндері аралығы бойынша экономикалық қызмет түрлерінің топтамасы

Топ	Аралық	Адам-жылдың жалпы санындағы топтың үлес салмағы, %	1000 жұмысшыға шаққандағы зардап шеккендердің (оның ішінде қайтыс болғандар) жалпы саны, адам/топтағы орта өлшенген дәреже	1000 жұмысшыға шаққандағы қайтыс болғандар, адам/топтағы орта өлшенген дәреже	1000 жұмысшыға шаққандағы кәсіби ауру салдарынан зардап шеккендердің (қайтыс болғандарды қоса алғанда) жалпы саны, адам/топтағы орта өлшенген дәреже	1000 жұмысшыға шаққандағы өлімге әкелген және ауыр жарақат алғандар саны, адам/топтағы орта өлшенген дәреже	1000 жұмысшыға шаққандағы топтық жазатайым оқиғаларда зардап шеккендер саны, адам/топтағы орта өлшенген дәреже
0	0.00	0.4%	0.000 / 1	0.000 / 1	0.000 / 1	0.000 / 1	0.000 / 1
1	(0.00-0.10)	24.6%	0.078 / 5	0.005 / 3	0.001 / 3	0.037 / 5	0.006 / 3
2	(0.10-0.20)	25.9%	0.150 / 22	0.023 / 16	0.002 / 4	0.083 / 20	0.021 / 13
3	(0.20-0.45)	10.2%	0.316 / 46	0.045 / 29	0.013 / 14	0.176 / 45	0.055 / 30
4	(0.45-0.60)	11.3%	0.476 / 61	0.021 / 13	0.015 / 14	0.152 / 39	0.080 / 40
5	(0.60-0.80)	9.6%	0.714 / 82	0.111 / 60	0.018 / 18	0.386 / 79	0.079 / 39
6	(0.80-1.20)	8.8%	0.959 / 100	0.154 / 70	0.072 / 23	0.556 / 101	0.120 / 47
7	(1.20-1.50)	2.3%	1.371 / 116	0.122 / 57	0.018 / 11	0.629 / 103	0.067 / 32
8	(1.50-2.00)	2.2%	1.706 / 123	0.151 / 72	0.277 / 28	0.739 / 110	0.197 / 57
9	(2.00-3.00)	2.3%	2.120 / 128	0.153 / 73	0.700 / 39	0.604 / 106	0.387 / 70
10	(3.00-4.00)	1.4%	3.456 / 133	0.149 / 72	1.986 / 45	1.027 / 121	0.946 / 75
11	(4.00+)	1.0%	5.005 / 135	0.138 / 72	3.108 / 47	1.065 / 123	1.547 / 77
Жиыны		100.0%	0.513 / 47	0.052 / 28	0.093 / 11	0.222 / 42	0.083 / 25

гізгі көрсеткіштің төмен мәндеріне байланысты дәреже берудің нәлдік және бірінші тобына жатқызылды.

Дәрежеленудің соңғы төрт тобына тау-кен және өңдеуші өнеркәсібі, ауыл шаруашылығы, көлік және құрылыс сияқты экономикалық қызметтің ең тәуекелді түрлері жатқызылды (сүтті мал тұқымдарын өсіру, көмір және лигнит өндіру, металл кендерін өндіру, тау-кен өнеркәсібі саласындағы техникалық қызмет көрсету, уыт өндіру, кокс пештерінің өнімдерін өндіру, тоқыма бұйымдарын өндіру, ағаш кесу және сүргілеу өндірісі, негізгі химикаттарды өндіру, тыңайтқыштар мен азоттық қосылыстар, пластмасса және бастапқы пішіндегі синтетикалық каучук өндіру, негізгі бағалы және түсті металдарды өндіру, шойын, болат және ферроқорытпалар өндіру, қауіпті қалдықтарды жинау, рекультивация және қалдықтарды жою саласындағы басқа да қызметтер, өзге де мамандандырылған құрылыс жұмыстары, өзге де жолаушылар құрлықтық көлік, әуе көлігі). Жалдамалы жұмысшылардың жалпы санындағы соңғы төрт топтың үлес салмағы шамамен 7%-ды құрады. Жазатайым оқиғалардың жалпы саны 1000 жұмысшыға шаққанда 1.5 адамнан асады, бұл ретте қызметтің бір түрі – негізгі бағалы және түсті металдарды өндіруден тұратын соңғы 11 топта жазатайым оқиғалардың жалпы жиілігі 1000 жұмысшыға шаққанда 5 адамды құрады.

Атап өткім келетіні, соңғы төрт топта экономикалық қызмет түрлері бойынша өлімге әкелген жазатайым оқиғалар жиілігінің елеулі вариациясы байқалады – нөлге тең ең төменгі мәннен (уыт өндірісі, қауіпті қалдықтарды жинау және рекультивация мен қалдықтарды жою саласындағы өзге де қызметтер) қызметтің барлық түрлері бойынша 1000 жұмысшыға шаққанда 0.67 адамға тең ең жоғарғы мәнге дейін (негізгі химикаттарды, пластмасса және бастапқы пішіндегі синтетикалық каучук, және тыңайтқыштар мен азот қоспаларын өндіру).

Топтық жазатайым оқиғаларда зардап алудың немесе қайтыс болудың ең жоғары тәуекелі қауіпті қалдықтарды жинау, рекультивация және қалдықтарды жою саласында өзге қызметтерді көрсету сияқты қызмет түрлерінде топтық жазатайым оқиғалар жиілігі тиісінше 1.96 және 2.33 адамды құрады.

Кәсіптік аурулар мен улану себебінен зардап шеккендердің (оның ішінде қайтыс болғандар-

дың) саны қызметтің төрт түрінде: пластмасса және бастапқы пішіндегі синтетикалық каучук және негізгі химикаттарды, тыңайтқыштарды және азот қоспаларын (1.256), көмір және лигнит (1.950) өндіру шойын, болат және ферроқорытпалар (2.054) және өндірісте бағалы және түсті металдарды (3.108) өндіру 1000 жұмысшыға шаққанда 1.25 адамға тең болды.

Өлімге және ауыр жарақат алудың ең жоғары тәуекелі мынадай салаларында: ағаш кесу және сүргілеу өндірісі (1.029); бағалы және түсті металдарды өндіру (1.065); фанера, шпон, тақталар мен панельдер, құрама паркет жабындарды өндіру, басқа да ағаш құрылыс конструкцияларын және ағаш өңдеу бұйымдарын өндіру; ағаш ыдыстарын өндіру (1.148); көмір және лигнит өндіру (1.236); ағаш дайындау (1.283); уыт өндіру (1.842) кокс пештерінің өнімдерін өндіру (2.017) сияқты қызмет түрлерінде байқалды. Қызмет түрінен кейін жақшаның ішінде 1000 жұмысшыға шаққандағы өлімге және ауыр жарақатқа әкелген жазатайым оқиғалар жиілігінің мәндері келтірілген.

Тәуекелдердің көптеген көрсеткіштері бойынша шынайы жетекші орын алып отырған өңдеуші өнеркәсіптегі негізгі бағалы және түсті металдарды өндіру және тау-кен өндіру өнеркәсібіндегі көмір және лигнит өндіру. Қызметтің басқа түрлерімен жағдай соншалықты ауыр емес.

Қорытынды. Зерттеу деректері өндірістік жарақаттану және кәсіптік ауруларды төмендету бойынша шараларды Қазақстанның тау-кен металлургия саласында жүзеге асыру қажеттілігі дәлелдейді. Ең алдымен өндірістегі жазатайым оқиғалардың есебі мен оларды тіркеуге қатысты еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау саласындағы заңнаманы жетілдіру, айыппұлдар мөлшерін арттыру жолымен өндірістегі жазатайым оқиғаларды жұмыс берушілермен жасырғаны үшін әкімшілік жауапкершіліктің қажеттілігі туындап отыр. Сондай-ақ, менің ойымша, бұл мәселе айтарлықтай терең зерттеуді және еңбек үрдісінің барлық қатысушыларының позициясын өзгерту мақсатында әлеуметтік-еңбектік қарым-қатынастардың барлық жүйесінің аясында: «өндірісте жазатайым оқиғаны жасыру тиімді» дегеннен әлеуметтік және экономикалық тұрғыдан негізделген «жұмысшының денсаулығын сақтай отырып және бизнестің даму тиімділігін қамтамасыз ете отырып өндірістік жарақаттанудың алдын-алу тиімді» деуге дейін өзгертуімізді қажет етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Nurbek Y., Asset I., Timur B., Roza S., Bakhtiyar S., Ermek S. Industrial Traumatism and Occupational Morbidity in Mining Industry of Kazakhstan. *Journal of Public Health Research*. 2022; 11 (1). doi:10.4081/jphr.2021.2169
2. Производственный травматизм как критерий профессионального риска / И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова, А.Н. Чуранова // Проблемы прогнозирования. – 2017. – № 5 (164). – С. 140-149.
3. Сайфутдинов, Р.А. Анализ производственного травматизма при оценке профессиональных рисков / Р.А. Сайфутдинов, А.А. Козлов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2020. – № 1 (89). – С. 60-69.
4. Статистика национальных счетов – Режим доступа <https://stat.gov.kz/official/industry>

Статистическое исследование несчастных случаев на производстве для оценки уровня профессионального риска в Республике Казахстан

АЙТИМОВА Шынар Турсынхановна, магистр, старший научный сотрудник, aitimova_80@mail.ru,
Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда, Казахстан, Астана, ул. Кравцова, 18.

Аннотация. Изучены статистические показатели в динамике производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в разрезе отраслей экономики Республики Казахстан. Проблема производственного травматизма и профессионального заболевания как следствие несчастных случаев на производстве вызывает напряженность не только в сфере трудовых отношений, но и в социально-общественной. Решение данной проблематики необходимо начать с применения превентивных мер по обеспечению безопасных условий труда, которые предполагают проведение аттестации рабочих мест, оценки профессионального риска и т.д. Основной целью статистического исследования является анализ производственного травматизма и профессионального заболевания за период с 2017 по 2021 год. Численность пострадавших при несчастных случаях, связанных с трудовой деятельностью, в том числе со смертельным исходом на производстве за исследуемый период отражает показатели производственного травматизма в гендерном аспекте, полученные травмы по степеням тяжести и материальные последствия несчастных случаев. Представлены результаты научных исследований, полученных в ходе реализации научно-технической программы на тему: «Экономические проблемы безопасного труда и институциональные преобразования механизма страхования в Республике Казахстан» (ИРН BR11965728) в рамках программно-целевого финансирования исследований Республиканского научно-исследовательского института по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан.

Ключевые слова: условия труда, безопасность и охрана труда, производственные факторы, производственный травматизм, трудовое увечье, профессиональное заболевание, несчастный случай на производстве, профессиональный риск, частота несчастных случаев, отрасль экономики, утрата трудоспособности.

Statistical Study of Industrial Accidents to Assess the Level of Occupational Risk in the Republic of Kazakhstan

AITIMOVA Shynar, Master, Senior Researcher, aitimova_80@mail.ru,
Republic Research Institute for Occupational Safety and Health, Kazakhstan, Astana, Kravtsova Street, 18.

Abstract. Statistical indicators in the dynamics of occupational injuries and occupational morbidity in the context of the sectors of the economy of the Republic of Kazakhstan were studied. The problem of occupational injuries and occupational diseases as a result of accidents at work causes tension not only in the field of labor relations, but also in the socio-public sphere. The solution of this problem should begin with the application of preventive measures to ensure safe working conditions, which involve certification of workplaces, assessment of occupational risk, etc. The main purpose of the statistical study is to analyze occupational injuries and occupational diseases for the period from 2017 to 2021. The number of victims of accidents related to work, including fatal accidents at work during the study period reflects the indicators of occupational injuries in the gender aspect, the injuries received by severity and the material consequences of accidents. The results of scientific research obtained during the implementation of a scientific and technical program on the topic: «Economic problems of safe work and institutional transformations of the insurance mechanism in the Republic of Kazakhstan» (IRN BR11965728) are presented within the framework of program-targeted funding of research of the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: working conditions, occupational safety and health, production factors, occupational injuries, occupational injury, occupational disease, industrial accident, occupational risk, frequency of accidents, economic sector, disability.

REFERENCES

1. Nurbek Y., Asset I., Timur B., Roza S., Bakhtiyar S., Ermek S. Industrial Traumatism and Occupational Morbidity in Mining Industry of Kazakhstan, *Journal of Public Health Research*, 2022; 11 (1). doi:10.4081/jphr.2021.2169
2. Buxtiyarov I.V., Izmerov N.F., Tixonova G.I., A.N. Churanova. Proizvodstvennyj travmatizm kak kriterij professional'nogo riska. [Occupational injuries as a criterion of occupational risk]. *Problemy prognozirovaniya. [Forecasting problems]*, 2017, no. 5, 164, pp. 140-149.
3. Sajfutdinov R.A., Kozlov A.A. Analiz proizvodstvennogo travmatizma pri ocenke professional'nyx riskov. [Analysis of occupational injuries in the assessment of occupational risks]. *Vestnik Ul'yanovskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. [Bulletin of the Ulyanovsk State Technical University]*, 2020, no 1, 89, pp. 60-69.
4. Statistika nacional'nyx schetov [National Accounts statistics]. Rezhim dostupa. [Access mode] <https://stat.gov.kz/official/industry>

Instrumental Express Analysis of Ferromanganese Ores by Nuclear-geophysical Method

¹*PAK Dmitri, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, pak_kargtu@mail.ru,

¹TEBAYEVA Anar, Master, Lecturer, anara.tebaeva@gmail.com,

¹PAK Yuri, Dr. of Tech. Sci., Professor, pak_gos@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. There is given the rationale for the effectiveness of using a selective filter in the X-ray fluorescence analysis of ores for the purpose of separate determining the concentration of iron and manganese. The analysis of updated methods of taking into account the interfering effect of elements with close atomic number is presented. The main destabilizing factors affecting the accuracy and selectivity of instrumental X-ray fluorescence analysis of ferromanganese ores have been studied. There is theoretically and experimentally substantiated the method of express determining iron and manganese based on measurements of the fluorescent radiation of the determined elements intensity with a selective filter and without a filter. In the process of experimental studies of ferromanganese ores of various material compositions, the accuracy of instrumental fluorescence analysis has been obtained that is satisfactory for solving technological problems.

Keywords: X-ray fluorescence, ferromanganese ore, selective filter, instrumental analysis, radionuclide source, determination error.

Introduction

A high labor intensity and relatively low representativeness of standard chemical analysis limit its use for the operational monitoring of the ores and products of their dressing quality. Various modifications of the X-ray spectral method with the use of X-ray tubes as a primary emitter are widely used. They allow analyzing elementally raw and industrial materials [1]. There is a successful experience of simultaneous determining the content of iron and manganese by an X-ray fluorescence spectrometer with an X-ray optical system and an X-ray tube with an Rh anode [2]. The results of analyzing ferromanganese nodules in pressed tablets were obtained with satisfactory accuracy.

However, for many mining and processing enterprises, the task of a high-performance express analysis of ferrous metal ores for 2-3 elements is relevant. It is not economically justified to use expensive X-ray spectrometers designed for multielement analysis for these purposes. In this regard, the development of instrumental methods that allow carrying out, at the lowest cost, a high-performance, non-destructive express analysis in the conditions of a specific mining and metallurgical production, seems to be an urgent task.

There has been studied the possibility of express separate determining the concentration of iron and manganese in ferromanganese ores of complex composition by the X-ray fluorescence method. A significant role in the successful application of the X-ray flu-

orescence method for the express analysis of ferrous metal ores was played by the industrial production of radionuclide sources of low-energy gamma radiation such as iron-55, plutonium-238, cadmium-109, tritium-zirconium target and the development of proportional detectors with a relatively high energy resolution in low-energy range of energies [3].

Radionuclide X-ray fluorescence analysis of ferrous metal ores has methodological features due to the elemental composition of ferromanganese ores. These features are caused by the need to determine two elements with similar atomic numbers: relatively high concentrations of the main element (iron) and low concentrations of impurity elements (manganese).

X-ray fluorescent radiation of most elements that make up ferrous metal ores (Si, S, Ca, Mn, Fe) belongs to the long-wavelength part of the spectrum, which creates certain difficulties in its detection. Moreover, for efficient excitation of X-ray fluorescence of elements with a relatively low fluorescence yield, radionuclide sources of relatively high power are required.

The destabilizing factors affecting the accuracy of the instrumental express determining the concentration of iron and manganese in ores are the superposition of the X-ray fluorescence of iron (6.4 keV) on the X-ray fluorescence of manganese (5.9 keV), due to the finite energy resolution of the proportional detector and the matrix effect caused by variability of the material composition of the analyzed ferromanganese ores.

Statement of the problem

The objective of the study is separate express determining the concentration of iron and manganese in ores and products of their processing by radionuclide X-ray fluorescence method. The problem posed requires searching for an optimal solution for detecting iron and manganese X-ray fluorescence with similar energies and increasing the selectivity of the X-ray fluorescence method in terms of ensuring the accuracy that is satisfactory for technological problems under conditions of variability in the material composition of the analyzed ores.

The object of X-ray fluorescence analysis was the ferromanganese ores of the Kerch deposit, in particular, the original ores of the Kamysh-Burun iron ore enterprise and the products of their processing.

Ferromanganese ores as an object of X-ray fluorescence analysis are characterized by a complex chemical composition (Table 1).

A stable correlation between the contents of iron and manganese and other components was not found, which actualizes the problem of taking into account the matrix effect in the process of interpreting the results of X-ray fluorescence analysis.

The main difficulty in separate determining the concentrations of manganese and iron in ores of complex composition lies in the difficulty of separate registration of their analytical lines due to the finite energy resolution (~22% for the Mn K-series) of modern proportional detectors. The proximity of the X-ray fluorescence energies of these elements leads to superposition of their spectra, which is accompanied by distortion of the functional relationship between the intensity of the detected fluorescent radiation of the element and its concentration in the ore.

There are known various ways to reduce the destabilizing effect of the element closest in atomic number to the results of X-ray fluorescence analysis [4]. The simplest way is to select relatively narrow energy windows in the region of the analytical line of the element being determined, which provides a sufficiently high ratio of the useful signal against the background of the interfering neighboring element. This methodological approach gives positive results when the difference between the energies of the analytical lines of the elements being determined exceeds the half-width of the peak of the amplitude distribution of the spectrometric detector pulses. Otherwise, the widespread modifications of the X-ray radiomet-

ric method (spectral intensity, spectral difference, spectral ratios), due to superposition of spectra close in Z elements, will not provide selective information of the X-ray fluorescence intensity of the elements being determined [5].

Accounting for unresolved analytical lines of the analyzed elements can be carried out according to the Dolby method that is based on measuring the intensities in two different intervals of the secondary spectrum. The method involving the use of a spectrometer with high energy resolution is characterized by low accuracy of X-ray fluorescence determination of low concentrations of analyzed elements [6].

There is a successful experience of using edge filters to suppress coherently scattered low-energy gamma radiation in order to improve the metrological characteristics of gamma-albedo analysis [7]. Due to the proximity of the energies of the coherently and incoherently scattered components of the secondary gamma spectrum, it was possible to increase the sensitivity of the analysis.

Increasing the analysis selectivity

To increase the selectivity of the X-ray fluorescence analysis of ores under conditions of variable concentrations of the analyzed elements with similar atomic numbers, there was used the principle of additional attenuation of the secondary radiation by a selective (edge) filter. The action of a selective filter is based on a sharply different attenuation by the filter material of radiation with energies slightly less and slightly more than the energy of the filter's K-absorption edge. The material of the selective filter is selected so that its energy of the K-absorption edge lies between the analytical lines of the analyzed elements with similar atomic number.

For selective registration of X-ray fluorescence of manganese and iron, a selective filter made of chromium was used. Its energy of the K-absorption edge (6.0 keV) lies in the interval between the energies of the K-lines of fluorescent radiation of iron (~6.4 keV) and manganese (~5.9 keV).

Figure 1 shows the mass coefficient of photoelectric absorption for chromium as a filter element dependence on the energy of gamma radiation. X-ray fluorescence of manganese with energy $E_1=5.9$ keV and iron with energy $E_2=6.4$ keV when passing through the filter are attenuated sharply differently.

Attenuated by a selective filter with the surface density (ρx), the intensities of the fluorescent radiation of Mn with energy E_1 and Fe with energy E_2 can be calculated as follows:

$$N_1 = N_1 \exp(-\mu_1 \rho x); N_2 = N_2 \exp(-\mu_2 \rho x), \quad (1)$$

where N_1, N_2 are respectively intensities of fluorescent radiation of Mn and Fe before the filter.

Since $\mu_2 > \mu_1$ ($\mu_2 / \mu_1 = 5.35$), Mn fluorescent radiation passing through the filter is attenuated much less. X-ray fluorescence of Fe is predominantly suppressed. By measuring the intensity of X-ray fluorescence of the elements being determined in the se-

Table 1 – Chemical composition of ores

Element (component)	Concentration variation limits, %
Fe	12-48
Mn	0,3-5
CaO	1-3
SiO ₂	10-34
Al ₂ O ₃	3-14

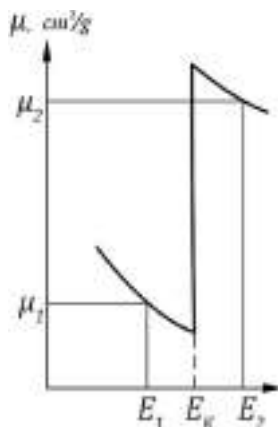


Figure 1 – Chromium mass coefficient of photoelectric absorption as a filtering element dependence on the gamma-radiation energy

lected section of the spectrum ΔE in the range of E_1 and E_2 with and without a filter, two equations can be drawn up:

$$\begin{cases} N = N_1 + N_2, \\ N' = N_1 \exp(-\mu_1 \rho x) + N_2 \exp(-\mu_2 \rho x). \end{cases} \quad (2)$$

Solving the system of equations (2), one can find the intensities N_1 and N_2 that correspond to fluorescent radiation with energies E_1 and E_2 .

The role of the selective filter in the selective suppression of higher-energy iron radiation is depicted in contrast in Figure 2, where instrumental spectra of X-ray radiation with energies E_1 and E_2 are qualitatively presented without a filter and with a filter [8].

The optimal thickness of the selective filter (x) is selected depending on the mass attenuation coefficients μ_1 and μ_2 on the relative contribution of the X-ray fluorescence of manganese and iron in the energy range E_1 and E_2 .

It is easy to imagine that the efficiency of the selective filter will be maximum if the energies of the X-ray fluorescence of the elements being determined are close, at which the maximum differentiation is observed in the attenuation coefficients of the detect-

ed radiation by the filter material.

Research results

A difficult task is selecting primary gamma radiation energies for express X-ray fluorescence analysis for manganese and iron.

The studies were carried out using radionuclide sources: tritium-zirconium target (~8 keV), plutonium-238 (~16 keV) and cadmium-109 (~22 keV). The optimal selecting of the primary emitter was made in terms of ensuring the maximum sensitivity of the analysis and sufficient efficiency of excitation of Mn and Fe X-ray fluorescence in the operating range of their concentrations in ores. When using a tritium-zirconium target, despite the high efficiency of X-ray fluorescence excitation, the concentration degeneration of the analytical signal is observed at the iron concentration in ores of higher than 42%.

Experimental studies with the radionuclide source Cd-109 revealed a low efficiency of X-ray fluorescence excitation of the elements being determined, which affects the metrological characteristics of instrumental X-ray fluorescence analysis of ores with low concentrations of manganese (lower than 1%). This leads to the need for a significant increasing of the time of instrumental analysis and the use of a radionuclide source with high activity, at which the minimum statistical error is achieved, commensurable with the required accuracy of the analysis.

The radionuclide source Pu-238 turned out to be the most optimal for the simultaneous determination of manganese and iron. The use of this source ensured a sufficiently high efficiency of excitation of the K-series of determined elements with a slight effect of concentration degeneracy, which is manifested at an iron concentration of more than 50%.

X-ray fluorescence analysis of ferromanganese ores for the purpose of separate express determining the content of manganese and iron was carried out using an X-ray fluorescence analyzer RRK-103 and a Pu-238 radionuclide source with activity of $6 \cdot 10^9$ Bq. Stabilization of the spectrometric parameters of the equipment with the help of a Cd-109 reference

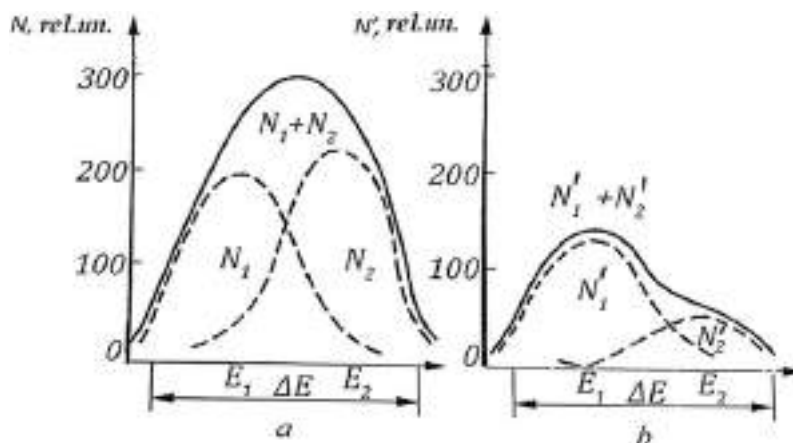


Figure 2 – Spectra of X-ray fluorescence with the E_1 and E_2 energy without a filter (a) and with a filter (b)

source was provided. The method of separate determining the concentrations of Mn and Fe consisted in measuring the intensities of fluorescent radiation of the elements being determined with a filter (N') and without a filter (N) in the energy range $\Delta E = 4.6-7.4$ keV. The optimal energy interval ΔE was found from the minimum value of the relative statistical error expressed in fractions of the content of the element being determined [9]. In this case, iron is selected as a normalized parameter, due to the fact that in the process of filtering with a selective filter, the X-ray fluorescence of Fe is attenuated much more strongly than Mn fluorescence. The optimal surface density of the filter selected from the point of view of the maximum sensitivity of the method, was 4 mg/cm^2 .

As a result of statistical processing the results of measurements of samples with the known contents of iron (C_{Fe}) and manganese (C_{Mn}), empirical expressions were found that related the concentrations of the analyzed elements to the measured fluorescent radiation intensities:

$$\begin{aligned} C_{\text{Fe}} &= a_0 + a_1N + a_2N', \\ C_{\text{Mn}} &= b_0 + b_1N + b_2N'. \end{aligned} \quad (3)$$

The proposed method of X-ray fluorescence analysis that consists in measuring the intensity of secondary radiation with a selective filter and without a filter, does not fully take into account the effect of the material composition of the original ores and the product of their processing (concentrate) variability. This makes these relationships (3) ambiguous for different objects and ranges of changes in the concentra-

tion of the analyzed elements. To specify the constant coefficients of expression (3) in order to increase its uniqueness and the accuracy of determining the concentration of Fe and Mn, 67 samples of the concentrate and 94 samples of the original ores were additionally analyzed. The refined coefficients of equation (3) and the achieved metrological characteristics of instrumental express analysis are shown in Table 2.

The reproducibility error of the instrumental analysis is comparable to the reproducibility error of chemical analysis for iron. Evaluation of the correctness of the proposed analysis by the Student's criterion showed the absence of systematic discrepancies.

Conclusion

There is presented the analysis of updated methods of X-ray fluorescence determining the concentration of elements with close atomic numbers. From the point of view of ease of implementing and achieving satisfactory accuracy, the X-ray fluorescence analysis with selective registration of fluorescent radiation of the elements being determined is recognized as the most optimal. A technique of express X-ray fluorescence analysis of ores of complex composition using a chromium selective filter and the algorithm of processing instrumental results for the separate determining of iron and manganese with satisfactory accuracy are proposed.

This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19678770).

Table 2 – Metrological characteristics of the express analysis

Object under study	Changing interval C_{Fe} (numerator) and C_{Mn} (denominator)	Number of samples	Equation coefficients			Mean-square error of determining, abs. %	
			a_0/b_0	a_1/b_1	a_2/b_2	Fe	Mn
Concentrate	43-48/1,2-5,0	67	5,34/-17,00	82,01/-8,84	-25,71/25,71	0,24	0,15
Original ore	12-28/0,3-1,5	51	12,14/-17,73	69,33/-7,47	-25,71/25,71	0,36	0,14
	28-46/0,6-5,0	43	4,20/-17,05	81,02/-8,73	-25,71/25,71	0,35	0,15

REFERENCES

- Bakhtiarov A.V., Savelyev S.K. X-ray fluorescent analysis of mineral raw materials. Publishing House of St. Petersburg State University, 2014, 132 p.
- Chubarov V.M., Finkelstein A.L., Granina L.Z. Determination of the content of iron and manganese in ferromanganese nodules by the emission lines of the K-series of the X-ray fluorescence spectrum. Analytics and control, 2010. Vol. 14. No. 2. Pp. 65-72.
- Voznesensky L.I., Ochkur A.P., Tomsky I.V. and other X-ray radiometric analysis of ores of ferrous metals (Methodological guide). Leningrad: Nedra, 1978. 115 p.
- Sidenko V.V., Grabovsky A.V., Gerling V.E. Evaluation of the possibilities of X-ray radiometric determination of potassium in potassium salts. Nuclear geophysics in ore geology. Leningrad, 1981. 72 p.
- Yakubovich A.L., Zaitsev E.I., Przhiyalgovskiy S.M. Nuclear Physics Methods for Rock Analysis. Moscow: Energoizdat, 1982. 264 p.
- Dolby R.M. Proceedings of 3 International symposium on X-Ray optics and x-ray microanalysis. Stanford, 1962.
- Yu. Pak, D. Pak, Zh Nuguzhinov. Increasing sensitivity of coal analysis by gamma-albedo method. Applied Radiation and Isotopes, 149 (2019), pp. 104-107.
- Pak Yu.N., Pak D.Yu. Nuclear Technologies in Geologic-Geophysical Studies. Textbook / Karaganda State Technical University. Karaganda: KSTU Publ. House, 2017. 321 p.
- Innovative patent No. 25149, 2011. Method of X-ray radiometric analysis of coal. Authors: Pak Yu.N., Pak D.Yu., Makhotin A.I., et al.

Темір-марганец кендерін ядро-геофизикалық әдіс бойынша құралдық экспресс талдау

¹*ПАК Дмитрий Юрьевич, т.ф.к., доцент, pak_kargtu@mail.ru,

¹ТЕБАЕВА Анар Юлаевна, магистр, оқытушы, anara.tebaeva@gmail.com,

¹ПАК Юрий Николаевич, т.ф.д., профессор, pak_gos@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Темір мен марганец концентрациясын бөлек анықтау мақсатында кендерді рентгендік флуоресценциялық талдауда селективті сүзгіні қолданудың тиімділігінің негіздемесі келтірілген. Атомдық нөмірі жақын элементтердің интерференциялық әсерін есепке алудың заманауи әдістерінің талдауы ұсынылған. Ферромарганец кендерінің аспаптық рентгендік флуоресценциялық талдауының дәлдігі мен селективтілігіне әсер ететін негізгі тұрақсыздандыратын факторлар зерттелді. Селективті фильтрмен және сүзгісіз анықталған элементтердің флуоресценттік сәулеленуінің қарқындылығын өлшеу негізінде темір мен марганецті экспресс анықтау әдісі теориялық және тәжірибелік тұрғыдан негізделді. Әртүрлі материалды құрамды ферромарганец кендеріне эксперименттік зерттеулер жүргізу барысында технологиялық есептер үшін қанағаттанарлық аспаптық флуоресценттік талдаудың дәлдігі алынды.

Кілт сөздер: рентгендік флуоресценция, ферромарганец кені, селективті сүзгі, аспаптық талдау, радионуклидтер көзі, анықтау қателігі.

Инструментальный экспресс-анализ железомарганцевых руд ядерно-геофизическим способом

¹*ПАК Дмитрий Юрьевич, к.т.н., доцент, pak_kargtu@mail.ru,

¹ТЕБАЕВА Анар Юлаевна, магистр, преподаватель, anara.tebaeva@gmail.com,

¹ПАК Юрий Николаевич, д.т.н., профессор, pak_gos@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Дано обоснование эффективности использования селективного фильтра в рентгенофлуоресцентном анализе руд с целью раздельного определения концентрации железа и марганца. Представлен анализ современных способов учета мешающего влияния ближних по атомному номеру элементов. Исследованы основные дестабилизирующие факторы, влияющие на точность и избирательность инструментального рентгенофлуоресцентного анализа железомарганцевых руд. Теоретически и экспериментально обоснована методика экспресс-определения железа и марганца на основе измерений интенсивности флуоресцентных излучений определяемых элементов с селективным фильтром и без фильтра. В процессе экспериментальных исследований на железомарганцевых рудах различного вещественного состава получена удовлетворительная для технологических задач точность инструментального флуоресцентного анализа.

Ключевые слова: рентгеновская флуоресценция, железомарганцевая руда, селективный фильтр, инструментальный анализ, радионуклидный источник, погрешность определения.

REFERENCES

1. Bakhtiarov A.V., Savelyev S.K. X-ray fluorescent analysis of mineral raw materials. Publishing House of St. Petersburg State University, 2014, 132 p.
2. Chubarov V.M., Finkelstein A.L., Granina L.Z. Determination of the content of iron and manganese in ferromanganese nodules by the emission lines of the K-series of the X-ray fluorescence spectrum. Analytics and control, 2010. Vol. 14. No. 2. Pp. 65-72.
3. Voznesensky L.I., Ochkur A.P., Tomsky I.V. and other X-ray radiometric analysis of ores of ferrous metals (Methodological guide). Leningrad: Nedra, 1978. 115 p.
4. Sidenko V.V., Grabovsky A.V., Gerling V.E. Evaluation of the possibilities of X-ray radiometric determination of potassium in potassium salts. Nuclear geophysics in ore geology. Leningrad, 1981. 72 p.
5. Yakubovich A.L., Zaitsev E.I., Przhivalgovskiy S.M. Nuclear Physics Methods for Rock Analysis. Moscow: Energoizdat, 1982. 264 p.
6. Dolby R.M. Proceedings of 3 International symposium on X-Ray optics and x-ray microanalysis. Stanford, 1962.
7. Yu. Pak, D. Pak, Zh Nuguzhinov. Increasing sensitivity of coal analysis by gamma-albedo method. Applied Radiation and Isotopes, 149 (2019), pp. 104-107.
8. Pak Yu.N., Pak D.Yu. Nuclear Technologies in Geologic-Geophysical Studies. Textbook / Karaganda State Technical University. Karaganda: KSTU Publ. House, 2017. 321 p.
9. Innovative patent No. 25149, 2011. Method of X-ray radiometric analysis of coal. Authors: Pak Yu.N., Pak D.Yu., Makhotin A.I., et al.

Подбор рациональных параметров ремонтно-восстановительных работ при скважинной добыче урановых руд

¹КЕНЖЕТАЕВ Жигер Смадиевич, PhD, главный научный сотрудник, kzhiger@yahoo.com,

^{1*}ТОГИЗОВ Куаныш Серикханович, PhD, профессор, k.togizov@satbayev.university,

¹ЖАПАБАЕВ Кудайберген Аллабергенулы, старший научный сотрудник, zharabaev.kudaiberger@mail.ru,

¹ЖАНГИРХАНОВА Арайлым Аманжолкызы, магистрант, a.zhanggirkhanova@satbayev.university,

¹МУЗАППАРОВА Акерке Бакбергеновна, преподаватель, a.muzapparova@satbayev.university,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью данного исследования является повышение эффективности скважинной добычи урана за счет подбора декольматирующих растворов и выбора рациональных параметров технологии воздействия на прифильтровую зону пласта геотехнологических скважин, повышение фильтрационных характеристик пласта в зависимости от состава и структуры осадкообразующих материалов. При проведении исследований установлена структура и состав осадкообразования, вызывающие снижение фильтрационных характеристик продуктивного горизонта месторождений Сырдарьинской и Шу-Сарысуйской депрессии. Выбран эффективный состав специального декольматирующего раствора для разрушения и предотвращения осадкообразования в продуктивном горизонте с применением бифторида аммония с добавлением серной кислоты и поверхностно-активных веществ. Разработаны и теоретически обоснованы рациональные параметры инновационной технологии повышения фильтрационных характеристик продуктивного горизонта с применением специальных декольматирующих растворов. Применение инновационной технологии повышения фильтрационных характеристик руд в сложных горно-геологических условиях может увеличить период бесперебойной работы и коэффициент использования геотехнологических скважин, что в свою очередь положительно повлияет на интенсивность отработки технологических блоков и повысит производительность и безопасность труда, а также сократит эксплуатационные расходы предприятий на добычу.

Ключевые слова: скважинная добыча, регенерация, осадкообразование, декольматирующий раствор, уран, рентгенофазовый анализ, Шу-Сарысуйская и Сырдарьинская депрессии.

Введение. Изменение климата вследствие несоразмерной производственной деятельности человека на планете становится все более осязаемым. Для защиты и сохранения биоразнообразия, снижения негативного воздействия изменения климата в мире принимаются конкретные меры [1]. В этом плане признание проектов атомной генерации к зеленым видам энергии позволит увеличить генерацию электроэнергии к 2050 году в два раза, что внесет важный вклад в борьбу с глобальным потеплением [2]. Согласно исследованиям МАГАТЭ ядерная энергетика имеет значительный потенциал по снижению выбросов парниковых газов для смягчения последствий изменения климата в отдельных регионах Европы, Азии и Африки (МАГАТЭ). Рост ядерной энергетике приведет в увеличению потребности в природном уране и его продуктах. В решении

вопросов поставок природного урана достойный вклад может внести урановая отрасль Казахстана, опирающаяся на прогрессивную, высокоэффективную скважинную добычу урановых руд.

Казахстан обладает 14% мировых разведанных запасов урана и занимает второе место после Австралии, 70% из них пригодны для разработки скважинным способом. Скважинная разработка урановых руд в Республике Казахстан производится на 26 участках, объединенных в 13 уранодобывающих компаний. Совокупный объем добычи природного урана составляет более 40% общемирового уровня [3, 4].

Месторождения урана на территории Казахстана локализованы в шести провинциях: Шу-Сарысуйской, Сырдарьинской, Северо-Казахстанской, Прикаспийской, Прибалкашской, Илийской. Основная добыча ведется в первых

двух провинциях, расположенных в Кызылординской и Туркестанской областях. Они схематически показаны на рисунке 1.

Скважинная добыча полезных ископаемых, в частности урана, подразумевает растворение полезного компонента движущимся потоком растворителя на месте расположения рудного тела с последующим выносом и подъемом образовавшихся соединений на поверхность [5, 6]. Применение серной кислоты на предприятиях Казахстана в качестве растворителя основана на ее доступности, возможности транспортировки железнодорожным или автомобильным транспортом, низкой отпускной стоимостью и способностью практически полностью растворять урановые минералы. Однако серная кислота имеет высокую реакционную способность с карбонатными и другими минералами рудовмещающих пород, в результате образуются сложнорастворимые осадки с выделением углекислого газа, эти факторы затрудняют процесс выщелачивания [7, 8].

Осадкообразование закупоривает зазоры фильтров, порового пространства прифилтровой зоны пласта, меняют линии тока технологических растворов, создают непроницаемые зоны и снижают фильтрационные характеристики руд продуктивного горизонта. Это приводит к снижению содержания урана в продуктивном растворе, производительности геотехнологических скважин, тем самым увеличивая период отработки балансовых запасов. При этом повышается себестоимость конечного продукта за счет увеличения расхода серной кислоты, электроэнергии, трудозатрат и других эксплуатационных расходов [9, 10]. В особо сложных горно-геологических условиях при проведении ремонтно-восстано-

вительных работ на скважинах не достигается положительный результат. На решение данной производственной задачи направлено настоящее исследование.

Методика исследования. Детальное установление физико-химических характеристик осадков позволит подобрать более эффективные реагенты и методологии восстановления фильтрационных характеристик руд прискважинной зоны пласта, обеспечивающие увеличение производительности и бесперебойной работы геотехнологических скважин. Для определения количественно-качественных характеристик осадкообразований были отобраны пробы осадков месторождений Шу-Сарысуйской и Сырдарьинской депрессии.

При визуальном осмотре пробы №1 с месторождения Сырдарьинской депрессии видно, что осадки представляют из себя пылевидную смесь красного цвета, а осадки пробы №2 из месторождения Шу-Сарысуйской депрессии выглядят как белый порошок с множеством бежевых пятен, наличием крупных кристаллов и песка.

Определение фазового состава осадков производили рентгенофазовым методом, на рентгеновском дифрактометре X'Pert MPD PRO (PANalytical). Определение химического состава кольматирующих материалов производилось в соответствии рентгенографическими данными международного кристаллографического общества. В результате снимков проб № 1 и № 2 получены отражения рентгеновских лучей стабильной формы, приведенные на рентгенограммах осадкообразований (рисунок 2). Данные свидетельствуют о высокой кристаллизации компонентов осадкообразующих соединений. Результаты анализа значений межплоскостных расстояний

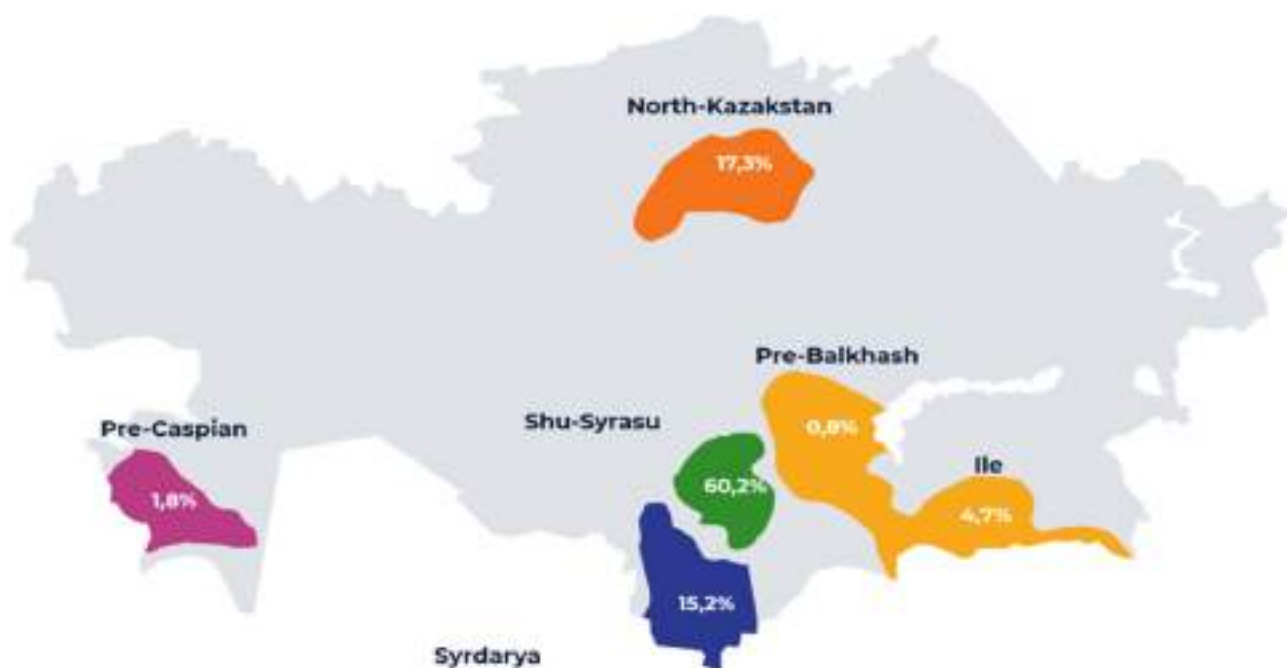


Рисунок 1 – Схема расположения регионов разведанных месторождений урана

свидетельствуют о образовании в составе полевых шпатов, сложных алюмосиликатов и гипса. Слабозаметное отражение некоторых рентгеновских лучей обусловлено аморфным состоянием проб. Результаты сравнительного анализа количественно-качественных характеристик составов осадкообразующих компонентов месторождений Сырдарьинской и Шу-Сарысуйской депрессии приведены в таблице.

Данные рентгенофазового анализа свидетельствуют, что осадкообразования из месторождений Сырдарьинской и Шу-Сарысуйской депрессий схожи по своему составу. На месторождениях Сырдарьинской депрессии преобладают осадки химического происхождения, такие как анкерит, доломит, гипс 23, 24, 18%. Это вызвано взаимодействием серной кислоты с карбонатными минералами руд и вмещающих пород продуктивного горизонта. Карбонатные и гипсовые осадкообразования характерны химическому типу происхождения, образующиеся при химической реакции взаимодействия. На месторождениях Шу-Сарысуйской депрессии преобладают осадкообразования механического типа, такие как кварц, фосфат алюминия 34, 22%. Это связано с преобладанием в продуктивном горизонте полевых шпатов и глин. Механические осадки образуются при растворении мелких фракций, транспортировке и выпадении в осадок в зоне разгрузки.

Подбор эффективных параметров регенерации скважин. При восстановлении филь-

трационных характеристик руд прискважинной зоны пласта за счет разрушения и удаления осадкообразований, препятствующих фильтрации растворов в пласте на комплексах подземного скважинного выщелачивания (ПСВ), широко используются химические и гидродинамические методы ремонтно-восстановительных работ на скважинах.

Для повышения эффективности скважинной добычи урана за счет интенсификации геотехнологических процессов и восстановления проницаемости прифильтровой зоны пласта авторами была разработана и опробована методика химической обработки скважин специальным раствором. Инновационная методика обработки фильтровой части скважин предусматривает приготовление и подачу декольматирующего раствора в фильтровую часть скважины, нагнетание в продуктивный горизонт, для большего взаимодействия химических реагентов с осадками с целью их полного растворения. Процесс удаления продуктов реакции взаимодействия из продуктивного горизонта на поверхность предусмотрен компрессорной прокачкой. На рисунке 3 приведена разработанная схема составляющих работ по интенсификации скважинной добычи урана [11].

Как видно из рисунка 3, основная масса осадкообразований 3, происходит в продуктивном горизонте 1, непосредственно в зоне разгрузки растворов и повышения скорости движения рас-

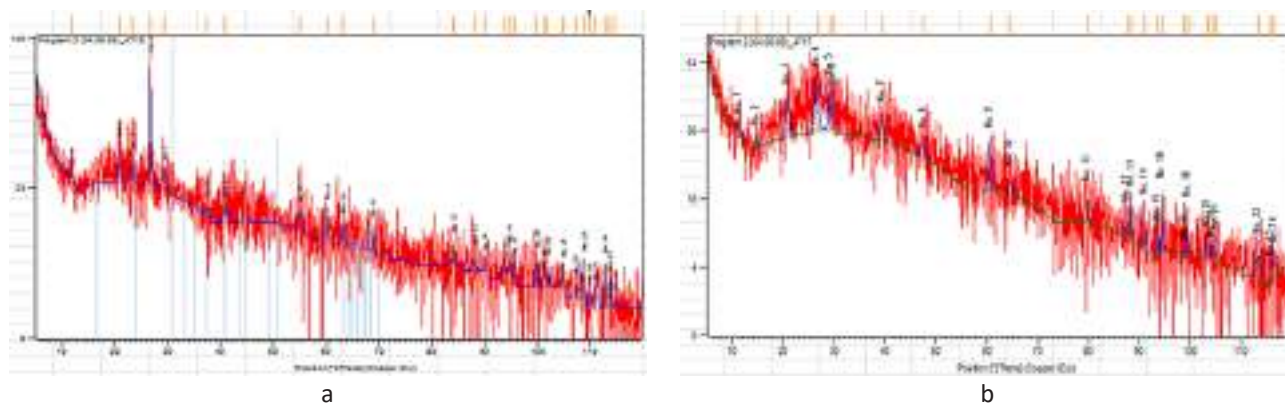
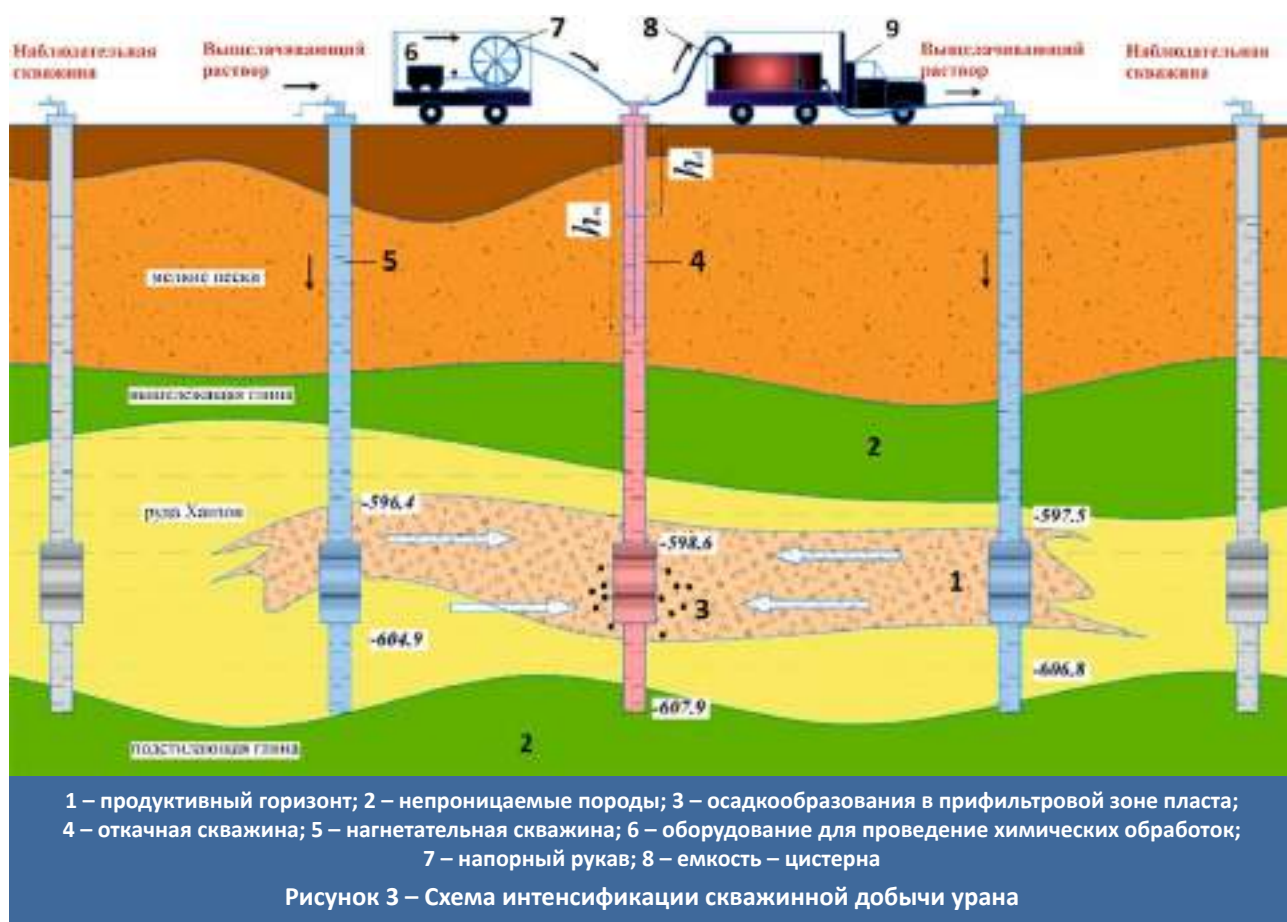


Рисунок – 2 Дифрактограмма осадкообразований с месторождений Сырдарьинской – а, и Шу-Сарысуйской – б депрессий

Минеральный состав осадкообразований месторождений Сырдарьинской и Шу-Сарысуйской депрессий			
Наименование компонента	Химическая формула	Содержание пробы № 1, [%]	Содержание пробы № 2, [%]
Кварц	SiO_2	21	34
Алюминий фосфат	$\text{Al}(\text{PO}_4)$	14	22
Анкерит	$\text{Ca}(\text{MgFeMn})(\text{CO}_3)_2$	23	25
Доломит	$\text{Ca Mg Fe}(\text{CO}_3)_2$	24	12
Гипс	$\text{Ca S O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	18	17



творов от нагнетательных скважин 5, к откачной скважине 4. Проведение химической обработки с применением комплекса химических реагентов предусматривает приготовление растворов на специальном оборудовании 6, и подачу по напорному рукаву 7 до фильтровой части скважины 4. При этом приготовленный специальный раствор подается из емкости цистерны 8. Подача декольматирующих растворов на основе бифторида аммония (2%), серной кислоты (5%), непосредственно в фильтровую часть технологических скважин позволяет снизить расход химических реагентов и повысить проникающую способность для большего разрушения и диспергирования осадков.

Для правильного ведения работ, связанных с регенерацией скважин при добыче урана и соблюдении технологического режима выщелачивания, необходимо выполнять расчеты нижеследующих геотехнологических параметров: отношение Ж:Т, расчетный радиус растекания, среднее содержание урана в продуктивном растворе (ПР), степень извлечения и т.д. Отношение жидкости к твердому (Ж:Т) определяется как:

$$Ж:Т = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{BP}}{ГРМ}, \quad (1)$$

где Q_{BP} – общее количество выщелачивающего раствора (ВР), поданного в недра за время t (m^3); ГРМ – расчетная горнорудная масса (т).

$$ГРМ = SM_s \delta, \quad (2)$$

где S – расчетная площадь выщелачивания (m^2); M_s – мощность эффективная (м); δ – удельная масса рудовмещающих пород (t/m^3).

Расчетная площадь растекания раствора от фильтра по продуктивному горизонту определяется по формуле 3. Затем, по формуле 4, определяется расчетный радиус растекания раствора.

$$S = \frac{Q/0,22}{M_s}, \quad (3)$$

где Q – объем раствора, поданный в скважину (m^3); 0,22 – усредненный коэффициент пористости вмещающих пород продуктивного горизонта; M_s – эффективной мощности продуктивного горизонта (м).

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (4)$$

где π – 3,14.

По завершении нагнетания выщелачивающего раствора в обрабатываемую скважину производят операцию по компрессорной обработке скважины для очищения фильтровой части от продуктов реакции и осветления раствора. Затем, в соответствии с технологическим регламентом, следует операция по спуску погружного электро-насосного агрегата в устье скважины для запу-

ска скважины в добычу. Усредненное содержание полезного компонента (урана) в ПР определяется исходя из среднемесячной концентрации в ПР по формуле:

$$C_{\text{ср}}^U = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{ПР}}^U Q_{\text{ПР}}}{\sum_{i=1}^n Q_{\text{ПР}}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{ПР}}^U$ – среднемесячное содержание урана в ПР (г/л); $Q_{\text{ПР}}$ – объем продуктивного раствора скважины (м^3).

Контроль за геотехнологическим процессом скважинной добычи осуществляется также и по расчетному количеству добытого урана из недр P_U – полученного в продуктивных растворах за единицу времени (кг) по формуле 6.

$$P_U = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{ПР}}^U Q_{\text{ПР}}}{1000} \cdot 0,97, \quad (6)$$

где 0,97 – принятый расчетный коэффициент сорбционного извлечения урана из ПР.

Извлечение (ϵ), определяется как отношение суммы добытого урана к имеющимся запасам, выражается в процентах (7).

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^n P_U}{P}, \quad (7)$$

где $\sum_{i=1}^n P_U$ – сумма добытого урана (кг); P – запасы урана (кг).

Оборудование для приготовления и подачи растворов химических реагентов состоит из емкости и насоса, которые изготовлены из коррозионностойкого материала, в связи с тем, что они контактирует с ВР укрепленной серной кислотой. Последующее нагнетание ВР в обрабатываемые скважины, обеспечивало распространение растворов химических реагентов в продуктивном горизонте, на эффективный радиус растекания, ограниченный сверху и снизу непроницаемыми породами.

Выводы

Проведенные количественно-качественные

исследования состава осадкообразования месторождений Шу-Сарысуйской депрессии свидетельствуют, что основную часть пробы составляют кварц (34%), фосфат алюминия (22%), анкерит (25%). Остальную часть пробы составляют доломит (12%) и гипс (17%). В данных осадкообразованиях преобладает механический тип осадков, образующихся в результате взаимодействия технологических растворов с глинистыми минералами продуктивного горизонта. Основа пробы месторождения Сырдарьинской депрессии состоит из анкерита (23%), доломита (24%) и кварца (21%), остальная часть пробы состоит из фосфата алюминия (14%) и гипса (17%). Данные осадкообразования преимущественно являются продуктами взаимодействия серной кислоты с карбонатными минералами руд и вмещающих пород.

В результате анализа физико-химических характеристик осадкообразований и изучения применяемых методов регенерации скважин, были разработаны эффективные параметры интенсификации скважинной добычи урана в сложных горно-геологических условиях. Приготовление и подача декольматирующего раствора на основе бифторида аммония (2%), серной кислоты (5%) и поверхностно-активных веществ в малых количествах позволяют повысить растворяющую способность декольматирующего раствора и предотвращают осадкообразование в пласте на более длительное время.

Разработанная методика восстановления фильтрационных характеристик продуктивного горизонта на основе обработки фильтровой части скважин позволяет увеличить эффективность декольматирующего раствора.

Благодарность. Данные исследования были проведены в рамках проекта грантового финансирования молодых ученых 2023-2025 гг. АР19575556 «Разработка инновационной технологии интенсификации подземного выщелачивания урана с применением полимерных и вяжущих компонентов в условиях скважинной добычи урана» Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khawassek Y.M. Kinetics of Leaching Process Using Sulfuric Acid for Sella Uranium Ore Material, South Eastern Desert / Y.M. Khawassek, M.H. Taha*, A.A. Eliwa // International Journal of Nuclear Energy Science and Engineering. – 2016. – V 6. – Pp. 62-73.
2. Rashad, M.M. Kinetics of uranium leaching process using sulfuric acid for Wadi Nasib ore, South western Sinai, Egypt / M.M. Rashad, S.A. Mohamedb, E.M. EL sheikha, H.E. Miraa, G.M. Abd el Wahaba, S.A. Zakia // Aswan University Journal of Environmental Studies. – 2020. – V 2. – Pp. 171-182.
3. Bahig M., Atia1., Mohamed, A. Gado1., Mohamed, F. Cheira1. Kinetics of uranium and iron dissolution by sulfuric acid from Abu Zeneima ferruginous siltstone, Southwestern Sinai, Egypt // Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. – 2018. – V 3. – Pp. 1-12.
4. Chen J., Zhao Y., Song Q., Zhou Z., & Yang S. Exploration and mining evaluation system and price prediction of uranium resources // Mining of Mineral Deposits, 2018. 12(1), Pp. 85-94.
5. Rakishv B.R., Bondarenko V.I., Mataev M.M., Kenzhetaev Z.S. Influence of chemical reagent complex on intensification of uranium well extraction// Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2019, (6). – Pp. 25-30.
6. Panfilov M., Uralbekov B., Burkitbayev M. Reactive transport in the underground leaching of uranium: Asymptotic analytical

- solution for multi-reaction model/ Hydrometallurgy, 2016, (160). – Pp. 60-72.
7. Yusupov Kh. A., Aliev S. B., Dzhakupov D. A., Elzhanov E. A. Application of ammonium bifluoride for chemical treatment of wells in underground uranium leaching / Gorny zhurnal, 2017, (4), pp. 57-60.
 8. Rakishev B., Mataev M., Kenzhetaev Z., Shampikova A., Tohtaruly B. «Innovative methods for intensifying borehole production of uranium in ores with low filtration characteristics». News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – 6(444). – Pp. 213-219.
 9. Carla M. Zammit, Joël Brugger, Gordon Southam, Frank Reith. In situ recovery of uranium – the microbial influence // Hydrometallurgy. – 2014, (150). – Pp. 236-244.
 10. Polynovsky, K.D., Approach complexe to solve the problem of intensification of in situ leaching of uranium. Min. Inf.-Anal. Bull. (Gornyi informatsionno-analyticheski bulletin). – 2012. (7), 64-73.
 11. Rakishev B.R., Mataev M.M., Kenzhetaev Z.S., Shampikova A.Kh. Innovative methods of intensification in situ leaching of uranium in deposits with low filtration characteristics of ores // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2022. – 5(455). – Pp. 188-206.

Уран кендерін ұңғымалық өндіру кезінде жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының ұтымды параметрлерін таңдау

¹**КЕНЖЕТАЕВ Жигер Смадиевич**, PhD, бас ғылыми қызметкер, kzhiger@yahoo.com,

¹***ТОҒЫЗОВ Қуаныш Серікханұлы**, PhD, профессор, k.togizov@satbayev.university,

¹**ЖАПАБАЕВ Құдайберген Аллабергенұлы**, аға ғылыми қызметкер, zhapabaev.kudaibergen@mail.ru,

¹**ЖӘҢГІРХАНОВА Арайлым Аманжолқызы**, магистрант, a.zhanggirkhanova@satbayev.university,

¹**МУЗАППАРОВА Акерке Бакбергеновна**, оқытушы, a.muzapparova@satbayev.university,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты – декольматирлеуші ерітінділерді іріктеу және геотехнологиялық ұңғымалардың қаттың сүзгілі аймағына әсер ету технологиясының ұтымды параметрлерін таңдау есебінен уранды ұңғымалық өндірудің тиімділігін арттыру, тұнба түзуші материалдардың құрамы мен құрылымына байланысты қаттың сүзгілі сипаттамаларын арттыру. Зерттеулер жүргізу кезінде Сырдария және Шу-Сарысу депрессиясы кен орындарының өнімді горизонттының сүзгіштік сипаттамаларының төмендеуіне әкелетін шөгінділердің құрылымы мен құрамы анықталды. Күкірт қышқылы мен беттік-белсенді заттар қосылған аммоний бифторидін қолдана отырып, өнімді горизонтта шөгінділердің пайда болуын болдырмау және жою үшін арнайы декольматизациялық ерітіндінің тиімді құрамы таңдалды. Арнайы декольматикалық ерітінділерді қолдана отырып, өнімді горизонттың сүзу сипаттамаларын арттырудың инновациялық технологиясының ұтымды параметрлері әзірленді және теориялық тұрғыдан негізделген. Күрделі тау-кен геологиялық жағдайларда кендердің сүзу сипаттамаларын арттырудың инновациялық технологиясын қолдану үздіксіз жұмыс кезеңін және геотехнологиялық ұңғымаларды пайдалану коэффициентін арттыруы мүмкін, бұл өз кезегінде технологиялық блоктардың жұмыс қарқындылығына оң әсер етеді және еңбек өнімділігі мен қауіпсіздігін арттырады, сондай-ақ кәсіпорындардың өндіруге арналған пайдалану шығындарын азайтады.

Кілт сөздер: ұңғыманы өндіру, регенерация, тұнба түзілуі, декольматизация ерітіндісі, уран, рентгендік фазалық талдау, Шу-Сарысу және Сырдария депрессиялары.

Selection of Rational Parameters of Repair and Restoration Work at the Well of Uranium Ore Extraction

¹**KENZHETAEV Zhiger**, PhD, Chief Researcher, kzhiger@yahoo.com,

¹***TOGIZOV Kuanysh**, PhD, Professor, k.togizov@satbayev.university,

¹**ZHAPABAYEV Kudaibergen**, Senior Researcher, zhapabaev.kudaibergen@mail.ru,

¹**ZHANGIRKHANOVA Arailym**, Master Student, a.zhanggirkhanova@satbayev.university,

¹**MUZAPPAROVA Akerke**, Teacher, a.muzapparova@satbayev.university,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of this study is to increase the efficiency of downhole uranium production by selecting decolmatizing solutions and choosing rational parameters for the technology of influencing the near-filter zone of the formation of geotechnological wells, increasing the filtration characteristics of the formation depending on the composition and structure of sediment-forming materials. During the research, the structure and composition of sedimentation were established, causing a decrease in the filtration characteristics of the productive horizon of the deposits of the Syrdarya and Shu-Sarysu depression. An effective composition of a special decolmatizing solution for the destruction and prevention

of sedimentation in the productive horizon using ammonium bifluoride with the addition of sulfuric acid and surfactants was chosen. Rational parameters of an innovative technology for improving the filtration characteristics of a productive horizon using special decolmatizing solutions have been developed and theoretically substantiated. The use of innovative technology to improve the filtration characteristics of ores in difficult mining and geological conditions can increase the period of uninterrupted operation and the utilization rate of geotechnological wells, which in turn will positively affect the intensity of processing of technological blocks and increase productivity and labor safety, as well as reduce the operating costs of enterprises for mining.

Keywords: borehole production, regeneration, sedimentation, decomposing solution, uranium, X-ray phase analysis, Shu-Sarysu and Syrdarya depression.

REFERENCES

1. Khawassek Y.M. Kinetics of Leaching Process Using Sulfuric Acid for Sella Uranium Ore Material, South Eastern Desert / Y.M. Khawassek, M.H. Taha*, A.A. Eliwa // International Journal of Nuclear Energy Science and Engineering. – 2016. – V 6. – Pp. 62-73.
2. Rashad, M.M. Kinetics of uranium leaching process using sulfuric acid for Wadi Nasib ore, South western Sinai, Egypt / M.M. Rashada, S.A. Mohamedb, E.M. ELsheikha, H.E. Miraa, G.M. Abd el Wahaba, S.A. Zakia // Aswan University Journal of Environmental Studies. – 2020. – V 2. – Pp. 171-182.
3. Bahig M., Atia1., Mohamed, A. Gado1., Mohamed, F. Cheira1. Kinetics of uranium and iron dissolution by sulfuric acid from Abu Zeneima ferruginous siltstone, Southwestern Sinai, Egypt // Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. – 2018. – V 3. – Pp. 1-12.
4. Chen J., Zhao Y., Song Q., Zhou Z., & Yang S. Exploration and mining evaluation system and price prediction of uranium resources // Mining of Mineral Deposits, 2018. 12(1), Pp. 85-94.
5. Rakishhev B.R., Bondarenko V.I., Mataev M.M., Kenzhetaev Z.S. Influence of chemical reagent complex on intensification of uranium well extraction// Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2019, (6). – Pp. 25-30.
6. Panfilov M., Uralbekov B., Burkitbayev M. Reactive transport in the underground leaching of uranium: Asymptotic analytical solution for multi-reaction model/ Hydrometallurgy, 2016, (160). – Pp. 60-72.
7. Yusupov Kh. A., Aliev S. B., Dzhakupov D. A., Elzhanov E. A. Application of ammonium bifluoride for chemical treatment of wells in underground uranium leaching / Gorny zhurnal, 2017, (4), pp. 57-60.
8. Rakishhev B., Mataev M., Kenzhetaev Z., Shampikova A., Tohtaruly B. «Innovative methods for intensifying borehole production of uranium in ores with low filtration characteristics». News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – 6(444). – Pp. 213-219.
9. Carla M. Zammit, Joël Brugger, Gordon Southam, Frank Reith. In situ recovery of uranium – the microbial influence // Hydrometallurgy. – 2014, (150). – Pp. 236-244.
10. Polynovsky, K.D., Approach complexe to solve the problem of intensification of in situ leaching of uranium. Min. Inf.-Anal. Bull. (Gornyi informatsionno-analyticheski bulletin). – 2012. (7), 64-73.
11. Rakishhev B.R., Mataev M.M., Kenzhetaev Z.S., Shampikova A.Kh. Innovative methods of intensification in situ leaching of uranium in deposits with low filtration characteristics of ores // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2022. – 5(455). – Pp. 188-206.

Шымкент қаласы аумағындағы ауа бассейнінің ластану дәрежесі

^{1*}ШАПАЛОВ Шермахан Куттыбаевич, PhD, кафедра меңгерушісі, shermahan_1984@mail.ru,

¹КИИЗБАЙ Алибек, докторант, alibek.50@mail.ru,

¹«Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, Қазақстан, Шымкент, Тәуке хан даңғылы, 5,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Шымкент қ. ластанудың барлық стационарлық көздері өндіретін ластаушы заттардың мөлшерін анықтау, сондай-ақ соңғы жылдардағы (2019-2021 жж.) ретроспективті талданатын деректермен тазарту және кәдеге жарату көрсеткіштері бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Ретроспективті талдау жүргізу нәтижесінде Шымкент қаласында 2019 жылдан бастап 2021 жылға дейін ластанудың 5000-нан астам стационарлық көздері тіркелгені анықталды, олардың нақты шығарындыларының көлемі үш жылдық кезеңде орта есеппен 123,3±21,5 мың тонна ластаушы заттарды құрады. Шымкент қаласының өнеркәсіптік кәсіпорындарының тазалау құрылыстары мониторингінің нәтижелері бойынша тазалау құрылыстарына шамамен 97,4±13,8 мың тонна ластаушы заттар түскені анықталды, бұл іс жүзінде 78,9%-ды құрайды, ал қалған үлесі – 21,1% ластаушы заттардың тазартусыз тасталғаны. Ластанудың барлық стационарлық көздерінен шығатын ластаушы заттардың құрамын зерттеу кезінде атмосфераға шығарылатын заттар екі топқа бөлінетіні анықталды: біріншісі – қатты, екіншісі – газ тәрізді және сұйық. 2019-2021 жылдар кезеңінде ластаушы заттардың жалпы көлемінің орташа мәні 29,7±1,0 мың тоннаны құрағанын ескерсек, қатты ластаушы заттар орта есеппен 72,3% (21,5±1,1 мың тонна), газ тәріздес және сұйық заттар – 27,7% (8,1±0,4 мың тонна) құрады.

Кілт сөздер: атмосфералық ауа, ластаушы заттар, күкіртті ангидрид, органикалық қосылыстар, көмірсутектер, көміртек тотығы, азот тотығы, ретроспективті талдау, экологиялық жағдай, эмиссия.

Өзектілігі. Адами капиталдың дамуының көрсеткіші ретінде, сонымен қатар халықтың жалпы өмір сүру деңгейін атмосфералық ауаның сапасы айқындайды. Осыған орай Қазақстан халқының әрекет қабілеттік деңгейін жоғарылату мақсатында, атмосфералық ауаның жақсы сапасын бақылау және ұстап тұруын қамтамасыз ету қажет. Атмосфералық ауа сапасы бойынша Қазақстан Республикасы (ЕРІ) экологиялық нәтижелілік индексіне сәйкес 2020 жылы әлемнің 180 елінің арасында 115-ші орынды иеленді [1].

Айта кететін бір жайт, көптеген аурулар ауаның ластану деңгейіне тікелей байланысты, көбінесе ол аурулар ішінде тыныс алу және жүрек-тамыр жүйесі аурулары орын алады. Мысал үшін, 2019 жылы Қазақстан Республикасы халқының арасында қан айналымы жүйесі проблемалары бар 520,5 мың науқас тіркелген, бұл көрсеткіш салыстырмалы түрде 2015 жылға қарағанда 22,1%-ға артық немесе 426 мың науқасты құраған. Сонымен қатар, тыныс алу органдарының проблемаларына байланысты аурулар 4,3 млн адамда анықталған, бұл көрсеткіш бір жыл бұрынғыға қарағанда 11,4%-ға артық [2].

Шымкент қаласы мен Түркістан облысының

іргелес аумақтары экономикасының табысты дамуы жаңа кәсіпорындардың пайда болуымен және жаңа жұмыс орындарының құрылуымен байланысты. Қазіргі уақытта облыс өнеркәсібі республиканың жалпы өнеркәсіп өнімінің 36-38%-ын өндіреді [3]. Қазақстан Республикасының оңтүстігінде атмосфералық ауаның аса ірі ластаушы өндірістік объектілері Шымкент қаласында орналасқан, бұл ластаушы көздері негізінен Түркістан облысы бойынша жалпы шығарындыларын қалыптастырып сонымен бірге ауа бассейнінің жай-күйіне әсер етеді. Сол себептен Шымкент қаласы Қазақстан Республикасының ең ірі өнеркәсіптік орталықтарының бірі болып табылады, өйткені қала аумағында атмосфера-ны шығарындыларымен ластайтын 40-тан астам өнеркәсіптік кәсіпорындар бар [4].

Зерттеу мақсаты. Шымкент қаласындағы экологиялық жағдайға салыстырмалы талдау жүргізу.

Материалдар мен әдістер. Негізгі ластану көздерін сипаттау үшін «Қазгидромет» РМК Түркістан облысы бойынша филиалының табиғи ортаның ластану мониторингі зертханасының материалдары пайдаланылды [5]. Статистикалық

мәліметтерді өңдеу Statistica-10 бағдарламалық ортасында жүргізілді.

Нәтижелер мен талқылау. 2019-2021 жылдар аралығындағы Шымкент қаласындағы қоршаған ортаны ластаудың стационарлық көздерінің саны 1-суретте көрсетілген.

Шымкент қаласында ластаудың 5000-нан астам стационарлық көздері бар, үш жылдық кезеңде олардан шығатын нақты шығарындылардың көлемі орта есеппен $123,3 \pm 21,5$ мың тонна ластаушы заттарды құрады. Шымкент қаласының өнеркәсіптік кәсіпорындарының тазалау құрылыстары мониторингінің нәтижелері бойынша шамамен $97,4 \pm 13,8$ мың тонна ластаушы заттар тазалау құрылыстарына түскені анықталды, бұл көрсеткіш іс жүзінде 78,9%-ды құрады, ал қалған үлесі – 21,1% ластаушы заттар тазалаусыз шығарылады (2-сурет).

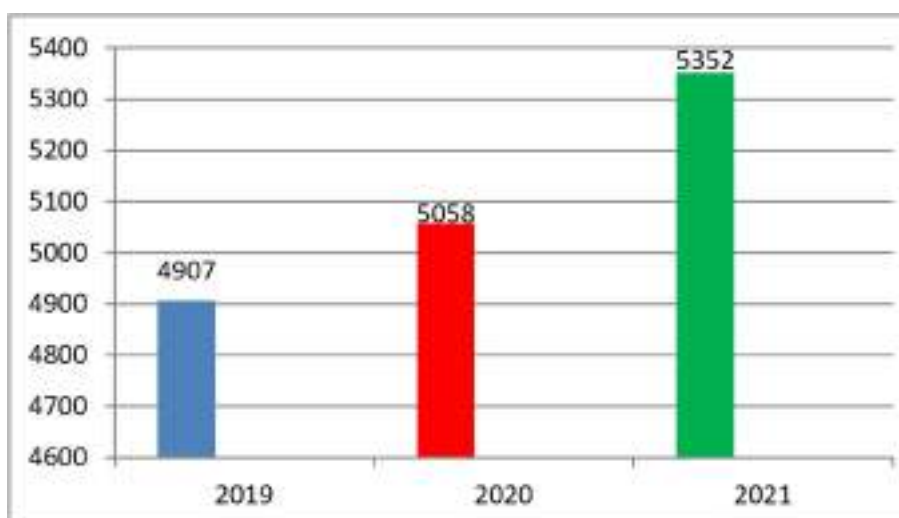
Қаланың атмосфералық ауасына эмиссияның ұлғаюы соңғы үш жылда көлік құралдары санының күрт өсуіне байланысты, сонымен қатар, бүгінгі күні қалада табиғи газбен қамтамасыз етіл-

меген 14716 үй бар екенін атап өткен жөн [6].

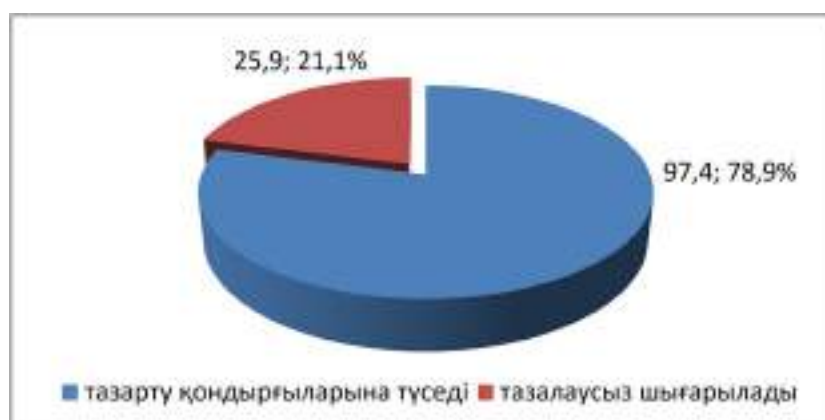
Қазіргі уақытта бірқатар ірі экономикалық дамыған елдерде экономикалық өсу қоршаған ортаның жойылуына байланысты жалғасқан кезде қоғамның даму жолының апатты екендігі туралы хабардар болуы байқалады. Қазақстан Республикасының аумағындағы өнеркәсіптік стационарлық көздерден атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары ресми деректер бойынша жыл сайын 2384,3-тен 2256,7 мың тоннаға дейін [7] құрайды.

Қаланың ірі ластаушысы қаланың оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқандығымен шарттасқан, бұл қаланың аумағында жел режиміне де қатысты «Энергоцентр-3», «Шымкентцемент» және т.б. құрылыс салуды жоспарлау кезінде физикалық-географиялық ерекшеліктер мен жел көтерілуінің ескерілмегенін көрсетеді [8].

2020 жылы орташа алғанда тазарту құрылыстарына түсетін ластаушы заттардың жалпы көлемінен тазарту құрылыстарымен ұсталған және залалсыздандырылған көлемі шамамен



1-сурет – 2019-2021 жылдар аралығындағы Шымкент қаласындағы стационарлық көздердің саны



2-сурет – Шымкент қаласы ауа бассейніне барлық стационарлық ластау көздерінен түскен ластаушы заттардың мөлшері (мың тонна)

97,2%-ды (28,0±5,1 мың тонна) құрады, оның ішінде тазарту құрылыстарында 95,8% (26,8±4,7 мың тонна) кәдеге жаратылды. Қаланың қоршаған ортасына тазартусыз 2,8±0,5 мың тонна ластанушы заттар келіп түскені анықталған, бұл пайыздық мөлшермен 1,2%-ды құрады (3-сурет).

Атмосфералық ауа қоршаған ортаның өмірлік маңызды компоненттерінің бірі болып табылады, оның қолайлы жағдайы елдің тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуының табиғи негізін құрайды [9].

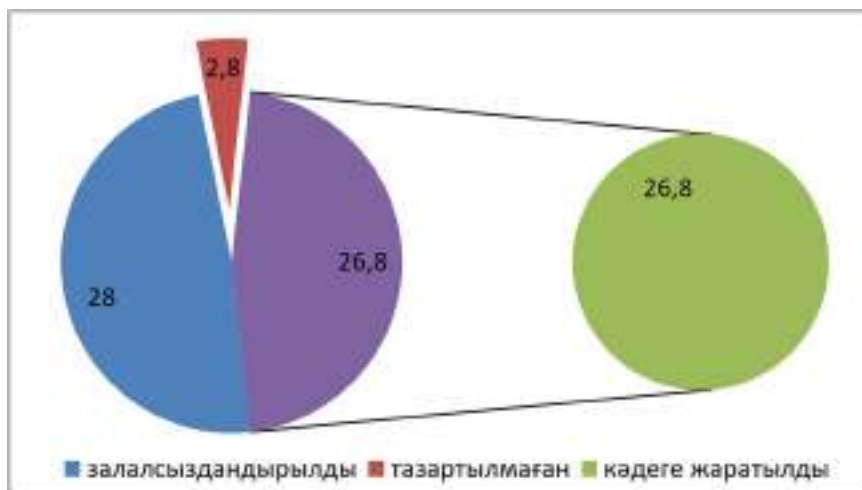
Атмосфералық ауа басқа табиғи объектілерге қарағанда, өзіне тән қасиеттеріне байланысты адамдардың өмірлік мүдделерімен байланысты, оның сапасы адам денсаулығына, өмір сүру ұзақтығына, сондай-ақ қоршаған ортаның басқа элементтерінің, әсіресе жануарлар мен өсімдіктер әлемінің сапалық жағдайына тікелей әсер етеді [10]. Осыған байланысты, біз соңғы үш жылда қаланың қоршаған ортасына эмиссия көлемін анықтау бойынша зерттеулер жүргіздік. Мәселен, қаланың ауа бассейніне ластанушы заттар шығарындыларының орта есеппен жалпы жиынтығы зерттеу кезеңінде 29,7±1,0 мыңды құрады, бұл көрсеткіш барлық шығарындылар көлемінің 31,5%-ына тең. Шымкент қаласының ауа бассейніне ластанушы заттар шығарындыларының динамикасын көрсететін деректер 1-кестеде берілген.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша

1 тұрғынға шаққанда 1 км² аумағында атмосферадағы шығарындылар есептегенде орта есеппен 27,7±1,3 кг, 25413,1±1018,3 кг құрады.

Ластанудың барлық стационарлық көздерінен шығатын ластанушы заттардың құрамын зерттеу кезінде (2-кесте) атмосфераға шығарылатын заттар екі топқа бөлінетіні анықталды: біріншісі – қатты қалпында, екіншісі – газ және сұйық күйінде. Ластанушы заттардың жалпы көлемінің 2019-2021 жылдар аралығында жүргізілген зерттеулерге сәйкесінше орташа мәні 29,7±1,0 мың тоннаны құраған, ал қатты қалпындағы ластанушы заттар орта есеппен 72,3% (21,5±1,1 мың тонна), газ және сұйық күйіндегі заттар – 27,7% (8,1±0,4 мың тонна) құрады.

Тазарту құрылыстары көмегімен ластанушы заттарды ұстау бойынша жүргізілген зерттеулер нәтижесінде зерттеу кезеңі ішінде стационарлық ластану көздерінен бөлінген 21,5±1,0 мың тонна қатты ластанушы заттардың жалпы санынан оның 69,5%-ы тазарту қондырғыларымен ұсталғаны, ал қалған 6,6±0,7 мың тонна көлеміндегі ластанушы заттардың үлесі тасталғаны анықталды атмосфераға. Газ тәрізді және сұйық ластанушы заттар бойынша жалпы саны 8,1±0,4 мың тонна 81,2% тазарту құрылыстарының көмегімен ұсталды, ал қалған 1,6 мың тонна ластанушы заттардың үлесі атмосфераға шығарылды (мәліметтер 4-суретте көрсетілген).



3-сурет – Шымкент қаласы ауа бассейніндегі ластанушы заттарды тазалау және кәдеге жарату көрсеткіштері (мың тонна)

1-кесте – 2019-2021 жылдар арасында атмосферадағы шығарындылардың өзгеру динамикасы

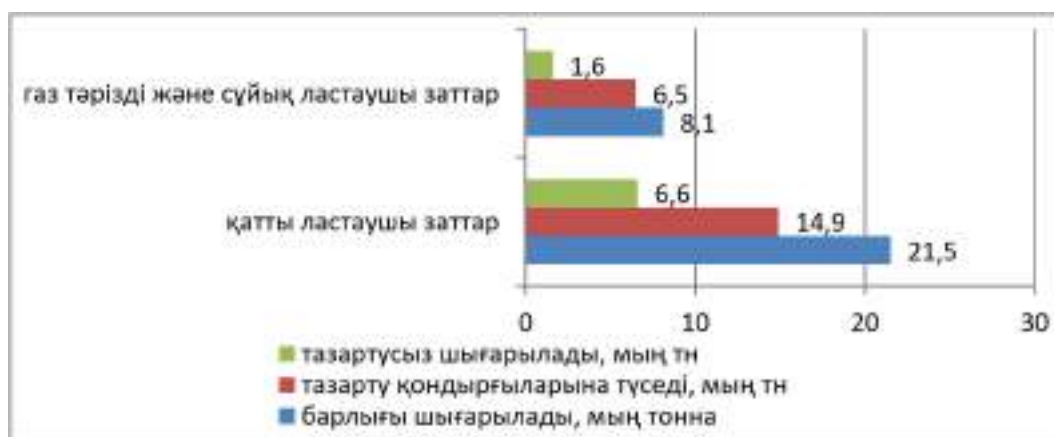
Жылдар	Ластанушы заттардың атмосферадағы шығарындылары көлемі, мың т	Халықтың бірлігіне шығарындылар, кг	1 км ² аумағындағы шығарындылар, кг
2019	29,8	28,8	25470,1
2020	28,0	26,2	23931,6
2021	31,4	28,3	26837,6
орташа көрсеткіш	29,7±1,0	27,7±1,3	25413,1±1018,3

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Шымкент қаласының барлық стационарлық көздерінен шығатын газ және сұйық күйіндегі ластаушы заттар шығарындыларының құрамына келесі химиялық қосылыстар кіретіні анықталды: күкіртті ангидрид, күкіртті сутек, көміртек тотығы, азот тотықтары, аммиак, көмірсутектер, бақылаушы органдар тізіміне жататын ұшпа органикалық қосылыстар. Шымкент қаласындағы газ тәрізді және сұйық ластаушы заттар шығарындылары-

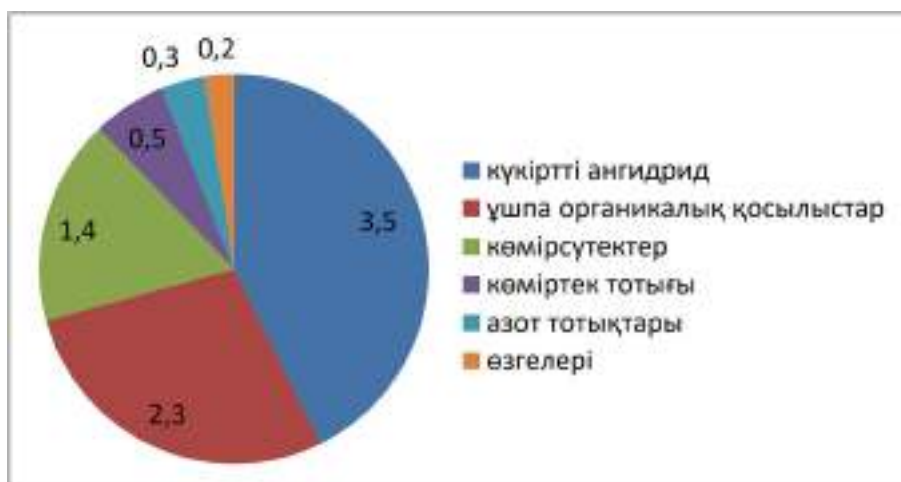
ның сапалық құрамын қарастыра отырып, зерттелетін 3 жыл ішінде ластаушы заттардың барлық көлемінің 12%-ын (3,5±0,8 мың тонна) күкіртті ангидрид құрайтынын атап өткен жөн. Қалған заттар келесідей бөлінді: күкірт ангидридінен кейінгі ең үлкен пайыз-ұшпа органикалық қосылыстар 8% (2,3±0,5 мың тонна.), көмірсутектер 5% (1,4±0,2 мың тн.), көміртек тотығы – 2% (0,5±0,02 мың тн.), азот тотықтары 1% (0,3±0,01 мың тн.) және басқалар 0,4% (0,2±0,01 мың тн.) (5-сурет).

2-кесте – Барлық стационарлық көздерінен шығатын ластаушы заттардың құрамы

Жылдар	Ластаушы заттардың барлық шығарылатыны (мың тонна)	Оның ішінде қатты (мың тонна)	Оның ішінде газ тәрізді және сұйық (мың тонна)
2019	29,8	21,5	8,3
2020	28,0	20,9	7,1
2021	31,4	22,3	9,1
орташа көрсеткіш	29,7±1,0	21,5±1,1	8,1±0,4



4-сурет – Шымкент қаласы ауа бассейніне бүкіл стационарлық ластау көздерінен шығатын ластаушы заттарды тазарту көрсеткіштері (мың тонна)



5-сурет – Шымкент қаласының барлық стационарлық көздерінен шығатын газ тәрізді және сұйық ластаушы заттар шығарындыларының құрамдас бөліктері

Қорытынды

Мақалада Шымкент қаласы ауа бассейнінің ластану дәрежесі 2019-2021 жж. аралығында зерттелген. Зерттеу нәтижесінде Шымкент қаласында 5000-нан астам стационарлық көздері бар екендігі және үш жылдық кезеңде олардан шығатын нақты шығарындылардың көлемі орта есеппен $123,3 \pm 21,5$ мың тонна ластаушы заттар-

ды құрайтыны анықталған. Шымкент қаласының өнеркәсіптік кәсіпорындарының тазалау құрылыстары мониторингінің нәтижелері бойынша тазалау құрылыстарына $97,4 \pm 13,8$ мың тоннаға жуық ластаушы заттар түскені, бұл пайыздық өлшеммен 78,9%-ды құрайды, ал қалған үлесі – 21,1% ластаушы заттардың тазартусыз шығарылатыны анықталған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Электронное периодическое издание «МК.ru» <https://mk-kz.kz/>
2. Как загрязнение атмосферного воздуха влияет на казахстанцев. <https://inbusiness.kz/ru/last>
3. Эколого-экономическая оценка современного состояния загрязнения окружающей среды Южно-Казахстанской области (на примере г. Шымкент) // Вестник КазАТК. – 2007. – № 6. – С. 255-261.
4. Кузьмин С.Б., Шаманова С.И. Принципы оценки эколого-геоморфологического дискомфорта урбанизированных территорий // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 3. – С. 30-34.
5. Филиал РГП «Казгидромет» по Туркестанской области. <https://www.kazhydromet.kz>
6. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Туркестанской области за январь месяц 2021 года. // https://www.kazhydromet.kz/uploads/files_calendar/468/file/602e1066933d3byulleten-obschiy-rus-yanvar-2021.pdf
7. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана 2010-2014 / Статистический сборник / Астана, 2015. – 106 с.
8. Потенциал загрязнения атмосферы города Шымкента. // <http://allbest.ru>
9. Актуальные проблемы естественно-научного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. Экологическая оценка правового состояния охраны атмосферного воздуха / Н.В. Фролова, А.Г. Чувашев; ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева». Орел, 2016.
10. Атмосферный воздух как объект правовой охраны. // <http://eor.dgu.ru/lectures>

Степень загрязнения воздушного бассейна на территории города Шымкент

¹*ШАПАЛОВ Шермахан Құттыбайұлы, PhD, зав. кафедрой, shermahan_1984@mail.ru,

¹КИЗБАЙ Әлібек, докторант, alibek.50@mail.ru,

¹НАО «Южно-Казахстанский университет имени Мухтара Ауэзова», Казахстан, Шымкент, пр. Тауке хана, 5,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Приведены результаты исследований по определению количества загрязняющих веществ, производимых всеми стационарными источниками загрязнения г. Шымкента, а также показателей очистки и утилизации с ретроспективной анализируемых данных за последние годы (2019-2021 гг.). В результате проведения ретроспективного анализа, установлено, что в городе Шымкенте с 2019 по 2021 гг. зарегистрировано более 5000 стационарных источников загрязнения, объемы фактических выбросов от которых в среднем за трехлетний период составили $123,3 \pm 21,5$ тысяч тонн загрязняющих веществ. По результатам мониторинга очистных сооружений промышленных предприятий города установлено, что на очистные сооружения поступило порядка $97,4 \pm 13,8$ тыс. тонн загрязняющих веществ, что составляет практически 78,9%, а остальная доля – 21,1% загрязняющих веществ выбрасывалась без очистки. При исследовании состава загрязняющих веществ, отходящих от всех стационарных источников загрязнения, было установлено, что выбрасываемые в атмосферу вещества подразделяются на две группы: первая – твердые, вторая – газообразные и жидкие. Учитывая, что среднее значение общего объема загрязняющих веществ за период 2019-2021 гг. составило $29,7 \pm 1,0$ тыс. тонн, то твердые загрязняющие вещества составляли в среднем 72,3% ($21,5 \pm 1,1$ тыс. тонн), газообразные и жидкие – 27,7% ($8,1 \pm 0,4$ тыс. тонн).

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие вещества, сернистый ангидрид, органические соединения, углеводороды, окись углерода, окись азота, ретроспективный анализ, экологическая обстановка, эмиссия.

Air Basin Pollution Degree on the Territory of Shymken City

¹*SHAPALOV Shermakhan, PhD, Head of Department, shermahan_1984@mail.ru,

¹KIZBAY Alibek, Doctoral Student, alibek.50@mail.ru,

¹NCJSC «Mukhtar Auevov South Kazakhstan University», Kazakhstan, Shymkent, Tauke Khan Avenue, 5,

*corresponding author.

Abstract. The results of studies to determine the amount of pollutants produced by all stationary sources of pollution in Shymkent, as well as indicators of purification and disposal with a retrospective of the analyzed data for recent years (2019-2021), are presented. As a result of a retrospective analysis, it was found that more than 5,000 stationary pollutants were registered in the city of Shymkent from 2019 to 2021. sources of pollution, the volume of actual emissions from which averaged 123.3 ± 21.5 thousand tons of pollutants over a three-year period. According to the results of monitoring of treatment facilities of industrial enterprises of the city of Shymkent, it was found that about 97.4 ± 13.8 thousand tons of pollutants were received at the treatment facilities, which is almost 78.9%, and the remaining share – 21.1% of pollutants were emitted without purification. When studying the composition of pollutants coming from all stationary sources of pollution, it was found that the substances released into the atmosphere are divided into two groups: the first is solid, the second is gaseous and liquid. Considering that the average value of the total volume of pollutants for the period 2019-2021 was 29.7 ± 1.0 thousand tons, solid pollutants averaged 72.3% (21.5 ± 1.1 thousand tons), gaseous and liquid – 27.7% (8.1 ± 0.4 thousand tons).

Keywords: atmospheric air, pollutants, sulphurous anhydride, organic compounds, hydrocarbons, carbon monoxide, nitric oxide, retrospective analysis, environmental situation, emission.

REFERENCES

1. Electronnoe periodicheskoe izdanie «MK.ru» <https://mk-kz.kz/>
2. Kak zagryazneniye atmosfernogo vozdukhа vliyaet na kazakhstancsev. <https://inbusiness.kz/ru/last>
3. Ecologo-economiceskaya otsenka sovremennogo sostoyaniya zagryazneniya okruzhaushey sredey Uyzno-Kazakhstanskoy oblasti (na primere g. Shymkent) // Vestnik KazATK. – 2007. – No. 6. – Pp. 255-261.
4. Kuzmin S.B., Shamanova S.I. Principy otsenki ecologo-geomorphologicheskogo diskomforta urbanizirovannykh territoriy // Ecologiya urbanizirovannykh territoriy. – 2010. – No. 3. – Pp. 30-34.
5. Filial RGP «KazGidroMet» po Turkestanskoy oblasti. <https://www.kazhydromet.kz>
6. Informatsionniy bulleten o sostoyanii okruzhayushei sredey Turkestanskoy oblasti za yanvar mesyac 2021 goda. // https://www.kazhydromet.kz/uploads/files_calendar/468/file/602e1066933d3byulleten-obschiy-rus-yanvar-2021.pdf
7. Okhrana okruzhaushei sredey i ustoychivoe razvitiye Kazakhstana 2010-2014 / Statisticheskii sbornik / Astana, 2015. – 106 p.
8. Potencial zagryazneniya atmosfery goroda Shymkent. // <http://allbest.ru>
9. Aktualnye problemy estestvenno-nauchnogo obrazovaniya, zashity okruzhaushey sredey i zdorovya cheloveka. Ecologicheskaya otsenka pravovogo sostoyaniya okhrany atmosfernogo vozdukhа / N.V. Frolova, A.G. Chuvashov; FGBOU VO «Orlovskiy gosudarstvenniy universitet im. I.S. Turgeneva». Orel, 2016.
10. Atmosferniy vozdukh kak obyekт pravovoy okhrany. // <http://eor.dgu.ru/lectures>

Ашық кен өндірісі атмосферасына түсетін шаңмен күресу жолдарын ұсыну

^{1*}БАКБАЕВА Зауреш Толегеновна, магистрант, bakbayeva09@mail.ru,

¹МАКАШЕВ Байжума Катиревич, т.ғ.к., аға оқытушы, zhuma_59@mail.ru,

¹НЫҒМИТУЛЛИНА Айдана Ғарифуллақызы, магистрант, nursultan911@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Шахтадағы ауаның шаңдылығын шекті рұқсат етілген концентрациялар деңгейіне дейін төмендету бойынша шараларды қамтамасыз ету қарастырылады. Көмір өндірудегі қалдықтарының еңбек жағдайына тигізетін әсерлеріне жалпы аналитикалық шолу жасалынды. Зиянды өндірістік ортадағы жұмыскерлерге шаңның тигізетін қауіпті әсерлерін бағалау, бақылау жұмыстары қарастырылды. Шахталық ауаның шаңдануын және тозаңдануын болдырмаудың, азайтудың әртүрлі әдістеріне талдау жүргізілді. Карьердегі ауаның шаңдануын шектеулі-рұқсатты концентрация деңгейіне дейін азайту жөнінде іс-шаралар ұсынылады. Кеніш ауасын шаң басудың алдын алудың, азайтудың әртүрлі тәсілдеріне кешенді талдау жүргізіле отырып, ең тиімдісі ұсынылды.

Кілт сөздер: аспирациялық жүйелер, ауа шаңы, ауадағы шаң мөлшері, шаң концентрациясы, шаңды басу процесі, шахта, көмір шаңдары, шаңмен күрес тәсілдері, ашық әдіспен өндіру, шаң түзу, ұсақтау қондырғылары.

Кіріспе

Пайдалы қазбаларды өндіруде ашық әдіспен өндіру жетекші орын алады (70%-дан астам). Олардың елеулі кемшіліктері – айтарлықтай бұзылулар және жұмыс аймағының шаң шығарындыларымен ластануы. Кен орындарын игеру кезінде шаң шығарудың әртүрлі көздерінің айтарлықтай саны жұмыс істейді (бұрғылау және жару, қазу, тау жыныстарын тасымалдау және т.б.). Ашық тау сілемдеріндегі шаңның мөлшері 0,5-тен 10000 мг/м-ге дейін өзгеруі мүмкін. Шаң жүктемесі аурушаңдықтың, өлім-жітімнің артуына және жұмыс қабілеттілігінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Негізгі ауруларға өкпе ауруларының ерекше түрлері жатады, ал негізгі қауіп тобына қауіпті жағдайларда 15 жылдан астам еңбек өтілі бар кәсіпорындардың қызметкерлері жатады.

Жүргізілген зерттеулердің елеулі ауқымына және ұсынылған жобалық шешімдерге қарамастан, практикалық нәтижелер айтарлықтай қарапайым, әсіресе ауа температурасының теріс жағдайында жыл бойы жұмыс істейтін кәсіпорындар үшін. Бұл, ең алдымен, осы жағдайларда шаңды басудың дәстүрлі құралдарын пайдалану мүмкін еместігіне байланысты. Осыған байланысты атмосфераға шаң шығарындыларын азайтудың ұтымды құралдары мен жолдарын іздестіру, әсіресе, карьерлер үшін әлі де өзекті мәселе бо-

лып табылады.

Жұмыстың мақсаты – жаңа технологиялар негізінде қуатты стационарлық көздерден шаң шығаруды азайту жолдарын әзірлеу арқылы ашық тау-кен жұмыстарында жұмысшылардың қауіпсіздігін арттыру.

Жұмыстың негізгі идеясы: ашық әдіспен өндіру жағдайында ылғалдың фазалық ауысулары негізінде жұмыс істейтін құрылғыларды қолдануға негізделген шаңды басудың жаңа, үнемді әдістерін жасау.

Шаңды басу – тау-кен жұмыстарын жүргізу нәтижесінде пайда болатын атмосфераның шаң-тозаңмен ластануының алдын алу әдістері мен құралдарының жиынтығы. Шаңды басудың негізі шаңның шығарылуын азайту және шаңның тікелей оның пайда болу орындарына түсуі болып табылады. Қоршаған ортаны ластаудың ең қарқынды көздері ашық әдіспен өндірудің технологиялық кезеңдері, ал негізгі ластаушы болып өнеркәсіптік аэрозольдер табылады. Технологиялық көздерден шаң шығарындылары жылына бірнеше ондаған мың тоннаны құрайды, ал шаң бірнеше ондаған километрге тасымалданады.

Ашық әдіспен өндіру кезінде шаңның мөлшері 0,5-тен 10000 мг/м³-ге дейін өзгеруі мүмкін. Ашық әдіспен өндіру шаңды шығарудың елеулі көзі болып табылады, шаң адамдар үшін ғана емес, сонымен қатар қоршаған орта үшін де қауіпті.

Айына 58 кг/га-дан астам шаңды қабылдау кезінде аудандағы өсімдіктер мен жануарлардың көпшілігінің тіршілік әрекетінің тежелу әсері байқалады. Ингаляциялық шаң жоғарғы тыныс жолдарының жедел инфекциясын тудырады. Шаң жолдағы көрінуді нашарлатады, апат қаупін арттырады және жылдамдықты төмендетеді. Жарылғыш және жанғыш материалдардың шаңының ауада жиналуы жарылыс немесе өрт қаупін тудырады. Шаңның көбеюі жабдықтың күйіне кері әсер етеді. Үйкеліс бөлшектеріне абразивті бөлшектердің түсуіне байланысты таза механикалық тозудан басқа, машинаны басқару жүйелері істен шығуы мүмкін, өйткені электронды басқару блоктарына шаңның жоғарылауы түседі. Шаңның әсері коррозия процесінің қарқындылығын арттырады, жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеу уақыт өте қиын және ұзағырақ болады.

Сондықтан шаңды басу – бұл өнеркәсіптің көптеген салаларында қолданылатын өте маңызды қызмет және ашық әдіспен өндіру кезінде жүзеге асырылуы тиіс тұрақты және ең қымбат жұмыстардың бірі [2].

Карьерлерде орындалатын өндірістік операциялардың барлығы дерлік (жару, бұрғылау, қазу, тау-кен массасын тасымалдау, сақтау) шаң түзумен бірге жүреді.

Ашық тау-кен өндірісінің шаңының көздері:

- қазба;
- үйінділердің бетіндегі шаң;
- шөгу жұмыстары;
- ұңғымаларды бұрғылау;
- тау массасын тасымалдау.

Атмосфераға әсер ету тұрғысынан тау-кен кәсіпорнының негізгі ерекшелігі ауысым кезінде өте біркелкі емес шығарындылары бар ұйымдастырылмаған және стационарлық емес көздердің көп болуы болып табылады. Әзірлеу әдістеріне, жұмыс кезеңдері мен қолданылатын технологиялық жабдыққа сәйкес бастапқы параметрлері анықталады. Карьерлер мен көмір шахталарындағы ішкі және сыртқы технологиялық жолдарда сызықты ластану көздері болып көрінеді және жол учаскесінің бастапқы және соңғы координаталарымен анықталады.

Пайдалы қазбаларды өндіру жер қойнауын шығарумен және кен қазбаларына іргелес жатқан тау-кен массаларының тұтастығын бұзумен қатар жүреді. Тау-кен алқаптары үшін жерді пайдалану келесі экологиялық әсерлермен бірге жүреді: іргелес аумақтардың топырақ жамылғысының ластануы; олардың ластануымен және ағынды сулардың ағуымен бір мезгілде болатын су ресурстарын тұтыну; отынның жануы және ашық тау жыныстарының тотығуы процесінде атмосферадан оттегін алу; атмосфераның шаң және газ шығарындыларымен ластануы [2].

Қоршаған ортаға ең үлкен қауіп бұрғылау кезінде пайда болатын ұсақ шаңның атмос-

фераға шығуы. Сығылған ауамен тазартатын роликті конусты бұрғылау станоктарымен ұңғымаларды бұрғылау кезінде түзілетін ұсақ шаңның мөлшері жылына жүздеген килограммға жетеді. Учаскедегі (карьердегі) жаппай жарылыс атмосфераға шаң мен газдың көп мөлшерін шығарудың қуатты мерзімді көзі болып табылады.

Карьерлерде (кесектер) конвейерлік көлікті пайдаланған кезде шаң шығарудың жаңа көздері пайда болады: ұсақтау қондырғылары, торлар, транспорттық конвейер [1].

Үйінділерді төгу кезінде төгу әдістеріне қарамастан зиянды заттардың шығарындылары (шаң) пайда болады. Қолайсыз жағдайларда шаңның қарқынды бөлінуіне әкелетін үлкен борпылдақ беттердің (тегіс көздердің) пайда болуы барлық демпингтік әдістерге тән. Атмосфераға шаң шығарындылары оның пайда болуы кезінде және қатты бөлшектер үйіндінің бетінен ұшып кеткенде пайда болады. Үйіндіні қалыптастыру кезінде шаңның шығуы қолданылатын жабдықтың түріне, бір уақытта қайта жүктелетін материалдың көлеміне және ылғалдылығына, толып кету биіктігіне, аумақтың климаттық ерекшеліктеріне және қолданылатын шаңды басатын құралдардың тиімділігіне байланысты. Тау жыныстары үйінділерінің бетінен ұшырылатын қатты бөлшектердің мөлшері шаңды беттің ауданына, ылғалдылыққа және тау массасының ұсақталу дәрежесіне, аумақтың климаттық ерекшеліктеріне және шаңды басу тиімділігіне байланысты. Үйінділердің өздігінен жануы атмосфераға азот оксидтерін, күкірт диоксиді, көміртек тотығы және күкіртті сутегін шығарады.

Көптеген зерттеулер өндірістің қарқындылығы мен шоғырлануы жоғары карьерлерде тау-кен өндіру тереңдігінің ұлғаюымен олардың атмосферасының ШРК-дан асатын зиянды қоспалармен ластанатынын анықтады. Жұмыс орындарындағы шаң концентрациясы 2,7-2,8 мг/м³, көміртек оксиді – 13-24 мг/м³, азот оксиді – 3,1-5,8 мг/м³ жетеді.

Қатты жыныстарды жару және қазу үшін пайдалы қазбаларды ашық әдіспен игеруде кеңінен қолданылады, жару жұмыстары тау-кен өндірісінің қоршаған ортаға әсерінің күшті көзі болып табылады. Олар карьерлердің жанындағы сейсмикалық және акустикалық бұзылыстармен, сондай-ақ топырақтың құрамының өзгеруіне әкеліп соқтыратын үлкен шаң массаларының көтерілуімен бірге жүреді, олар жақын маңдағы елді мекендердің аумағында және ауыл шаруашылығы алқаптары мен егістіктерде орналасады. Жарылыстан кейін шаң-газ бұлты карьер кеңістігіне таралады және атмосфералық ағындарға қатыса отырып, жер бетіне таралады [1].

Шаңды газ атмосферасының сипаттамасы және бақылау

Пайдалы қазбаларды өндіру жер қойнауын шығарумен және кен қазбаларына іргелес жатқан тау-кен массаларының тұтастығын бұзумен қатар

жүреді. Тау-кен алқаптары үшін жерді пайдалану келесі экологиялық әсерлермен бірге жүреді: іргелес аумақтардың топырақ жамылғысының ластануы; олардың ластануымен және ағынды сулардың ағуымен бір мезгілде болатын су ресурстарын тұтыну; отынның жануы және ашық тау жыныстарының тотығуы процесінде атмосферадан оттегін алу; ауаның шаң мен газ шығарындыларымен ластануы. Яғни, тау-кен өндірісі экожүйелерге әсер етеді, олардың бар болуы тек табиғи ортаның құрамдас бөліктерімен анықталады, адам биосфера ресурстары ретінде қабылдайды. Атмосфераның ластануы айтарлықтай зиян келтіреді: қоршаған ортаның сапасына, жұмыс істейтін қызметкерлердің және тау-кен елді мекендерінің маңында тұратын халықтың денсаулығына кері әсерін тигізеді. Кен қазбаларында өндірістік процестерді орындау кезінде ауаның шаңдылығын анықтау керек. Ауаның шаң құрамын жедел бақылау аптасына кемінде бір рет, мерзімдік – тоқсанына бір реттен кем емес жүргізіледі. Жедел бақылау кезінде ауаның шаңдылығының күрт ауытқуы анықталған беткейлерде тоқсанына кемінде екі рет кезеңді бақылау жүргізіледі. Механикаландырылған тазарту және комбайн айдау жұмыстары үшін, сондай-ақ балғалармен жұмыс істеу және ауаны кешенді шаңсыздандыру үшін ауаның қалдық шаң құрамының техникалық қол жеткізілетін деңгейлері белгіленуі керек.

Ауа шаңын бақылау орташа ауысым немесе максималды бір реттік шаң концентрациясына сәйкес жүзеге асырылады. Алынған деректер оларды ШРК немесе ауадағы қалдық шаң құрамының техникалық қол жеткізілетін деңгейлерімен салыстыру үшін, сондай-ақ тау-кен жұмыстарының пневмокониоздық қауіптілігін анықтау үшін пайдаланылады. Ауаның шаңын бақылау белгіленген тәртіппен бекітілген құрылғыларды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Жаңадан іске қосылған шахталарда, горизонттарда және қазбаларда, сондай-ақ жұмыс істеп тұрған өндірістерде жұмыс технологиясын немесе шаңсыздандыру шараларын өзгерту кезінде ауа шаңын бақылау жұмыс басталғаннан немесе технология өзгергеннен кейін 15 күннен кешіктірмей қамтамасыз етілуге тиіс. Өндірушілер көп жылдар бойы ауаның шаңдылығын бақылаудың және шахталардың шаңды және жарылыстан қорғалған күйін бақылаудың тиімді құралдарын әзірлеуге тырысады. Бұл құралдардың жұмыс істеу тұрғысынан (олар эпизодтық әрекеттің тасымалданатын құрылғылары және үздіксіз автоматты басқарудың стационарлық құрылғылары болып екіге бөлінуімен қатар) шахта атмосфера-сының шаңдылығын тіркеуге болады.

Тау-кен өнеркәсібінде ең үнемді және жоғары өнімді болып табылатын ашық әдіспен өндіруді дамыту үрдісі байқалады. Алайда, ашық әдіспен тау-кен өндірудің даму деңгейіне жеткені сонша, ол қоршаған ортаға өте ауыр кері әсерін тигізіп, ландшафттың өзгеруіне әкеліп соғады, іргелес

аумақтардың, ауа мен су бассейндерінің ластануына ықпал етеді. Бұл облыстың индустриалды аймақтарында қанағаттанарлықсыз экологиялық жағдай туғызып, адамдардың табиғаты мен денсаулығына кері әсерін тигізеді. Тау-кен өнеркәсібі қазіргі уақытта барлық тау-кен жұмыстарының шоғырлануымен және өндірістік процестердің қарқындылығымен сипатталады. Ашық тау-кен өндірісінде бұл ең үлкен дәрежеде игеру тереңдігінің ұлғаюымен, карьер кеңістігін желдету процесінің күрделенуімен, газ және шаң факторлары бойынша еңбек жағдайларының нашарлауымен бірге көрінеді. Қоғамның ең маңызды сапалық сипаттамасы әлеуметтік-экономикалық, экологиялық, биомедициналық және демографиялық факторлардың кешенді өзара әрекеттесуінің өзіндік көрсеткіші ретінде қарастырылатын халықтың денсаулығы болып табылады. Ауадағы қоспалардан тек шаң ғана адам ағзасына айқын жинақтаушы әсер етеді. Шаңның бастапқыда аздаған өзгерістердің біртіндеп қабаттасуы арқылы денеде жиналу мүмкіндігі бар. Адамның өкпесінің шаңды зақымдануы патологияның кең таралған түрі болып табылады және аурушаңдықтың жалпы құрылымында маңызды орын алады, бұл айтарлықтай әлеуметтік-экономикалық шығындарға әкеледі [2].

Негізінен техногендік массивтің маңайындағы өсімдіктердің болмауына байланысты шаң-тозаңдар тыныс алу жолдары арқылы зиянды заттардың енуін тудырады. Осы уақытқа дейін улы шаңның таралуы жергілікті тұрғындардың инфекциясының себебі бола алмайды деген қате пікір қалыптасқан. Ластанған аумақтарда тазалау және тасымалдау жұмыстарын жүргізетін жұмысшылар зиянды заттардың әсеріне ұшырайды. Жұмыс аймағындағы ауаның шаңдылығы кеншілер денсаулығының нашарлауына әкеледі. Ашық кен орындарында респираторлық аурудың негізгі түрі пневмокониоз болып табылады.

Шаңның адам ағзасына зиянды әсері оның түріне (улы және улы емес шаң), көлеміне және әсер ету әдістеріне байланысты. Ауадағы шаң адамның көзіне, терісіне және ішкі ағзаларына кері әсер етіп, жұтатын ауамен араласуы мүмкін. Шаңды жүктеме кеншілердің аурушаңдығының артуына, жұмыс қабілеттілігінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Негізгі ауруларға өкпе ауруларының ерекше түрлері жатады, ал негізгі қауіп тобына 15 жылдан астам зиянды жағдайларда жұмыс өтілі бар кәсіпорындардың қызметкерлері жатады.

Пайдаланылатын технологиялардың жетілмегендігінен пайдалы қазбаларды өндіру және өңдеу. Мұндай шаңды деммен жұту қайтымсыз және жазылмайтын кәсіптік аурулардың – силикоздың, пневмокониоздың және т.б. дамуына әкелуі мүмкін және жиі әкеледі. Сондықтан жұмысшылардың денсаулығын сақтау үшін шаңды ингаляцияның алдын алудың әртүрлі әдістері қолданылады – технологияны өзгерту; жабдықты

тығыздау; процестерді автоматтандыру; тиімді желдету және, сайып келгенде, жеке қорғаныс құралдары – аэрозольді респираторлар. Айына 58 кг/га-дан астам шаң түскенде, аймақтағы өсімдіктер мен жануарлардың көпшілігінің тіршілік әрекетін тежеу әсері байқалатыны туралы зерттеу деректері бар. Ингаляциялық шаң жоғарғы тыныс жолдарының жедел инфекциясын тудырады. Диаметрі 10 микроннан (мкм), сондай-ақ 2,5 микроннан (PM2.5) аз бөлшектер ерекше қауіпті. Ауадағы осы бөлшектердің концентрациясының 1 м³ ұлғаюына 10 микрограмм (1x10⁻⁵ г) үшін созылмалы респираторлық аурулармен ауыратын емдеу мекемелеріндегі науқастардың саны 7%-ға артады, оның ішінде 3,5% – жіті респираторлық аурулар және 3. Жүрек-қан тамырлары аурулары %, ал өкпе ісігінен болатын өлім 8%-ға артады. Ол тау жыныстарын құрайтын минералдардың беріктігіне, шаң бөлшектерінің мөлшеріне, олардың тығыздығына және атмосферада көтерілу жылдамдығына байланысты. Сондықтан шаң түзілу көзінен біршама қашықтықта тұндырылған шаңда жеңілірек тау жыныстарын құрайтын минералдардың бөлшектері басым болуы мүмкін.

Топырақтың экологиялық жағдайын бағалау кезінде оның құрамындағы табиғи элементтер мен ксенобиотиктердің, биотикалық айналымға табиғи түрде кірмейтін және адамның шаруашылық әрекетінен тікелей немесе жанама түрде түзілетін организмдерге жат химиялық заттардың құрамын бағалау өте маңызды. Зиянды заттардың нақты құрамы ШРК немесе берілген аймақтағы фондық мазмұнмен салыстырылады. Топырақта кездесетін химиялық элементтердің өсімдіктерге улы әсерін қарастыра отырып, Н. Боуэн оларды үш класқа бөлді:

- жоғары уыттылық: улылық белгілері топырақта 1 мг/кг (Cu; Hg, Cd) төмен концентрацияларда пайда болады;

- орташа уыттылық: заттағы 1-100 мг/кг концентрацияда уыттылық белгілері пайда болады (периодтық жүйенің III, V, VI топтарының элементтерінің көпшілігі);

- шамалы улы (галогендер, азот, фосфор, күкірт, титан, сілтілі металдар, сирек жер). Нәтижесінде өсімдіктердің өсуінің төмендеуі және толық тоқтауы және олардың деградациясы байқалады. Шаң басқан кезде өсімдіктер өледі [2].

Қорытынды

Құрамында ауыр металдары бар шаңның топыраққа әсері тотығу-тотықсыздану жағдайла-

рына және оның қышқылдығына байланысты. Қышқыл ортада металдар мобильді болады, бұл олардың биологиялық тіндерге енуіне және нитрификациялаушы және азотты бекітетін бактериялардың тіршілік әрекетінің нашарлауына ықпал етеді. Мұндай аймақтардың топырақтары құнарсыз және көкөністерді, әсіресе көк шөптерді өсіруге жарамсыз. Топырақта ауыр металдардың жиналуы оның өте баяу өздігінен тазаруына әкеледі, өйткені металдардың гумин қышқылдарымен қосылыстары өте күшті.

Ұйымдастыру шараларына мыналар жатады: жарылыс уақытын желдің максималды белсенділігі кезеңіне ауыстыру, бұл карьерлердің желдету уақытын 15-20% қысқартуға көмектеседі; ең аз спецификалық шаң түзілуі бар штамптау материалын пайдалану (мысалы, қалдық шламын, бұрғылау ұсақтарын және т.б. шаңның бөлінуін азайтуға көмектесетін ұсақ қиыршық тасты немесе құмды-сазды шөгінділермен ауыстыру); адамдардың карьерге мерзімінен бұрын түсуін және олардың улануын болдырмауға мүмкіндік беретін «Жарылыс жұмыстарын жүргізудің бірыңғай ережелеріне» сәйкес карьерлердің атмосфералық құрамын және жаппай жарылыстардан кейін жарылған блоктар учаскелерін жүйелі бақылауды ұйымдастыру.

Инженерлік-техникалық шараларға мыналар жатады: шаң-тозаң-газ бұлтынан шаң-тозаң жауын-шашын аймағын суару алаңына 10 литр су есебінен сумен немесе шаңды ылғалдандыратын қоспалармен суару. Суару аймағын жарылыс жүргізілетін блоктың шекарасынан 50-60 м қашықтықта орналастыру ұсынылады. Дәлірек айтқанда, соққы толқынының көтерілуінен шаң бөлінетін жарылған блоктың шекарасынан қашықтығы (м) есептеу арқылы табылады. Зиянды қоспалардың бөлінуін және таралуын азайту үшін гидротозаңсыздандыру ұңғымаларды гидравликалық соғу арқылы жүзеге асырылады – сыртқы, ішкі және аралас.

Төменгі қазбаларды қазу, кертпелерді өңдеу, тереңдету полигондары, үйінділерді төгу бойынша барлық тау-кен жұмыстары адамдарға тікелей әсер етеді. Кәсіпорындағы жұмысшыларға және олардың денсаулығына қауіп төндіреді. Бұрғылау-жару және тау-кен жұмыстарына байланысты өндірістік процестер, атап айтқанда тау жыныстарының ықтимал опырылуы. Өндірісті механикаландыру мен автоматтандыруды қолданбай жеке-леген жұмыс түрлерін орындау жатады [1].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Көмір саласының кешенді дамуын қамтамасыз етуде газсыздандыру жұмыстарын зерттеу және жетілдіру жолдары: Монография / Р.Қ. Қамаров, Н.А. Жайсанбаев; Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. – Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2016. – 167 б.
2. Тимофеева С.С. Пылевая нагрузка при добыче угля и профессиональные риски / С.С. Тимофеева, М.А. Мурзин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 5. – С. 68-71.

Рекомендации по борьбе с пылью, попадающей в атмосферу открытых горных выработок

¹*БАКБАЕВА Зауреш Толегеновна, магистрант, bakbayeva09@mail.ru,

¹МАКАШЕВ Байжума Катираевич, к.т.н., старший преподаватель, zhuma_59@mail.ru,

¹НЫГМИТУЛЛИНА Айдана Ғарифуллақызы, магистрант, nursultan911@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассматривается обеспечение мер по снижению запыленности воздуха в шахте до уровня предельно допустимых концентраций. Проведен общий аналитический обзор влияния отходов угольной промышленности на условия труда. Рассмотрены контрольные работы, оценка опасного воздействия пыли на работников во вредных производственных средах. Проведен анализ различных методов предотвращения, уменьшения пылевыделения и опыления шахтного воздуха. Цель работы: предложены мероприятия по снижению запыленности воздуха в карьере до уровня ограниченно-допустимой концентрации. Предложены наиболее эффективные меры, проведен комплексный анализ различных способов предотвращения, уменьшения пылевыделения рудничного воздуха.

Ключевые слова: аспирационные системы, воздушная пыль, количество пыли в воздухе, концентрация пыли, процесс пылеподавления, шахта, угольная пыль, способы борьбы с пылью, добыча открытым способом, пылеобразование, дробильные установки.

Recommendations for Dealing with Dust Entering the Atmosphere of Open Mines

¹*BAKBAYEVA Zauresh, Master Student, bakbayeva09@mail.ru,

¹MAKASHEV Baizhuma, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, zhuma_59@mail.ru,

¹NYGMITULLINA Aidana, Master Student, nursultan911@mail.ru,

¹NPISC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The provision of measures to reduce the dust content of the air in the mine to the level of maximum permissible concentrations is being considered. A general analytical review of the impact of coal industry waste on working conditions was conducted. The control works, assessment of the dangerous effects of dust on workers in harmful industrial environments are considered. An analysis of various methods of prevention, reduction of dust emission and pollination of mine air was carried out. The purpose of the work is to propose measures to reduce the dustiness of the air in the quarry to the level of a limited permissible concentration. The most effective measures were proposed, a comprehensive analysis of various ways of preventing and reducing dust emissions from mine air was carried out.

Keywords: aspiration systems, air dust, amount of dust in the air, dust concentration, dust suppression process, mine, coal dust, methods of dust control, open-pit mining, dust formation, crushing plants.

REFERENCES

1. Komir salasyn keshendi damuyn kamtamasyz etude gazsyzdandyru zhumystaryn zertteu zhane zhetildiru zholdary: Monograph / R.K. Kamarov, N.A. Zhaysanbayev; Kagandy memlekettik technical University. – Kagandy: KarMTU baspasy, 2016. – 167 p.
2. Timofeeva S.S. Pylevaja nagruzka pri dobyche uglja i professional'nye riski / S.S. Timofeeva, M.A. Murzin // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. – 2015. – No. 5. – Pp. 68-71.

Перспективная оценка при подсчете запасов Суздальского золоторудного месторождения с применением новых геоинформационных технологий (Восточный Казахстан)

¹ЧЕРНЕНКО Зинаида Ивановна, к.г.-м.н., старший преподаватель, zinchernenko@mail.ru,
¹МИЗЕРНАЯ Марина Александровна, к.г.-м.н., ассоциированный профессор, mizernaya58@bk.ru,
^{1*}МАТАЙБАЕВА Индира Едылевна, PhD, ассоциированный профессор, indi.mataybaeva@mail.ru,
¹КАПЖАПАРОВА Жанар Зейнелкабденовна, преподаватель, Z_Kapzhararova@mail.ru,
¹КУЗЬМИНА Оксана Николаевна, PhD, ассоциированный профессор, kik_kuzmins@mail.ru,
¹НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,
 *автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены особенности геологии, условий залегания, обновление информационной базы о золоторудном месторождении Суздальское, что в свою очередь ведет к прогнозированию новых запасов на уже известных участках, пополнению минерально-сырьевой базы региона. Одним из ведущих типов золотосульфидной минерализации с точки зрения потенциальных перспектив на золото является Суздальское месторождение, расположенное в юго-восточном экзоконтакте Семейтауской вулканоплутонической постройки. Интрузивные породы представлены дайками и мелкими телами диоритов, диоритовых порфиритов и гранодиорит-порфириров (С₃). По данным магниторазведки, в юго-западной части месторождения выделяется скрытая интрузия предположительно среднего состава. Первичное золотосульфидное оруденение связано с позднекаменноугольным магматизмом, а золотоносные коры выветривания сформировались в мезозойский этап стабилизации. Актуальность статьи – это необходимость увеличения количества исследованных золотоносных месторождений, а также потребность внедрения новых технологий для улучшения качества разведочных мероприятий. Цель статьи – уточнение геологических условий формирования и размещения Суздальского золоторудного месторождения (Восточный Казахстан, а также подсчет запасов месторождения, разработка и прогнозно-перспективная оценка научно-практических рекомендаций по направлению дальнейших прогнозно-поисковых работ для перспективной оценки золоторудного Суздальского месторождения.

Ключевые слова: золото, геоинформационные технологии, подсчет запасов, месторождение, Восточный Казахстан.

Введение

Суздальское месторождение золота расположено в Жана-Семейском районе Восточно-Казахстанской области, в 50 км к юго-западу от города Семей.

В сравнении с золоторудной минерально-сырьевой базой мира, в Казахстане более существенную роль как в запасах, так и в добыче, играют комплексные месторождения, гораздо меньший удельный вес имеют золото-меднопорфировые месторождения. По уровню запасов, их качеству основные золоторудные месторождения Казахстана сопоставимы с месторождениями зарубежных стран и в принципе могли бы обеспечить более высокий уровень производства золота в

стране. Вместе с тем, при неблагоприятной мировой конъюнктуре золота неизбежным становится предъявление более жестких требований к качественным и количественным параметрам отдельных месторождений и к минерально-сырьевой базе в целом [1, 2].

Суздальское золоторудное месторождение после отработки окисленных руд в 1995-2004 годы активно обрабатывает первичные запасы подземным способом по проекту «Опытно-промышленной отработки». В отработку повлечены рудная зона № 2, запасы которой с каждым годом все меньше и меньше, поэтому доизучение найденных рудных тел с переводом из категории С₂ в С₁ и доразведка перспективных флангов особенно

актуальны с каждым годом. Чем раньше будет проведена доразведка первичных запасов, тем раньше они будут вовлечены в горные проекты на отработку и тем эффективней будут использованы природные ресурсы, что продлит жизненный цикл рудника еще на несколько лет [3].

Геологическая позиция Суздальского золоторудного месторождения

Одним из ведущих типов золотосульфидной минерализации является Суздальское месторождение, расположенное в юго-восточном экзоконтакте Семейтауской вулканоплутонической постройки. Интрузивные породы представлены дайками и мелкими телами диоритов, диоритовых порфиритов и гранодиорит-порфиров (С₃). По данным магниторазведки, в юго-западной части месторождения выделяется скрытая интрузия предположительно среднего состава. Первичное золотосульфидное оруденение связано с позднекаменноугольным магматизмом, а золотоносные коры выветривания сформировались в мезозойский этап стабилизации [4, 5].

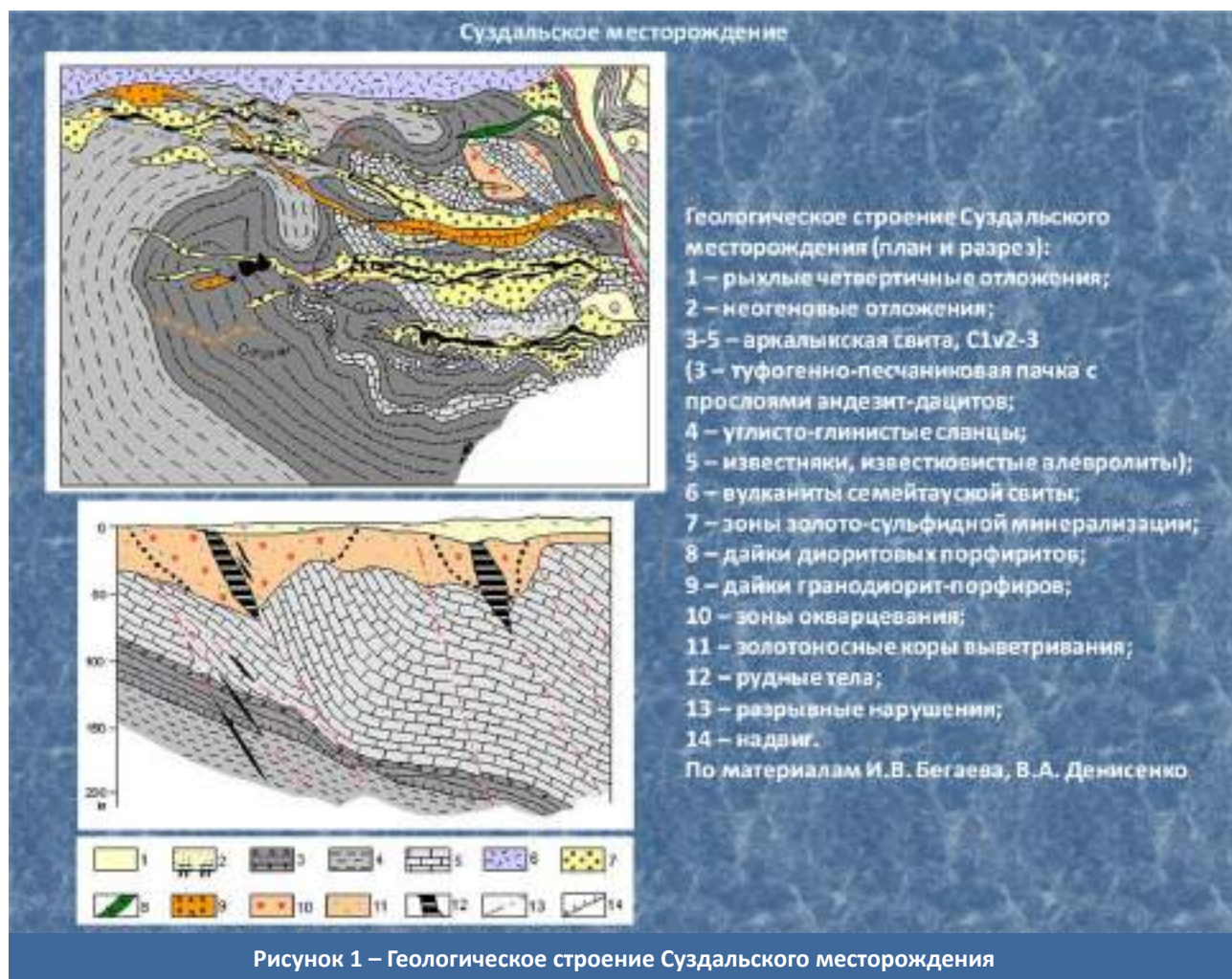
В геологическом строении месторождения принимают участие осадочные отложения аркалыкской свиты и серпуховского яруса нижнего карбона, майтубинской свиты верхнего карбона

и вулканогенные образования семейтауской свиты триаса, прорванные интрузивными телами среднего и кислого составов.

Вулканогенные образования семейтауской свиты развиты в северо-западной части месторождения, отделяясь от отложений карбона Суздальской тектонической зоной. Они сложены брекчиевыми, флюидальными лавами и лавобрекчиями липаритового состава с линзами литокластических туфов.

Рыхлые отложения перекрывают более 90% площади месторождения и характеризуются красноцветными глинами с линзами супесей павлодарской свиты миоцен-плиоценового возраста мощностью от 1 до 15 м, а также четвертичными суглинками и супесями (с примесью щебня) мощностью до 2-3 м (рисунок 1).

Генезис морфология и размеры рудных тел. Выявленные и изученные рудные тела зоны окисления месторождения Суздальское, располагающиеся в линейно-трещинных корях выветривания, характеризуются унаследованной от первичного оруденения формой, имеют крутое юго-восточное падение, сложную линзо-лентообразную форму и контролируются зонами гидротермальной проработки вдоль Суздальского разлома.



В пределах месторождения выявлено по пространственному положению в рудные зоны 1, 2, 3 и 4. Анализ распределения золота в них показывает, что наибольшие мощности и содержания в рудных телах тяготеют к узлам пересечения и сопряжения рудовмещающих зон с разломами северо-западного простирания [3, 6].

Четвертичные отложения подстилаются глинами неогена или корой выветривания. Мощность неогеновых глин составляет 0,5-18,0 м. На отдельных участках кора выветривания выходит на поверхность (рудное тело 1), но большая часть перекрыта четвертичными и неогеновыми отложениями. Мощность коры выветривания по данным бурения скважин от 5 до 80 м (рисунок 2).

Вещественный состав и природные типы руд

Первичные руды локализованы в пределах обширных зон гидротермального изменения и сульфидной минерализации. Сульфидная минерализация представлена двумя морфологическими типами: штокверково – прожилково – гнездовокрапленным и стратиформным.

Зоны первичного оруденения – это раздробленные и сильно трещиноватые углистые и известково-углистые алевролиты, известняки и песчаники, содержащие золотосодержащие кварц-карбонатные штокверки. Золотосульфидная минерализация представлена двумя типами: преобладающим штокверковым кварц-карбонатным (прожилково-гнездово-крапленным) и стратиформным (вкрапленность сульфидов в известняках) [7, 8].

Состав рудных тел: пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, блеклая руда, киноварь, ан-

тимонит, шеедит, самородное золото, флюорит, барит, кварц, карбонат.

Среднее содержание золота 10 г/т. Форма самородного золота дендрито-амебовидная. Концентрация золота установлена и в корях выветривания каолинитового и гидрослюдистого типов линейной формы мощностью от первых до 10, редко 100-200 м. Содержание золота изменчивое (от 1 до 90 г/т). Золотосодержащие коры выветривания имеют промышленное значение (рисунок 3).

Перспективы по увеличению общих запасов золота весьма реальны. Имеются значительные резервы по обеспечению их, о чем свидетельствуют имеющиеся количественные расчеты по оценкам прогнозных ресурсов золоторудных районов. Но в настоящее время запасы этих месторождений истощаются, а потребности растут, поэтому на ближайшие годы главной задачей будет проведение эксплуатационной разведки, обусловленной большой изменчивостью параметров россыпи как по мощности, так и в плане, а также стадийностью изучения рудных месторождений.

Поэтому необходимо более детально изучить геологическое строение Суздальского месторождения, создать электронную базу данных проектных скважин, создать объемную модель рудных тел и построить блочную модель для подсчета запасов в проектных скважинах.

Опробование и обработка проб

Для подсчета запасов в комплексе опробования входят: керновое, пунктирно-точечное, групповое опробование, а также отбор штуфов (монолитов) для определения физико-механических свойств пород.

Керновое опробование по колонковым сква-



Условные обозначения: железные ископаемые – ● полиметаллы ● Железо ● Хром ● Медь ● Никель, кобальт
 ● Алюминий ● Золото ● Олово, вольфрам ● Тантал, ниобий ● Бериллий ● Известняки (цементное сырье и флюсы)
 ● Сульфиды, глины (цементное и кирпичное сырье) ● Клин перламутровый (сырье для легких заполнителей)
 ● Известняки строительные ● Камни строительные и облицовочные ● Песчано-гравийные отложения (строительные материалы)
 ● Бески строительные ● Пески кварцевые ● Габбро-диабазы (петрургическое сырье) ● Уголь каменный

Рисунок 2 – Обзорная карта района работ масштаба 1:100000

жинам отбираются в пределах зон гидротермально-метасоматической проработки и золотосульфидной минерализации. Также будут опробованы все аномалии РРК.

Отбор проб будет проводиться на полную мощность продуктивных зон с учетом литологии, степени гидротермально-метасоматических изменений, а также длины рейса. Длина проб колеблется от 0,5 до 1,5 м и в среднем составляет 1,0 (см. таблицу).

Подсчет запасов – новые геоинформационные технологии

Современные реалии развития цифрового пространства диктуют в первую очередь вести всю графическую геологическую документацию в электронном виде в специализированных программных пакетах. Современное развитие специализированных программ позволяет вести всю оперативную графику в компьютере и быстро делать оперативные подсчеты в режиме реального времени. На Суздальском месторождении используется программный продукт «Micromine», которая поддерживает все необходимые функции. Все это позволяет полностью отказаться от бумажных статических документов и ручного

подсчета. Поэтому этой главе все внимание будет уделено автоматизированному подсчету запасов в программе «Micromine» (рисунок 4), но т.к. данная методика не завоевала должного доверия в умах геологов постсоветского пространства, мы сделаем контрольный подсчет запасов на наиболее изученной рудной зоне № 1-3 традиционным методом вертикальных параллельных сечений [9].

В настоящее время на Суздальском месторождении интерес представляют только первичные руды, обрабатываемые подземным способом. Поэтому все подсчеты запасов будут проводиться только для первичных руд.

Полученные научные результаты могут найти применение в практике геологоразведочных работ при выборе рациональной технологии и методики поисковых и разведочных работ на золото.

Практическая значимость работы заключается в возможности использовать результаты подсчета запасов при помощи программы Micromine в общей геологической практике для эффективной отработки месторождения.

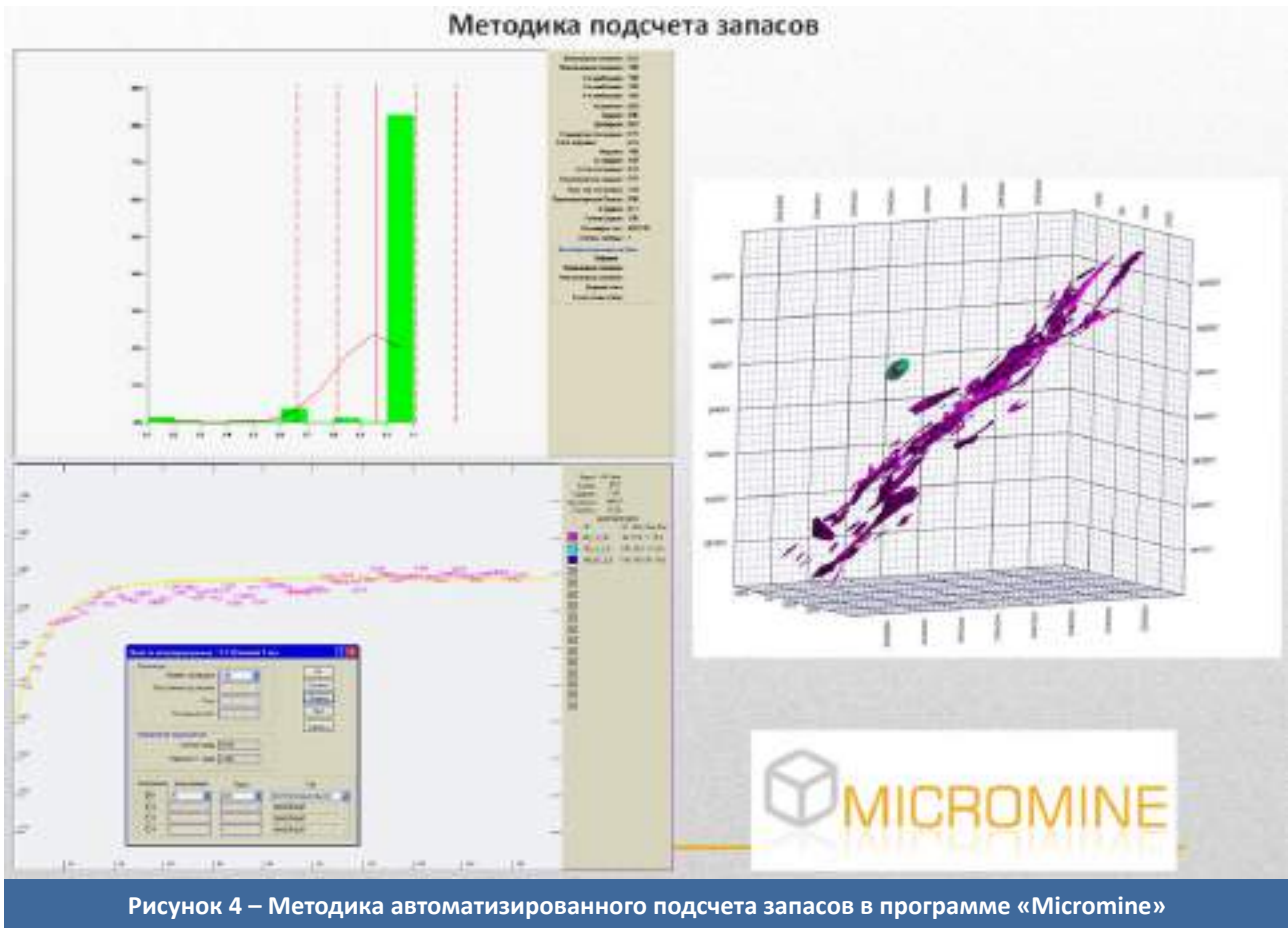
Новизна работы заключается в использовании специализированных программ нового поколения в формировании базы геологических данных,



Рисунок 3 – Золото Суздальского месторождения

Подсчет запасов золота Суздальского месторождения

Показатели кондиций	Первичные руды
Бортовое содержание золота	1,5 г/т
Минимальная мощность рудного тела	1,0 м
При меньшей мощности, но высоком содержании золота руководствоваться соответствующим метрограммом	1,5 г/т
Максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в контур РТ	3,0 м
Минимальное промышленное содержание в блоке	4,00 г/т



трехмерном проектировании рудных тел, подсчете эксплуатационных и прогнозных запасов полезных ископаемых.

Ожидаемый прирост запасов составит 3686.24 кг золота.

Статья подготовлена в рамках ПЦФ проекта BR10264558 «Научная оценка инвестиционной привлекательности структур Казахстана, перспективных на выявление месторождений полезных ископаемых».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьячков Б.А., Кузьмина О.Н., Зимановская Н.А., Мизерная М.А., Черненко З.И., Амралинова Б.Б. Типы золоторудных месторождений Восточного Казахстана / Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева. Усть-Каменогорск, 2015. С. 204.
2. Нарсеев В.А., Рафаилович М.С., Дьячков Б.А. Золоторудный потенциал Казахстана. Гигантские месторождения золота Центральной Азии. – Алматы, 2014. – 200 с.
3. Мизерный А.И., Петров С.Ф. Минералогическое моделирование как современный метод прогноза и оценки золоторудных месторождений // Материалы Международной научно-технической конференции «Узбекгеоинновация-2010». Ташкент, 2010. С. 94-96.
4. Дьячков Б.А., Зимановская Н.А. О геологической позиции и возрасте золоторудных месторождений Восточного Казахстана // Изв. НАН РК. Сер. Гео. и Техн. наук. – № 5. – 2013. – С. 21-33.
5. Черненко З.И. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2012. 167 с. РУМС утверждено КазНТУ им. К.И. Сатпаева.
6. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. – 304 с.
7. Черненко З.И. Смагулова А.М. Драгоценные дары Алтая: Книга-альбом. Усть-Каменогорск: ВКТУ, 2020. 130 с.
8. Черненко З.И. Геология и недропользование Казахстана. Уникальные камни Востока: Книга-интервью. Нур-Султан, 2020. С. 28-32.
9. Черненко З.И. Принципы и подходы при подсчете запасов полезных ископаемых / НАО Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева. Усть-Каменогорск, 2022. С. 102.

Жаңа геоақпараттық технологияларды қолдана отырып, Суздаль алтын кенді кен орнының қорларын есептеу кезінде келешек бағалау (Шығыс Қазақстан)

¹ЧЕРНЕНКО Зинаида Ивановна, г.-м.ф.к., аға оқытушы, zinchernenko@mail.ru,

¹МИЗЕРНАЯ Марина Александровна, г.-м.ф.к., қауымдастырылған профессор, mizernaya58@bk.ru,

¹*МАТАЙБАЕВА Индира Едылевна, PhD, қауымдастырылған профессор, indi.mataybaeva@mail.ru,

¹КАПЖАПАРОВА Жанар Зейнелкабденовна, оқытушы, Z_Kapzharova@mail.ru,

¹КУЗЬМИНА Оксана Николаевна, PhD, қауымдастырылған профессор, kik_kuzmins@mail.ru,

¹«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Геологияның ерекшеліктері, пайда болу шарттары қарастырылды, Суздаль алтын кен орны туралы ақпараттық база жаңартылды, бұл өз кезегінде белгілі учаскелердегі жаңа қорларды болжауға, аймақтың минералды-шикізат базасын толықтыруға әкеледі. Алтынның әлеуетті перспективалары тұрғысынан сульфидті минералданудың жетекші түрлерінің бірі Семей вулканоплутоникалық құрылысының Оңтүстік-Шығыс экзоконтактесінде орналасқан Суздаль кен орны болып табылады. Интрузивті жыныстар диориттердің, диорит порфириттерінің және гранодиорит порфирлерінің дайқалары мен ұсақ денелерімен ұсынылған (C₃). Магниттік барлау мәліметтері бойынша кен орнының оңтүстік-батыс бөлігінде орташа құрамды жасырын интрузия бөлінеді. Бастапқы алтын-сульфидті кендеу кеш көміртекті магматизммен байланысты, ал алтын тәрізді ауа-райының қыртыстары мезозой тұрақтандыру кезеңі пайда болды. Мақаланың өзектілігі-зерттелген алтын кен орындарының санын көбейту қажеттілігі, сондай-ақ барлау іс-шараларының сапасын жақсарту үшін жаңа технологияларды енгізу қажеттілігі. Мақаланың мақсаты – Суздаль алтын кен орнын қалыптастыру мен орналастырудың геологиялық жағдайларын нақтылау (Шығыс Қазақстан, сондай-ақ кен орнының қорларын есептеу. Алтын кені Суздаль кен орнын перспективалық бағалау үшін одан әрі болжамды-ізвестіру жұмыстарының бағыты бойынша ғылыми-практикалық ұсынымдарды әзірлеу және болжамды-перспективалық бағалау.

Кілт сөздер: алтын, геоақпараттық технологиялар, қорларды есептеу, кен орны, Шығыс Қазақстан.

Prospective Assessment When Calculating the Reserves of the Suzdal Gold Deposit Using New Geoinformation Technologies (East Kazakhstan)

¹CHERNENKO Zinaida, Cand. of Geol. and Min. Sci., Senior Lecturer, zinchernenko@mail.ru,

¹MIZERNAYA Marina, Cand. of Geol. and Min. Sci., Associate Professor, mizernaya58@bk.ru,

¹*MATAIBAYEVA Indira, PhD, Associate Professor, indi.mataybaeva@mail.ru,

¹KAPZHAROVA Zhanar, Lecturer, Z_Kapzharova@mail.ru,

¹KUZMINA Oksana, PhD, Associate Professor, kik_kuzmins@mail.ru,

¹NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

*corresponding author.

Abstract. The features of geology, occurrence conditions are considered, the information base on the Suzdalskoye gold deposit is updated, which in turn leads to the forecasting of new reserves in already known areas, replenishment of the mineral resource base of the region. One of the leading types of gold sulfide mineralization in terms of potential prospects for gold is the Suzdal deposit, located in the southeastern exocontact of the Semeytau volcanoplutonic edifice. Dikes and small bodies of diorites, dioritic porphyrites, and granodiorite porphyries (C₃) represent intrusive rocks. According to magnetic survey data, a hidden intrusion of presumably medium composition is identified in the southwestern part of the deposit. Primary gold-sulfide mineralization is associated with Late Carboniferous magmatism, and gold-bearing weathering crusts formed during the Mesozoic stage of stabilization. The relevance of the article is the need to increase the number of explored gold deposits, as well as the need to introduce new technologies to improve the quality of exploration activities. The purpose of the article is to clarify the geological conditions for the formation and placement of the Suzdal gold deposit (Eastern Kazakhstan, as well as the calculation of the reserves of the deposit. Development and forecasting and prospective assessment of scientific and practical recommendations for the direction of further forecasting and prospecting for a prospective assessment of the Suzdal gold deposit.

Keywords: gold, geoinformation technologies, reserves calculation, deposit, East Kazakhstan.

REFERENCES

1. D'yachkov B.A., Kuz'mina O.N., Zimanovskaya N.A., Mizernaya M.A., Chernenko Z.I., Amralinova B.B., Tipy zolotorudnyh mestorozhdenij Vostochnogo Kazahstana / Vostochno-Kazahstanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. D. Serikbaeva. Ust'-Kamenogorsk, 2015. P. 204.
2. Narseev V.A., Rafailovich M.S., D'yachkov B.A. Zolotorudnyj potencial Kazahstana. Gigantskie mestorozhdeniya zolota Central'noj Azii. – Almaty, 2014. – 200 p.
3. Mizernyj A.I., Petrov S.F. Mineralogicheskoe modelirovanie kak sovremennyy metod prognoza i ocenki zolotorudnyh mestorozhdenij // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Uzbekgeoinnovaciya-2010». Tashkent, 2010. Pp. 94-96.
4. D'yachkov B.A., Zimanovskaya N.A. O geologicheskoy pozicii i vozraste zolotorudnyh mestorozhdenij Vostochnogo Kazahstana // Izv. NAN RK. Ser. Geo. i Tehn. nauk. – No. 5. – 2013. – Pp. 21-33.
5. Chernenko Z.I. Poiski i razvedka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh: uchebnoe posobie. Ust'-Kamenogorsk: VKGTU, 2012. 167 p. RUMS utverzhdeno KazNTU im. K.I. Satpaeva.
6. Rafailovich M.S. Zoloto neдр Kazahstana: geologiya, metallogeniya, prognozno-poiskovyе modeli. Almaty, 2009. – 304 p.
7. Chernenko Z.I. Smagulova A.M. Dragocennye dary Altaya: Kniga-al'bom. Ust'-Kamenogorsk: VKTU, 2020. 130 p.
8. Chernenko Z.I. Geologiya i nedropol'zovanie Kazahstana. Unikal'nye kamni Vostoka: Kniga-interv'yu. Nur-Sultan, 2020. Pp. 28-32.
9. Chernenko Z.I. Principy i podhody pri podschete zapasov poleznyh iskopaemyh / NAO Vostochno-Kazahstanskij tekhnicheskij universitet im. D. Serikbaeva. Ust'-Kamenogorsk, 2022. P. 102.

Геолого-геофизические исследования колчеданных месторождений уральского типа

¹**МЫНБАЕВ Медет Багдатович**, директор, medet.mynbaev.kz@gmail.com,

²**РЕВА Николай Викторович**, д.ф.-м.н., профессор, vs_portnov@mail.ru,

³***КРЯЖЕВА Татьяна Владимировна**, к.г.-м.н., доцент, kryazheva_t@mail.ru,

¹ТОО «Геотек», Казахстан, Караганда, ул. К. Сатпаева, 17,

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина, Киев, ул. Владимирская, 60,

³АО «Жезказганский университет имени О.А. Байконурова», Казахстан, Жезказган, пр. Алашахана, 16,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Актуальность исследования обоснована развитием государственной программы 089 «Обеспечение рационального и комплексного использования недр и повышения геологической изученности территории Республики Казахстан», в реализации которой авторы принимают непосредственное участие. Около 28% общих запасов меди Республики Казахстан сосредоточено на колчеданных месторождениях. Часть из них располагается на территории казахстанской части Южного Урала – Мугоджарах. Здесь известны многочисленные проявления меди колчеданного типа, образование которых связано с океаническим и островодужным этапами геологического развития в раннем палеозое. Цель работы заключается в изучении геологии и металлогении среднего палеозоя кальдеры Жаксытау. Результаты исследования показывают, что образование колчеданных месторождений происходило непрерывно в течение герцинской металлогенической эпохи и генетически связано с подводно-морским вулканизмом.

Ключевые слова: региональный метаморфизм, металлогения, комплексные геофизические исследования, магнитные свойства горных пород.

Введение. Работа подводит итог пятилетним исследованиям в изучении геологии и металлогении среднего палеозоя, оценке перспектив на медно-колчеданные руды уральского типа в пределах кальдеры Жаксытау, где авторы проводили поисковые работы, изучали вещественный состав и зональность геологических фаций кальдеры Жуксытауская.

Жаксытауская кальдера входит в систему Берчогурской вулканотектонической депрессии (ВТД) и размещена в ее западном борту между кальдерами Ксандысайская (на севере) и Байменбулакская (на юге). Применение геофизических методов исследования позволило провести дифференциацию пород, слагающих Жаксытаускую кальдеру и изучить её структуру и вулканические формы.

Структура Жаксытауской кальдеры полигенна, имеет эволюционное развитие от пространственного до островного этапов вулканизма. Методами геофизических исследований в контуре кальдеры проведено расчленение куркудукского контрастного, милашинского и алабасского последовательно дифференцированных вулканоконкомплексов, несущих медно-колчеданное оруденение.

Вся площадь участка кальдеры выполнена па-

леозойскими образованиями. Здесь сохранились горизонты туфов мегпорфировых андезитбазальтов алабасского комплекса, представляющие фрагменты стратовулканических построек [1, 2].

Примечательными формами островного этапа вулканизма являются выделенные в южной части кальдеры жерловые аппараты Тастыбутак 1, 2, 3, из которых наиболее развит и изучен Тастыбутак 1.

Методы исследования. Площадь работ составила 28,6 км². Было пробурено 6 поисковых скважин объемом 3000 пог. м, проанализировано 1628 проб, проведены геофизические исследования: магнитная съёмка – 41,6 пог. км, электро-разведка ВП-СГ – 41,6 пог. км; электроразведка ЗСБ – 50,4 пог. км, электроразведка методом заряженного тела ЗСБ – 50,40 пог. км [1]. Эти работы позволили проанализировать геологическое, тектоническое строение района, геофизические, геохимические характеристики и вещественный состав пород.

В ходе проведения поисковых работ выделены вулканогенные свиты силурийского возраста: актогайская, сугоджарская, куркудукская. К нижнему девону отнесена милашинская свита основных и средних эффузивов. В среднем девоне установлена мийская и бутулыгырская свиты

эйфельского яруса, живетский ярус. Во франском ярусе имеются лишь очень незначительные проявления вулканизма. Породы силура составляют базальт-диабазовую формацию, нижнего девона – базальт-андезитовую, среднего девона – андезитово-дацитовую [3, 4, 5].

Интрузивные породы представлены габбро-плагиогранитной формацией силура – среднего девона, формацией нормальных батолитовых гранитов нижнего карбона, формацией самостоятельных малых интрузивов (СМИ) среднего девона. Многочисленные данные по химическому составу магматических пород, особенности распределения в них рассеянных элементов [1] указывают на значительные различия между выделенными эффузивными и интрузивными формациями. Породы в целом дислоцированы слабо, почти между всеми стратиграфическими единицами установлены угловые несогласия, местами размыты.

Эффузивы подвергнуты региональному метаморфизму в большей степени зеленосланцевой ступени. Степень метаморфизма вверх по разрезу резко уменьшается. С юга на север в пределах структуры выделены 4 поперечных тектонических блока, ограниченных разломами, но геологическое развитие этих блоков происходило примерно одинаково, без заметной смены фации, магматизма и т.п. С новых позиций рассмотрены в работе рудные формации структуры, приведено описание их типовых представителей [4, 6].

Заложение основания кальдеры Жаксытауская развивалось на океанической коре и представлено преимущественно осадочными породами: вулканомиктовыми и полимиктовыми песчаниками, конгломератами и алевролитами. В последующем породы подверглись интенсивному гидротермально-метасоматическому изменению, выразившемуся в пропилитизации и березитизации [2, 3, 4].

Кальдера сформировалась на базальтовом основании донгелекского комплекса. При погружении кальдеры в Берчогурскую депрессию сохранились горизонты туфов мегапорфировых андезибазальтов алабасского комплекса, представляющие фрагменты стратовулканических построек, имеющих сложную систему ранжирования и многообразие вулканических структур [2, 3, 7].

Вся площадь участка кальдеры выполнена палеозойскими образованиями и представляет собой сложно построенную область, где сочленяются литосферные блоки и геодинамические структуры [5, 7].

Район Жаксытауской кальдеры на большей части территории имеет благоприятные условия для проведения геохимических поисков. Также выполнен спектрозолотометрический анализ дубликатов проб методом Сафронова.

Наиболее распространенными и информативными химическими элементами, по ранее

полученным данным, являются медь ($C_{\phi} - 0,01\%$, $C_a - 0,05\%$), цинк ($C_{\phi} - 0,01\%$, $C_a - 0,03\%$), свинец ($C_{\phi} - 0,0015\%$, $C_a - 0,005\%$), мышьяк ($C_a - 0,05\%$), в меньшей мере молибден, сурьма, висмут, ванадий, хром, никель, титан, марганец и цирконий.

Анализ результатов лабораторных анализов свидетельствует, что колебание фоновых значений химических элементов определяется в первую очередь литологическим составом пород.

Ореолы элементов типоморфного медноколчеданного комплекса, как правило, отличаются высокой интенсивностью (десятые доли % для меди и цинка, сотые для свинца) и в плане обычно совпадают с аномалиями ВП до 16%.

На картах геохимического поля отмечается четкая приуроченность ореолов меди и цинка к областям развития основных вулканитов и основных интрузивных пород. К ореолам свинца и мышьяка тяготеют повышенные содержания золота и серебра. Последние определяются наличием жильных полей, отдельных кварцевых жил и зон окварцевания (штокверков) и достаточно широко распространены в районе [1, 2, 5].

Ореолами и комплексными геохимическими аномалиями фиксируются все известные в районе приповерхностные медноколчеданные, медно-порфировые и золоторудные месторождения (всего ~ 50 объектов) и многочисленные точки минерализации.

При более детальном анализе геохимического поля в пределах развития вулканитов в ряде случаев фиксируются вулканотектонические депрессии (кальдеры) различные по форме, размерам и уровню эрозионного среза.

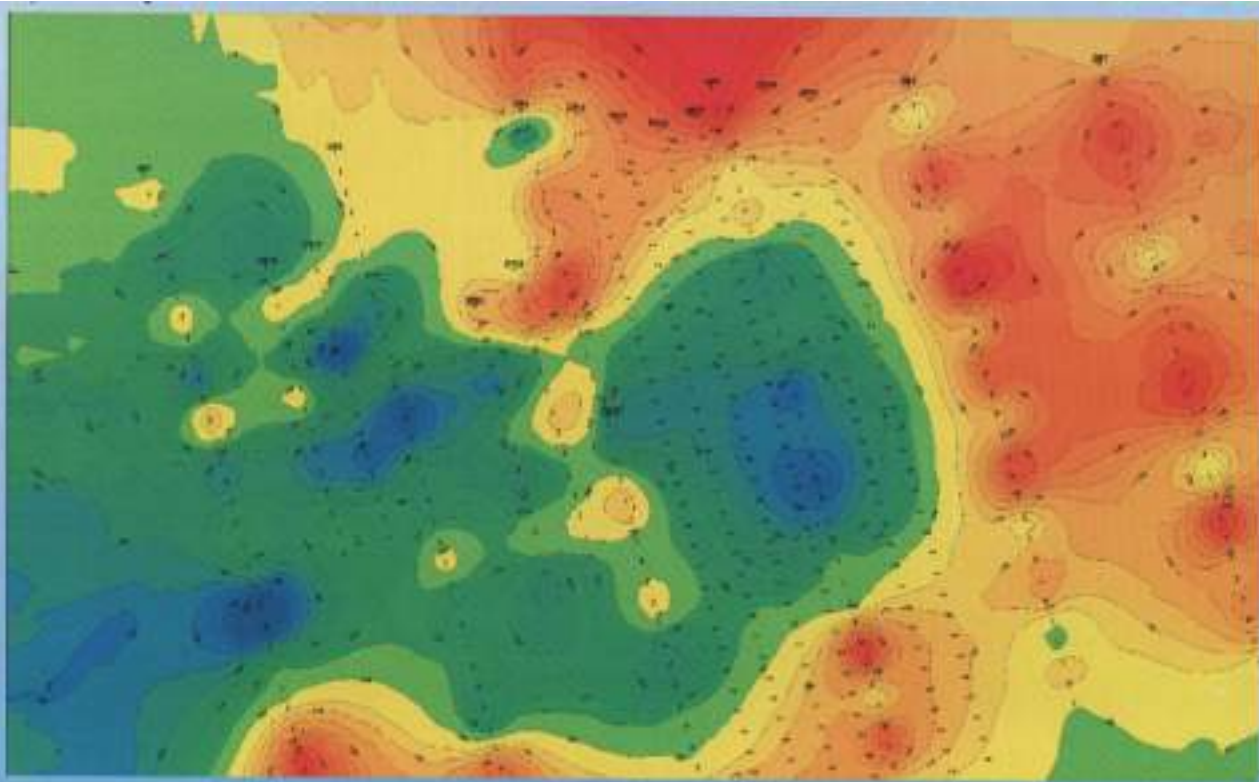
В связи со спецификой работ, основное внимание уделяется описанию электрических и магнитных свойств горных пород Жаксытауской кальдеры, в пределах которой проводились наземные проверочно-детализационные работы, комплекс геолого-геофизических методов (метод переходных процессов, магниторазведка, металлометрия и геологические работы).

Удельное электрическое сопротивление пород палеозойского фундамента, а также рыхлых отложений мезокайнозоя (Mz-Kz) определялось путём постановки параметрических ВЭЗ, многогоризонтного профилирования, а также электрического каротажа скважин. На рисунке показана площадная визуализация результатов работ методом переходных процессов.

Научные результаты исследований на площади кальдеры

Как показывают проведенные работы, наиболее низкими удельными сопротивлениями обладают рыхлые образования мезокайнозоя [9, 10]. Среди них самое низкое сопротивление имеют глины различных стратиграфических горизонтов ($p_k = 10 \pm 40$ Ом). Удельное сопротивление песков и песчаников лежит в пределах 30 ± 200 Ом.

Среди палеозойских пород наиболее высоки-



Площадная визуализация результатов работ МПП (Зеленым и синим цветом мы показываем области распространения продуктивной толщи. Более насыщенным синим цветом выделены горизонты с более высоким сопротивлением, которые несут рудную минерализацию)

ми сопротивлениями порядка 1000 Ом и выше характеризуются эффузивы полосы силура (S_1): диабазы, спилиты, порфириты, кварцевые порфиры, альбитофиры и кварциты.

Осадочно-метаморфический комплекс карбона характеризуется следующими сопротивлениями: сланцы – 80 ± 300 Ом, известняки – 550 Ом. Нижнепалеозойские и протерозойские сланцы имеют наиболее вероятное сопротивление порядка 100 Ом.

Довольно высоким электрическим сопротивлением характеризуются интрузивные породы. Так, наиболее вероятные значения r_k для гранитов – 500 Ом, диоритов – 700 Ом и габброидов – более тысячи омметров.

Удельное электрическое сопротивление кристаллических пород не выдержано на глубину. Для диабазов, порфиритов, кварцевых порфиритов и альбитофиров до глубины 100 метров сопротивление не превышает 150 Ом, а ниже возрастает до 1000 Ом и более. Такие низкие значения r_k в верхнем приповерхностном слое пород палеозоя связаны с зоной выветривания.

Сульфидные руды обладают сопротивлениями порядка первых Ом. Наиболее низкими сопротивлениями обладают сплошные руды, а прожилково-вкрапленные – более высокими.

Анализ вышесказанного позволяет сделать следующие выводы:

1. Все горные породы района по электриче-

ским свойствам можно разделить на две группы.

К первой группе относятся породы палеозоя и допалеозоя, представленные гнейсами, гранито-гнейсами, гранитами, гранодиоритами, диоритами, габбро, а также осадочно-эффузивными комплексами силура и девона с сопротивлениями порядка 1000 Ом и более.

Ко второй – породы мезокайнозоя, представленные глинами, песками, галечниками и т.п., с удельными электрическими сопротивлениями порядка первых десятков омметров.

Эти две группы хорошо выделяются по проводимости.

2. Чёткая дифференциация наблюдается также между вмещающими породами палеозоя и сульфидным оруденением (прожилковым и сплошным).

Магнитная восприимчивость (α) горных пород района изменяется в широких пределах (приведенные значения указаны в единицах СГС). Так магнитная восприимчивость эффузивов силура варьирует в пределах $0 + 8000 \cdot 10^{-6}$. Из них наиболее повышенными значениями обладают рудности основного состава (диабазы – $\alpha = 1117 \cdot 10^{-6}$, спилиты – $\alpha = 1078 \cdot 10^{-6}$).

Менее магнитные эффузивы среднего и кислого состава. Сильно измененные (осветленные) основные и кислые эффузивы обычно характеризуются пониженной магнитностью, что обусловлено, очевидно, разложением и полным замеще-

нием магнитных рудных минералов (магнетита и титаномагнетита).

Среди интрузивных пород района повышенными значениями магнитной восприимчивости отмечаются габброиды ($\chi = 1117 \cdot 10^{-6}$).

Магнитность диоритов и гранитов гораздо ниже, так магнитная восприимчивость пород гранитоидного состава не превышает в среднем $500 \cdot 10^{-6}$ (хотя для отдельных образцов достигает величины $2600 \cdot 10^{-6}$), а диоритов – $117 \cdot 10^{-6}$.

Среди медно-цинковых и медно-никелевых руд наиболее магнитными являются руды с пирротиновой минерализацией ($\chi = 191000 \cdot 10^{-6}$). В случае пиритовой или халькопиритовой минерализации породы слабо магнитны или практически вообще немагнитны.

Все осадочные породы верхнего палеозоя и мезокайнозоя (известняки, алевролиты, песчаники, мергели, суглинки, глины и т.д.) практически немагнитны.

Итак, исходя из приведенных выше данных, характер магнитного поля района обусловлен преимущественным развитием эффузивных пород основного состава ($\chi = 300 + 1100 \cdot 10^{-6}$), причём, если диабазы, спилиты и диабазовые порфириды создают общий повышенный фон, то массивы габброидов – отдельные локальные аномалии, а области распространения кислых вулканогенных и осадочных образований – пониженные магнитные поля. Области развития метаморфизованных и гидротермально измененных пород также характеризуются пониженными значениями поля.

Заключение:

1. Предпосылками, указывающими на присутствие сульфидного медного оруденения, являются:

а) наличие четких аномалий, причем на амплитуде они должны в незначительной мере изменяться с увеличением частоты, а по фазе – уменьшаться с частотой или вообще отсутствовать;

б) наличие пониженного магнитного поля для руд пирит-халькопирит и интенсивно повышенного для руд пирротин-магнетитовых;

в) наличие отрицательных аномалий естественного поля;

г) благоприятная геологическая обстановка (зона контакта кислых и основных эффузивов или наличие основных эффузивов и интрузий габбро) и наличие ореолов рассеяния меди.

2. Тектонические нарушения, обогащенные ферромагнитными минералами, будут вызывать локальные линейные аномалии.

3. Резкое увеличение мощности рыхлых отложений мезокайнозоя, представленных глинами, будет вызывать интенсивные аномалии, растущие с частотой.

Эти основные положения лежат в основе количественной интерпретации результатов исследований, геологического истолкования геофизических данных, полученных при проведении наземных проверочных работ.

4. Отмечается четкая приуроченность ореолов меди и цинка к областям развития основных вулканитов и основных интрузивных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мынбаев М.Б., Түлегенов А.А., Лысенко С.В. и др. Отчет о результатах работ по объекту «Проведение поисковых работ на медно-колчеданные руды уральского типа в пределах кальдера Жаксытауская (Лист М-40-XXXV с исключением контрактных территорий)», выполненных по программе 089 «Обеспечение рационального и комплексного использования недр и повышения геологической изученности территории Республики Казахстан. Актобе, 2019.
2. Коротеев В.А., Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Минералогия шовных зон Урала. Екатеринбург: УрО РАН. 2010, 415 с.
3. Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. Геодинамическая типизация металлогенических элементов Тимано-Уральского сегмента Евразии // Литосфера. 2013 (6). 88-92.
4. Gas'kov I.V. Peculiarities of the development of pyrite ore-magmatic systems in island-arc conditions of the Rudnyi Altai and the South Urals. Litosfera, 2015, (2), 17-39. (In Russian) Geodinamicheski.
5. Necheuhin V.M., Volchek E.N. Types of accretion and collision processes in orogenic systems of the Timan-Ural segment of Eurasia. Litosfera, 2012, (4), 78-90. (In Russian)
6. Necheuhin V.M., Volchek E.N. Geodynamic typification of metallogenic elements of the Timan-Ural segment of Eurasia. Litosfera, 2013, (6), 88-92. (In Russian) Offman P.E. (1961) Proiskhozhdenie Timana.
7. Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. Плитотектоническая металлогения урало-тимано-палеоазиатского сегмента Евразии на основе мобилистских реконструкций // Литосфера. 2017. Том 17. № 4. С. 5-25.
8. Юриш В.В., Книжник К.Е., Казыбаев Ж.С., Каширина Н.А. Мугуджарская медно-колчеданная провинция (Казахский Урал). Некоторые рудные провинции Казахстана (Доклады на семинаре-совещании). – Алматы, 2013. – С. 75-85.
9. Юриш В.В., Улукпанов К.Т. Геодинамика палеозоя Казахского Урала. Актобе, 2016. 340 с.
10. Абдрахманов К.А. Глобальные металлогенические стратоуровни и их рудогенерационные плюмомантийные источники // Геология и охрана недр № 1 (34). – Алматы, 2010. С. 10-12.

Орал үлгісіндегі колчедан кен орындарын геологиялық-геофизикалық зерттеу

¹МЫНБАЕВ Медет Багдатович, директор, medet.mynbaev.kz@gmail.com,

²РЕВА Николай Викторович, ф.-м.ф.д., профессор, vs_portnov@mail.ru,

³*КРЯЖЕВА Татьяна Владимировна, г.-м.ф.к., доцент, kryazheva_t@mail.ru,

¹«Геотек» ЖШС, Қазақстан, Қарағанды, Қ. Сәтпаев көшесі, 17,

²Тарас Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Украина, Киев, Владимирская көшесі, 60,

³«Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті» АҚ, Қазақстан, Жезқазған, Алашахан даңғылы, 1б,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің өзектілігі авторлар тікелей қатысқан 089 «Жер қойнауын ұтымды және кешенді пайдалануды және Қазақстан Республикасы аумағының геологиялық зерттелуін арттыруды қамтамасыз ету» мемлекеттік бағдарламасының дамуымен негізделген. Қазақстан Республикасының жалпы мыс қорының 28%-ға жуығы пирит кен орындарында шоғырланған. Олардың кейбіреулері Оңтүстік Оралдың қазақстан бөлігі – Мұғоджарах аумағында орналасқан. Мұнда колчеданды типті мыстың көптеген көріністері белгілі, олардың қалыптасуы палеозойдың басындағы геологиялық дамудың мұхиттық және аралдық-доғалық кезеңдерімен байланысты. Жұмыстың мақсаты – Жақсытау кальдерасының орта палеозойының геологиясы мен металлогениясын зерттеу. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, пирит шөгінділерінің пайда болуы архейден осы уақытқа дейін үздіксіз жүрді және генетикалық тұрғыдан суасты вулканизмімен байланысты.

Кілт сөздер: аймақтық метаморфизм, металлогения, кешенді геофизикалық зерттеулер, тау жыныстарының магниттік қасиеттері.

Geological and Geophysical Research Pyrite Deposits of the Ural Type

¹MYNBAEV Medet, Director, medet.mynbaev.kz@gmail.com,

²REWA Nikolai, Dr. of Phys. and Math. Sci., Professor, vs_portnov@mail.ru,

³*KRYAZHEVA Tatyana, Cand. of Geol. and Min. Sci., Associate Professor, kryazheva_t@mail.ru,

¹LLP «Geotec», Kazakhstan, Karaganda, K. Satpaev Street, 17,

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, Kyiv, Vladimirska Street, 60,

³JSC «Zhezkazgan Baikonurov University», Kazakhstan, Zhezkazgan, Alashakhan Avenue, 1b,

*corresponding author.

Abstract. The relevance of the research is substantiated by the development of the state program 089 «Ensuring the rational and comprehensive use of mineral resources and increasing the geological knowledge of the territory of the Republic of Kazakhstan», in which the authors were directly involved. About 28% of the total copper reserves of the Republic of Kazakhstan are concentrated in pyrite deposits. Some of them are located on the territory of the Kazakh part of the Southern Urals – Mugodzhara. Numerous manifestations of pyrite-type copper are known here, the formation of which is associated with the oceanic and island-arc stages of geological development in the early Paleozoic. The aim of this work is to research the geology and metallogeny of the Middle Paleozoic of the Zhaksytau caldera. The results of the study show that the formation of pyrite deposits took place continuously from the Archean to the present and is genetically related to submarine volcanism.

Keywords: regional metamorphism, metallogeny, complex geophysical studies, magnetic properties of rocks.

REFERENCES

1. Mynbayev M.B., Tulegenov A.A., Lysenko S.V. i dr. Otchet o rezul'tatakh rabot po ob'yektu «Provedeniye poiskovykh rabot na medno-kolchedannyye rudy ural'skogo tipa v predelakh kal'dera Zhaksytauskaaya (List M-40-KHKHKHV s isklyucheniym kontraktnykh territoriy)», vypolnennykh po programme 089 «Obespecheniye ratsional'nogo i kompleksnogo ispol'zovaniya nedr i povysheniya geologicheskoy izuchennosti territorii Respubliki Kazakhstan. Aktobe, 2019.
2. Koroteyev V.A., Ogorodnikov V.N., Sazonov V.N., Polenov YU.A. Minerageniya shovnykh zon Urala. Yekaterinburg: UrO RAN. 2010, 415 p.
3. Necheukhin V.M., Volchek Ye.N. Geodinamicheskaya tipizatsiya metallogenicheskikh elementov Timano-Ural'skogo segmenta Yevrazii // Litosfera. 2013 (6). Pp. 88-92.
4. Gas'kov I.V. Peculiarities of the development of pyrite ore-magmatic systems in island-arc conditions of the Rudnyi Altai and the South Urals. Litosfera, 2015, (2). Pp. 17-39. (In Russian) Geodinamicheski.
5. Necheuhin V.M., Volchek E.N. Types of accretion and collision processes in orogenic systems of the Timan-Ural segment of Eurasia. Litosfera, 2012, (4). Pp. 78-90. (In Russian)
6. Necheuhin V.M., Volchek E.N. Geodynamic typification of metallogenetic elements of the Timan-Ural segment of Eurasia. Litosfera, 2013, (6). Pp. 88-92. (In Russian) Offman P.E. (1961) Proiskhozhdenie Timana.
7. Necheukhin V.M., Volchek Ye.N. Plitotektonicheskaya metallogeniya uralo-timano-paleoaziatskogo segmenta Yevrazii na osnove mobilistskikh rekonstruktsiy // Litosfera. 2017. Tom 17. No. 4. Pp. 5-25.
8. Yurish V.V., Knizhnik K.Ye., Kazybayev ZH.S., Kashirina N.A. Mugodzharskaya medno-kolchedannaya provintsia (Kazakhskiy Ural). Nekotoryye rudnyye provintsii Kazakhstana (Doklady na seminare-soveshchani). – Almaty, 2013. – Pp. 75-85.
9. Yurish V.V., Ulukpanov K.T. Geodinamika paleozoya Kazakhskogo Urala. Aktobe, 2016. 340 p.
10. Abdrakhmanov K.A. Global'nyye metallogenicheskiye stratourovni i ikh rudogeneratsionnyye plyumomantiynyye istochniki // Geologiya i okhrana nedr. No. 1 (34). – Almaty, 2010. Pp. 10-12.

Парагенетические ассоциации и минералогические особенности месторождения Баян

¹АСУБАЕВА Салтанат Калыкбаевна, к.г.-м.н., ассоциированный профессор, saltanat_as_nur@mail.ru,

^{1*}ОМАРОВА Гульнара Магауэвьяновна, PhD, ассоциированный профессор, omarova_gulnara@mail.ru,

¹ЛУКАШОВА Ангелина, магистрант, nasonova.pe@gmail.com,

²ХАМЗИНА Баян Елемесовна, к.т.н., руководитель высшей школы, Bayanh@mail.ru,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

²НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлены результаты микроминералогического исследования вещественного состава пород и руд редкометалльного месторождения Баян. Месторождение Баян относится к стратиформному типу шеелит-сульфидно-скарноидной формации. Шеелит определяет промышленную ценность месторождения. Вольфрам находится в актинолит-эпидотовых и кварц-полевошпатовых породах в сопоставимых количествах. Основные породообразующие минералы представлены амфиболом, биотитом, плагиоклазом и микроклином. Особое внимание уделялось выявлению рудоконтролирующих факторов, вещественному составу, распределению триоксида вольфрама по рудным телам и процессам минералообразования.

Ключевые слова: скарноидная формация, вольфрам, редкометалльное оруденение, минеральные парагенезисы, минералообразование.

Введение

Статья основывается на результатах минералого-петрографических исследований месторождения Баян, которое расположено в Кокшетауской области.

Месторождение Баян локализуется в разрезе зерендинской серии, толща которой состоит из амфиболитов, гнейсов, амфиболитовых сланцев. По падению и простиранию наблюдается невыдержанность разреза из-за фациальных переходов пород друг в друга. Материнские породы замещаются интенсивной гранитизацией, вследствие чего образован инъекционно-метасоматический ряд пород, крайним составляющим которого является сланец-гранит [1].

Основные породообразующие минералы месторождения Баян представлены амфиболом, биотитом, плагиоклазом и микроклином.

Месторождение относится к стратиформному типу шеелит-сульфидно-скарноидной формации, и основными критериями вольфрамового оруденения считаются:

- 1) отсутствие генетической связи с гранитоидами;
- 2) наличие геохимически специализированных на вольфрам горизонтов пород в стратифицированных толщах;

3) пластообразный характер оруденения;

4) главным рудоконтролирующим фактором являются скарноиды и зоны скарнирования;

5) приуроченность вольфрамового оруденения (для докембрийских разрезов) к гнейсо-амфиболитовым толщам в периферических частях гранито-гнейсовых куполов, где весьма интенсивно проявлены процессы гранитизации (кремнево-щелочной метасоматоз) [1, 2].

В отличие от гранитоидов, метаморфические породы характеризуются повышенным содержанием вольфрама, что связывается с его сингенетическим накоплением и перераспределением при региональном метаморфизме в условиях амфиболитовой фации и интенсивной гранитизации пород, также не нужно отрицать полностью возможности участия гранитоидов в образовании части скарноидов. Известны многочисленные случаи, когда скарноиды развиваются на контакте карбонатных пород (за пределами объекта) и гнейсов или просто по амфиболсодержащим гнейсам и сланцам вне контакта с другими гранитизированными породами, в контактах амфиболсодержащих сланцев и гнейсов с мигматитами.

С процессами гранитизации связываются не только скарнообразование, но и перераспределение рудного вещества, сингенетического осадкона-

копления. Вольфрам в бассейн осадконакопления мог попадать в результате вулканической деятельности, о чем свидетельствуют геохимические исследования метабазитов. Основная стадия рудоотложения приходится на завершающие этапы гранитизации, наиболее вероятный возраст которых палеозойский. С этой стадией связано формирование апоскарновых метасоматитов и переотложение рудного вещества.

Методы исследования

В работе были использованы минералогические, петрографические и геохимические методы, а для обработки базы данных по месторождению был использован ГИС Micromine.

Результаты исследования показали, что скарноиды соответствуют известковому типу. Минеральный состав не выдержан. Наиболее распространены парагенезисы гранат+эпидот, пироксен+гранат+эпидот и их мономинеральные разности, актинолит+эпидот, реже волластонит+гранат+эпидот и волластонитовая мономинеральная разность. Роговая обманка – обычный реликтовый минерал скарноидов.

Строгой закономерности в изменении состава скарнированных пород не наблюдается. В некоторых случаях по преобладанию тех или иных минералов в разрезе намечается следующая идеализированная схема сменяемости минеральных ассоциаций (от периферии к центру) – амфибол-содержащая порода (сланец, гнейс, амфиболит) – эпидот-актинолит, эпидот, кальцит-пироксен (диопсид-геденбергит), эпидот-кальцит-гранат (гроссуляр-андрадит), пироксен, эпидот, кальцит-актинолит, кальцит-амфиболсодержащая порода, кроме отмеченных минералов, скарноиды могут содержать везувиан хлорит, слюду, кварц, полевые шпаты.

В зависимости от петрографического состава исходных пород на месторождении отчетливо выделяются два природных типа руд: 1 – скарноидный, 2 – кварц-полевошпатовый. К первому относятся руды в скарноидах, скарнированных амфиболитах, амфиболовых сланцах и гнейсах. Ко второму типу – руды в гранодиоритах-гнейсах, гранито-гнейсах, гранитах и других кварц-полевошпатовых породах гнейсово-сланцевого комплекса. Установлено, что на долю актинолит-эпидотовых руд 1 типа приходится 52%, на долю кварц-полевошпатовых и других пород 2 типа – 48% от общего объема рудной массы. Оба типа хорошо различаются визуально по количеству цветных скарновых минералов.

По структурно-текстурным особенностям выделяются две разновидности руд: вкрапленные и прожилково-вкрапленные. Рудная вкрапленность представлена зернами молибдошеелита и шеелита с размером от долей мм до первых мм, редко до 1 см, ассоциирующего с минералами ранней рудообразующей кварц-эпидот-актинолитовой стадии. Здесь же находятся участки вкраплен-

ной минерализации, связанные с последующей кварц-эпидот-флогопитовой стадией минералообразования, проявленной, кроме того, и в алюмосиликатных кварц-полевошпатовых породах.

Прожилковые и вкрапленно-прожилковые руды более характерны для кварц-полевошпатового типа руд. Прожилковое оруденение представлено секущими и согласными шеелит-пирит-кварцевыми, шеелит-эпидот-флогопит-кварцевыми, шеелит-кварцевыми прожилками, обычная мощность которых первые миллиметры.

В прожилках, в гнездообразных скоплениях размер выделений шеелита достигает 2-3 см, его количество доходит до первых процентов, иногда в таких случаях увеличивается и содержание сульфидов (до 10-15%).

Шеелит определяет промышленную ценность месторождения. Ведущими являются две генерации: шеелит, количество которого достигает 2%, распространен в *актинолит-эпидотовых* рудах находясь в виде мелкой (0.2-0.8 мм) рассеянной вкрапленности и неправильно изометричных зерен и редких гнезд (до 1-10 мм) в *кварц-эпидот-актинолитовых метасоматитах* в тесной ассоциации с эпидотом, актинолитом, гранатом, кварцем, пиритом, пирротинном и другими минералами. Среди элементов-примесей в повышенном количестве в шеелитах присутствуют олово (в среднем 0.0147%) и висмут (в среднем 0.043%) (рисунок 1).

Акцессорный шеелит в грейзеновых прожилках представляет лишь минералогический интерес. Вольфрамит определен в пробах обоих типов руд в виде знаков. Он образует мельчайшие уплотненные удлиненно-табличные зерна в сростании с кварцем (рисунок 2) и эпидотом.

Среди сульфидов выделяется несколько их генераций, но ведущее значение имеют лишь те, которые связаны с рудообразованием.

Вольфрам представлен практически одной минеральной формой – шеелитом, на долю которого в рудах приходится более 90% триоксида вольфрама. Вольфрамит имеет лишь минералогический интерес. Незначительная часть вольфрама рассеяна в породообразующих и рудных минералах, среди которых главными его концентраторами служат апатит – в среднем 0,25% триоксида вольфрама и сфен – в среднем 0,5%.

После уточнения минералогического состава и парагенетических ассоциаций рудной минерализации, с помощью ГИС Micromine были созданы трехмерная каркасная и блочная модели месторождения (рисунок 3).

Интерактивно визуализированные нами 3D-модели минерализации триоксида вольфрама (шеелита) в виде солидов по месторождению Баян (рисунок 4) позволяют увидеть, как распределяется металл по изучаемому рудному телу. В его пределах отмечено равномерное распределение содержания триоксида вольфрама в интервале 0,1-2%. Участки с наиболее высокими содержа-

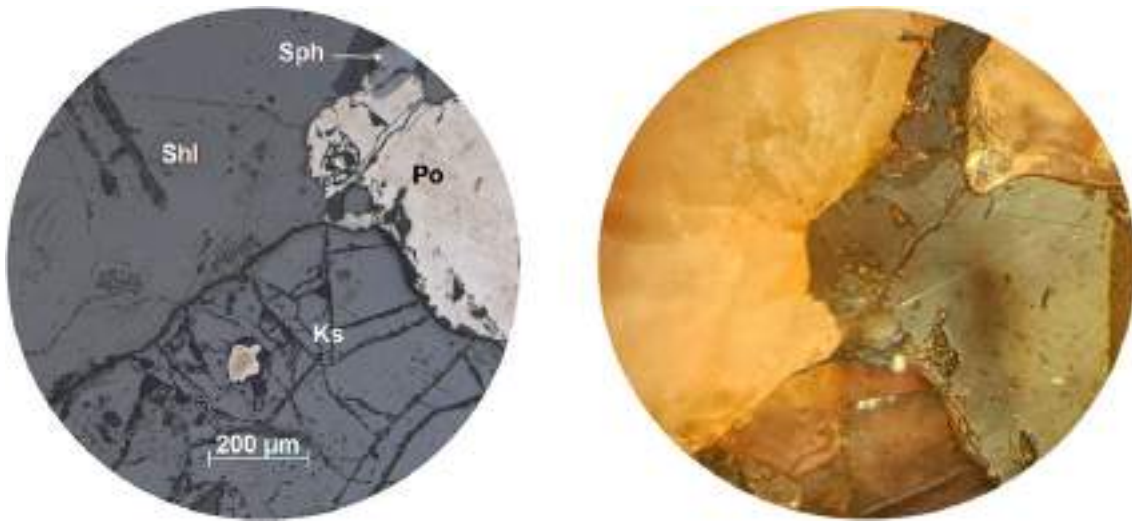


Рисунок 1 – Шеелит, касситерит, пирротин в тесном сростании. При одном и скрещенном николях (Sph – шеелит, Po – пирротин, Ks – касситерит)

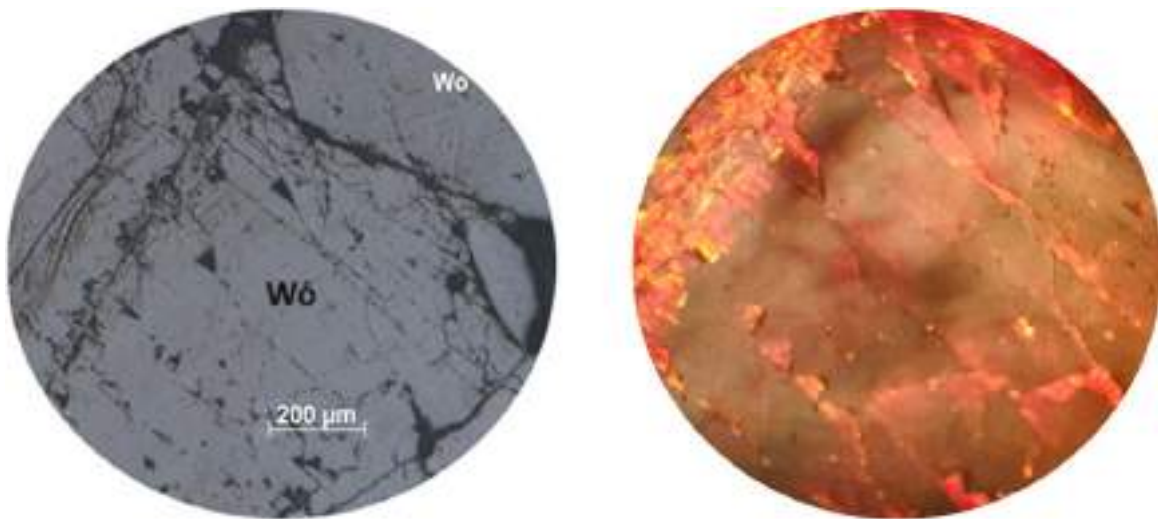


Рисунок 2 – Удлиненно-таблитчатые зёрна вольфрамита в аншлифе при одном и скрещенном николях (Wo-вольфрамит)

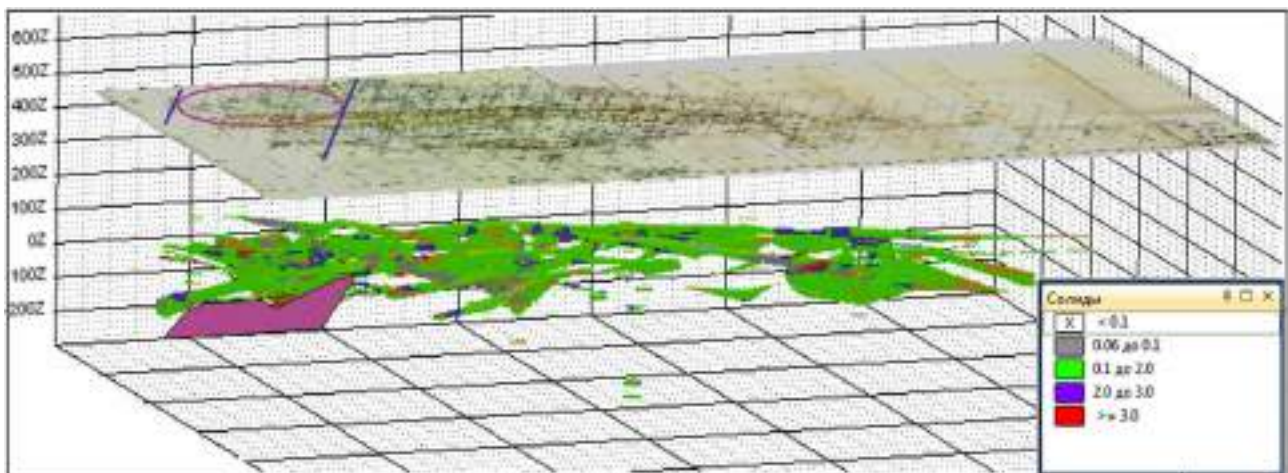


Рисунок 3 – 3D-блочная модель рудоносной зоны месторождения Баян (цветами дано распределение триоксида вольфрама по рудному телу)

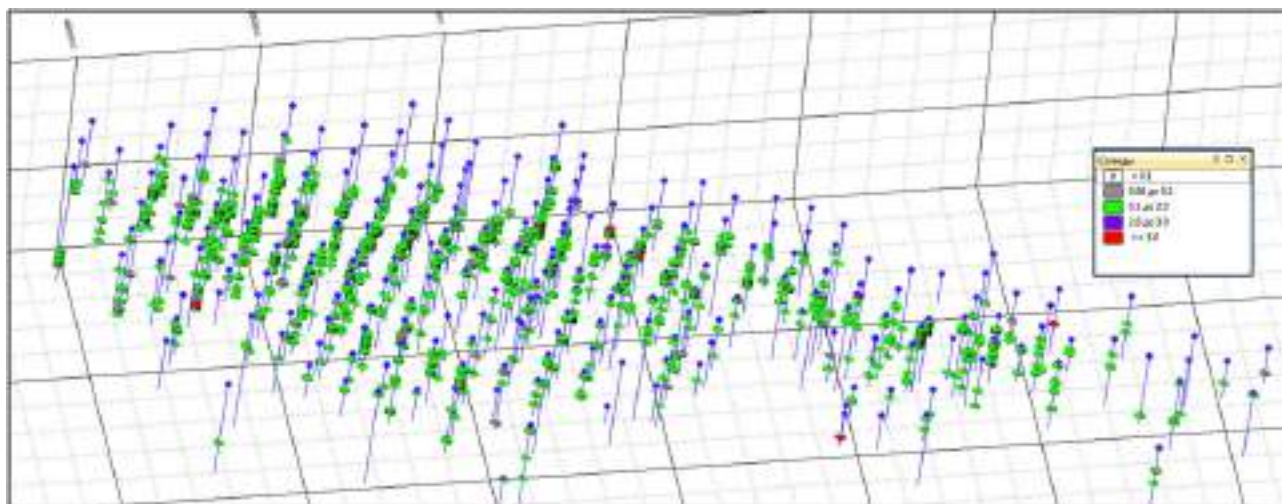


Рисунок 4 – Распределение триоксида Wo по рудным телам

ниями триоксида вольфрама от 2,0 до 3,0% имеют незначительное и неравномерное распространение. 3D-модель рудных тел показывает, что месторождение характеризуется сложным строением и неравномерным распределением вольфрама с более значительными содержаниями [4, 5].

Выводы

В ходе минералого-петрографических исследований было выявлено, что основным рудоконтролирующим фактором месторождения Баян являются зоны скарнирования. Основная стадия рудоотложения приходится на завершающие этапы гранитизации, наиболее вероятный воз-

раст которых палеозойский. С этой стадией связаны формирование апоскарновых метасоматитов и переотложение рудного вещества.

Промышленное значение имеют породы двух генераций: актинолит-эпидотовые и кварц-эпидот-актинолитовые метасоматиты. Вольфрам представлен практически одной минеральной формой – шеелитом.

На основе моделирования рудных зон, можно отметить равномерное распределение содержания триоксида вольфрама в интервале 0,1-2%, а участки с наиболее высокими содержаниями триоксида вольфрама (2,0 до 3,0%) имеют незначительное и неравномерное распространение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д., Бикеев В.С., Шабалина Л.В., Урдабаев А.Т. Особенности строения литосферы Казахстана, определяющие глубинные критерии локализации поясов // Известия НАН РК. Серия геологическая, 2021. № 3. С. 4-7.
2. Металлогения Казахстана: Рудные формации. Месторождения руд редких металлов. Алматы: Наука, 2022. – 538 с.
3. Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д. Геолого-динамическая модель формирования редкометалльных месторождений рудной зоны / Геологическая наука независимого Казахстана: достижения и перспективы. Алматы, 2022. С. 199-203.
4. Омирсериков М.Ш., Степаненко Н.И., Исаева Л.Д., Асубаева С.К., Тогизов К.С., Кембаев М.К. Исследования редкометалльного месторождения Баян на базе ГИС-технологии и прогнозная оценка его дополнительных ресурсов на промышленные руды // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. № 6. Алматы, 2017. – С. 35-43. ISSN 2224-5278.
5. Isaeva L.D., Assubaeva S.K. Mineralogy and structural model of the weathering crust of Kundybay deposit (north Kazakhstan) // News of the academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 6 (420), Almaty, NAS RK, 2016. – Pp. 39-50.

Баян кенорнының парагенетикалық ассоциациялары және минералогиялық ерекшеліктері

¹АСУБАЕВА Салтанат Калыкбаевна, г.-м.ф.к., қауымдастырылған профессор, saltanat_as_nur@mail.ru,

¹*ОМАРОВА Гульнара Магауыяновна, PhD, қауымдастырылған профессор, omarova_gulnara@mail.ru,

¹ЛУКАШОВА Ангелина, магистрант, nasonova.pe@gmail.com,

²ХАМЗИНА Баян Елемесовна, т.ф.к., жоғары мектептің меңгерушісі, Bayanh@mail.ru,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

²«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Орал,

Жаңгір хан көшесі, 51,
*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Сирек кездесетін Баян кен орнының тау жыныстары мен кендерінің заттық құрамын микроминералогиялық зерттеу нәтижелері ұсынылған. Баян кен орны шеелит-сульфид-скарноидты формацияның стратиформдық түріне жатады. Шеелит кен орнының өндірістік құндылығын анықтайды. Вольфрам актинолит-эпидот және кварц-дала шпаты жыныстарында салыстырмалы мөлшерде кездеседі. Негізгі тау жыныстарын құрайтын минералдар амфибол, биотит, плагиоклаз және микроклинмен ұсынылған. Кен бақылаушы факторларды анықтауға, заттық құрамға, вольфрам триоксидінің кен денелеріне таралуына және минерал түзілу процесстеріне ерекше назар аударылды.

Кілт сөздер: скарноидты формация, вольфрам, сирек металды кендену, минералды парагенезистер, минерал түзілуі.

Paragenetic Associations and Mineralogical Features of the Bayan Deposit

¹ASSUBAYEVA *Saltanat*, Cand. of Geol. and Min. Sci., Associate Professor, saltanat_as_nur@mail.ru,

¹*OMAROVA *Gulnara*, PhD, Associate Professor, omarova_gulnara@mail.ru,

¹LUKASHOVA *Angelina*, Master Student, nasonova.pe@gmail.com,

²KHAMZINA *Bayan*, Cand. of Tech. Sci., Head of Higher School, Bayanh@mail.ru,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

²NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University», Kazakhstan, Oral, Zhangir Khan Street, 51,

*corresponding author.

Abstract. The results of a micromineralogical study of the material composition of rocks and ores of the Bayan rare metal deposit are presented. The Bayan deposit belongs to the stratiform type of the scheelite-sulfide-skarnoide formation. Scheelite determines the industrial value of the deposit. Tungsten is found in actinolite-epidote and quartz-feldspar rocks in comparable quantities. The main rock-forming minerals are represented by amphibole, biotite, plagioclase and microcline. Particular attention was paid to the identification of ore-controlling factors, the material composition, the distribution of tungsten trioxide over ore bodies and mineral formation processes.

Keywords: skarnoid formation, tungsten, rare metal mineralization, mineral paragenesis, mineral formation.

REFERENCES

1. Lyubeczkij V.N., Lyubeczkaya L.D., Bikeev B.C., Shabalina L.V., Urdabaev A.T. Osobennosti stroeniya litosfery` Kazaxstana, opredelyayushhie glubinnyy`e kriterii lokalizatsii poyasov // Izvestiya NAN RK. Seriya geologicheskaya, 2021. No. 3. Pp. 4-7.
2. Metallogeniya Kazaxstana: Rudny`e formacii. Mestorozhdeniya rud redkix metallov. Almaty`: Nauka, 2022. – 538 p.
3. Omirserikov M.Sh., Isaeva L.D. Geologo-dinamicheskaya model` formirovaniya redkometall`ny`x mestorozhdenij rudnoj zony` / Geologicheskaya nauka nezavisimogo Kazaxstana: dostizheniya i perspektivy`. Almaty`, 2022. Pp. 199-203.
4. Omirserikov M.Sh., Stepanenko N.I., Isaeva L.D., Asubaeva S.K., Togizov K.S., Kembaev M.K. Issledovaniya redkometall`nogo mestorozhdeniya Bayan na baze GIS-texnologii i prognoznaya ocenka ego dopolnitel`ny`x resursov na promy`shlennyy`e rudyy` // Izvestiya NAN RK. Seriya geologii i texnicheskix nauk. No. 6. Almaty`, 2017. – Pp. 35-43. ISSN 2224-5278.
5. Isaeva L.D., Assubaeva S.K. Mineralogy and structural model of the weathering crust of Kundybay deposit (north Kazakhstan) // News of the academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 6 (420), Almaty, NAS RK, 2016. – Pp. 39-50.

Optimizing A Complex of Geophysical Surveys in the Course of Well Workover at the Karazhanbas Deposit

¹GARDOK Nikolay, Master Student, gordok_nik@mail.ru,

¹*PONOMAREVA Yekaterina, PhD, Acting Docent, sea_kitten_1@mail.ru,

¹PONOMAREVA Marina, Cand. of Tech. Sci., Docent, mv_ponomareva18@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Decreasing the rate of decline in production can be achieved through the prompt and high-quality commissioning of wells that are in the workover. The high-quality commissioning of wells implies the high-quality implementing of various types of workover, the efficiency of which is largely determined by the completeness and reliability of the information of the workover facilities. One of the main sources of obtaining this information is field geophysical research. The analysis shows that in wells where geophysical surveys were carried out before repair work, the efficiency is higher than in wells where such surveys were not carried out. In production well 2295, the Karazhanbas field, in the course of the well workover, a complex of geophysical surveys was carried out, the results of which revealed shortcomings of the work being carried out. This paper proposes optimizing a complex of geophysical surveys, which will increase the information content of well surveys during their workover.

Keywords: a complex of geophysical surveys, well workover, optimization, bottom hole, equipment, interpretation of the results.

Introduction

The Karazhanbas gas and oil field is located in the northwestern part of the Buzachi peninsula in the Mangistau region, 140 km north-northeast of Aktau and 40 km northeast of the Kalamkas oil field. The structure was prepared by seismic exploration and structural drilling. In tectonic terms, it is confined to a disturbed sublatitudinal brachyantoclinal fold with the amplitude of 100 m. The depth range of productive horizons in blocks is 228-466 m. Oils are dense, highly resinous. A characteristic feature of oils is the presence of vanadium and nickel in them. The mode of deposits is water-pressure. The deposit is under development [1].

The main problems in the course of the well workover are, as a rule, associated with poor cementation, leakage of the production string and tubing. No less important is the replacement of failed or obsolete underground and pumping equipment. The division of repair work into the two listed types is very conditional. Usually, current repairs include work to optimize the operation of wells, as well as the most cost-effective work to eliminate shortcomings in the operation of underground equipment [2].

In this regard, optimizing the complex of geophysical surveys during well workover is a very urgent task.

Research methods and interpretation results

In production well 2295, the Karazhanbas field, in the course of the well workover, a complex of geophysical studies was carried out, including gamma ray logging, collar locator, temperature logging, borehole inflow temperature indicator (STI), barometry, resistivity logging, moisture logging in interval 126.0-420.0 meters, KSAT-T12 equipment (complex development control device); acoustic cement logging (ACC) in the interval of 156.0-413.0 meters, MAK-2 equipment (acoustic control of production casing cementing); VOLCANO registrar.

The obtained well logging data (GIS) comply with the requirements of the «Technical Guidelines for Conducting Geophysical Surveys and Wireline Works in Oil and Gas Wells» and technical recommendations for downhole instruments. The downhole instruments are standardized in accordance with the guidelines and are calibrated before recording.

Figure 1 shows the results of interpreting a complex of geophysical surveys in production well 2295, the Karazhanbas field, in the course of the well workover; Table 1 contains the data of the injection mode and injectivity intervals; Table 2 contains the data of measuring the temperature and pressure in the process of geophysical surveys.

The depth referencing was carried out according

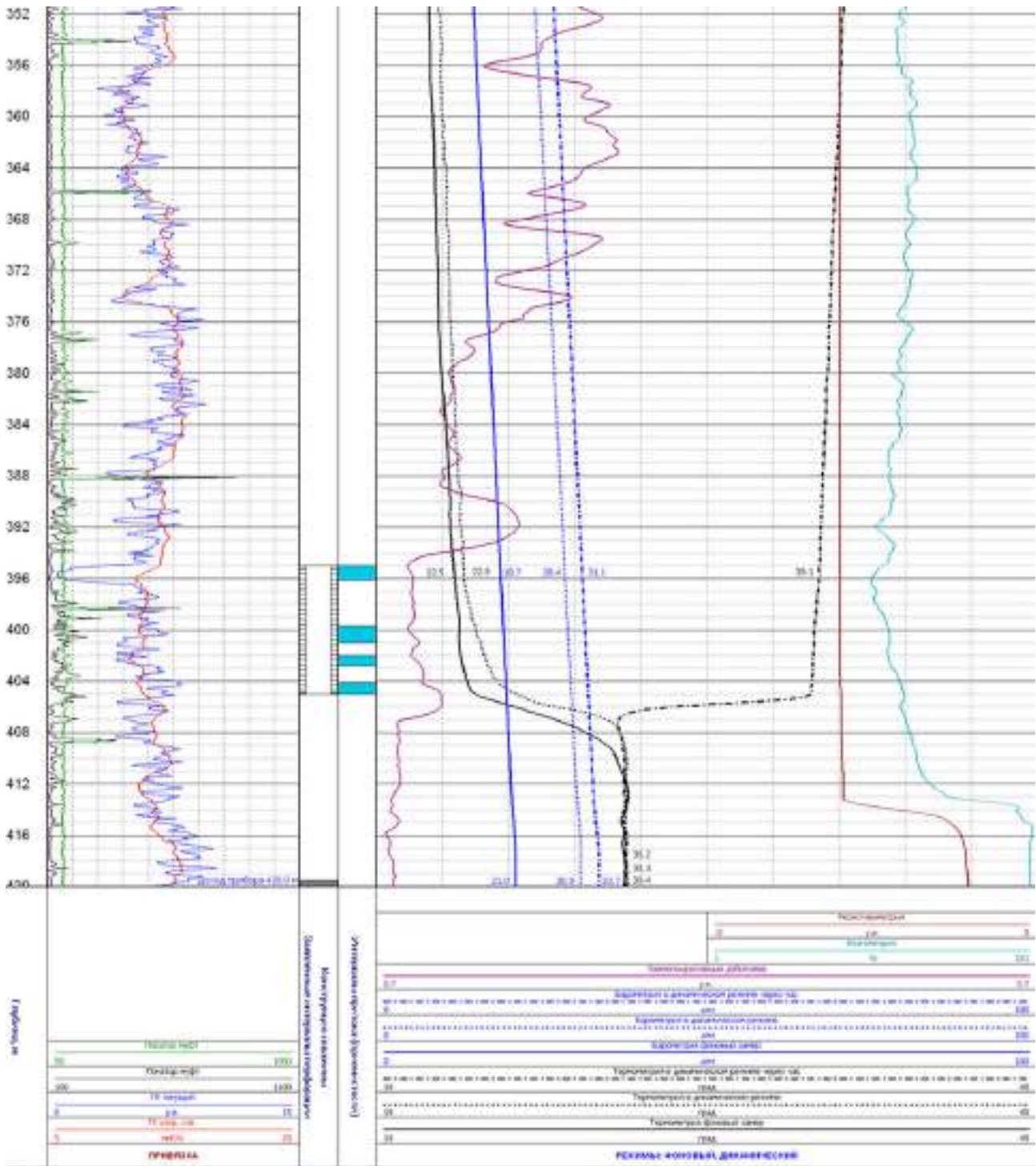


Figure 1 – Results of interpreting the complex of geophysical surveys in production well 2295, the Karazhanbas field

to the gamma ray logging data in an open hole. The maximum logging running deep of the device is 420.0 m. The liquid level in the background is registered at the depth of 186.0 m. The bottomhole is airtight.

In the course of the studies, an unstable running deep of the device was observed, due to the presence of a viscous sediment from the depth of 413.0 m. According to the logging complex, the injectivity is noted in the intervals of 395.0-396.1, 399.7-401.0, 402.0-402.8, 404.1-405.0 m (within the perforation interval).

Due to the fact that the active perforation intervals are open, it is difficult to identify unambiguously they absorption sites. In the case of intense liquid absorption by open perforation intervals, the intervals of violation of the integrity of the production casing may be distinguished ambiguously or not distinguished at all. In such situations, it is recommended to isolate the existing perforation intervals and to carry out additional studies to determine the locations of production casing failure, Figure 2.

Table 1 – The data of the pumping mode and injectivity intervals			
Pumping pressure, atm.	1.0-2.0		
The pumped liquid volume, m ³	35.0		
The pumped liquid type	Technical water		
The pumped liquid temperature, deg.	30.0-44.0		
The time of pumping start and end	start 09:25:00	end	12:46:00
Pumping method	aggregate, filling up		
Injectivity intervals	roof	bottom	note
	395.0	396.1	In the PEO limits
	399.7	401.0	In the PEO limits
	402.0	402.8	In the PEO limits
	404.1	405.0	In the PEO limits

PEO – perforating-explosive operations

Table 2 – The data of the temperature and pressure measurements in the course of GIS	
Background mode	
Pressure in the roof of perforations, atm	18.7
Downhole pressure, atm	21.0
Temperature in the roof of perforations, °C	22.5
Bottom hole temperature, °C	30.2
Dynamic mode	
Pressure in the roof of perforations, atm	28.4
Downhole pressure, atm	30.9
Temperature in the roof of perforations, °C	22.9
Bottom hole temperature, °C	30.4
Dynamic mode in an hour	
Pressure in the roof of perforations, atm	31.1
Downhole pressure, atm	33.7
Temperature in the roof of perforations, °C	39.1
Bottom hole temperature, °C	30.3

For isolation work in wells, there is used well cement with various additives that improve its properties, plastics and some other substances. Insulation work using various types of cement is called cementing [3].

The use of well cement with properties similar to the properties of cement that is used in the cementing of the production casing, has the following advantages:

a) cement that has hardened in the cracks of the

cement ring, forms with it a body that is homogeneous in terms of physical and chemical properties, which well resists external pressure, the bottomhole temperature impact and the corrosive action of the environment;

b) the cement mortar does not penetrate into the pores of the formation but forms an impermeable cement crust on the surface of the porous medium. This cake reliably prevents the liquid penetration into the rock or out of the rock into the well in the cementing

area. At the same time, it prevents decreasing permeability of the bottomhole zone after cementing.

Cement mortar of standard oil well cement is not able to penetrate into the smallest cracks. However, there is a reason to believe that the cement ring destruction occurs in all cases with formation of cavities and cracks that can be filled with a cement mortar of normal dispersion [3].

After cementing, geophysical surveys have been repeated with addition of a modern modification of the electromagnetic flow detection method to the main complex, which allows identifying the column defects, evaluating their location, shape, size, and wall thickness and is used in cased operating oil and gas wells without stopping the operation.

The complex of geophysical surveys included gamma ray logging, collar locator, temperature log-

ging, downhole inflow temperature indicator (STI), barometry, resistivity logging, moisture logging in the range of 126.0-420.0 meters, with KSAT-T12 equipment (integrated development control device); acoustic cement logging (ACC) in the range of 156.0-413.0 meters, MAK-2 equipment (acoustic control of production string cementing); EMDS equipment (electromagnetic flow detection of wells) in the range of 0.0-418.0 meters, EMDST (electromagnetic flow detector-hole thickness gauge); VOLCANO registrar.

Figure 3 shows the results of interpreting the repeated complex of geophysical surveys in production well 2295, the Karazhanbas field, in the course of the workover; Figure 4 shows the results of acoustic testing the production casing after cementing; Table 3 contains the data of the injection mode and injectivity intervals of the repeated complex of geophysical

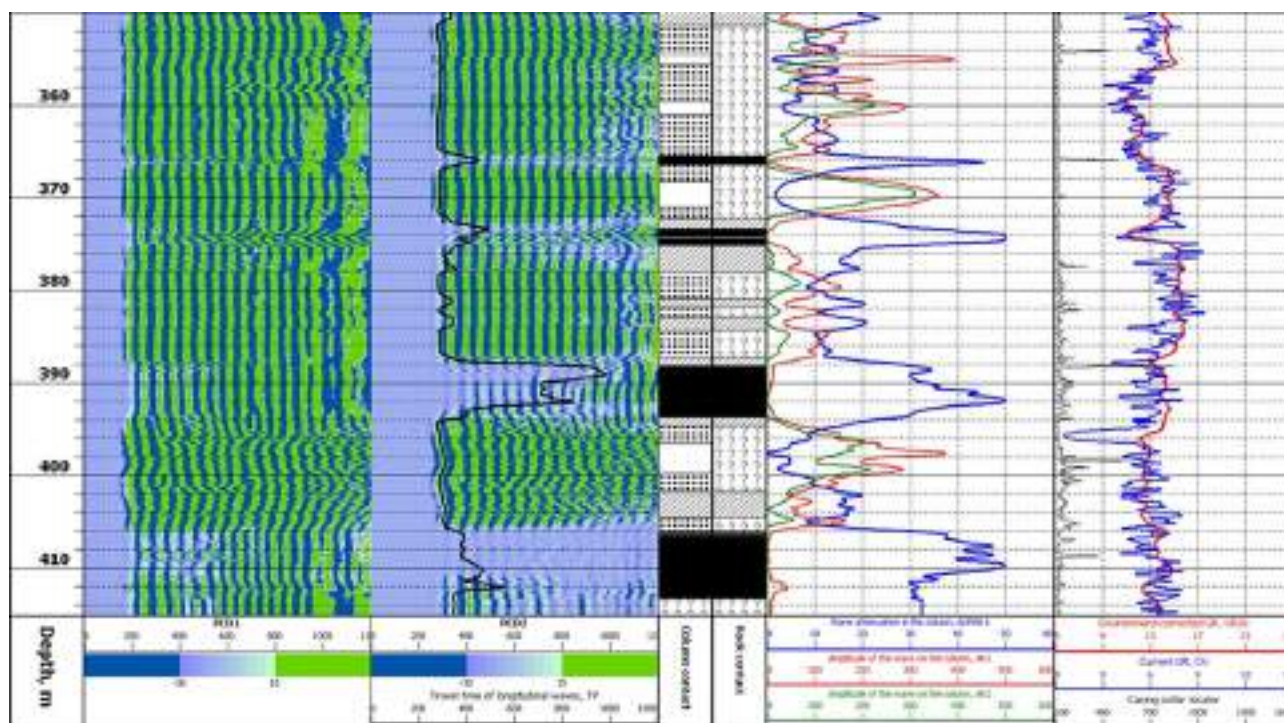


Figure 2 – Results of acoustic testing the production casing cementing during initial measurements

Table 3 – Data of the injection mode and injectivity intervals of the repeated complex of geophysical surveys

Pumping pressure, atm.	1.0-2.0		
The pumped liquid volume, m ³	25.0		
The pumped liquid type	Technical water		
The pumped liquid temperature, deg.	30.0-45.0		
The time of pumping start and end	start 12:35:00	end	15:57:00
Pumping method	aggregate, filling up		
Injectivity intervals	roof	bottom	note
	363.0	365.1	casing defect

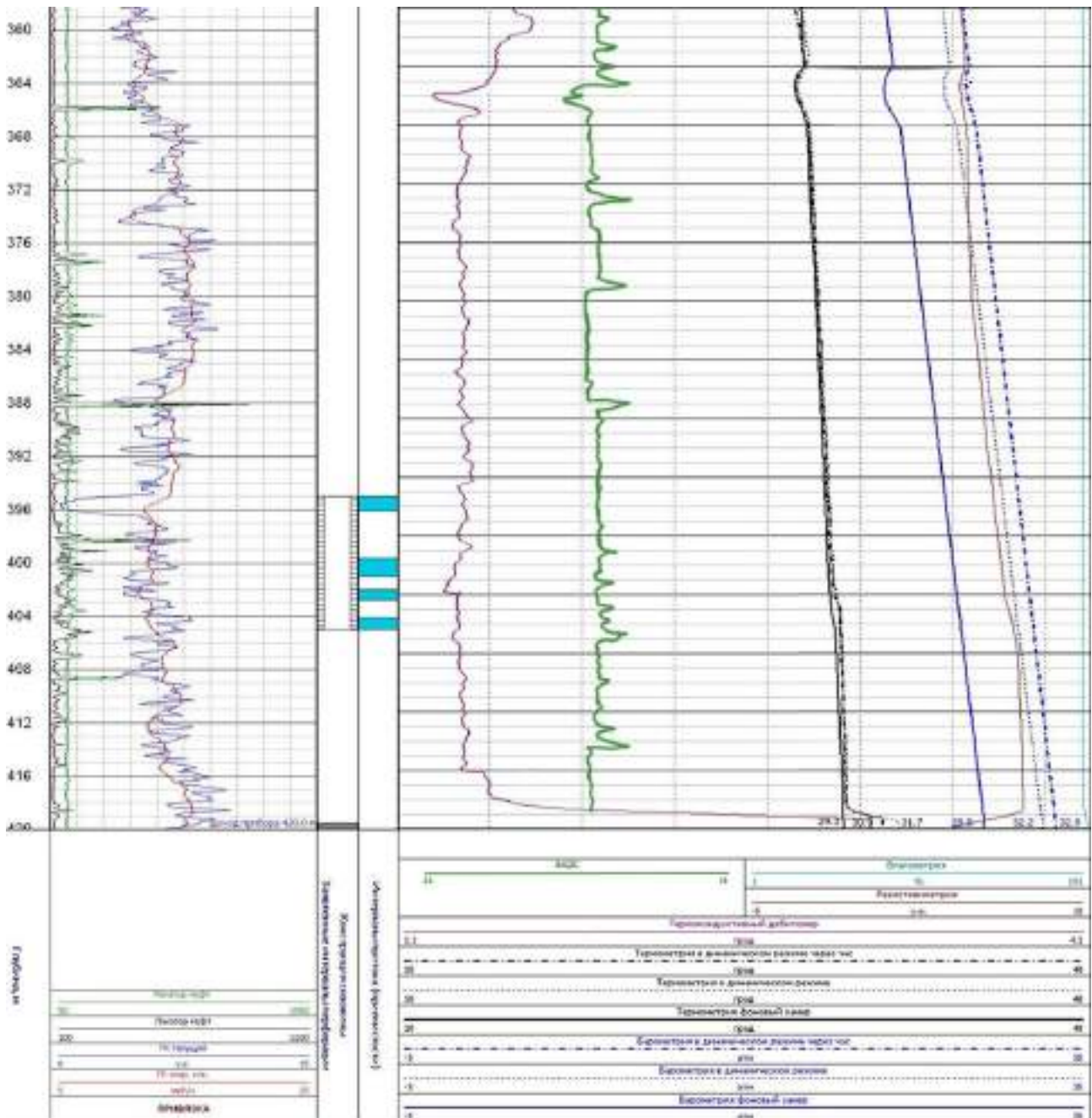


Figure 3 – Results of interpreting the repeated GIS complex

surveys.

The maximum logging running deep of the device is 420.0 m. The liquid level in the background is registered at the depth of 100.0 m. The bottom hole is airtight. According to the data of the repeated logging complex, the injectivity is noted in the intervals of 363.0-365.1 meters, there is a violation in the column.

Conclusion

When operating wells, the main quality criterion is to ensure the well tightness for transporting oil, gas or water from the productive formation to its mouth. Poor well cementing, wear of casing strings by tools during drilling and operation, as well as other reasons lead to premature failure of wells due to leakage

of casing strings, which requires repair and isolation work, the costs of which are very high.

Increasing the information content of well logging in the course of their workover by developing new and improving the existing methods of determining the source of well watering, its technical condition, monitoring technological operations and the quality of isolation work, as well as the use of additional updated methods to standard geophysical methods of determining leaks allow examining in more details the technical condition of the well for the presence of defects. The studies have shown that a properly selected GIS complex allows solving qualitatively the problem.

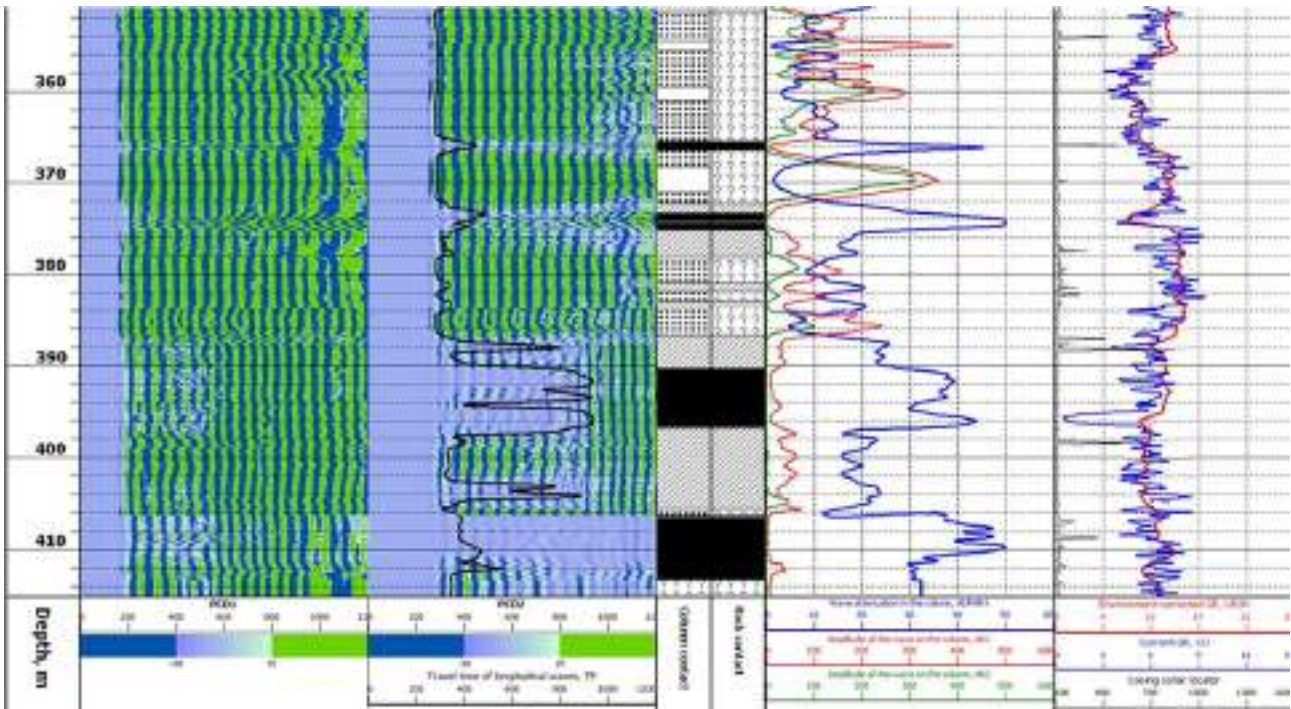


Figure 4 – Results of acoustic testing of the production casing after cementing

REFERENCES

1. Esetov Zh.A., Turdiyev M.F., Kemalov A.F., & Abdrafikova I.M. Thermal-Steam Cyclic Processing Technology of Development Objects in Karazhanbas Kazakhstan Field. Indian Journals of Science and Technology, Vol 9 (18), May 2016.
2. Burkov F.A. Well logging: textbook for SPO / Burkov F.A., Issayev V.I., Lobova G.A. Saratov: Vocational education, 2021.
3. Yushin E.S. Equipment and technologies for current and capital repairs of oil and gas wells: theory and calculation: textbook. Moscow; Vologda: Infa-Engineering, 2022.
4. Gardok N.N., Ponomareva M.V. Analysis of the possibilities of geophysical surveys during well workover at the Karazhanbas field «Science and education in the modern world: challenges of the XXI century». Proceedings of the XI International scientific-practical conf. (Technical sciences) / Comp.: E. Eshim. Astana, 2022.

Қаражанбас кен орнындағы ұңғымаларды күрделі жөндеу кезінде геофизикалық зерттеу кешенін оңтайландыру

¹ГАРДОК Николай Николаевич, магистрант, gordok_nik@mail.ru,

¹*ПОНОМАРЕВА Екатерина Вадимовна, PhD, доцент м.а., sea_kitten_1@mail.ru,

¹ПОНОМАРЕВА Марина Викторовна, т.ғ.к., доцент, mv_ponomareva18@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Өндіру қарқынының төмендеуіне жөндеу жұмыстары жүргізіліп жатқан ұңғымаларды жедел және сапалы іске қосу арқылы қол жеткізуге болады. Ұңғымаларды сапалы іске қосу әр түрлі жөндеу жұмыстарының сапалы орындалуын болжайды, оның тиімділігі көбінесе өңдеу объектілері туралы ақпараттың толықтығы мен сенімділігімен анықталады. Бұл деректерді алудың негізгі көзі болып, кәсіпшілік-геофизикалық зерттеулер болып табылады. Қаражанбас кен орнындағы 2295 өндіру ұңғысында ұңғыманы күрделі жөндеу кезінде кешенді геофизикалық зерттеулер жүргізіліп, нәтижесінде жүргізіліп жатқан жұмыстардың кемшіліктері анықталды. Бұл жұмыс геофизикалық зерттеулер кешенін оңтайландыруды ұсынады, бұл оларды күрделі жөндеу кезінде ұңғымаларды зерттеудің ақпараттық мазмұнын арттырады.

Кілт сөздер: геофизикалық зерттеу кешені, ұңғымаларды күрделі жөндеу, оңтамаландыру, ұңғыма түбі, аппаратура, нәтижелерді түсіндіру.

Оптимизация комплекса геофизических исследований при капитальном ремонте скважин на месторождении Каражанбас

¹ГАРДОК Николай Николаевич, магистрант, *gordok_nik@mail.ru*,

¹*ПОНОМАРЕВА Екатерина Вадимовна, PhD, и.о. доцента, *sea_kitten_1@mail.ru*,

¹ПОНОМАРЕВА Марина Викторовна, к.т.н., доцент, *mv_ponomareva18@mail.ru*,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Снижение темпов падения добычи может быть достигнуто за счет оперативного и качественного ввода в эксплуатацию скважин, находящихся в капитальном ремонте. Качественный ввод скважин в эксплуатацию предполагает качественное проведение различных видов капитального ремонта, результативность которых во многом определяется полнотой и достоверностью информации об объектах капитального ремонта. Одним из главных источников получения этой информации являются промыслово-геофизические исследования. В эксплуатационной скважине 2295 месторождения Каражанбас в ходе капитального ремонта скважины проведен комплекс геофизических исследований, по результатам которых были выявлены недостатки проводимых работ. В данной работе предлагается оптимизация комплекса геофизических исследований, которая позволит повысить информативность исследований скважин при их капитальном ремонте.

Ключевые слова: комплекс геофизических исследований, капитальный ремонт скважин, оптимизация, забой скважины, аппаратура, интерпретация результатов.

REFERENCES

1. Esetov Zh.A., Turdiyev M.F., Kemalov A.F., & Abdrafikova I.M. Thermal-Steam Cyclic Processing Technology of Development Objects in Karazhanbas Kazakhstan Field. *Indian Journals of Science and Technology*, Vol 9 (18), May 2016.
2. Burkov F.A. Well logging: textbook for SPO / Burkov F.A., Issayev V.I., Lobova G.A. Saratov: Vocational education, 2021.
3. Yushin E.S. Equipment and technologies for current and capital repairs of oil and gas wells: theory and calculation: textbook. Moscow; Vologda: Infa-Engineering, 2022.
4. Gardok N.N., Ponomareva M.V. Analysis of the possibilities of geophysical surveys during well workover at the Karazhanbas field «Science and education in the modern world: challenges of the XXI century». Proceedings of the XI International scientific-practical conf. (Technical sciences) / Comp.: E. Eshim. Astana, 2022.

Прогностическая модель развития поверхности скольжения в бортах карьера в условиях водонасыщения пород и развития трещиноватости

¹**БАБЕЦ Дмитрий Владимирович**, д.т.н., профессор, *babets.d.v@ntu.one*,

²**СУЛТАНБЕКОВА Жанат Женсикбаевна**, к.т.н., ассоциированный профессор, *z.sultanbekova@satbayev.university*,

¹**СДВИЖКОВА Елена Александровна**, д.т.н., зав. кафедрой, *sdvyzhkova.o.o@ntu.one*,

^{2*}**МОЛДАБАЕВ Серик Курашович**, д.т.н., зав. кафедрой, *s.moldabayev@satbayev.university*,

²**НУРМАНОВА Асель Нурлановна**, докторант, *a.nurmanova@satbayev.university*,

¹Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина, Днепр, пр. Яворницкого, 19,

²НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью исследований является установление закономерности изменения устойчивости бортов карьера на различных этапах развития горных работ при отработке крутопадающих слоев на основе моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) породного массива с учетом технологических особенностей и структурной неоднородности горного массива. Исследования выполнены для условий сверхглубокого железорудного карьера, где проблема устойчивости бортов стоит особенно остро в связи с реализацией технологии ведения горных работ при приближении к условиям предельного состояния обнажаемого массива горных пород. В работе обоснована методика определения коэффициента запаса устойчивости в упруго-пластической постановке с использованием критерия прочности Кулона-Мора. Для определения НДС массива используется численный метод конечных элементов, реализованный в лицензионных программах RS2 и RS3 компании Rocscience. Помимо установления значений коэффициента запаса устойчивости на различных глубинах, на плоских и объемных моделях выполнены исследования по влиянию трещиноватости и обводненности массива горных пород. Установлено, что наибольшее влияние на развитие сдвиговых деформаций и формирование поверхностей ослабления оказывает возможное снижение прочности пород вследствие трещиноватости и обводненности.

Ключевые слова: железорудный карьер, массив горных пород, устойчивость борта, деформация, сцепление, угол внутреннего трения, метод конечных элементов, численное 2D- и 3D-моделирование геомеханических процессов, поле напряжений, сдвиг, трещиноватость, обводненность.

Введение

Достижение эффективного управления откосами в глубоких карьерах представляет собой сложную задачу, начиная с аспектов организации самой добычи, включая оптимальное планирование и интенсивность горных работ, а также выбор специализированного оборудования. С учетом современных технологий и инженерных решений возможно разработать инновационные подходы к управлению карьерными откосами, минимизируя риски неустойчивости и оползневых процессов.

Основные принципы управления состоянием

бортов карьеров сводятся к следующему:

- борта карьеров должны обеспечивать безопасное (для людей и оборудования) ведение горных работ;

- откосы бортов карьеров должны обеспечивать экономичность разработки месторождения.

При открытой разработке крутопадающих месторождений карьерными полями округлой формы одним из эффективных решений является отработка уступов пород скальной вскрыши и руды поперечными панелями сверху вниз в пределах каждого вновь нарезаемого крутонаклонного слоя [1]. Высокие технико-экономиче-

ские показатели достигаются за счет уменьшения преждевременного разнosa бортов глубоких и сверхглубоких карьеров. Высота крутонаклонных слоев при такой технологии может быть увеличена, однако в условиях большой мощности покрывающих рыхлых пород (до 160 м) существует риск неустойчивого состояния массива горных пород. В связи с этим возникает проблема прогноза напряженно-деформированного состояния породного массива на различных этапах горных работ и оценки устойчивости бортов карьера с учетом горно-геологических особенностей месторождения и горнотехнических условий отработки рудной залежи. Эффективным элементом при этом является математическое, в частности, численное моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) породного массива.

Методология исследований. Для определения НДС массива используется хорошо апробированный численный метод конечных элементов, реализованный в лицензионных программах RS2 и RS3 компании Rocscience [2]. В расчетную схему (рисунок 1) включена часть борта, сложенно-рыхлыми и скальными породами. Слои этих пород смоделированы в соответствии с данными об их мощности, параметрах залегания и физико-механических свойствах пород.

Исходными данными для моделирования являются координаты узлов конечно-элементной сетки, а также физико-механические свойства пород и руды (см. таблицу).

Решение выполняется в упруго-пластической постановке с использованием критерия прочности Кулона-Мора [3, 4]:

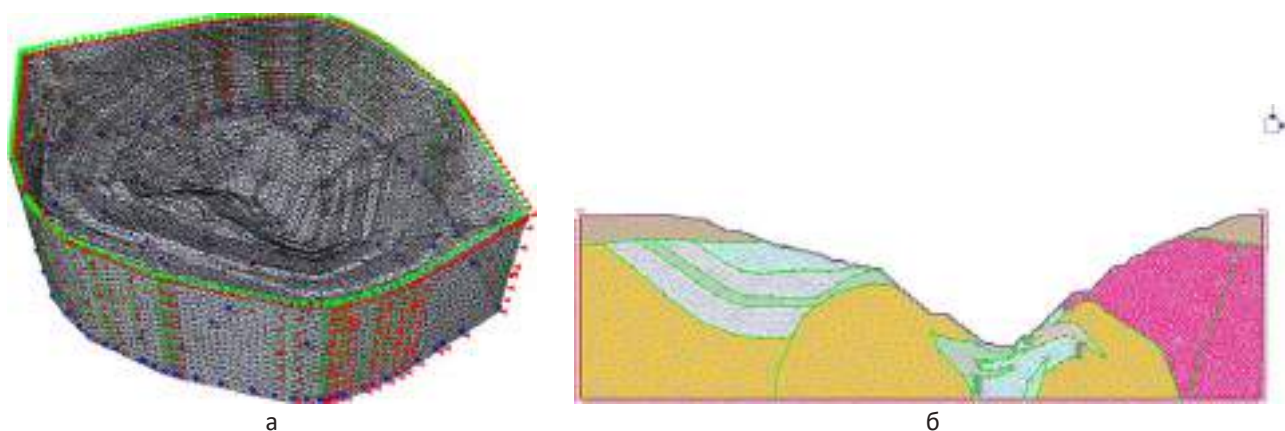
$$\tau = c + \sigma_n \operatorname{tg} \phi, \quad (1)$$

где τ – касательное напряжение (напряжение сдвига); σ_n – нормальное напряжение, ϕ – угол внутреннего трения; c – сцепление. Наиболее значимый результат численного моделирования, указывающий на возможность эксплуатации борта при заданных геометрических параметрах, есть коэффициент запаса устойчивости (КЗУ):

$$F = \frac{\text{сопротивление материала (почвы, породы) сдвигу}}{\text{сопротивление сдвигу, требуемое для равновесия}}. \quad (2)$$

Для определения величины КЗУ хорошо адаптирована процедура «снижения прочности», используется в коде RS3 [5]. Если откос находится в предельном состоянии, условие прочности Кулона-Мора (1) можно представить так:

$$\frac{\tau}{F} = \frac{c}{F} + \frac{\operatorname{tg} \phi}{F}. \quad (3)$$



а – 3D программа RS3; б – 2D программа RS2 по 19-му профилю

Рисунок 1 – Расчетная схема

Свойства пород и руды			
Название пород	Сцепление, КПа	Удельный вес, кН/м ³	Угол внутреннего трения, град.
Известняки	475	27	36
Кристаллические сланцы	450	26	31
Магнетиты	910	38,7	34
Метосоматиты	290	27,8	32
Порфиры	296	26,5	29
Рыхлые породы	40	18	28
Граниты	450	28,3	31

Таким образом, коэффициент запаса устойчивости откоса представляет собой величину F , на которую необходимо разделить исходные параметры сопротивления горных пород сдвигу, чтобы произошло обрушение откоса.

Такая интерпретация позволяет определить коэффициент запаса устойчивости путем последовательного уменьшения реальных прочностных характеристик горной породы, слагающей откос, в F раз до таких «сниженных» (факторизованных) значений c_f и ϕ_f , при которых устойчивость откоса с заданной геометрией становится невозможной, то есть происходит обрушение откоса. Математически это означает расхождение итерационного процесса в численном решении. Когда алгоритм не может сойтись в пределах максимального количества итераций, задаваемого пользователем, не может быть получено распределение напряжений, которое одновременно удовлетворит и критерию разрушения Мора-Кулона, и глобальному условию равновесия. Таким образом, расхождение итерационного процесса в численном решении физически означает обрушение откоса. Величина коэффициента снижения прочностных характеристик F , при которых возник коллапс в решении, принимается за коэффициент устойчивости откоса.

Результаты. Расчеты выполнены для финального (25-го) этапа отработки рудной залежи по профилю #19. Углы бортов составляют 22° по правому борту и 30° по левому борту модели, а коэффициент запаса устойчивости составляет 1,42. Потенциальная поверхность скольжения опре-

деляется как место локализации максимальных сдвиговых деформаций и перемещений (рисунки 2, 3), соответствующих потенциальной критической ситуации (уменьшения сопротивляемости пород в 1,42 раза).

Продемонстрированные на рисунке 3 смещения, а также потенциальная линия скольжения (рисунок 2) будут иметь место в случае снижения прочностных характеристик в 1,42 раза. В реальной ситуации борт карьера достаточно устойчив.

Учет возможного водонасыщения и трещиноватости пород. Исследование влияния влажности пород на прочностные свойства горных пород выполнены в работе [6]. Для испытаний изготавливали призматические образцы (с квадратным поперечным сечением) из обломков пород и цилиндрические (с круговым сечением) из кернов с соотношением высоты к диаметру 1/1. Влажность образцов горной породы (W , %) определяли, как отношение массы воды, удаленной из породы высушиванием, к массе сухой породы по формуле:

$$W = \frac{m_w - m_0}{m_0 - m_k} 100\%, \quad (4)$$

где m_w – масса влажной породы вместе с контейнером, m_0 – масса высушенной породы с контейнером, m_k – масса пустого контейнера.

После определения влажности образцы одной литологической разницы подвергались испытаниям на прочность с использованием гидравлической машины KL 200/CE, производитель TECNOTEST (Италия). Образцы испытывали на

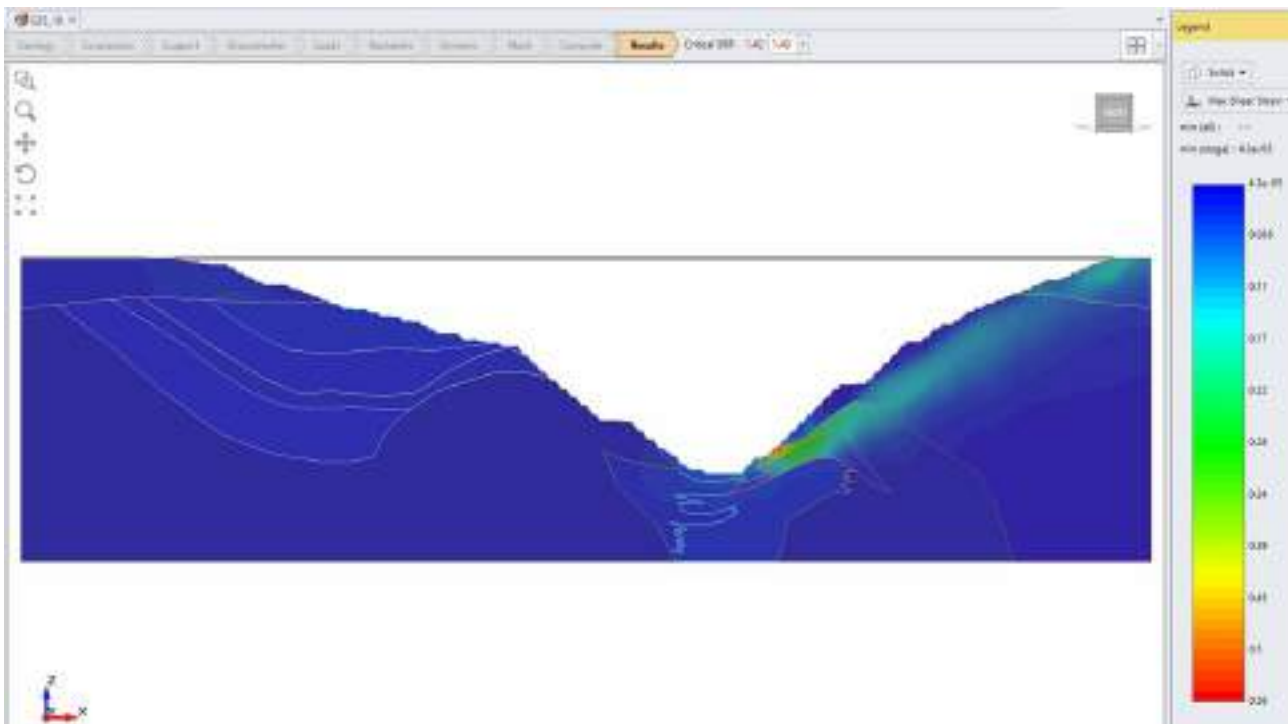


Рисунок 2 – Распределение максимальных деформаций сдвига (потенциальная поверхность скольжения) на 25-м (финальном) этапе отработки

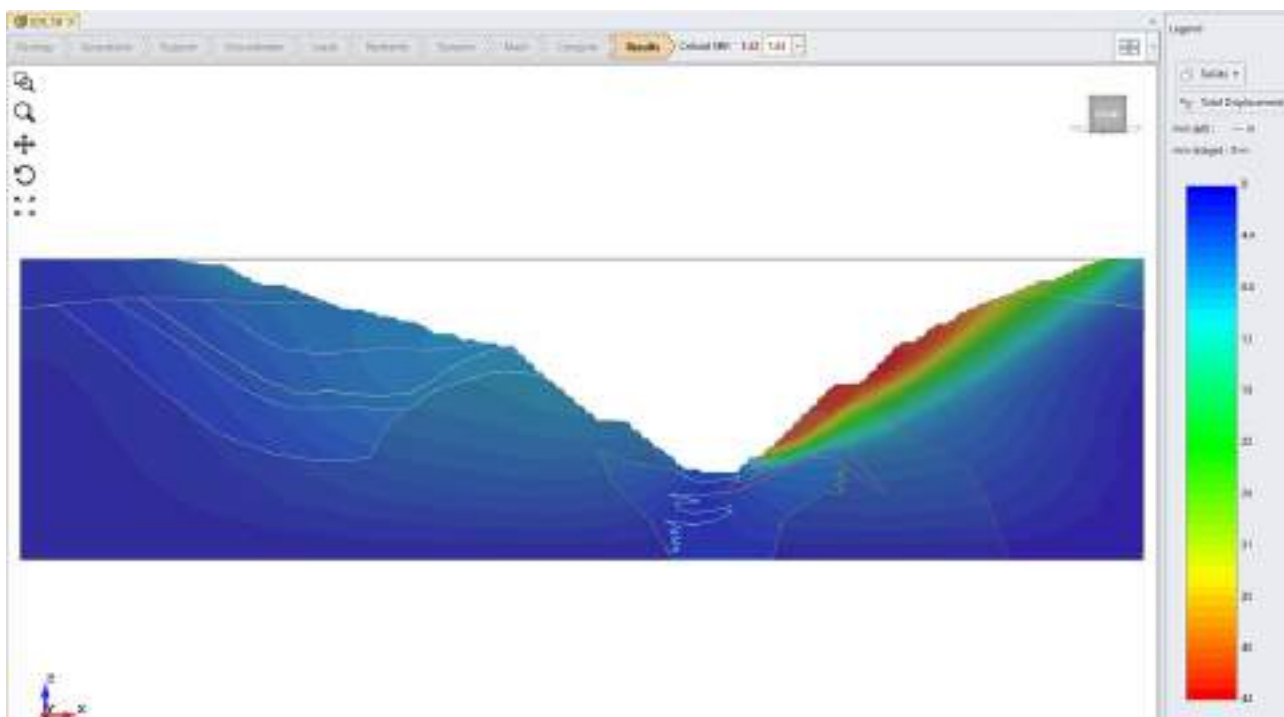


Рисунок 3 – Общие смещения на 25-м (финальном) этапе отработки

одноосное сжатие, равномерно нагружая до разрушения со скоростью 2 МПа/с. Результаты исследований показали, что песчаники (наиболее прочные и из тех, которые испытаны авторами) при увеличении влажности от 1 до 5% теряют прочность примерно на 5-7%. Причем наиболее интенсивное снижение прочности происходит при повышении влажности с $W=1\%$ до $W=2\%$.

Коэффициент снижения прочности для водонасыщенного песчаника составляет $k_w=0,93$. Можно предположить, что более прочные известняки, граниты и магнетиты теряют прочность примерно в такой же степени. То есть коэффициент снижения прочности за счет обводнения k_w можно принять равным 0,93-0,97. Тогда при подсчете запаса прочности будем использовать в расчетах наименьшее значение коэффициента $k_w=0,93$.

Для учета трещиноватости предлагается вероятностный подход, основанный на статистической теории прочности, понятии масштабного эффекта в горных породах и его количественной оценки – коэффициента структурного ослабления массива [7]. Последний определяется в предположении, что механические характеристики элементарного структурного элемента массива распределены по равномерному закону. В этом случае для определения коэффициента структурного ослабления, в зависимости от коэффициента вариации η значительной прочностной характеристики при стандартных испытаниях, имеет вид:

$$k_c = \sqrt{3} \eta (1 - 2P_0) + 1, \quad (5)$$

154 где P_0 – вероятность (надежность) того, что проч-

ность породного массива в целом меньше прочности его отдельных структурных элементов (образцов). При относительной вариации прочности $\eta=0,15$ и надежности $P_0=0,9$ получим величину коэффициента структурного ослабления $k_c=0,8$.

Тогда механическая характеристика породы R_M в массиве с учетом возможного обводнения и трещиноватости определится следующим образом:

$$R_M = R k_c k_w = 0,93 \cdot 0,8 \cdot R = 0,744R, \quad (6)$$

где R – исходная прочностная характеристика – предел прочности на сжатие, полученная по результатам испытаний образцов горных пород. Через предел прочности на сжатие определяются сцепление и угол внутреннего трения из предположения о прямолинейной огибающей кругов Мора.

Расчеты, выполненные с учетом уменьшения прочностных характеристик за счет обводненности и развития трещиноватости, показали, что на 25-м (финальном) этапе КЗУ борта снижается до значения 1,0 в плоской модели. Реальная поверхность скольжения формируется в правом борту модели (юго-западный борт карьера). Детальный анализ относительных сдвиговых деформаций показывает (рисунок 4), что наибольшие значения имеют место в оставшейся вскрыше (составляют 0,04) и в крутонаклонной части гранита (составляют 0,05). При дальнейшем незначительном снижении прочности (всего лишь в 1,01 раз), перемещения в наиболее крутонаклонной части, в которой формируется поверхность скольжения, составят 3-6 м (рисунок 5), причем такую картину

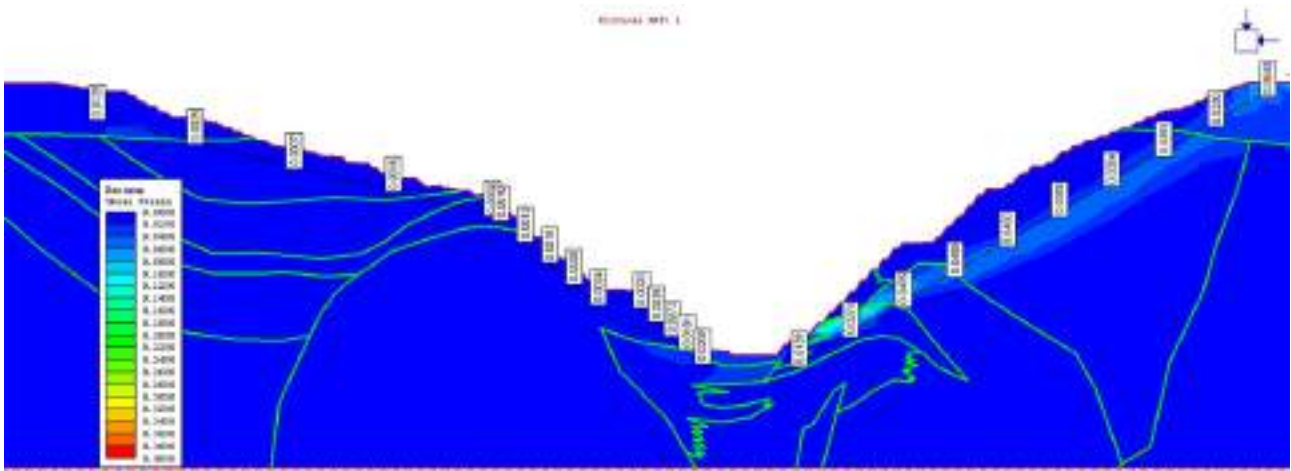


Рисунок 4 – Максимальные сдвигающие деформации на этапе 25 с учетом обводненности и трещиноватости с формой потенциальной (практически реальной) поверхности скольжения

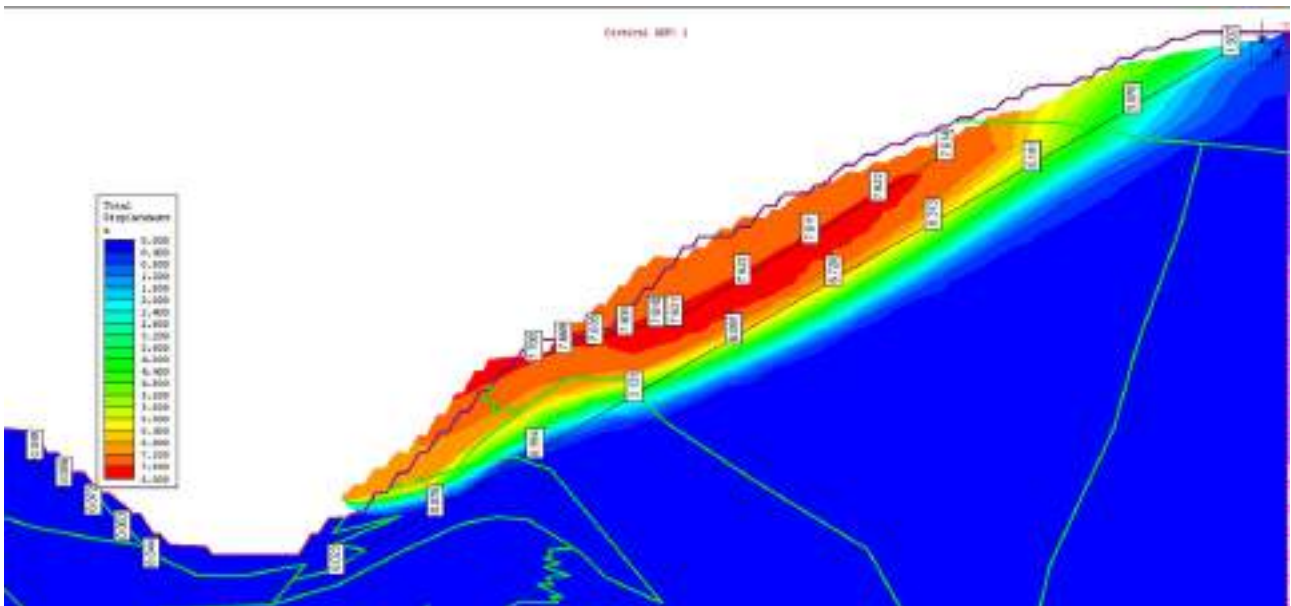


Рисунок 5 – Полные потенциальные перемещения на этапе 25 с учетом обводненности и трещиноватости (показан деформированный контур откоса)

следуют рассматривать уже не как потенциальную, а как реальную. Однако с учетом трехмерного напряженного состояния пород КЗУ следует оценивать в пределах 1,1-1,2. Тем не менее, такое значение меньше допустимого по нормам технологического проектирования.

Выводы:

1. Наибольшее влияние на развитие сдвиговых деформаций и формирование поверхностей ослабления оказывает возможное снижение прочности пород вследствие трещиноватости (коэффициент структурного ослабления составляет 0,8) и обводненности (коэффициент снижения прочности составляет 0,93). При неблагоприятном сочетании обоих указанных факторов общий коэффициент снижения прочности составляет

0,70-0,75.

2. Для рассмотренных условий даже столь незначительное изменение прочностных характеристик скальных пород снижает КЗУ борта карьера на заключительном 25-м этапе отработки до величины 1,0 в условиях плоской деформации и 1,2 в условиях объемного сжатия. Поскольку коэффициент структурного ослабления определяется с вероятностью 0,9, то можно утверждать, что именно с такой вероятностью обводненность пород и развитая трещиноватость приведет к неустойчивому состоянию борта карьера на заключительном этапе отработки.

3. Постоянный мониторинг трещиноватости и влажности позволит оперативно вносить изменения в расчетные модули программы и оценивать устойчивость борта карьера на различных этапах

ведения горных работ.

Данная научная работа является результатом, полученным в ходе реализации проекта ИРН №АР14869083 «Обеспечение полноты выемки запасов месторождений на основе нового подхода к объ-

емному геомеханическому моделированию глубоких открытых горных выработок по всему периметру», финансируемого в рамках грантового финансирования Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shustov O.O., Haddad J.S., Adamchuk A.A., Rastsvietaiev V.O., & Cherniaiev O.V. Improving the Construction of Mechanized Complexes for Reloading Points while Developing Deep Open Pits // Journal of Mining Science. – 2019. – No. 55. – Pp. 946-953.
2. Moldabayev S.K., Sdvyzhkova O.O., Babets D.V., Kovrov O.S., & Adil T.K. Numerical simulation of the open pit stability based on probabilistic approach // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – No. 6. – Pp. 29-34.
3. De Bruyn I., Prado D., Mylvaganam J. & Walker D. Geotechnical considerations for the stability of open pit excavations at mine closure: some scenarios', in AB Fourie & M Tibbett (eds) // Mine Closure 2019: Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure / Australian Centre for Geomechanics, Perth. – 2019. – pp. 235-248. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1915_19_de_Bruyn.
4. Wijesinghe D.R., Dyson A., You G., Khandelwal M., Song C., & Ooi E.T. Development of the scaled boundary finite element method for image-based slope stability analysis. – Computers and Geotechnics. – 2022. – P. 143. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2021.104586>.
5. Li H., Zhang Z., Yang W. Stability Analysis of Slope Based on Limit Equilibrium Method and Strength Reduction Method // Annales de Chimie: Science des Materiaux. – 2021. – No. 45 (5). – Pp. 379-384.
6. Babets D.V., Kovrov O.S., Moldabayev S.K., Tereschuk R.M., & Sosna D.O. Impact of water saturation effect on sedimentary rocks strength properties // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2020. – No. 4. – Pp. 76-81.
7. Sdvyzhkova O., Babets D., Moldabayev S., Rysbekov K., & Sarybayev M. Mathematical modeling a stochastic variation of rock properties at an excavation design // 20 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. – Albena, Bulgaria, 2020. – Issue 1.2. – Pp. 165-172. ISSN 1314-2704. <https://doi.org/10.5593/sgem2020/1.2/s03.02120>
8. Sdvyzhkova, O., Moldabayev, S., Bascetin, A., Babets, D., Kuldeyev, E., Sultanbekova, Z., Amankulov, M., & Issakov, B. (2022). Probabilistic assessment of slope stability at ore mining with steep layers in deep open pits. Mining of Mineral Deposits, 16(4), 11-18. <https://doi.org/10.33271/mining16.04.011>

Сумен қанығу және жарықшақтың даму жағдайында карьер борттарында сырғу кеңістігі дамуының болжамалы моделі

¹БАБЕЦ Дмитрий Владимирович, т.ф.д., профессор, babets.d.v@nmu.one,

²СУЛТАНБЕКОВА Жанат Женисбаевна, т.ф.к., қауымдастырылған профессор, z.sultanbekova@satbayev.university,

¹СДВИЖКОВА Елена Александровна, т.ф.д., кафедра меңгерушісі, sdvyzhkova.o.o@nmu.one,

^{2*}МОЛДАБАЕВ Серик Курашович, т.ф.д., кафедра меңгерушісі, s.moldabayev@satbayev.university,

²НУРМАНОВА Асель Нурлановна, докторант, a.nurmanova@satbayev.university,

¹«Днепр политехникалық» ұлттық техникалық университеті, Украина, Днепр, Яворницкий даңғылы, 19,

²«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты – технологиялық ерекшеліктері мен тау-кен жынысының біртекті емес құрылымын ескере отырып, тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған күйін (ҚДК) модельдеу негізінде тік орналасқан қабаттарды өңдеу кезінде тау-кен жұмыстарының дамуының әртүрлі кезеңдерінде карьер борттарының тұрақтылығының өзгеру заңдылығын анықтау. Ашық жыныстар массивінің шекті жағдайына жақындаған кезде тау-кен жұмыстарының технологиясын іске асыруға байланысты борттардың тұрақтылық мәселесі өте өзекті болған жағдайда зерттеулер өте терең темірлі кен карьер жағдайлары үшін жүргізілді. Жұмыста Кулон-Мора беріктігі критерийін қолдана отырып, серпімді-пластикалық шарттарында тұрақтылық қорының коэффициентін анықтау әдістемесі негізделген. Массивтің ҚДК-ін анықтау үшін Rosscience компаниясының RS2 және RS3 лицензиялық бағдарламаларында жүзеге асырылатын ақырлы элементтер сандық әдісі қолданылады. Тау жыныстары массивінің жарылуы мен сулануының әсері бойынша зерттеулер жазық және көлемді модельдерді әр түрлі тереңдікте тұрақтылық коэффициентінің мәндерін белгілеуде жүргізілді. Жылжымалы деформацияларының дамуына және әлсіреген беттердің пайда болуына жарықтар мен сулануға байланысты тау жыныстарының беріктігінің төмендеуі үлкен әсер ететіні анықталды.

Кілт сөздер: темір рудалы карьер, тау-кен массиві, борттар тұрақтылығы, деформация, ілінісу, ішкі үйкеліс бұрышы, ақырғы элементтер әдісі, геомеханикалық процестерді сандық 2D және 3D модельдеу, кернеу өрісі, қозғалу, жарылу, сулану.

Predictive Model for the Evolution of Sliding Surfaces in Quarry Slopes Under Conditions of Rock Saturation and Fracture Development

¹**BABETS Dmytro**, Dr. of Tech. Sci., Professor, babets.d.v@nmu.one,

²**SULTANBEKOVA Zhannat**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, z.sultanbekova@satbayev.university,

¹**SDVYZHKOVA Olena**, Dr. of Tech. Sci., Head of Department, sdvyzhkova.o.o@nmu.one,

²***MOLDABAYEV Serik**, Dr. of Tech. Sci., Head of Department, s.moldabayev@satbayev.university,

²**NURMANOVA Assel**, Doctoral Student, a.nurmanova@satbayev.university,

¹Dnipro University of Technology, Ukraine, Dnipro, Yavornytsky Avenue, 19,

²NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

*corresponding author.

Abstract. The aim of this research is to establish the pattern of changes in the stability of quarry slopes at various stages of mining operations when working with steeply dipping layers based on modeling the stress-strain state (SSS) of the rock mass, taking into account technological features and structural heterogeneity of the rock mass. The research was conducted for the conditions of a super-deep iron ore quarry, where the issue of slope stability is particularly acute due to the implementation of mining operations near the limit state conditions of the exposed rock mass. In this work, a methodology for determining the safety factor in an elastic-plastic framework using the Mohr-Coulomb strength criterion is justified. The numerical finite element method implemented in the licensed software programs RS2 and RS3 by Rocscience is used to determine the SSS of the rock mass. In addition to establishing the values of the stability factor at different depths on planar and volumetric models, studies on the influence of rock mass fracturing and water content were conducted. It was found that the most significant impact on the development of shear deformations and the formation of weakened zones is the potential reduction in rock strength due to fracturing and water saturation.

Keywords: iron ore quarry, rock mass, slope stability, deformation, cohesion, internal friction angle, finite element method, numerical 2D and 3D modeling of geomechanical processes, stress field, shear, fracturing, water content.

REFERENCES

1. Shustov O.O., Haddad J.S., Adamchuk A.A., Rastsvietaiev V.O., & Cherniaiev O.V. Improving the Construction of Mechanized Complexes for Reloading Points while Developing Deep Open Pits // Journal of Mining Science. – 2019. – No. 55. – Pp. 946-953.
2. Moldabayev S.K., Sdvyzhkova O.O., Babets D.V., Kovrov O.S., & Adil T.K. Numerical simulation of the open pit stability based on probabilistic approach // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – No. 6. – Pp. 29-34.
3. De Bruyn I., Prado D., Mylvaganam J. & Walker D. Geotechnical considerations for the stability of open pit excavations at mine closure: some scenarios', in AB Fourie & M Tibbett (eds) // Mine Closure 2019: Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure / Australian Centre for Geomechanics, Perth. – 2019. – pp. 235-248. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1915_19_de_Bruyn.
4. Wijesinghe D.R., Dyson A., You G., Khandelwal M., Song C., & Ooi E.T. Development of the scaled boundary finite element method for image-based slope stability analysis. – Computers and Geotechnics. – 2022. – P. 143. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2021.104586>.
5. Li H., Zhang Z., Yang W. Stability Analysis of Slope Based on Limit Equilibrium Method and Strength Reduction Method // Annales de Chimie: Science des Matériaux. – 2021. – No. 45 (5). – Pp. 379-384.
6. Babets D.V., Kovrov O.S., Moldabayev S.K., Tereschuk R.M., & Sosna D.O. Impact of water saturation effect on sedimentary rocks strength properties // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2020. – No. 4. – Pp. 76-81.
7. Sdvyzhkova O., Babets D., Moldabayev S., Rysbekov K., & Sarybayev M. Mathematical modeling a stochastic variation of rock properties at an excavation design // 20 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. – Albena, Bulgaria, 2020. – Issue 1.2. – Pp. 165-172. ISSN 1314-2704. <https://doi.org/10.5593/sgem2020/1.2/s03.02120>
8. Sdvyzhkova, O., Moldabayev, S., Bascetin, A., Babets, D., Kuldeyev, E., Sultanbekova, Z., Amankulov, M., & Issakov, B. (2022). Probabilistic assessment of slope stability at ore mining with steep layers in deep open pits. Mining of Mineral Deposits, 16(4), 11-18. <https://doi.org/10.33271/mining16.04.011>

Геодезическое обследование каркаса котлоагрегата в условиях ограниченной видимости

¹***ХАННАНОВ Рустем Рашитович**, старший преподаватель, khannanov_rustem@mail.ru,

¹**МИХНЕВ Андрей Васильевич**, преподаватель, andmihnev@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассматривается методика геодезического обследования каркаса котлоагрегата № 5 котельного цеха ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар». Цель обследования – определение геометрических параметров несущих конструкций каркаса котлоагрегата №5. При проведении работ специалисты столкнулись с определенными трудностями – видимость колон ограничена перекрытиями и ограждающими конструкциями каркаса, а также неустойчивое основание на верхних уровнях котлоагрегата. В ходе геодезического обследования было принято решение выверять вертикальность колонн локально по уровням. По результатам было выявлено, что каждое значение крена колонн по уровням совпадает как по направлению, так и его значение прямо пропорционально высоте обследуемого уровня колонны.

Ключевые слова: котлоагрегат, геодезическое обследование, крен, прогиб, балка, колонна, координатный метод, выверка вертикальности колонн, электронный тахеометр, геометрические параметры конструкций, условная система координат.

Введение

Геодезический контроль имеет важное значение при строительстве и монтаже конструкций инженерных сооружений, а также в процессе их эксплуатации. В первом случае измерения проводятся для сопровождения строительного производства и составления исполнительной документации. При эксплуатации инженерных сооружений геодезический контроль производится для проверки стабильности положения и определения деформаций несущих и ограждающих конструкций сооружений.

Специалистами кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Карагандинского технического университета было проведено геодезическое обследование каркаса котлоагрегата № 5 котельного цеха первой очереди ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар» (рисунок 1). Целью данного вида работ является определение геометрических параметров несущих конструкций каркаса котлоагрегата № 5. Задачи, которые были решены в ходе геодезического обследования, – определение прогиба балок и выверка вертикальности колонн каркаса.

Геодезические работы выполнены согласно требованиям нормативных и методических документов – строительных правил, государственных

стандартов и методических указаний [1-3].

В связи с тем, что по техническому заданию не требовалась привязка к определенной системе координат и высот, а также отсутствовали данные о наличии реперов на территории ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар», было решено принять систему координат – условную; систему высот – относительную. За относительную отметку 0,000 м принят уровень пола существующего здания котельного цеха первой очереди.

Геодезические измерения проводились в июле 2021 года электронным тахеометром Leica TCR1201. Камеральные работы проводились сразу после производства полевых работ в программных комплексах AutoCAD Civil 3D и Leica Infinity.

Методы и материалы

Первым этапом геодезического обследования стало определение прогиба балок каркаса котлоагрегата № 5. В конструкции каркаса котлоагрегата представлены два типа балок, отличающихся по длине – пяти- и восьмиметровые. Измерения проводились по методике тригонометрического нивелирования. Согласно [4, 5], методом тригонометрического нивелирования измеряются наклонное расстояние и угол наклона на наблюдае-

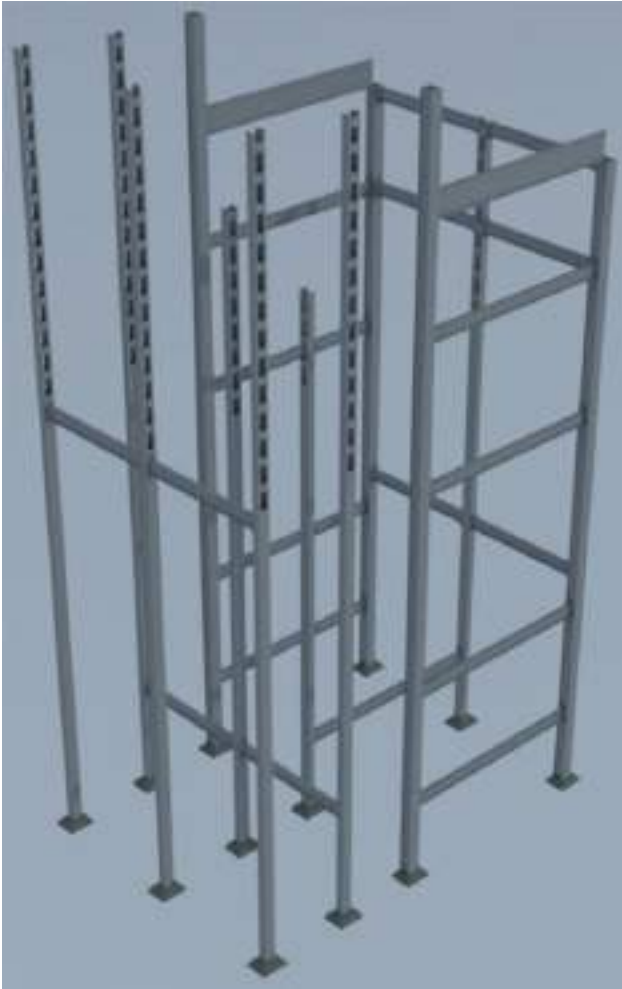


Рисунок 1 – Каркас котлоагрегата № 5 котельного цеха первой очереди ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар»

мых точках. В связи с тем, что при геодезическом обследовании каркаса использовался электронный тахеометр Leica TCR1201 с безотражательным режимом измерений работа упростилась, так как при наведении на точку были получены не только угол наклона и наклонное расстояние, но и координаты измеряемых точек X, Y, Z .

Алгоритм данного способа заключался в следующем (рисунок 2):

1. Тахеометр устанавливался на «свободную» станцию, при которой была хорошая видимость на балку. Данное условие актуально при условии того, что техническое задание не регламентировало привязку к единой системе координат.

2. После установки и настройки прибора производилась геодезическая съемка балки по трем контрольным точкам, расположенным во внешней плоскости нижней полки, – две в местах сопряжения с несущими колоннами и одна посередине балки.

3. После съемки балки прибор переставляется на следующую «свободную» станцию для геодезической съемки следующей балки по представленному выше алгоритму.

В дальнейшем после проведения геодезических измерений, в условиях производственной базы проводится камеральная работа. Камеральная работа включает в себя обработку полученных данных, проведение расчетов и анализа состояния каждой балки каркаса котлоагрегата № 5.

Для определения абсолютной величины стрелы прогиба (выгиба) $f_{абс}$ и относительного прогиба (выгиба) $f_{отн}$ расчеты производились по формулам:

$$f_{абс} = \frac{2Z_2 - (Z_1 + Z_3)}{2} \cdot 1000, \text{ мм}, \quad (1)$$

$$f_{отн} = \frac{f_{абс}}{L} \cdot 1000, \text{ мм}, \quad (2)$$

где Z_1, Z_3 – высотная отметка крайних точек наблюдаемой конструкции линейной геометрии, м; Z_2 – высотная отметка средней точки конструкции, м; L – расстояние между крайними точками наблюдения (длина возможной деформированной конструкции), м.

Вторым этапом геодезических измерений являлось определение отклонений колонн котлоагрегата № 5 от вертикали.

Выверка вертикальности колонн производится различными методами с применением электронных и оптических геодезических приборов, а также приборов вертикального проектирования [4].

При выверке вертикальности колонн каркаса котлоагрегата № 5 котельного цеха ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар» использовался координатный метод (рисунок 3) [6].

Геодезическое определение вертикальности колонн координатным способом производится с помощью электронного тахеометра с безотражательным режимом измерений. При установке и ориентировке электронного тахеометра в условной системе координат производится взятие отчетов верхней осевой риски и нижней осевой риски. По полученным прямоугольным координатам X_B, Y_B, X_H, Y_H производится расчет крена колонн по следующим формулам (рисунок 3):

$$K_x = (X_B - X_H) \cdot 1000, \text{ мм}, \quad (3)$$

$$K_y = (Y_B - Y_H) \cdot 1000, \text{ мм}. \quad (4)$$

При выверке вертикальности колонн для исполнителя будет удобнее, если оси условной системы координат будут параллельны осям сооружения. При отсутствии осевых рисков необходимо произвести измерения верхних L_B, P_B и нижних L_H, P_H точек колонны. По этим данным будут рассчитываться средние значения координат X_B, Y_B и X_H, Y_H . Если из-за каких-либо препятствий отсутствует видимость низа колонны, то производят обследование комбинированным методом. В этом случае берут отсчеты по рейке P_H при правостороннем её расположении (X_P, X_L) либо отсчеты по рейке L_H при левостороннем её расположении (Y_L, Y_P). Если ось абсцисс условной си-

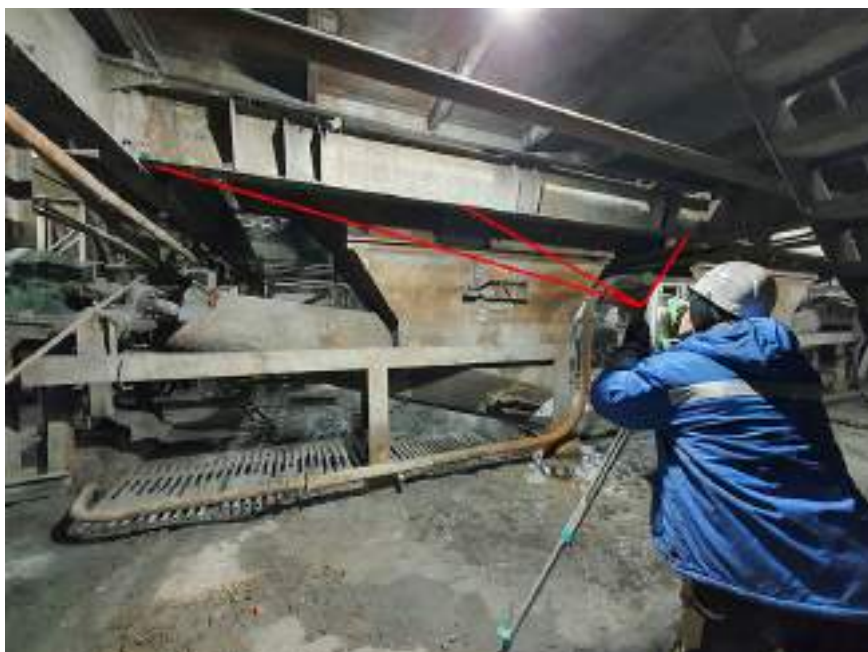


Рисунок 2 – Геодезическое обследование балки методом тригонометрического нивелирования

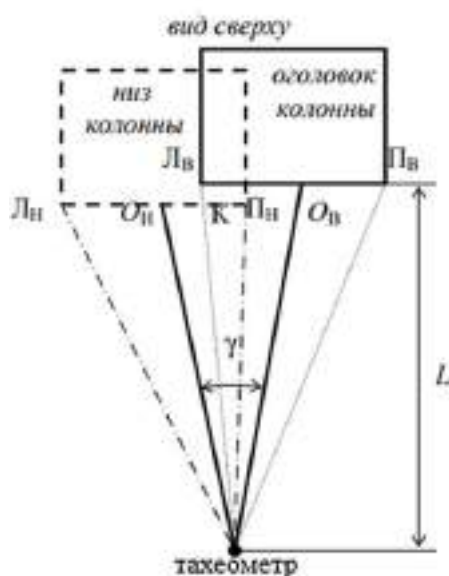


Рисунок 3 – Геодезическое определение вертикальности колонн координатным способом

стемы координат перпендикулярна ряду колонн, а ось ординат параллельна направлению ряда колонн, то координата X_H оси колонны будет равна координате X_P или X_L отсчёта по рейке P_H или L_H . Координату Y_H можно найти, зная расстояния OP_H или OL_H от оси колонны до соответствующего отсчёта по рейке:

$$Y_H = Y_P - OP_H, \text{ м}, \quad (5)$$

$$Y_H = Y_L - OL_H, \text{ м}. \quad (6)$$

Во время проведения измерений были выявлены определенные трудности – видимость ко-

лон ограничена перекрытиями и ограждающими конструкциями каркаса, а также неустойчивое основание на верхних уровнях котлоагрегата. Все это не позволило проложить тахеометрический ход на верхние уровни котлоагрегата, чтобы увязать полученные данные. Тем самым было принято решение проводить обследование по уровням (рисунок 4). Поднимаясь с уровня на уровень, были измерены все колонны. В данном случае полученные данные не увязаны между собой, но это не помешало провести анализ состояния колонн на вертикальность.

Принцип анализа колонн по уровням заклю-

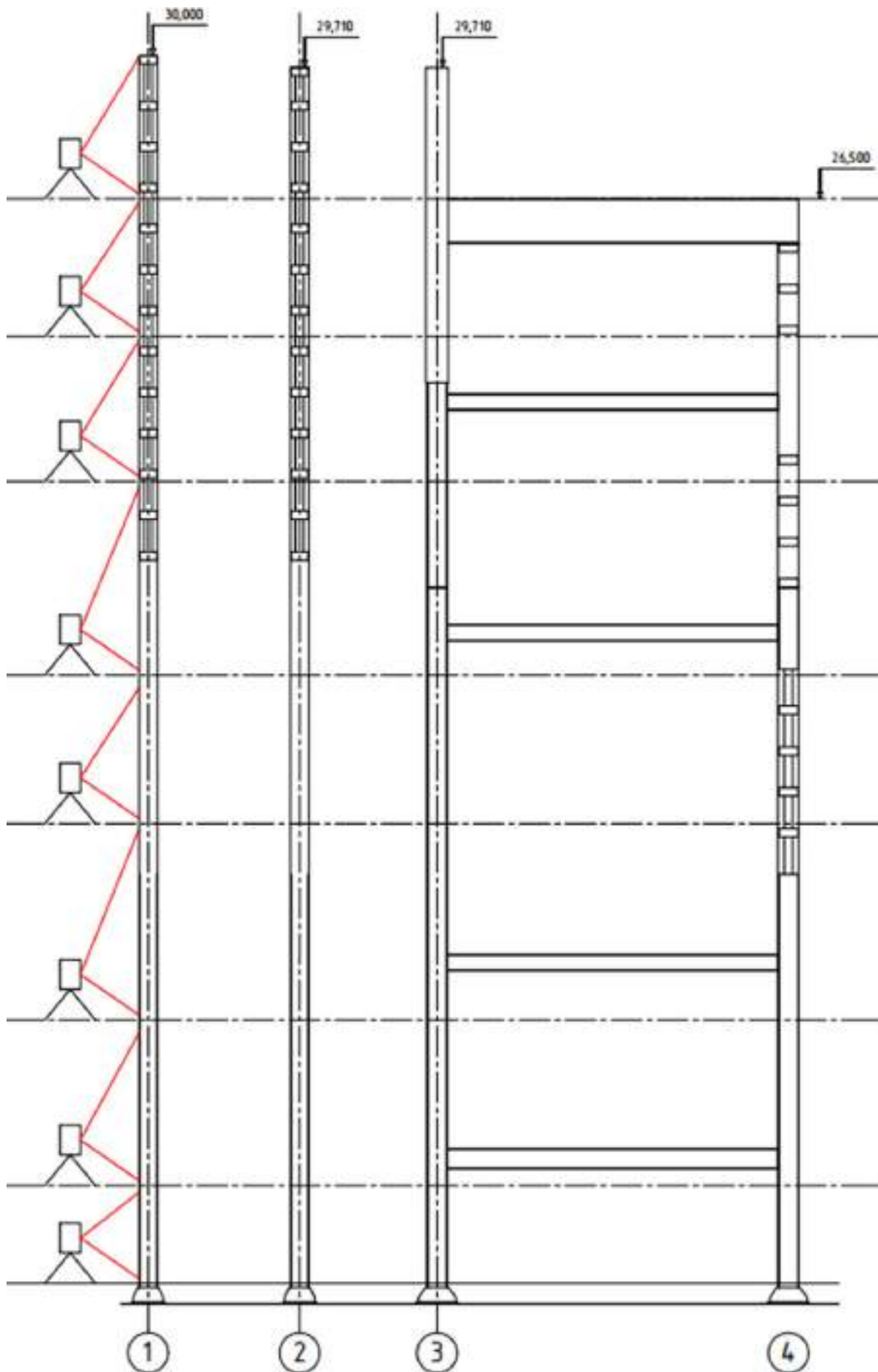


Рисунок 4 – Выверка вертикальности колонн по уровням

чался в следующем. Если колонна имеет крен по определенным осям, то это будет отражено на каждом участке колонны. Крен определенного участка высчитывается по формулам 3 и 4, и таким образом определяется крен по всем уровням каркаса котлоагрегата. Величина крена участка прямо пропорциональна крену всей колонны и высчитывается по следующей формуле:

$$K_x = \sum_{i=1}^n K_i, \text{ мм}, \quad (7)$$

$$K_y = \sum_{i=1}^n K_i, \text{ мм}, \quad (8)$$

где K_i – величина крена по уровням, мм.

Результаты

После проведения геодезических измерений следует этап камеральной обработки и анализа полученных результатов. Все построения и расчеты производятся в ПО AutoCAD Civil 3D и Leica Infinity.

Согласно формулам 1 и 2, были рассчитаны абсолютные величины стрелы прогиба и относительные прогибы балок всего каркаса котлоагрегата № 5. По полученным результатам был про-

веден анализ деформирования балок, который показал, что величина прогиба больше у балок, имеющих наибольшую длину. Эти же балки, согласно таблице (пункт 1), имеют величину деформаций больше, относительно предельных отклонений, регламентируемых в [1].

Касательно расчета и анализа данных выверки колонн по вертикали – это заняло гораздо больше времени, так как необходимо было рассчитать крен колонн по уровням. По данной методике было проанализировано 12 колонн. На каждом уровне локальный крен абсолютно точно совпал с направлением крена на последующих уровнях. Это говорит о том, что в условиях, недоступных для обзора всей конструкции сооружения, отсутствия возможности создания опорной сети для обследования, возможно принять данный метод геодезических измерений. Если говорить о абсолютной величине крена колонн, то обследование показало, что 11 из 12 колонн превышают предельное значение крена колонн (таблица, пункт 2) [1]. Эти колонны деформированы в ходе эксплуатации сооружения, и для предотвращения аварийных ситуаций необходимо проводить соответствующие мероприятия.

Предельные значения положения металлоконструкций каркаса котлоагрегата		
№	Параметры	Предельное значение, мм
1	Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков балки	0,0013 длины измеренного участка, но не более 15
2	Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении при длине колонн, мм:	
	св. 4000 до 8000	10
	св. 8000 до 16000	12
	св. 16000 до 25000	15
	св. 25000 до 40000	20

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 5.03-107-2013 «Несущие и ограждающие конструкции». – Астана, 2013. – 321 с.
2. ГОСТ 26433.1-89 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 18 с.
3. Бикташев М.Д. Башенные сооружения. Геодезический анализ осадки, крена и общей устойчивости положения: учеб. пособие для студентов. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 376 с.
4. Хмырова Е.Н., Нагибин А.А., Ханнанов Р.Р. Наблюдения за деформациями сооружений: учебное пособие. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. – 99 с.
5. Марфенко С.В. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУГиК, 2004. – 35 с.
6. Уставич Г.А. Определение крена сооружений башенного типа GPS-приемниками и тахеометрами // Геодезия и картография. – 2003. – № 9. – С. 15-18.

Шектеулі көріну жағдайында қазандық агрегатының қаңқасын геодезиялық зерттеу

¹***ХАННАНОВ Рустем Рашитұлы**, аға оқытушы, khannanov_rustem@mail.ru,

¹**МИХНЕВ Андрей Васильевич**, оқытушы, andmihnev@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. «Топар басты тарату қуат стансасы» ЖШС қазандық цехының № 5 қазандық агрегатының қаңқасын геодезиялық зерттеу әдістемесі қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – №5 қазандық агрегаты қаңқасының көтергіш конструкцияларының геометриялық параметрлерін анықтау. Жұмыстарды жүргізу кезінде мамандар белгілі бір қиындықтарға тап болды-бағандардың көрінуі төбелермен және раманың қоршау конструкцияларымен, сондай-ақ қазандық агрегатының жоғарғы деңгейлеріндегі тұрақсыз негізбен шектеледі. Геодезиялық зерттеу барысында бағандардың вертикальдылығын жергілікті деңгейде тексеру туралы шешім қабылданды. Нәтижелер бойынша бағандар қисаяуының әрбір мәні деңгейлер бойынша, бағыт бойынша да, оның мәні бағанның зерттелетін деңгейінің биіктігіне тура пропорционал екені анықталды.

Кілт сөздер: қазандық агрегаты, геодезиялық зерттеу, орама, иілу, арқалық, баған, координаталық әдіс, колонналардың вертикальдылығын тексеру, электрондық тахеометр, конструкциялардың геометриялық параметрлері, координаттардың шартты жүйесі.

Geodetic Survey of the Boiler Frame in Conditions of Limited Visibility

¹***KHANNANOV Rustem**, Senior Lecturer, khannanov_rustem@mail.ru,

¹**MIKHNEV Andrej**, Teacher, andmihnev@mail.ru,

¹NPISC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The method of geodetic survey of the frame of boiler unit No. 5 of the boiler shop of LLP «Main distribution power station Topar» is considered. The purpose of the survey is to determine the geometric parameters of the load-bearing structures of the boiler unit No. 5 frame. During the work, the specialists encountered certain difficulties – the visibility of the columns is limited by the ceilings and enclosing structures of the frame, as well as an unstable base on the upper levels of the boiler unit. During the geodetic survey, it was decided to verify the verticality of the columns locally by levels. According to the results, it was revealed that each value of the roll of the columns by levels coincides both in direction and its value is directly proportional to the height of the examined level of the column.

Keywords: boiler unit, geodetic survey, roll, deflection, beam, column, coordinate method, vertical alignment of columns, electronic total station, geometric parameters of structures, conditional coordinate system.

REFERENCES

1. SP RK 5.03-107-2013 «Nesushchiye i ograzhdayushchiye konstruksii». – Astana, 2013. – 321 p.
2. GOST 26433.1-89 «Sistema obespecheniya tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Pravila vypolneniya izmereniy. Elementy zavodskogo izgotovleniya». – Moscow: IPK Publ. standartov, 2003. – 18 p.
3. Biktashev M.D. Bashennyye sooruzheniya. Geodezicheskiy analiz osadki, krena i obshchey ustoychivosti polozheniya: ucheb. posobiye dlya studentov. – Moscow: Publ. ASV, 2006. – 376 p.
4. Khmyrova Ye.N., Nagibin A.A., Khannanov R.R. Nablyudeniya za deformatsiyami sooruzheniy: uchebnoye posobiye. – Karaganda: Publ. KarGTU, 2018. – 99 p.
5. Marfenko S.V. Geodezicheskiye raboty po nablyudeniyu za deformatsiyami sooruzheniy: ucheb. posobiye. – Moscow: Publ. MGUGiK, 2004. – 35 p.
6. Ustavich G.A. Opredeleniye krena sooruzheniy bashennogo tipa GPS-priyemnikami i takheometrami // Geodeziya i kartografiya. – 2003. – No. 9. – Pp. 15-18.

Полипропилен мен полистиролды жағу кезінде атмосфераға шығарылатын қатты тұрмыстық қалдықтардың қоршаған ортаға зиянды әсерін зерттеу

¹*БАТЕСОВА Фируза Кайсарбековна, т.ф.к., қауымдастырылған профессор, firuza_78@mail.ru,

¹ШЕВЦОВА Владлена Степановна, т.ф.к., қауымдастырылған профессор, sh_vladlena@mail.ru,

²ӨМІРБАЙ Роза Сүлейменқызы, т.ф.д., профессор, koki_92@bk.ru,

²МУРАТОВА Самал Каримбаевна, т.ф.к., қауымдастырылған профессор, muratova_s.k@mail.ru,

²ОМИРЗАКОВА Эльмира Женисовна, т.ф.к., қауымдастырылған профессор, eomirzakova@mail.ru,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

²«Каспий қоғамдық университеті» ОО, Қазақстан, Алматы, Достық даңғылы, 85а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты – қоршаған ортаға полипропилен мен полистиролды жағу кезінде атмосфераға шығарылатын зиянды қосылыстарды анықтау. Тұрмыстық қатты қалдықтарды кәдеге жарату және толық кәдеге жарату күрделі гигиеналық мәселе болып табылады, ол әсіресе урбанизацияның өсуі жағдайында күрделене түсуде. Көптеген жағдайларда қаңылтыр және орауыш пластмассалар пайдаланылғаннан кейін қайта өңделеді, дегенмен олардың беріктігіне байланысты бұл пластиктер барлық жерде және қоршаған ортада тұрақты болып табылады. Пластикалық қалдықтардың мониторингі мен әсеріне қатысты зерттеулер әлі бастапқы сатысында және үлкен экологиялық мәселе болып табылады. Мысалы, тамақ пен пластмасса қалдықтарын бір уақытта жанғанда улы зат диоксин түзіледі. Мақалада тұрмыстық қалдықтардың көлемін ұлғайту, қатты тұрмыстық қалдықтарды бөлек жинау, өңдеудің шетелдік тәжірибесін зерделеу және қалдықтарды қауіпсіз өңдеу технологиясын әзірлеу, соңғы өнімнің қоршаған ортаға зиянды әсерін бағалау мәселелері қарастырылған. Зерттеуде пластиктің екі түрі қарастырылды. Тәжірибенің бірінші бөлімінде үлгілерді жағу арқылы ауа үлгілері алынды. Тәжірибенің екінші бөлімінде газ хроматографының көмегімен ауа үлгісінің құрамы анықталды.

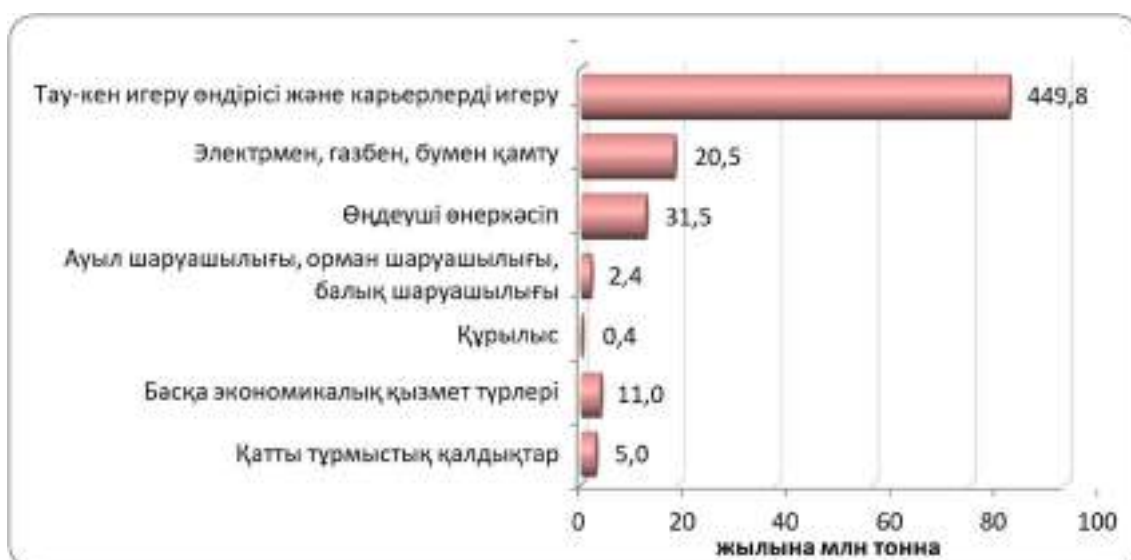
Кілт сөздер: экологиялық қауіпсіздік, пластик қалдықтары, қатты тұрмыстық қалдықтарды жою, ауру, еңбек жағдайлары, бөлек жинауды ұйымдастыру, соңғы өнімнің адамға әсері.

Кіріспе. ҚР Статистика комитетінің 2021 жылғы мәліметтері бойынша еліміздегі қалдықтардың пайда болуының негізгі көзі тау-кен өнеркәсібі жылына 449,8 млн тонна. Электр, газ және бумен қамтамасыз ету кәсіпорындары 20,5 млн тонна, өңдеу өнеркәсібінің үлесіне жылдық қалдық көлемінің 31,5 млн тоннасы келеді. Қатты тұрмыстық қалдықтар 5 млн тоннаны құрады, басқа да 2021 жылғы қалдықтардың түзілу көлемі 1-суретте көрсетілді [1]. Өндіріс қалдықтарынан бөлінетін зиянды заттар кәсіптік аурулармен қатар адамның жүйке жүйесінің, өкпенің, бауырдың, қанның органикалық ауруларын тудырады. Азот диоксиді өте улы зат болып табылады, тіпті шағын концентрацияда ол жоғарғы тыныс жолдарын тітіркендіреді, айтарлықтай концентрацияда өкпе ісінуін тудыруы мүмкін және қан құрамы-

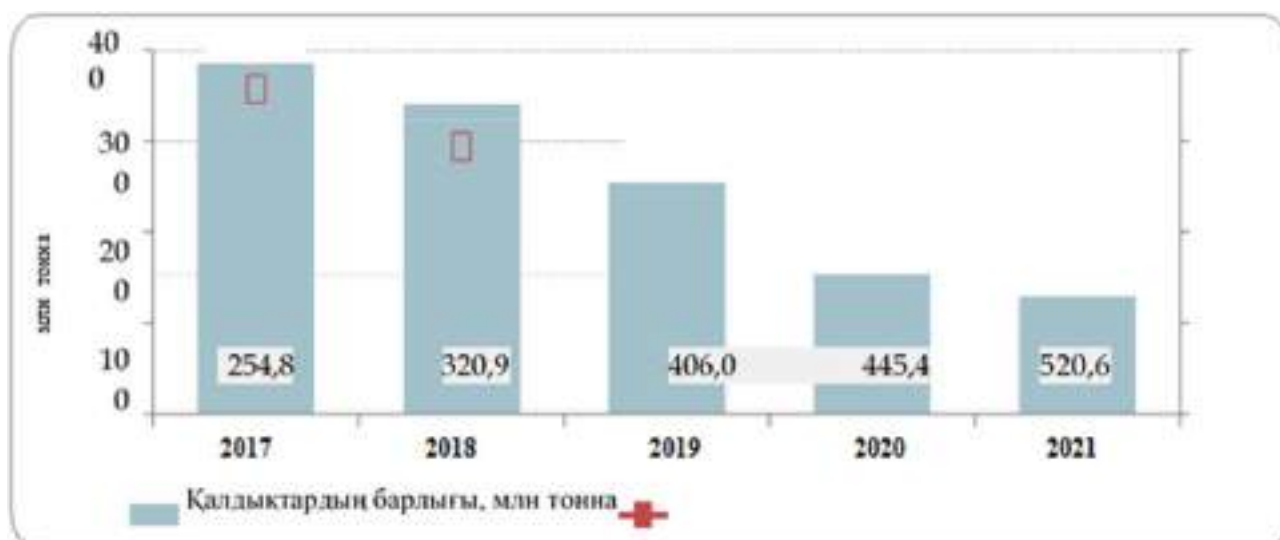
ның өзгеруіне, гемоглобиннің төмендеуіне ықпал етуі мүмкін [2].

2-суретке қарап, 2017-2021 жылдар аралығындағы қалдықтардың түзілу көлемінің жыл сайынғы өсуін байқаймыз.

ҚР Экономика министрлігінің деректері бойынша, 2017-2019 жылдары 24,2 мың тонна пайдаланылған майлар, 27,5 мың тонна аккумуляторлар, 39,6 мың тонна тозған шина, 40,2 мың тонна орама, 4,6 мың тонна электр жабдықтары жиналды. Бұдан басқа, 2017-2018 жылдары ӨКМ шеңберінде жеке және заңды тұлғалардан 5,9 млрд теңге сомасына автокөлік сатып алынды. Ескі автокөліктерді кәдеге жаратуға, автокөліктік паркті жаңартуға, аймақтардағы экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік берді. Жиналған ескі автокөлік құралдары Қарағанды қаласында 2017



1-сурет – 2021 жылдың қорытындылары бойынша қалдықтардың түзілу көздері



2-сурет – 2017-2021 жылдар аралығындағы қалдықтардың түзілу көлемінің динамикасы [1]

жылы іске қосылған автокөліктерді кәдеге жарату зауытына бағытталды. Зауыт қуаты жылына 50 мың т автокөлік [1].

2021 жылы еліміздің 3,2 мың полигонына 125 млн тонна қатты тұрмыстық қалдықтар жинақталған. Жыл сайын 5 млн тоннадан астам ҚТҚ қалыптасады. ҚТҚ жыл сайынғы өсуі 5% құрайды.

ҚТҚ өңдеу үлесі 2017-2019 жылдар аралығында 6 есеге-2,6-дан 15%-ға дейін артты. Алайда, бұл жеткіліксіз. Салыстырып қарасақ, дамыған елдерде бұл көрсеткіш 30%-дан асады. Қайта өңдеудің жоғары үлесі Маңғыстау (33%), Алматы облыстарында (23,3%) және Шымкент қаласында (22,7%) байқалады, ал төмен үлесі Шығыс Қазақстан (3,3%).

Рұқсат етілмеген үйінділер санының көбеюі мәселесі де назар аударуды қажет етеді. 2019 жылы ғарыш мониторингі аясында 9 мыңнан

астам үйінділер анықталды. Бірқатар өңірлерде кәдеге жарату көрсеткіші өте төмен. Атап айтқанда, Ақтөбе және Ақмола облыстарында кәдеге жарату үлесі 3%-ды құрайды [2]. 1-кестеде 2018-2021 жылдар аралығындағы ҚР түзілген қатты тұрмыстық қалдықтар көлемі (мың. т) берілген.

2021 жылы қағаз және картон қалдықтары орама материалдар қалдықтарының негізгі үлесін құрады. Ірі көлемді қалдықтардың ішінде жиһаз басым. 2018-2021 жылдар аралығындағы қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және қайта пайдалану көрсеткіші 2-кестеде көрсетілген.

Жыл сайын Қазақстанда 4,5-5 млн тонна қатты тұрмыстық қалдықтар түзіледі. ҚТҚ Астана, Шымкент қалаларындағы зауыттарда сұрыпталды, сондай-ақ, негізінен, шағын және орта кәсіпорындарында қайта өңделіп қолданысқа түседі [1].

Бүкіл әлемде пластмассаның 79%-ы полигон-

1-кесте – 2018-2021 жылдар аралығындағы ҚР түзілген қатты тұрмыстық қалдықтар көлемі (мың. т) [3]			
№	Қалдықтар	2020	2021
1	Орама материалдары	37,1	82,6
2	Макулатура	211,3	227,7
3	Пластик қалдықтары	13,3	68,84
4	Электрондық және электр жабдықтарының қалдықтары	4,0	1,32
5	Ірі көлемді қалдықтар	3,8	73,7
6	Құрылыс материалдарының қалдықтары	69,0	486,1
7	Өзге де қалдықтар	294495,3	334511

2-кесте – ҚР Статистика комитетінің жылдық есебі бойынша қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және қайта пайдалану көрсеткіші			
		2020	2021
Түзілген ҚТҚ	(мың. т)	4319,2	4736,6
ҚТҚ қайта өңдеу, қайта пайдалану	(мың. т)	497,1	705,2
Қайта өңделген, қайта пайдаланған ҚТҚ	(проценттік көрсеткіш)	11,5	15

дарға түсіп, қоршаған ортаны ластауда. Пластик қалдықтарды қайта өңдеу өте маңызды, себебі, қалдықтарды кәдеге жарату жаһандық проблема болып табылады. Пластикалық қоқысты қайта өңдеу арқылы келетін шығындарды және зиянды азайтуға болады. Бірақ әзірге пластиктің тек 9% ғана қайта өңделеді [4].

Пластикті қайта өңдеу оның түзілу ағынын азайтуы мүмкін, бірақ мұнда да қиындықтар бар. Біріншіден, пластикалық қалдықтардың кейбір түрлері қайта өңделмейді. Екіншіден, пластик қайта өңделсе де, сайып келгенде, ол бәрібір қоқыс алаңдарына қайтып түседі. Әлемде қайта өңдеудің жаңа, қауіпсіз технологиялары пайда болып жатқанымен, пластикті механикалық қайта өңдеу әдісі қазіргі уақытта көп қолданысқа ие болып қала беруде.

Бұл әдіс өзінің шектеулеріне ие: қайта балқыту полимерлердің тозуына әкеледі, бұл қайта өңдеу циклдерінің санын шектейді. Осы себептерге байланысты механикалық жолмен өңделген пластик бастапқы пластмассалар сияқты кенің қолдануға жарамайды. Сонымен қатар, пластик қалдықтарын механикалық жолмен қайта өңдеудегі ең басты мәселе ол-пластиктің дұрыс, қауіпсіз өңделмеуі болып табылады. Егер пластик нашар өңделсе, бұл адамдардың денсаулығына зиян тигізуі мүмкін. Өнімнің сапасы нашар екенін иіс арқылы анықтауға болады-бұл өткір және жағымсыз иіс. Пластик қалдықтарды өңдеу процесінде әр түрлі қоспалар қосылуы мүмкін түсін өзгерту, беріктігін арттыру мақсатта. Мұның салдары әртүрлі болуы мүмкін – аллергиядан қатерлі ісікке дейін [5].

Жоғарыда айтылғандай, бірінші ретті пластик және қайта өңделген пластикте соңында, қоқыс алаңдарына қайтып оралады. Елімізде экологи-

ялық талаптар мен санитарлық нормаларға сәйкес келетін полигондардың саны 601 құрайды (18,2%), ал қалған 79% қоқыс алаңдарында қалдықтар қоршаған ортаны ластап, көп жағдайда өздігіне тұтанып, қоршаған ортаны әртүрлі зиянды қосылыстармен ластайды [7]. Тамақ пен пластик қалдақтарының бірге жануы әсерінең ауаға улы қосылыстар бөлінеді.

Эксперименттік бөлім және талқылау нәтижелері.

Эксперимент мақсаты: «Қазақ соқырлар қоғамы» қоғамдық бірлестігінің Жамбыл оқу-өндірістік кәсіпорны» ЖШС-дегі соңғы өнімі болып табылатын киім қыстырғыш пен ілгіштің жану процесінде атмосфераға бөлінген зиянды қосылыстарды анықтап, олардың адам денсаулығы мен қоршаған ортаға әсерін анықтау.

Эксперимент Алматы қаласы, Павлодар көшесі-11 бойынша орналасқан, физика, инженерия саласындағы зерттеулер мен әзірлемелер жасайтын «Жалын» жауапкершілігі шектеулі серіктестігіндегі ғылыми аккредиттелген сынақ зертханасында жүргізілді.

Зерттеу барысында екі түрлі пластик түлері қолданылды. Олар:

- Киім қыстырғыш – Полипропилен (3-сурет);
- Киім ілгіш – Полистирол (4-сурет).

Эксперимент екі бөлімнен тұрды. Бірінші бөлімде үлгілерді жандырып ауа үлгісі алынды. Екінші бөлімде «Хроматэк-Газохром 2000» деп аталатын газ хроматограф көмегімен алынған ауа үлгісінің құрамы анықталды.

Бірінші бөлімде үлгілер алдын ала дайындалды, яғни жануға ынғайлы етіп ұсақталды, өнімдер дайын болған сон жеке полипропилен мен полистиролды жандырып ауа үлгісі алынды (5-сурет).

Эксперименттің екінші бөлімінде газ хроматограф көмегімен ауа үлгісінің құрамы анықталды.

Зерттеу барысында бірінші үлгі «Киім қыстырғыш-Полипропилен» және «Киім ілгіш-Полистирол» екінші үлгінің ауа пробасы тексерілді. Талдау уақыты әр ауа пробасына 10 минутты құрады. Зерттеу нәтижелері 8, 9-суретте көрсетілген.

Қорытынды.

Үлгі 1 – «Киім қыстырғыш-Полипропилен» жану өнімдері және олардың пайыздық көрсеткіштеріне тоқталсақ олар: Көмірқышқыл газы (CO_2) – 6,214%, сутегі (H_2) – 0,004%, оттегі (O_2) – 14,909%, азот (N) – 69,386%, улы газ (CO) – 3,56%, метан (CH_4) – 5,11%, азот оксиді (N_2O) – 0,817%



3-сурет – Полипропилен



4-сурет – Полистирол



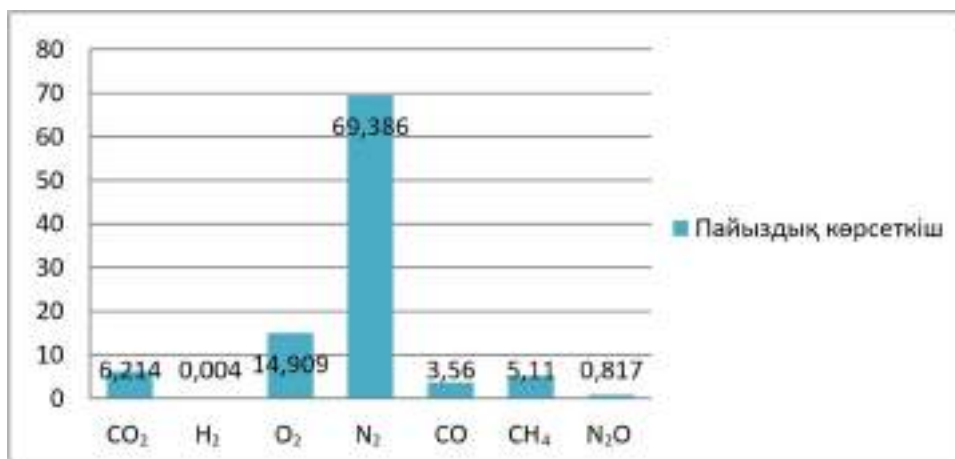
5-сурет – Үлгілерді алдын ала дайындау процесі



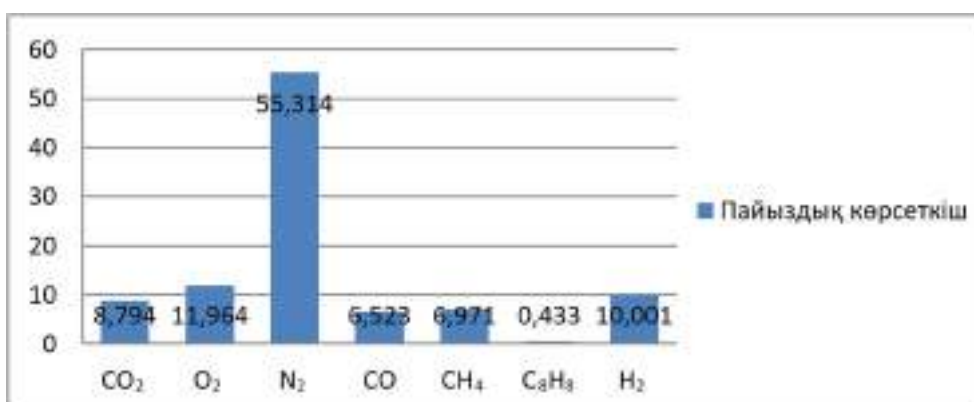
6-сурет – Хроматэк-Газохром 2000



7-сурет – Газ хроматографпен жұмыс істеу барысы



8-сурет – «Киім қыстырғыш-Полипропилен» ауа құрамының көрсеткіші



9-сурет – «Киім ілгіш-Полистиролдың» ауа құрамының көрсеткіші

құрады.

Үлгі 2 – «Киім ілгіш-Полистиролдың» жану өнімдері және олардың пайыздық көрсеткіштеріне тоқталсақ олар: көмірқышқыл газы (CO₂) – 8,794%, сутегі (H₂) – 10,001%, оттегі (O₂) – 11,964%, азот (N) – 55,314%, СО – 6,523%, метан (CH₄) – 6,971%, стирол (C₈H₈) – 0,433% құрады.

Өндіріс қалдықтарынан ластану шекті рұқсат

етілген концентрациялар деңгейінен асып түседі кәсіпорынның санитарлық-қорғау аймағының граниттерінің артындағы ластаушы заттар [6]. Ла-стаушы заттардың адам денсаулығына кері әсерін болдырмау қажет: өндіріс қалдықтарын өңдеу арқылы ластаушы заттардың деңгейін төмендету, қалдықсыз өнім шығару және жою, өндірістік ре-сурсын таусылған жабдықты пайдалану.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Батесова Ф.К., Хаким А.А. Қатты тұрмыстық қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы шетелдік және Қазақстандық тәжіри-беге салыстырмалы талдау // Международная научно-практическая конференция «Аспекты и инновации биотехнологии окружающей среды и биоэнергетики», посвященная 60-летию академика Национальной Академии Наук Республики Ка-захстан, декана факультета биологии и биотехнологии КазНУ имени аль-Фараби, доктора биологических наук, профессора Заядана Болатхана Казыхановича. Алматы, 2021. С. 111-115.
2. Omirbay R.S., Malgazhdarova M.K., Batesova F.K., Shevtsova V.S. – Standard of the Republic of Kazakhstan «occupational health and safety management systems» and analysis of traumatism and occupational (job-related) diseases at the enterprises // ACM International Conference Proceeding Series14 September 2020, Номер статьи 34107516th International Conference on Engineering and MIS, ICEMIS 2020; International Information Technology University (IITU) Manas Street 34/1 Almaty; Kazakhstan; 14 September 2020 до 16 September 2020; <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090920349&origin=AuthorNamesList&txGid=1e548e96824de08b98c45a51f0df3f50>.
3. Вторая жизнь пластика в Казахстане – как повысить долю его переработки// https://baigenews.kz/news/vtoraya_zhizn_plastika_v_kazakhstan_e_-kak_povysit_dolyu_ego_pererabotki/
4. Batessova F.K., Pirmanova A.M., Pirzhanova G.I. The analysis of data on recycling of waste in Kazakhstan // Materialy XI

Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa mysl informacyjnej powieki – 2015», 07-15 marca 2015 roku – Volume 14 Matematyka. Fizyka. Budownictwo I architektura. Techniczne nauki: Przemysl. Nauka I Studia, pp. 103-107.

5. Батесова Ф.К., Хаким А.А. Анализ данных по образованию и вторичному использованию отходов в Казахстане // Труды Сатпаевских чтений «Сатпаевские чтения – 2020». Том 2. Алматы: КазННТУ имени Сатпаева, 2020. С. 516-520.
6. Батесова Ф.К., Хаким А.А., Алиаскарова А.Ж. Анализ зарубежного опыта и Казахстана в сфере обращения с отходами производства и потребления // Там же. Том 2. Алматы: КазННТУ имени Сатпаева, 2021. С. 385-389.
7. Anna Twarog, Magdalena Mamak, Henryk Sechman, Piotr Rusiniak, Ewelina Kasprzak, Krzysztof Stanek Impact of the landfill of ashes from the smelter on the soil environment: case study from the South Poland, Europe Environ Geochem Health (2020) 42:1453-1467. [https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y\(0123456789\(\),-volV\)\(01234567](https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y(0123456789(),-volV)(01234567)

Исследование вредного воздействия твердых бытовых отходов, выделяемых в атмосферу в процессе горения полипропилена и полистирола, на окружающую среду

¹*БАТЕСОВА Фируза Кайсарбековна, к.т.н., ассоциированный профессор, firuz_78@mail.ru,

¹ШЕВЦОВА Владлена Степановна, к.т.н., ассоциированный профессор, sh_vladlena@mail.ru,

²ӨМІРБАЙ Роза Сүлейменқызы, д.т.н., профессор, koki_92@bk.ru,

²МУРАТОВА Самал Каримбаевна, к.т.н., ассоциированный профессор, muratova_s.k@mail.ru,

²ОМИРЗАКОВА Эльмира Женисовна, к.т.н., ассоциированный профессор, eomirzakova@mail.ru,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

²УО «Каспийский общественный университет», Казахстан, Алматы, пр. Достык, 85а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель исследования – выявить вредные соединения, выбрасываемые в атмосферу в процессе горения полипропилена и полистирола. Утилизация и полное обезвреживание твердых бытовых отходов является сложной гигиенической проблемой, особенно в условиях растущей урбанизации. Во многих случаях листовая и упаковочный пластик утилизируется после его использования. Между тем из-за своей долговечности такие пластики находятся повсюду и устойчивы в окружающей среде. Исследования по мониторингу и воздействию пластиковых отходов все еще находятся на начальной стадии и для обеспечения экологии представляют серьезную проблему. Например при одновременном сжигании пищевых и пластиковых отходов образуется токсичное вещество – диоксин. В статье рассмотрены проблемы увеличения количества бытовых отходов, отдельный сбор твердых бытовых отходов, изучение зарубежного опыта переработки и разработка безопасной технологии переработки отходов, оценка вредного воздействия конечного продукта на окружающую среду. В ходе исследования изучались два разных вида пластика. В первой части эксперимента пробы воздуха отбирали путем сжигания образцов. Во второй части эксперимента состав пробы воздуха определяли с помощью газового хроматографа.

Ключевые слова: экологическая безопасность, пластиковые отходы, утилизация твердых бытовых отходов, заболевание, условия труда, организация отдельного сбора, влияние конечного продукта на человека.

Study of the Harmful Effects of Municipal Solid Waste Released into the Atmosphere During the Combustion of Polypropylene and Polystyrene on the Environment

¹*BATESSOVA Firuza, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, firuz_78@mail.ru,

¹SHEVTSOVA Vladlena, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, sh_vladlena@mail.ru,

²OMIRBAY Roza, Dr. of Tech. Sci., Professor, koki_92@bk.ru,

²MURATOVA Samal, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, muratova_s.k@mail.ru,

²OMIRZAKOVA Elmira, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, eomirzakova@mail.ru,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

²EI «Caspian Public University», Kazakhstan, Almaty, Dostyk Avenue, 85a,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the study is to identify harmful compounds emitted into the atmosphere during the combustion of polypropylene and polystyrene to the environment. Utilization and complete disposal of municipal solid waste is a complex hygienic problem that is becoming more and more difficult, especially in the context of growing urbanization. In many cases, sheet and packaging plastics are recycled after use, yet because of their durability, these plastics are ubiquitous and sustainable in the environment. Research on the monitoring and impact of plastic waste is still in its infancy and is a major environmental challenge. For example, when food and plastic waste are burned at the same time, a toxic substance, dioxin, is formed. The article deals with the problems of increasing the amount of domestic waste, separate collection of solid domestic waste, studying foreign experience in processing and developing a safe waste processing

technology, assessing the harmful effects of the final product on the environment. The study looked at two different types of plastic. In the first part of the experiment, air samples were taken by burning the samples. In the second part of the experiment, the composition of the air sample was determined using a gas chromatograph.

Keywords: *environmental safety, plastic waste, disposal of solid domestic waste, disease, working conditions, organization of separate collection, the impact of the final product on a person.*

REFERENCES

1. Batesova F.K., Hakim A.A. Qatty turmystyq qaldyqtarmen jumys isteý salasyndaǵy sheteldik jáne Qazaqstandyq tájiri bege salystyrmaly taldaý // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Aspekty i innovacii biotekhnologii okruzhayushchej srede i bioenergetiki», posvyashchennaya 60-letiyu akademika Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazahstan, dekana fakul'teta biologii i biotekhnologii KazNU imeni al'-Farabi, doktora biologicheskix nauk, professora Zayadana Bolathana Kazyhanovicha. Almaty, 2021. Pp. 111-115.
2. Omirbay R.S., Malgazhdarova M.K., Batesova F.K., Shevtsova V.S. – Standard of the Republic of Kazakhstan «occupational health and safety management systems» and analysis of traumatism and occupational (job-related) diseases at the enterprises // ACM International Conference Proceeding Series 14 September 2020, Nomer stat'i 34107516th International Conference on Engineering and MIS, ICEMIS 2020; International Information Technology University (IITU) Manas Street 34/1 Almaty; Kazakhstan; 14 September 2020 do 16 September 2020 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090920349&origin=AuthorNamesList&txGid=1e548e96824de08b98c45a51f0df3f50>
3. Vtoraya zhizn' plastika v Kazahstane – kak povysit' dolyu ego pererabotki// https://baigenews.kz/news/vtoraya_zhizn_plastika_v_kazahstane_-_kak_povysit_dolyu_ego_pererabotki/
4. Batesova F.K., Pirmanova A.M., Pirzhanova G.I. The analysis of data on recycling of waste in Kazakhstan // Materialy XI Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa mysl informacyjnej powieki – 2015», 07-15 marca 2015 roku – Volume 14 Matematyka. Fizyka. Budownictwo I architektura. Techniczne nauki: Przemysl. Nauka I Studia, pp. 103-107.
5. Batesova F.K., Hakim A.A. Analiz dannyh po obrazovaniyu i vtorichnomu ispol'zovaniyu othodov v Kazahstane // Trudy Satpaevskih chtenij «Satpaevskie chteniya – 2020». Tom 2. Almaty: KazNITU imeni Satpaeva, 2020, pp. 516-520.
6. Batesova F.K., Hakim A.A., Aliaskarova A.ZH. Analiz zarubezhnogo opyta i Kazahstana v sfere obrashcheniya s othodami proizvodstva i potrebleniya // Tam zhe. Tom 2. Almaty: KazNITU imeni Satpaeva, 2021. Pp. 385-389.
7. Anna Twaro'g, Magdalena Mamak, Henryk Sechman, Piotr Rusiniak, Ewelina Kasprzak, Krzysztof Stanek Impact of the landfill of ashes from the smelter on the soil environment: case study from the South Poland, Europe Environ Geochem Health (2020) 42:1453-1467. [https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y\(0123456789\),-volV\)\(01234567](https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y(0123456789),-volV)(01234567)

Тау-кен қазбаларының аралас бекітпелерінің кезінде бос жыныстарғағы деформацияға тау-кен техникалық жағдайларының әсері

¹*ХАЛИКОВА Эльвира Равиловна, PhD, аға оқытушы, salyahova_e@mail.ru,

¹ДЕМИН Владимир Федорович, т.ф.д., профессор, vladfdemin@mail.ru,

¹ТАНЕКЕЕВА Гаухар Джошина, докторант, tanekeeva77@mail.ru,

¹АБДРАХМАН Елнұр Айдосұлы, докторант, yelnur.abdrakhman@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақсаты – өндіріс контурының айналасындағы деформациялардың таралуына байланысты прогрессивті технологиялық бекіту сызбаларын жасау. Бекіту тәсілін таңдау әдістемесі: тау-кен-геологиялық, тау-кен-техникалық және технологиялық параметрлерге байланысты деформацияланған жай-күйді, тау-кен қысымының көріністерін, қазбаларды қолдау жағдайларын зерттеу, олардың кен қазбаларын бекіту тиімділігіне әсер ету дәрежесін белгілеу, орнықтылықты және ақауды азайтуды қамтамасыз ете отырып, бекіту паспорттарын негіздеу, және оларды ұстап тұру шығындары. Деформацияланған күйді, тау-кен қысымының көріністерін, тау-кен техникалық және технологиялық параметрлерге байланысты қазбаларды қолдау жағдайларын зерттеу негізінде олардың кен қазбаларын бекітудің әртүрлі түрлерін қолдану тиімділігіне әсер ету дәрежесі анықталды. Зерттеудің ғылыми жаңалығы-тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық факторларына байланысты уақыт өте келе серпімді емес деформациялар аймақтарының өзгеру заңдылықтарын және оның контурларының ақауларын азайтуға ықпал ететін қазбаны сенімді пайдалану үшін бекітпенің параметрлерін анықтай отырып, өндіріс контурларының тұрақтылығын анықтау. Контурға жақын тау жыныстарын бекіту технологиясының тиімділігін арттыру үшін техногендік деформацияланған күйді басқара отырып, оларға іргелес тау жыныстарының мінез-құлық заңдылықтары бойынша зерттеу нәтижелері ұсынылған.

Кілт сөздер: тау-кен қазбалары, деформациялық процестер, бекіту параметрлері, геомеханикалық процестер, анкерлік бекітпе, тау-кен қысымы, тау-кен техникалық факторлар, тау-кен жұмыстарының даму схемалары, деформацияланған күй.

Кіріспе. Бекітудің тиімділігін арттыру мәселелерін шешудегі ең әлсіз буын күрделі тау-кен-техникалық пайдалану жағдайларында тау-кен қазбаларына жақын геомеханикалық процестерді жеткіліксіз зерттеу болып табылады.

Бекіткіштің параметрлерін анықтау үшін негізделген технологиялық шешімдер қабылдау үшін оны тиімді пайдалану үшін қазбаның контурлық массивінің тау жыныстарының кернеулі-деформацияланған күйін геомеханикалық болжау қажет.

Зерттеу әдістері. Тау-кен бекітпесінің параметрлерін есептеудің қолданыстағы әдістерін қолдану олардың пайдалану қазбаларын, әсіресе тазарту жұмыстарының әсер ету аймағында сенімді ұстауды әрдайым қамтамасыз ете бермейтіндігін көрсетеді. Сондықтан дайындық қазбаларын тиімді қолдау тәсілдерін әзірлеу тау-кен дайын-

дық жұмыстары саласындағы өзекті міндет болып табылады.

Тау-кен қазбаларын үлкен тереңдікте ұстаудың геомеханикалық шарттары тау жыныстарының, әсіресе тау қысымының төмен концентрациясында қарқынды иілуге бейім табанның төмен беріктігіне байланысты күрделілігімен сипатталады. Қазу қазбаларын қорғаудың, бекітудің және қолдаудың қолданылатын шаралары Жалпы Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында бар проблеманы шеше алмайды. Қазбаларды бекітудің әр түрлі түрлерінің жүктеме сипаттамаларын анықтау үшін тазарту жұмыстарының әсер ету аймағында орналасқан кезде қазбаларға жақын деформациялық процестердің параметрлерін бақылау жүргізілді [1-2].

Тазалау кенжарына жүктеменің жоғары деңгейін қамтамасыз ету үшін оның жылжуы тәулі-

гіне 8-12 м құрауы тиіс, ал қорларды дайындау үшін дайындық қазбаларын жүргізу қарқыны тәулігіне 15-25 м кем болмауы тиіс.

Қазіргі жағдайда әлемдік тәжірибеде көмір шахталарында ұзын тазалау кенжарлары кезінде мақсатсыз технологияның үш схемасы қолданылады: қазбаларды қайта пайдалану үшін сақтай отырып; қазбаларды өңделген кеңістікке қарай бұра отырып; олардың арасында аралас лавамен кентірек қазып, қосарланған қазбаларды жүргізе отырып [3-4].

Мақсатсыз технологияның ең прогрессивті схемасы іргелес лаваны өңдеу кезінде қазба кеңістігімен шекарада қазба жұмыстарын сақтай отырып, қабаттарды дайындау және өңдеу технологиясы болып табылады. Бұл ретте қайта пайдаланылатын қазбалардың орнықтылығы тереңдетілген екі деңгейлі анкерлік бекіткішті және күшейткіш бекіткішпен бірге жоғары көтергіштік қабілетті қолдану жолымен жыныстардың көтеруші қабатын құрумен қамтамасыз етіледі.

Ғылыми нәтижелері. Зерттеу үшін қуаттылығы 4,2 м болатын К10 резервуарының конвейерлік штрегі қабылданды, оны шахтаның әр түрлі бекітулерімен қолдайды. Костенко (Қарағанды көмір бассейні) 600 м тереңдікте, оның жағдайы 1-суретте көрсетілген [5].

Тазарту жұмыстарының әсер ету аймағында қазбалардың тұрақтылығын бақылау кезеңі 20 айдан астам уақытты құрады. Лаваның алдында 10 м, лавасы бар Жармада және оның артында 120 м төбенің деформациясы сәйкесінше: рамалық бекітпемен – 0,3, 0,45, 1,1 м; анкерлік-рама-

лық бекітпемен – 0,08, 0,1, 0,2 м (немесе 3-4 есе аз) – 2-сурет.

Жұмыс контурларының конвергенциясы 0,7-0,85 мм құрады, оның ішінде деформациялардың 70%-ы табан жыныстарының көтерілуіне байланысты. Жұмыс істеп тұрған конвейерді комбайн басқаратын және лаваның артында гофпен шекарада ұсталған. Лаваның алдында тірек қысым аймағы 125-130 м шамаға дейін таралады: табанның көтерілуі (1,1 м дейін), тірек деформациясы (0,15-0,2 м дейін). Стоптан 30-40 м және 100-110 м бұрын табан жыныстары әрқайсысы 1,1-1,5 м тереңдікте жарылған. Стоп сызығында жұмыс кезінде төбе мен табанның жақындасуы 0,13 м құрады.

Лаваның артында деформациялар жоғары, 0,9-1,2 м-ге дейін және 140-145 м-ден жоғары, арматура (жұмыс ұзындығының 46% дейін) және табанның қайталама бұзылуы (1,5-2,1 м) жұмыс істейді [6].

Лавадан 15-20 м тазарту кенжары сызығының алдындағы төбе жыныстарының максималды тік ығысуы 0,03-0,035 м, одан кейін 35-40 м қашықтықта сөніп қалды. Лаваның артындағы қазба төбесінің деформациясы 0,55-0,6 м құрады [7].

Мысал ретінде төбе жыныстарының жақындасуының тәуелділігі келтірілген: а) $K(l) = -1,9 \cdot 10^{-3} \cdot L + 8,8 \cdot 10^{-3}$, корреляция коэффициенті $r = 0,94$; б) $R(l) = -0,04 \cdot \sqrt[3]{L} + 0,25$, корреляция коэффициенті $r = 0,97$. Табан жыныстары мен жақтары үшін эмпирикалық тәуелділіктің түрі бірдей, тек тұрақтылар өзгереді.

Бекітудің әртүрлі түрлері бар пайдалану қаз-



1-сурет – 49к₁₀₋₃ конвейерлік штрек деформациясының өзгеру динамикасы (в участкесі, лаваның артында ұсталады)

баларындағы деформациялық процестердің параметрлерін өлшеу олардың орнықтылығының сипатын анықтауға мүмкіндік берді [6-7]. Бұл ретте құрама анкерлік-рамалық бекітпесі бар қазбалар контурларының деформациясы иілгіш металл арқаулық рамалық бекітпеге қарағанда 4-5 есе аз (3-сурет).

Сондай-ақ, кен қазбаларындағы жыныстардың жылжуы игеру тереңдігіне байланысты, басқарылуы қиын басқарылатыннан жеңіл басқарылатынға қарай өзгереді (4-сурет) [8].

Анкерлік бекіту үшін ұсынылған кестеге сәйкес эмпирикалық тәуелділіктер орнатылды: $\Delta N_i(T) = 16A^{0.3}$, корреляция коэффициенті $r=0,8$.

Анкерлік қаптамаға эмпирикалық тәуелділік: $N(H) = 8,3h^{0.7}$, корреляция коэффициенті $r=0,98$.

5-суретте игеру тереңдігін ескере отырып, қазу қазбалары қимасының параметрлерінен (h , м) және беріктік параметрлері (сығуға $R_{сж}$, кН/м²) мен тығыздығы жыныстарының (γ , т/м³), тұрақтылықты сипаттайтын орын ауыстырудың

тәуелділігі көрсетілген (N , м).

Орын ауыстырулар жұмыстардың көлденең қимасының өлшемдерінің ұлғаюымен өседі, ал айтарлықтай әсер еніне жатады. Ауыстырулар контурдан массивке дейінгі қашықтыққа қарай азаяды [9-10].

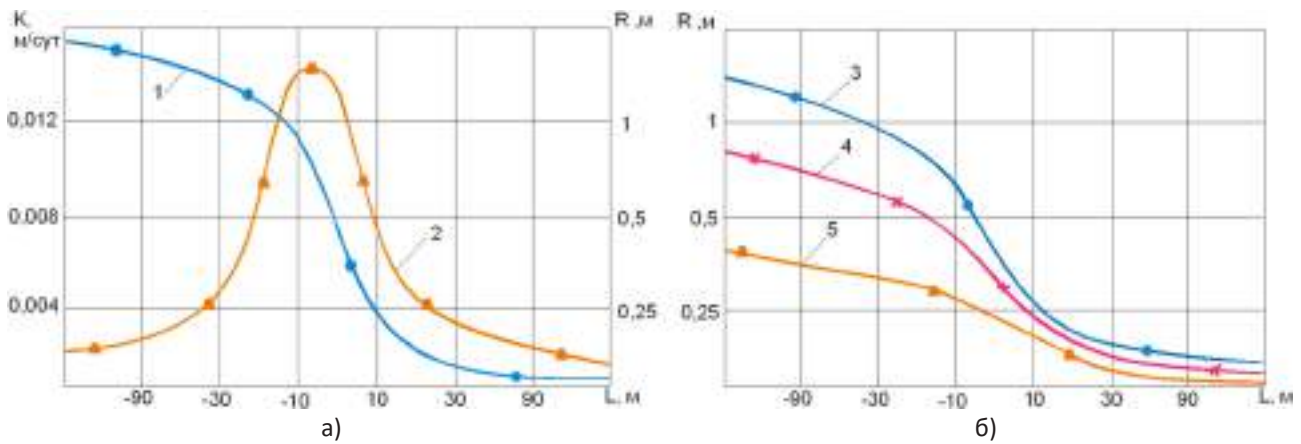
Бүйірлік ығысуларға эмпирикалық тәуелділік: $N(b) = 0,08H^2 - 0,62H + 2$, корреляция коэффициенті $r=0,9$.

6-суретте төбе жыныстарының (1) және қазба жақтарының (2) ығысу жылдамдығының өзгеруі бекітпенің кедергісіне тәуелділігі көрсетілген.

Төбе жыныстарының ығысуына эмпирикалық тәуелділік $U(R) = 0,2e^{-0,8R}$, корреляция коэффициенті $r=0,86$.

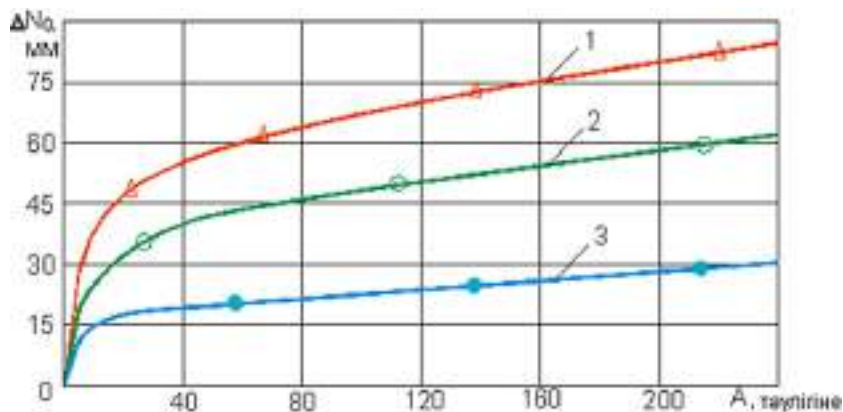
Кен қазбаларын анкерлік бекіту кезіндегі деформациялық процестердің параметрлері 7-суретте көрсетілген.

Арматуралық болаттан жасалған өзектер үшін эмпирикалық тәуелділік 21,6 мм: $Q(U) = 46,5N^{0.4}$, корреляция коэффициенті $r=0,9$.



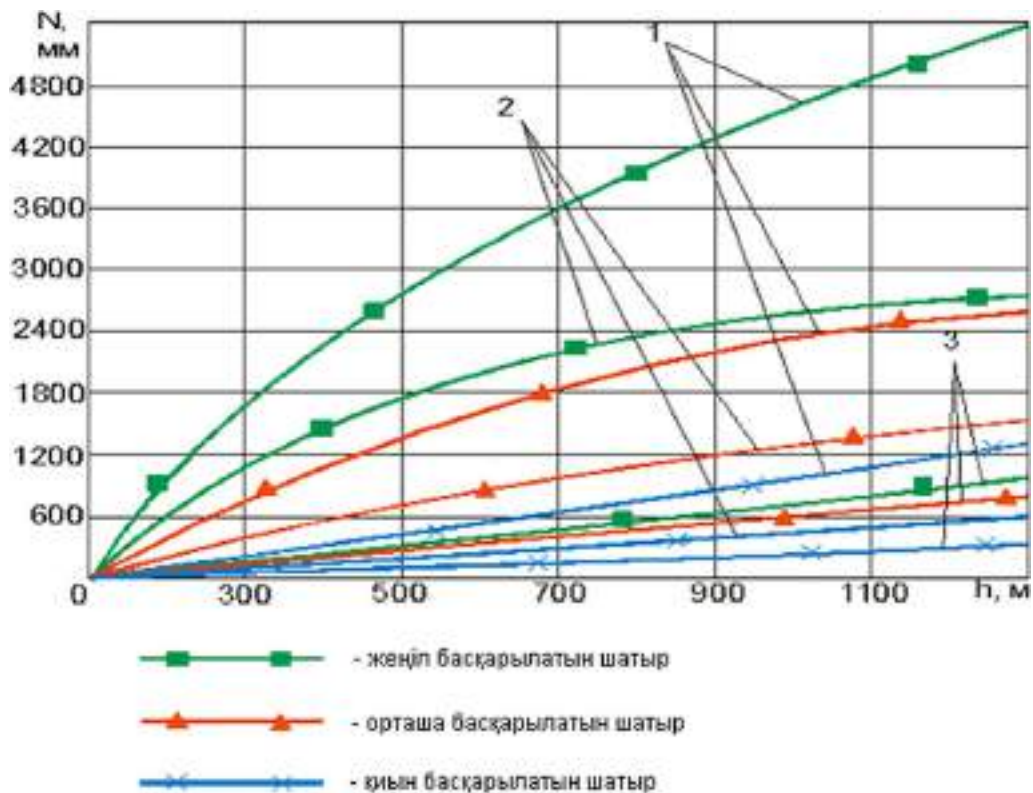
а) 1 және 2 – төбе және табан жыныстарының конвергенциясы (R , м) және деформация қарқындылығы (K , м/тәу);
б) 3, 4 және 5 – төбені түсіру, жақтарын жақындату және табанды көтеру

2-сурет – Тоқтауға дейінгі қашықтыққа байланысты жұмыс контурларының орын ауыстыруы



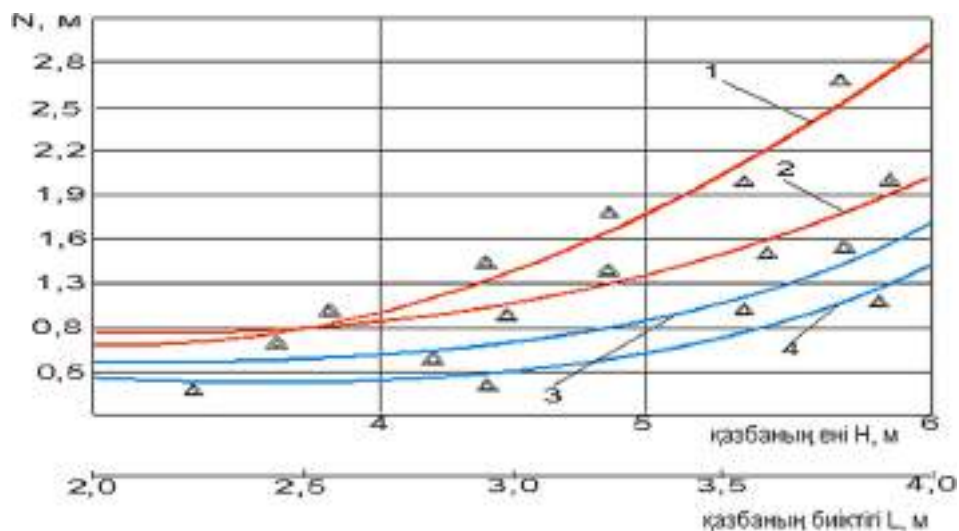
төбе жыныстарының жылжуы ΔN_0 ; бекітпе кезінде: 1 – рамалы; 2 – анкерлі; 3 – анкерлі – рамалы

3-сурет – Тазалау жұмыстарының әсер ету аймағында дайындық қазбасының айналасындағы төбе жыныстарын оны ұстау мерзіміне байланысты деформациялау



1 – аркалы; 2 – анкерлік; 3 – құрама бекітпелер

4-сурет – Тау жыныстарының деформациясына тәуелділік (N , мм) кен қазбаларында тау-кен жұмыстарын жүргізу тереңдігінен (h , м)



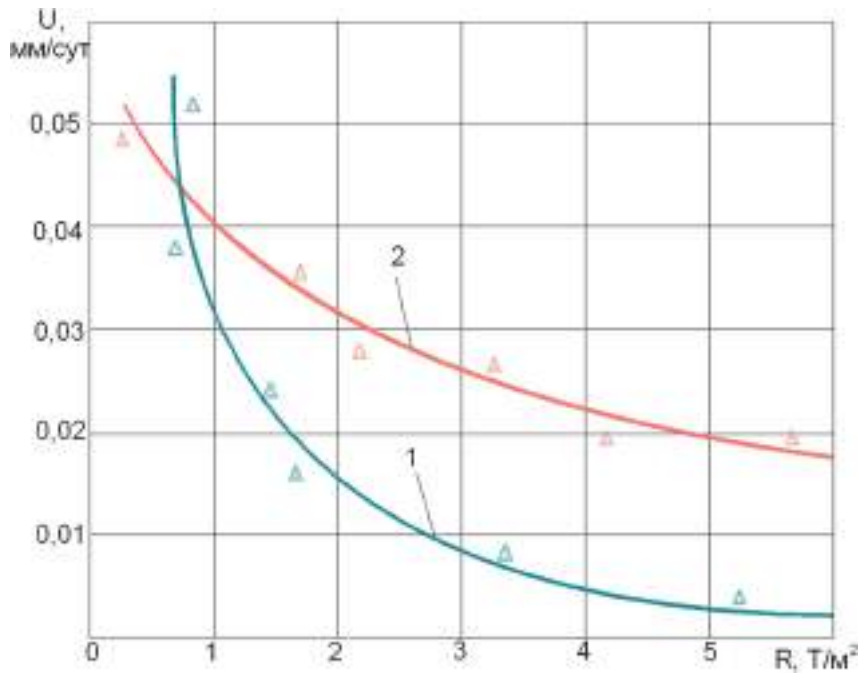
1, 2 – қазба топырағы мен төбесінің жылжуы; 3, 4 – қазу бағанының жағынан және келесі қазу бағанының көмір массивінің жағынан қазбаның бүйірлерінің ығысуы

5-сурет – Деформациялардың (N , м) қазбаның көлденең қимасының ауданына тәуелділігі: ені (H , м) және қазбаның биіктігі (L , м): шарттар үшін: 1, 2 $\gamma H/R_{сж} \leq 10,1, 0,2$; 3, 4 кезінде $\gamma H/R_{сж} \leq 10,3, 0,4$

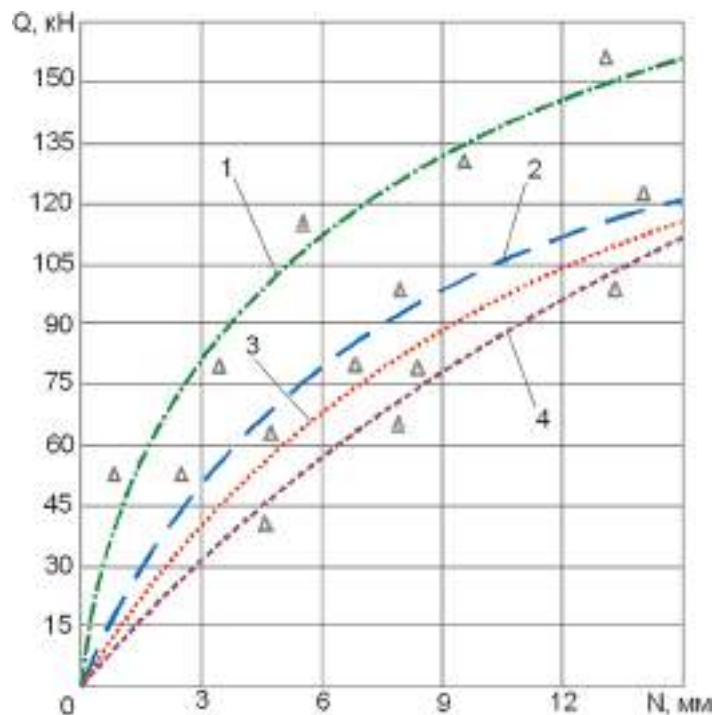
Қорытынды. Тау жыныстарының қысымының көріністерін талдау, жұмыстар кезінде статистикалық тәжірибелік мәліметтерді өңдеу, геологиялық құжаттаманы бағалау, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін жалпылау негізінде, тау-кен қысымының қалып-

тасуына әсер ететін тау-кен техникалық факторларды жалпылау негізінде Қарағанды көмір бассейні шахталарының жағдайлары үшін тау-кен қысымы параметрлерінің эмпирикалық тәуелділіктері қалыптасты [11-12].

Жүргізілген зерттеулер тау-кен қазбала-



6-сурет – Төбе жыныстары (U, мм/сут) (1) мен қазба бүйірлері (2) деформация жылдамдығының өзгеруінің бекітпенің көтергіш қабілетіне тәуелділігі (R, т/м²)



1 – арматуралық болаттан жасалған 21,6 мм өзектер; 2 – кесіктері бар дөңгелек көлденең қималы өзектер; 3 – алтыбұрышты өзектер; 4 – диаметрі 21,6 мм дөңгелек көлденең қималы металл өзектер

7-сурет – Дайындық қазбаларын анкерлік бекіту кезінде тау қысымының (Q, кН) көрінісі

рындағы бекітпелердің әр түрлі түрлері кезінде контурдан тыс жыныстардағы ығысуларға тау-кен-техникалық даму жағдайларының әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді. Деформацияның анықталған заңдылықтары әртүрлі тау-кен техникалық пайдалану жағдайларында

терең горизонттарда қазбаларды жүргізу кезінде тау-кен қысымының көріністерін есептеу кезінде қолданылуы мүмкін.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант № AP13268798).

1. Kuz'min S.V., Sal'vasser I.A. Faktory i klassifikacionnye priznaki, opredel'jajushhie puchenie. Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta: Kemerovo. – 2014. – No. 3. – Pp. 43-44.
2. Son D.V., Saranchukov A.V., Demin V.V. Vlijanie tehnologičeskix faktorov na NDS vmeshhajushhih porod vokrug vyemochnyh vyrabotok. Materialy 4-oj mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Jeftektivnye izmenenija sovremennoj nauki – 2008», tom 17, «Tehnologii», Praga, 2008, pp. 73-77.
3. Kuz'min S.V., Sal'vasser I.A., Meshkov S.A. Mehanizm razvitija puchenija porod pochvy i sposoby bor'by s nim. Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. Otdel'nyj vypusk. – Moscow: Gornaja kniga. – 2014. – No. 3. – Pp. 120-126.
4. Kazanin O.I., Zadavin G.D. Intensivnaja otrabotka vysokogazonosnyh ugot'nyh plastov na bol'shih glubinah. – Saint Petersburg-Vorkuta, 2007. – 200 p.
5. Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 628 p.
6. Laubscher D.H. and Jakubec J., The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses. SME. – 2000. – Pp. 475-481.
7. Hudson J.A., Harrison J.P. Engineering Rock Mechanics: an introduction to the principles and applications. – London: Elsevier Science, 1997. – 150 p.
8. Caj B.N., Bahtybaev N.B. Vybor konstrukcij krepej gornyx vyrabotok i opredelenie ih parametrov v ugot'nyh shahtah. Gornyj zhurnal Kazahstana. – Almaty: 2008. No. 1 (37). – Pp. 14-17.
9. Bobylev Y.G., Korshunov G.I. and others. Combined and anchor bolting installation in coal mines excavations. St. Petersburg International Academy of Ecology, Man and Nature. 2009. 176 p.
10. Steverding B., Lehnigk S.H. The fracturepenetration depth of strespsules. – Intrn. I. Rock. Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr., 1976, V. 13. – Pp. 75-80.
11. Grady D.E., Kipp M.E. The mickromechanics and mining science. 1979. V. 16. No. 5. – Pp. 293-302.
12. Martin Junker. Gebirgsbeherrschung von Flozstrecken / Verlag Gluckauf GmbH / Essen. 2006. 273 p.

Влияния горнотехнических условий эксплуатации на деформации во вмещающих породах при различных видах крепи горных выработок

¹*ХАЛИКОВА Эльвира Равиловна, PhD, старший преподаватель, salyahova_e@mail.ru,

¹ДЕМИН Владимир Федорович, д.т.н., профессор, vladfdemin@mail.ru,

¹ТАНЕКЕЕВА Гаухар Джошина, докторант, tanekeeva77@mail.ru,

¹АБДРАХМАН Елнур Айдосулы, докторант, yelnur.abdrakhman@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель – разработать прогрессивные технологические схемы крепления в зависимости от распределения деформаций вокруг контура выработок. Методика выбора способа крепления: исследование деформированного состояния, проявлений горного давления, условий поддержания выработок в зависимости от горно-геологических, горнотехнических и технологических параметров для установления степени их влияния на эффективность крепления выемочных выработок и обоснования паспортов крепления с обеспечением устойчивости и снижения дефектности и затрат на их поддержание. На базе проведенных исследований установлена степень их влияния на эффективность применения различных видов крепления выемочных выработок. Научная новизна исследований заключается в установлении закономерностей изменения зон неупругих деформаций с развитием их во времени и устойчивости контуров выработки в зависимости от горно-геологических и горнотехнических факторов с определением параметров крепи для надежной эксплуатации выработки, способствующих снижению дефектности ее контуров. Представлены результаты исследований по закономерностям поведения примыкающих к ним массивов горных пород, с управлением техногенным деформированным состоянием для повышения эффективности технологии крепления приконтурного горного массива.

Ключевые слова: горные выработки, деформационные процессы, параметры крепления, геомеханические процессы, анкерная крепь, горное давление, горнотехнические факторы, схемы развития горных работ, деформированное состояние.

The Influence of Mining and Technical Operating Conditions on Deformations in the Host Rocks at Various Types of Supports of Mine Workings

¹***KHALIKOVA Elvira**, PhD, Senior Lecturer, salyahova_e@mail.ru,

¹**DEMİN Vladimir**, Dr. of Tech. Sci., Professor, vladfdemin@mail.ru,

¹**TANEKEEVA Gauhar**, Doctoral Student, tanekeeva77@mail.ru,

¹**ABDRAKHMAN Elnur**, Doctoral Student, yelnur.abdrakhman@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The goal is to develop progressive technological schemes of fastening depending on the distribution of deformations around the contour of the workings. The method of choosing the method of fastening: the study of the deformed state, manifestations of rock pressure, conditions for maintaining workings depending on mining-geological, mining and technological parameters to determine the degree of their influence on the effectiveness of fixing excavation workings and substantiation of fastening passports to ensure stability and reduce defects and costs for their maintenance. Based on the conducted studies of the deformed state, manifestations of rock pressure, conditions for maintaining workings, depending on mining and technological parameters, the degree of their influence on the effectiveness of various types of fastening of excavation workings has been established. The scientific novelty of the research is to establish the patterns of change in the zones of inelastic deformations with their development over time and the stability of the contours of the workings depending on mining-geological and mining-technical factors with the determination of the parameters of the support for reliable operation of the workings, contributing to the reduction of the defect of its contours. The results of research on the patterns of behavior of adjacent rock massifs, with the management of man-made deformed state to increase the efficiency of the technology of fastening of the contour rock mass are presented.

Keywords: mine workings, deformation processes, fastening parameters, geomechanical processes, anchorage, rock pressure, mining factors, mining development schemes, deformed state.

REFERENCES

1. Kuz'min S.V., Sal'vasser I.A. Faktory i klassifikacionnye priznaki, opredel'jajushhie puchenie. Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta: Kemerovo. – 2014. – No. 3. – Pp. 43-44.
2. Son D.V., Saranchukov A.V., Demin V.V. Vlijanie tehnologičeskikh faktorov na NDS vmeshhajushhijh porod vokrug vyemochnyh vyrabotok. Materialy 4-oj mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Jeffektivnye izmenenija sovremennoj nauki – 2008», tom 17, «Tehnologii», Praga, 2008, pp. 73-77.
3. Kuz'min S.V., Sal'vasser, I.A., Meshkov S.A. Mehanizm razvitiya puchenija porod pochvy i sposoby bor'by s nim. Gornyj informacionno-analitičeskij bjulleten'. Otdel'nyj vypusk. – Moscow: Gornaja kniga. – 2014. – No. 3. – Pp. 120-126.
4. Kazanin O.I., Zadavin G.D. Intensivnaja otrabotka vysokogazonosnyh ugol'nyh plastov na bol'shijh glubinah. – Saint Petersburg-Vorkuta, 2007. – 200 p.
5. Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 628 p.
6. Laubscher D.H. and Jakubec J., The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses. SME. – 2000. – Pp. 475-481.
7. Hudson J.A., Harrison J.P. Engineering Rock Mechanics: an introduction to the principles and applications. – London: Elsevier Science, 1997. – 150 p.
8. Caj B.N., Bahtybaev N.B. Vybor konstrukcij krepej gornyh vyrabotok i opredelenie ih parametrov v ugol'nyh shahtah. Gornyj zhurnal Kazahstana. – Almaty: 2008. No. 1 (37). – Pp. 14-17.
9. Bobylev Y.G., Korshunov G.I. and others. Combined and anchor bolting installation in coal mines excavations. St. Petersburg International Academy of Ecology, Man and Nature. 2009. 176 p.
10. Steverding B., Lehnigk S.H. The fracturepenetration depth of strespsules. – Intrn. I. Rock. Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr., 1976, V. 13. – Pp. 75-80.
11. Grady D.E., Kipp M.E. The mickromechanies and mining science. 1979. V. 16. No. 5. – Pp. 293-302.
12. Martin Junker. Gebirgsbeherrschung von Flozstrecken / Verlag Gluckauf GmbH / Essen. 2006. 273 p.

Исследования влияния аэродинамических показателей пылевого потока для определения параметров запыленности промышленных объектов

¹БАЛАБАС Лидия Хизировна, к.т.н., доцент, l.balabas@yandex.ru,

¹ТРИКОВ Валентин Владимирович, старший преподаватель, alice1231@yandex.ru,

¹САТТАРОВА Гульмира Сапаровна, к.т.н., доцент, sattarovags@mail.ru,

^{1*}БАЛАБАС Анна Юрьевна, магистр, преподаватель, 19chinatown@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью статьи является изучение основных аэродинамических показателей пылевого потока, определяющих запыленность промышленных объектов, на основе исследования динамических структур турбулизирующегося потока. Изучен характер влияния параметров движения воздушного потока на механизм осаждения частиц пыли в турбулизирующемся потоке. Установлены критериальные показатели, характеризующие пылевой поток, составлен алгоритм расчета структурных показателей и динамики запыленности. Представлена математическая модель определения запыленности, учитывающая масштабы турбулентности. Даны условия оценки применения эффективных способов пылеудаления. Обоснованы рекомендации по использованию инженерных решений для эффективных способов борьбы с пылью.

Ключевые слова: пылевой аэрозоль, концентрация частиц пыли, дисперсный состав пыли, эффективная схема обеспыливания, распределение частиц по размерам, стационарное состояние турбулентности, диффузия, диссипация, режим пылеобразования, поле турбулентных пульсаций, приведенный размер пылевого аэрозоля.

Введение. Повышенный уровень технологической запыленности, загрязнение окружающей среды непосредственно связаны с добычей, транспортировкой и переработкой горной массы и зависит от условий ее дробления и схем перемещения воздушных потоков. Применение эффективных схем обеспыливания производственной среды до требуемых уровней – запыленности задача, алгоритм решения которой должен включать структурные элементы математического моделирования, характеризующие динамику запыленности, таких как: размер частиц пыли, число в единице объёма, скорость их перемещения, аэродинамические коэффициенты, масштаб турбулентности. Определение соответствующих показателей динамики запыленности с учетом влияния характера турбулентности позволит рекомендовать эффективный способ борьбы с пылью [1]. Массив данных для исследований ориентирован на изучение изменения запыленности на угольных шахтах Карагандинского бассейна. Производство связано с разработкой пластов при

работе широкозахватных и узкозахватных комбайнов в очистных забоях [2].

Методология и объекты исследований. Разноразмерные вихри, из которых складывается турбулентное движение, обладают определенной кинетической энергией, зависящей от их завихренности (или от интенсивности пульсаций скорости на соответствующей частоте). Поле турбулентных пульсаций определяется двумя средними по сечению потока величинами: средним квадратичным значением пульсаций скорости воздуха и геометрическим масштабом турбулентных возмущений.

Анализируемый воздушный поток представляют как макроскопическое тело, средние значения параметров которого характеризуют физические компоненты, а условия флуктуирования – вероятность выделения вредностей [2]. Броуновское движение определяет турбулентность потока – режима движения среды, критериями которого являются структурные элементы вихревого поля, условия передачи энергии и время жизни

вихря [2]. Уравнения для флуктуирующих микроскопических переменных и функций распределения в кинетической теории, гидродинамических и термодинамических функций осуществляется на гидродинамическом и диффузионном уровне описания.

В зависимости от относительной роли флуктуационного и упорядоченного движений, в системе определения числа макроскопических степеней свободы, турбулентное движение, есть число макроскопических степеней свободы. Так же, поскольку турбулентное движение очень разнообразно, оно может быть кинетическим, диффузионным или диффузионно-реакционным. Оно характеризуется большим числом пространственных и временных масштабов. Например, на фоне мелкомасштабного турбулентного движения могут выделяться и когерентные, и пространственно-временные структуры.

Принимая во внимание то, что при движении турбулизирующегося потока, образование вихря наступает с некоторой фиксированной средней интенсивностью событий в единицу времени, взаимосвязь между этими параметрами определяют по следующей зависимости:

$$P_b = 2Dt, \quad (1)$$

где P_b – математическое ожидание анализируемой величины (путь, пройденный частицей или линейная характеристика вихря, м); D – коэффициент диффузии; t – время существования (жизни) вихря, выражают через частоту образования вихря (n),

$$t = n^{-1}. \quad (2)$$

Путь движения частиц определяется флуктуациями давления, которые формируют структуру вихревого поля и приводят к возможности нахождения размера вихря, определяемого в поперечном сечении потока из выражения:

$$d_{пр} = 4SP^{-10}, \quad (3)$$

где $d_{пр}$ – структурная характеристика поля (размер вихря), м; P – путь, пройденный частицей в пределах вихря, м; S – сечение элементарного объема потока, ограниченное треком частицы (приведенная характеристика определяется усреднением по объему или поверхности) м²;

$$S = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (4)$$

Следовательно, выражение (1) с учетом зависимостей (3) и (4) примет вид:

$$d_{пр} = \frac{2D}{K_\phi^2 n}, \quad (5)$$

где K_ϕ – коэффициент динамической формы, определяется как отношение квадратов эквивалентного и седиментационного диаметра.

Уравнение (5) турбулентного переноса аэрозольных частиц – это уравнение с непостоянным

коэффициентом K_ϕ , поэтому аналитическое решение задачи по определению распределения частиц по поперечному сечению канала осуществляется с принятием ряда упрощений – постоянства коэффициента турбулентной диффузии по поперечному сечению потока, пренебрежением явлений турбулентной миграции частиц, скольжением фаз, выпадением частиц на стенках канала. При таких упрощениях структурную характеристику поля (размер вихря), или масштаб вихря, можно определить как:

$$M_{вих} = \sqrt{\frac{2}{St \cdot Re}}, \quad (6)$$

где St – пульсационная характеристика пылевых частиц, определяемая по закону Стокса; Re – число Рейнольдса.

$$St = \frac{(\rho_{им} - \rho_{ср})gd_{пр}}{18\mu}, \quad (7)$$

где $\rho_{им}$ – плотность материала, слагающего пылевой аэрозоль, кг/м³; $\rho_{ср}$ – плотность среды (воздуха), кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; $d_{пр}$ – приведенный размер пылевого аэрозоля, м; μ – динамическая вязкость среды (воздуха), кг/м·с².

Аналитические исследования по определению масштабов турбулентности и их влияния на динамику запыленности проводились с использованием массива данных таблицы 1 и следующих дополнительных значений: высоты канала H , где происходит осаждение частиц, расстояния от рабочего места машиниста комбайна $L = 5$ м и 15 м, средней скорости потока (принималась по условиям вентиляции шахт) – $u_{ср} = 1,5$ м/с, плотности материала частиц $\rho = 2400$ кг/м³. Происходит полное перемешивание частиц параметр $\mu_0 = 1$, [3]. Расстояние от почвы выработки $H = 1,5$ м и участок изменения запыленности осаждения в 10 м. Запыленность воздуха замерялась у рабочего места машиниста комбайна, где одновременно замерялись: скорость вентиляционной струи и сечение лавы. Число Рейнольдса, определялось по формуле

$$Re = \frac{\rho_{возд} u_{ср} H}{\mu}. \quad (8)$$

Для расчета структурного показателя масштаба турбулентности определим число частиц в единице объема воздуха. Для этого воспользуемся формулой

$$m_{ч} = V_{ч} \rho, \quad (9)$$

где $V_{ч}$ – объем одной частицы пыли, м³; ρ – плотность частиц пыли, кг/м³; для определения единичного объема пылевой частицы

$$V_{ч} = \frac{\pi d_{ч}^3}{6}, \quad (10)$$

где $d_{ч}$ – диаметр частицы пыли, м.

Массу частицы пыли определим, подставив формулу (10) в (9). Средний диаметр частиц при-

мем по данным таблицы 2.

$$m_{ч} = \frac{\pi d^3 \rho}{6} = \frac{3,14(3,22 \cdot 10^{-6})^3 2400}{6} = 4,19 \cdot 10^{-21}, \text{ мг.}$$

Тогда число частиц в единице объема воздуха будет

$$n_{ч} = \frac{C}{m_{ч}} = \frac{99}{4,19 \cdot 10^{-21}} = 2,3 \cdot 10^{20}, \text{ шт.,}$$

где C – средняя запыленность потока (данные таблицы 1 [4]).

Определив число частиц пыли в единице объема воздуха, размер вихря в поперечном сечении потока, с учетом формулы (5) рассчитаем как:

$$d_{вп} = \frac{2D}{K_{\phi}^2 n} = \frac{0,07uH}{(0,4)^2 n} = \frac{0,07 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot 2,5}{(0,4)^2 \cdot 2,3 \cdot 10^3} = 2,4 \cdot 10^{-15}, \text{ м.}$$

Пульсационную характеристику пылевых частиц определяем с учетом размеров вихря в сече-

нии потока по формуле (7)

$$St = \frac{(\rho_{пм} - \rho_{ср})gd_{вп}}{18\mu} = \frac{(2400 - 1,15) \cdot 9,8 \cdot 2,4 \cdot 10^{-15}}{18 \cdot 1,85 \cdot 10^{-5}} = 1,6 \cdot 10^{-7}.$$

Число Рейнольдса, Re , (формула 8)

$$Re = \frac{\rho_{возд} u_{ср} H}{\mu} = \frac{1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 1,4 \cdot 10^5,$$

где $\rho_{пм}$ – плотность материала, слагающего пылевой аэрозоль, кг/м^3 ; $\rho_{ср}$ – плотность среды (воздуха), кг/м^3 ; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; $d_{пм}$ – приведенный размер пылевого аэрозоля, м ; μ – динамическая вязкость среды (воздуха).

Масштаб вихря определяется как:

$$M_{вп} = \sqrt{\frac{2}{St \cdot Re}} = \sqrt{\frac{2}{1,6 \cdot 10^{-7} \cdot 1,4 \cdot 10^5}} = 9,45.$$

Поддержание частиц во взвешенном состоянии, перенос их от источника пыления турбулент-

Таблица 1 – Дисперсный состав пыли по содержанию различных фракций в 1 м^3						
Расстояние от почвы выработки, м	Запыленность воздуха, мг/м^3	Содержание (мг) в 1 м^3 воздуха фракций крупностью мкм				
		<2	2-5	5-10	10-25	>25
на расстоянии 5 м от источника разрушения						
0,5	99	0,0175	0,2885	1,964	77,7	19,03
0,7	101	0,0182	0,2818	2,320	78,7	19,68
1	102	0,0201	0,3229	2,597	78,2	20,86
1,5	112	0,0200	0,4470	2,883	78,2	30,45
2	89	0,0202	0,3318	2,238	60,5	25,91
2,5	71	0,0180	0,2420	1,860	53,2	15,68
на расстоянии 15 м от источника разрушения						
0,5	17	0,0028	0,0442	0,333	13,6	3,02
0,7	18	0,0029	0,0581	0,387	14,2	3,99
1	21	0,0037	0,0603	0,486	15,8	4,65
1,5	21	0,0037	0,0663	0,630	14,9	5,40
2	21	0,0030	0,0920	0,625	14,7	5,58
2,5	12,5	0,0028	0,0452	0,312	9,5	2,64

Таблица 2 – Аэродинамические показатели пылевого потока и эффективность осаждения частиц пыли						
№ п/п	Высота канала, м	Число Re	Размер осаждаемых частиц, 10^{-6} м	Скорость седиментации частиц пыли, 10^{-3} м/с	Эффективность осаждения, %	
					На расстоянии 5 м	На расстоянии 15 м
1	0,5	3,63	3,22	2,60	0,017	0,052
2	0,7	3,99	3,01	2,33	0,011	0,033
3	1	4,17	2,09	2,32	0,0076	0,023
4	1,5	4,39	2,87	2,30	0,0051	0,015
5	2	4,55	0,89	2,20	0,0036	0,011
6	2,5	4,68	0,88	2,16	0,0028	0,008

ными потоками воздуха носит статистический характер, описание которого опирается на изучение статистических закономерностей, присущих большим совокупностям однотипных объектов, какой и является промышленная пыль, переносимая турбулентными потоками. Достаточно представить, что в 1 см³ воздуха при концентрации в нём пыли 1 г/м³ содержится около 100 миллионов частиц размером до 5 мкм, чтобы сделать вывод о применимости статистических методов исследований к промышленной пыли. В этой связи, учитывая условия транспортировки пылевых потоков, предложено выражение В.П. Воронина [3], описывающее динамику изменения запыленности в зависимости от расстояния до источника пылевыведения на угольных шахтах

$$C = C_0 \exp\left[\frac{-k_T L v_b}{H u_{cp}}\right], \quad (11)$$

где C_0 – начальная запыленность, мг/м³; k_T – коэффициент, учитывающий турбулентное перемешивание; v_b – скорость витания частицы, м/с; H – средняя высота выработки, м, u_{cp} – скорость потока, м/с.

$$\begin{aligned} C &= C_0 \exp\left[\frac{-k_T L v_b}{H u_{cp}}\right] = 83,83 \exp \times \\ &\times \left[\frac{(-9,45) \cdot 10 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3}}{1,36 \cdot 1,5}\right] = \\ &= 83,83 \exp(-0,10) = 22,5 \text{ мг/м}^3. \end{aligned}$$

Расчетные значения запыленности воздушного потока с учетом параметров, учитывающих влияние аэродинамических показателей, соответствуют результатам аналитических исследований изменения запыленности на рабочих участках угольных шахт на участке протяженностью 10 м.

Заключение. Механизм взвешивания и подержания твердых частиц тесно связан со сложной структурой турбулентного потока и турбулентного перемешивания. Задача по оценке влияния характеристик потока, учитывающих динамику

запыленности, решена на основе математической модели описывающей поведение частиц пыли в турбулентном потоке с учетом критериальных показателей, форм и масштабов вихря. Поскольку совершенствование способов борьбы с пылевыми потоками в рабочих зонах связан с гидродинамическим процессом, учитывающим механизм осаждения частиц пыли и капель жидкости, то представленная физико-математическая модель определяет применимость способа орошения как наиболее эффективного. Происходит изменение концентрации пыли, суммарный эффект которого выражается взаимодействием водяного и пылевого аэрозоля и включает условия встречи капли жидкости на пути пылинки, объединения частиц, их соприкосновение и осаждение.

Также необходимо учитывать, что внутренняя структура турбулентных вентиляционных потоков промышленной вентиляции является наименее исследованной областью. Поэтому при разработке способов локализации пыли необходимо структурировать воспроизведение постоянства определяющих критериев подобия в модели и исследуемом объекте. Опытные данные необходимо обрабатывать с представлением их в форме зависимостей безразмерных комплексов и комбинаций различных физических величин и линейных размеров. Физическое моделирование процесса осаждения пыли призвано дополнить этим имеющимся арсеналом средств математического описания и численного анализа.

Результаты анализа системы локализации пыли на модели должны переноситься на реальные системы в промышленных условиях. Для этого необходимо иметь уверенность в адекватности решения, которая оценивается аналогией свойств реального объекта и модели по основным признакам. Под адекватностью понимается способность модели предсказывать результаты эксперимента в изученной области значений параметров с требуемой точностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физика атмосферных аэрозолей: Курс лекций / С.А. Береснев, В.И. Грязин; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»; ИОНЦ «Экология и природопользование»; Физический факультет; Кафедра общей и молекулярной физики. – Екатеринбург, 2008. – 114 с.
2. https://studbooks.net/856431/prochie_distipliny/upravlyayuschie_parametry.
3. Стандартное и компактное изложение вопроса о дисперсном составе пыли представлено в учебниках Райста, Белоусова, Швыдкого и др. (2009). Классическое изложение вопроса отражено в монографии Фукса. Углубленный и детальный анализ представлен в монографии: Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. Л.: Химия, 3-е изд., 2008.
4. Балабас Л.Х. Качественные показатели работы распыливающих устройств и их влияние на процесс пылеулавливания // Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан 2030»: Труды X юбилейной междунар. науч. конф. – Караганда: КарГТУ, 2007. – Вып. 2. – С. 190-192.
5. Стандартные подходы к вопросу дисперсного состава пыли рассмотрены в книгах Фукса, Грина, Лейна, Белоусова, Петрянова-Соколова и Сутугина. Вопросы классификации дисперсных систем детально обсуждаются в учебнике Фролова, с точки зрения статистической механики – в пособии: Рудяк В.Я. Статистическая механика гетерогенных сред. IV. Принципы классификации. Препринт № 3(8)-95 НГАСУ. Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2010.

Өнеркәсіптік объектілердің шаңдану параметрлерін анықтау үшін шаң ағынының аэродинамикалық көрсеткіштерінің әсерін зерттеу

¹**БАЛАБАС Лидия Хизировна**, т.ғ.к., доцент, l.balabas@yandex.ru,

¹**ТРИКОВ Валентин Владимирович**, аға оқытушы, alice1231@yandex.ru,

¹**САТТАРОВА Гульмира Сапаровна**, т.ғ.к., доцент, sattarovags@mail.ru,

^{1*}**БАЛАБАС Анна Юрьевна**, магистр, оқытушы, 19chinatown@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақаланың мақсаты – турбулизацияланатын ағынның динамикалық құрылымдарын зерттеу негізінде шаңды анықтайтын өнеркәсіптік объектілердің шаң ағынының негізгі аэродинамикалық көрсеткіштерін анықтау. Ауа ағынының қозғалыс параметрлерінің турбулизацияланатын ағындағы шаң бөлшектерінің тұндыру механизміне әсер ету сипаты зерттелді. Шаң ағынын сипаттайтын критерийлік көрсеткіштер белгіленді, құрылымдық көрсеткіштер мен шаң динамикасын есептеу алгоритмі жасалды. Турбуленттілік шкаласын ескере отырып, шаңды анықтаудың математикалық моделі ұсынылған. Шаңды кетірудің тиімді әдістерін қолдануды бағалау шарттары берілген. Шаңмен күресудің тиімді әдістері үшін инженерлік шешімдерді қолдану бойынша ұсыныстар негізделген.

Кілт сөздер: шаң аэрозоли, шаң бөлшектерінің концентрациясы, шаңның дисперсті құрамы, тиімді шаңсыздандыру схемасы, бөлшектердің мөлшері бойынша таралуы, тұрақты турбуленттілік күйі, диффузия, диссипация, шаң түзілу режимі, турбулентті пульсация өрісі, шаң аэрозолинің берілген мөлшері.

Studies of the Influence of Aerodynamic Parameters of the Dust Flow to Determine the Parameters of Dustiness of Industrial Facilities

¹**BALABAS Lydia**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, l.balabas@yandex.ru,

¹**TRIKOV Valentin**, Senior Lecturer, alice1231@yandex.ru,

¹**SATTAROVA Gulmira**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, sattarovags@mail.ru,

^{1*}**BALABAS Anna**, Master, Teacher, 19chinatown@mail.ru,

¹NPISC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the article is to determine the main aerodynamic parameters of the dust flow that determine the dustiness of industrial facilities, based on the study of the dynamic structures of the turbulating flow. The nature of the influence of the parameters of the air flow movement on the mechanism of deposition of dust particles in a turbulent flow is studied. Criteria indicators characterizing the dust flow are established, an algorithm for calculating structural indicators and dust dynamics is compiled. A mathematical model for determining dustiness is presented, taking into account the scale of turbulence. The conditions for evaluating the use of effective methods of dust removal are given. Recommendations on the use of engineering solutions for effective ways to combat dust are substantiated.

Keywords: dust aerosol, dust particle concentration, dispersed dust composition, effective dedusting scheme, particle size distribution, stationary state of turbulence, diffusion, dissipation, dust formation mode, field of turbulent pulsations, reduced dust aerosol size.

REFERENCES

1. Fizika atmosferynyh ajerozolej: Kurs lekcij / S.A. Beresnev, V.I. Grjazin; Gosudarstvennoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovanija «Uralskij gosudarstvennyj universitet im. A.M. Gorkogo»; IONC «Jekologija i prirodopolzovanie»; Fizicheskij fakultet; Kafedra obshhej i molekularnoj fiziki. – Ekaterinburg, 2008. – 114 p.
2. https://studbooks.net/856431/prochie_distipliny/upravlyajuschie_parametry.
3. Standartnoe i kompaktnoe izlozhenie voprosa o dispersnom sostave pyli predstavleno v uchebnikah Rajsta, Belousova, Shvydkogo i dr. (2009). Klassicheskoe izlozhenie voprosa otrazheno v monografii Fuksa. Uglublennyj i detalnyj analiz predstavlen v monografii: Kouzov P.A. Osnovy analiza dispersnogo sostava promyshlennyh pylej i izmelchennyh materialov. Saint Petersburg: Himija, 3-e izd., 2008.
4. Balabas L.H. Kachestvennye pokazateli raboty raspylivajushhih ustrojstv i ih vlijanie na process pyleulavlivanija [Nauka i obrazovanie – vedushhij faktor strategii «Kazakhstan 2030»]: Trudy jubilejnoy mezhdunar. nauch. konf. – Karaganda: KarGTU, 2007. – Vyp. 2. – Pp. 190-192.
5. Standartnye podhody k voprosu dispersnogo sostava pyli rassmotreny v knigah Fuksa, Grina, Lejna, Belousova, Petrjanova-Sokolova i Sutugina. Voprosy klassifikacii dispersnyh sistem detalno obsuzhdajutsja v uchebnike Frolova, s točki zrenija statisticheskoj mehaniki – v posobii: Rudjak V.Ja. Statisticheskaja mehanika geterogennyh sred. IV. Principy klassifikacii. Preprint no. 3(8)-95 NGASU. Novosibirsk: Publ. NGASU, 2010.

Технология получения пористой керамики на основе некондиционных глин с добавлением модифицирующих добавок

¹МОНТАЕВ Сарсенбек Алиакбарұлы, д.т.н., директор, montaevs@mail.ru,

¹ШИНГУЖИЕВА Алтынай Бақытжановна, PhD, и.о. доцента, shing.a@mail.ru,

¹*ГАБДРАШЕВА Карина Ануаровна, магистрант, gabdrashevakarina@gmail.com,

¹ИСАБАЕВ Бакытжан Пирнепесұлы, магистрант, isabayev.b@mail.ru,

¹НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Приведены результаты исследований возможности получения пористых стеновых керамических материалов из масс на основе композиции низкосортного глинистого сырья. Для упрочнения структуры керамического черепка в качестве добавки использовали бой стекла, а для поризации структуры был использован метод выгорающих добавок. Целью статьи является возможность получения пористых керамических материалов из масс на основе композиции низкосортного глинистого сырья и с добавлением плавня по технологии поризации исходной сырьевой смеси и последующего закрепления пористой структуры обжигом. Объектом работы является лессовидный суглинок Чаганского месторождения Западно-Казахстанской области (ЗКО). Определены составы масс, обеспечивающие получение необходимой теплопроводности и водопоглощения керамической матрицы.

Ключевые слова: пористые керамические материалы, техногенные отходы, стеклобой, рисовая шелуха, метод выгорающих добавок.

Введение

Основное направление исследования и производства современных материалов – получение

улучшенных строительных материалов, которые обеспечат принципиально новые качества изделий и конструкций. В настоящее время традици-

онный керамический кирпич является одним из широко используемых материалов для использования одновременно в качестве ограждающего, несущего конструктивного элемента и лицевого фасадного материала.

Сырьевая база Республики Казахстан ориентирована на использование низкокачественных лёссовидных суглинков и лёссов, которые являются сильно запесоченными и содержат большое количество карбонатов, не позволяющих получать керамический кирпич высокого качества [1].

Одним из эффективных методов повышения качества лицевых керамических изделий является разработка эффективных технологий на основе многокомпонентных сырьевых композиций с использованием multifunctional корректирующих добавок [2].

Цель исследования

Возможность получения пористых керамических материалов из масс на основе композиции низкосортного глинистого сырья с добавлением плавня по технологии поризации исходной сырьевой смеси и последующего закрепления пористой структуры обжигом.

Методы исследования

В качестве объекта исследований были выбраны лёссовидный суглинок Чаганского месторождения Западно-Казахстанской области (ЗКО), стеклобой и рисовая шелуха. Химический состав лёссовидного суглинка Чаганского месторождения и стеклобоя приведен в таблице 1 [3].

Для проведения экспериментальных исследований в качестве стеклобоя использовали бой тарного стекла. Стеклобой предварительно дробился в лабораторной дробилке МШЛ – 1П до полного прохождения через сито с No 0,315 мм. Рисовая шелуха молотась в лабораторной кофемолке до полного прохождения через сито No 0,315 мм.

Подготовка лёссовидного суглинка производилась отдельно путем сушки естественным способом до остаточной влажности 3-5% и помола в шаровой мельнице МШЛ – 1П до полного прохождения через сито с No 1 мм.

Приготовленная композиционная добавка путем взвешивания и дозирования добавлялась в основную компонент – лёссовидный суглинок.

Также приготавливалась композиционная добавка в виде смеси рисовая шелуха – стеклобой в соотношении 1:1 и загружалась в лабораторную шаровую мельницу МШЛ – 1П для перемешивания. Добавка предварительно замачивалась в воде на сутки для насыщения шелухи влагой.

Конкретные компонентные составы керамической композиции приведены в таблице 2.

Из исследуемых составов приготавливались керамическая масса путем совместного перемешивания.

В тщательно перемешанную композицию добавлялась вода 13% и тщательно перемешивалась до получения однородной массы. Из готовой керамической массы формовались образцы цилиндры (50x50 мм) методом полусухого прессования на прессе ПГМ-500 МГ4. Давление прессования составляло 15 МПа.

Таблица 1 – Химический состав лёссовидного суглинка Чаганского месторождения и стеклобоя							
Содержание оксидов, мас. %							
Суглинок Чаганского месторождения							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Na ₂ O	п.п.п.*
51,27	12,13	11,97	2,09	4,88	2,43	3,56	11,67
Стеклобой							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O			
72,5	2	8	3,5	14			

Примечание: * – потери при прокаливании

Таблица 2 – Компонентные составы керамической композиции				
№ составов	Способ формования	Суглинок, %	Стеклобой, %	Рисовая шелуха, %
1	полусухое прессование	77	20	3
2	полусухое прессование	75	20	5
3	полусухое прессование	68	30	2
4	полусухое прессование	65	30	5
5	полусухое прессование	97	1,5	1,5
6	пластическое формование	97	1,5	1,5

Керамическая композиция со смесью рисовая шелуха – стеклобой делилась на две части. Одна затворялась водой 13% и формовались цилиндры методом полусухого прессования.

Вторая часть затворялась водой 28% и формовались гранулы методом пластического формования. Для формования использовалась металлическая форма с отверстием для выдавливания излишка глиняной массы (рисунок 1).

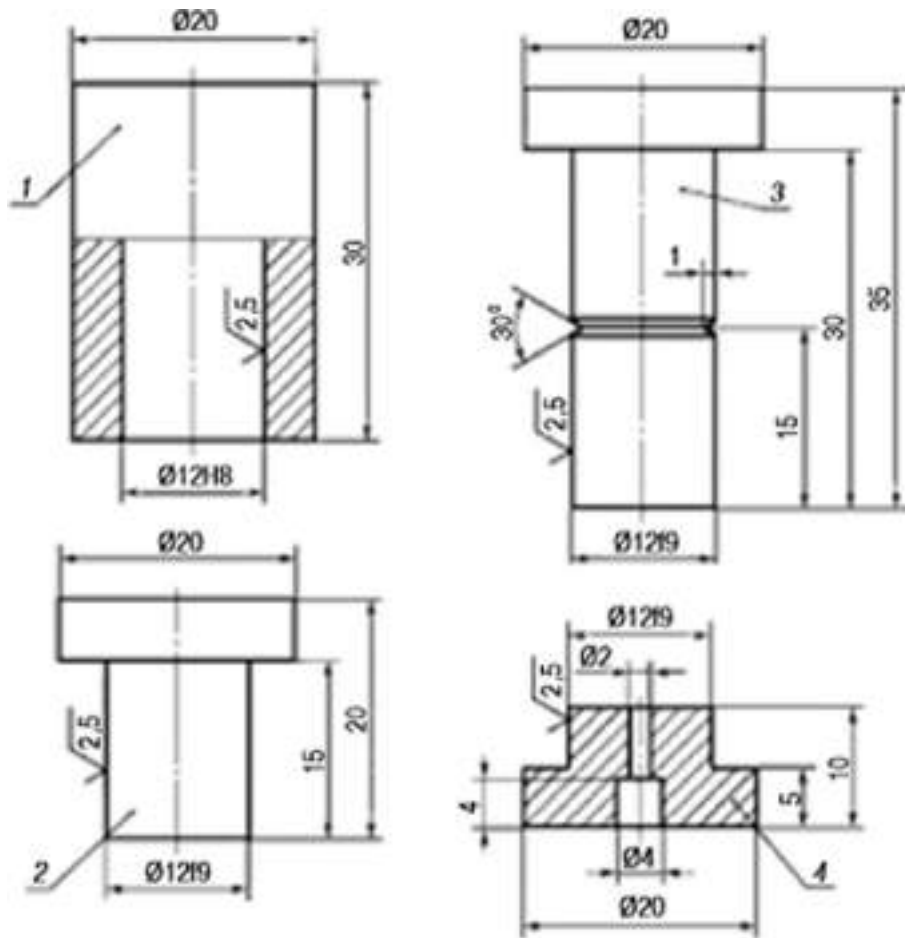
Отформованные образцы предварительно подверглись естественной сушке в течение суток и обжигались в электронной печи СНОЛ 72/1100

при температуре 1000°С с выдержкой максимальной температуры 1 час. На рисунке 2 показаны образцы после обжига.

Научные результаты

Результаты испытаний термообработанных образцов на физико-механические свойства представлены в таблице 3.

По полученным данным были построены графики водопоглощения, теплопроводности и средней плотности образцов, некоторые из которых представлены на рисунке 3.



1 – цилиндр; 2 – пуансон; 3 – стержень для выталкивания гранул из формы; 4 – съемное дно
Рисунок 1 – Металлическая форма для изготовления сырцовых гранул



Рисунок 2 – Образцы после обжига

№	Методы	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение W, %	Теплопроводность λ, Вт/м*К
1	полусухое прессование	1828	0,16	0,213
2	полусухое прессование	2075	0,15	0,23
3	полусухое прессование	1792	0,162	0,211
4	полусухое прессование	1659	0,15	0,21
5	полусухое прессование	1240	0,41	0,082
6	пластическое формование	1295	0,32	0,08

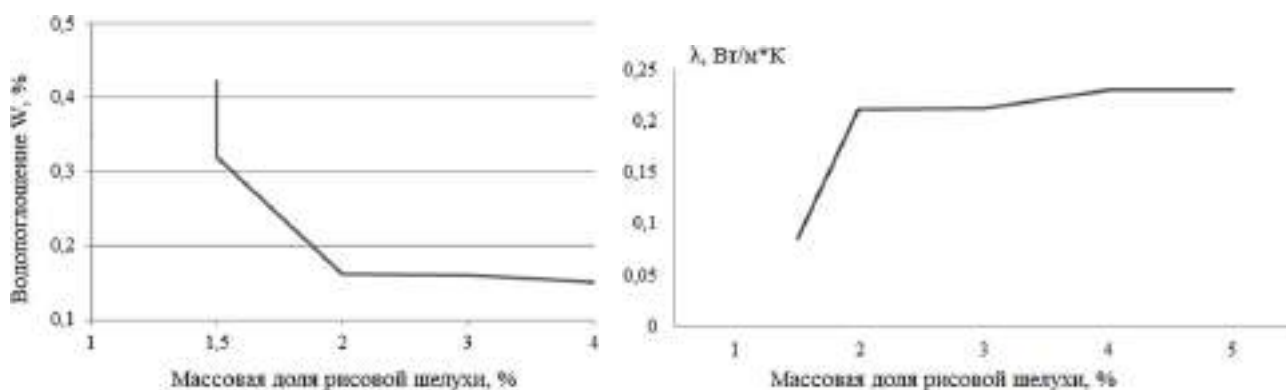


Рисунок 3 – Графики зависимостей водопоглощения и теплопроводности образцов пористой керамики от состава

На графике зависимости водопоглощения и теплопроводности показано, что с увеличением процента рисовой шелухи в составе образца водопоглощение уменьшается, а теплопроводность уменьшается.

Заключение

Применение поризованной керамики в строительстве позволяет улучшить энергоэффективные показатели несущих конструкций, а также

сократить расходы на строительство.

На основе проведенных исследований наиболее оптимальные свойства: плотность, водопоглощение и теплопроводность матрицы получены на составах с содержанием стеклобоя 1,5%, рисовой шелухи 1,5%, суглинка 97%. В целом доказана возможность получения пористой керамики на основе рационально подобранной композиции низкосортного глинистого сырья с добавлением порообразующих добавок и плавней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Монтаев С.А., Адилова Н.Б., Жарылгапов С.М., Мамешов Р.Т., Тауышев О.У., Жекеев С.О. Технология получения стеновой керамики на основе некондиционных глин, модифицированных бентонитами Казахстана // Новости науки Казахстана. – 1. – 2016. – С. 143-153.
2. Mohmoudi C., Srasra E., Zargouni F. The use of Tunisian Barremian clay in the traditional ceramic industry: Optimization of ceramic properties // Applied Clay Science 42 (2008). – Pp. 125-129.
3. Монтаев С.А., Сахашева Д.А. Физико-механические свойства и химико-минералогический состав стеновой керамики в композиции лессовидный суглинок мелкодисперсный стеклопорошок на основе стеклобоя // Точная наука. – 2019. – 42. – С. 2-10.

Модификациялайтын қоспаларды қоса отырып, талаптарға сай емес балшықтар негізінде кеуекті керамика алу технологиясы

¹**МОНТАЕВ Сарсенбек Алиакбарұлы**, т.ф.д., директор, montaevs@mail.ru,

¹**ШИНГУЖИЕВА Алтынай Бақытжановна**, PhD, доцент м.а., shing.a.@mail.ru,

^{1*}**ГАБДРАШЕВА Карина Ануаровна**, магистрант, gabdrashevakarina@gmail.com,

¹**ИСАБАЕВ Бакытжан Пирнепесұлы**, магистрант, isabayev.b@mail.ru,

¹«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан көшесі, 51,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Төмен сортты балшықты шикізаттың құрамы негізінде массалардан кеуекті қабырғалық керамикалық материалдарды алу мүмкіндігін зерттеу нәтижелері берілген. Керамикалық сынықтың құрылымын нығайту үшін қоспа ретінде сынған шыны, ал құрылымды кеуектілеу үшін қоспаларды жағу әдісі қолданылды. Мақаланың мақсаты – кеуекті бастапқы шикізат қоспасы технологиясын қолдана отырып, төменгі сортты сазды шикізаттың құрамына негізделген және флюсті қосу арқылы массалардан кеуекті керамикалық материалдарды алу және кеуекті құрылымды кейіннен бекіту. Жұмыс объектісі – Батыс Қазақстан облысы (БҚО) Шаған кен орнының лесс тәрізді саздылығы. Керамикалық матрицаның қажетті жылу өткізгіштігін және суды сіңіруін қамтамасыз ететін массалардың құрамдары анықталды.

Кілт сөздер: кеуекті керамикалық материалдар, техногендік қалдықтар, куллет, күріш қабығы, жанғыш қоспалар әдісі.

Technology for Obtaining Porous Ceramics Based on Substandard Clays with the Addition of Modifying Additives

¹**MONTAYEV Sarsenbek**, Dr. of Tech. Sci., Director, montaevs@mail.ru,

¹**SHINGUZHIEVA Altynay**, PhD, Acting Associate Professor, shing.a.@mail.ru,

^{1*}**GABDRASHEVA Karina**, Master Student, gabdrashevakarina@gmail.com,

¹**ISABAYEV Bakytzhan**, Master Student, isabayev.b@mail.ru,

¹NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University», Kazakhstan, Oral, Zhangir Khan Street, 51,

*corresponding author.

Abstract. The results of studies of the possibility of obtaining porous wall ceramic materials from masses based on the composition of low-grade clay raw materials are presented. To strengthen the structure of the ceramic shard, broken glass was used as an additive, and the method of burning additives was used to porosize the structure. The purpose of the article is the possibility of obtaining porous ceramic materials from masses based on the composition of low-grade clay raw materials and with the addition of flux using the technology of porous initial raw material mixture and subsequent fixing of the porous structure by firing. The object of the work is the loess-like loam of the Chagan deposit of the West Kazakhstan region (WKO). The compositions of the masses are determined, which provide the necessary thermal conductivity and water absorption of the ceramic matrix.

Keywords: porous ceramic materials, man-made waste, cullet, rice husk, method of burnable additives.

REFERENCES

1. Montaev S.A., Adilova N.B., Zharylgapov S.M., Mameshov R.T., Tauyshev O.U., Zhekeev S.O. Tehnologija poluchenija stenovoj keramiki na osnove nekondicionnyh glin, modifitsirovannyh bentonitami Kazahstana. Novosti nauki Kazahstana. – 1. – 2016. – Pp. 143-153.
2. Mohmoudi C., Srasra E., Zargouni F. The use of Tunisian Barremian clay in the traditional ceramic industry: Optimization of ceramic properties // Applied Clay Science 42 (2008). – Pp. 125-129.
3. Montaev S.A., Sahasheva D.A. Fiziko-mehaniicheskie svoystva i himiko-mineralogicheskij sostav stenovoj keramiki v kompozicii lessovidnyj suglinok melkodispersnyj stekloporoshok na osnove stekloboja. Tochnaja nauka. – 2019. – 42. – Pp. 2-10.

Influence Research of Modified Additives on Concrete Properties

¹***ALTYNBEKOVA Aliya**, Doctoral Student, kleo-14@mail.ru,

¹**LUKPANOV Rauan**, PhD, Professor, rauan_82@mail.ru,

¹**DYUSSEMBINOV Duman**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, dussembinov.duman@mail.ru,

²**TOKANOV Daniyar**, Cand. of Tech. Sci., Chief of Department, tokanov-daniyar@mail.ru,

³**ORAZOVA Dinara**, PhD, Associate Professor, dinarzhan_84@mail.ru,

¹NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

²Kazakhstan Multidisciplinary Institute for Reconstruction and Development, Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56/6,

³NCJSC «Toraighyrov University», Kazakhstan, Pavlodar, Lomov Street, 64,

*corresponding author.

Abstract. The first stage of the research results of a complex modified additive (CMA) on the water-reducing action and the influence of the variable composition of additive components on the setting time of cement paste is presented. The result of determining the mineralogical composition of Portland cement on the diffractometer DRON-3 was demonstrated. Semi-quantitative X-ray phase analysis was performed on powder sample diffractograms using the method of the equal weights and artificial mixes. The aim of the research was to improve the physical and mechanical characteristics and the influence of a complex modifier for cement. The authors used the developed CMA including alkali (sodium compounds), post-alcohol bard (distillery waste) and hardening accelerator (gypsum) in variable percentages. The use of the additive provides a significant increase in water reducing. Conducted a comparative research of the influence of the additive on the change in setting time. Analysis suggests an optimal quantity of additive causes a difference in setting time relative with the reference sample, but within the limits of the norm. The combined use in the composition of CMA, which has well-coordinated mechanisms to influence the hydration processes and setting of the cement mass, is shown to supplement and strengthen the influence of each component of the additive. In general, the results of research can be concluded that the additive contributes to improving the setting time.

Keywords: cement paste, mineralogical composition, complex modified additive, water reducing, setting time, hardening accelerator, post-alcohol bard.

Introduction

Over the past few years, many researchers have obtained and published data showing that the combination of additives with cement provides a synergistic effect in concrete, allowing obtaining the best results contributing to improve the physical and mechanical properties [1-3]. Production of high-strength concretes is one of the modern trends in modifying the structure of building composites with additives of different composition and morphology [4, 5]. The additive can be selected, for example, depending on the technological application of concrete or to improve certain concrete properties: setting or hardening speed, increased strength, etc. Among the most common chemical additives are plasticizers and superplasticizers, which significantly reduce the water content of the concrete mixture [6, 7]. The use of such additives allows by reducing the water-cement ratio while maintaining a given fluidity of the mixture significantly increase the strength and durability of products. In addition, the introduction of plasti-

cizers can affect the setting time and hardening kinetics of cement, increase strength, frost resistance and water resistance of concrete by reducing water consumption, as well as reduce cement consumption and energy consumption for the production of concrete, mortars, etc. [8]. The use of complex additives is now generally recognized as an effective way to improve the properties of cement concrete. In most cases, additives are now a mandatory component of the concrete mixture. Analysis of the scientific literature shows that additives that increase the rate of setting and hardening of cement are in demand, so the interest in developing new, competitively capable accelerating additives is not diminishing [9]. The development of modified heavy concretes for the general construction industry with improved technological parameters through the use of effective modifying additives is therefore relevant.

The aim of the research is to obtain an additive that was not inferior in its functional properties to modern products and was obtained from local mate-

rials, exactly waste production. The present research included a complex laboratory experiment to assess the physical and mechanical properties of experimental samples, and a subsequent relative analysis of the change in the quality characteristics of the cement and the influence of a complex modifier was carried out. Nevertheless, the results of the first research stage will be represented within the framework of this article, in particular the influence of the variable composition of CMA on the setting time of the standard consistency dough, and mineralogical composition of Portland cement.

Materials and methods

To conduct experimental work as a binder used Portland cement LLP «Kokshe-Cement» CEM I 42.5 N without addition, normal hardening.

In this article, a complex modified additive (CMA) developed by the authors of the article is used as an additive. As an additive were used: – modified additive – post-alcohol bard («main component» of the additive) is a waste product of ethanol, meeting the requirements of Technical Specifications 1110 RK 00393896 OJSC -01-2003, in quantities – 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10% by weight of cement, the multiplicity is 2.5%. Supplied in liquid form, pH = 5 (acidic medium), producer – JSC «Aydabul distillery»; – NaOH was used in small quantities, enough to obtain a neutral medium, i.e. for stabilization of pH of post-alcohol bard, in quantities of 5% (from post-alcohol bard); – hardening accelerant – gypsum, accelerating hardening process, in quantities – 1%, 1.5%, 2.0%, 2.5% from cement mass, pH = 6 (slightly acidic me-

dium), producer – JSC «Zhambylgips» Taraz gypsum factory.

The methodology of the experimental work includes the following steps:

- Assessment of the mineralogical composition of Portland cement CEM I 42.5 N;
- Assessment of the optimal ratio of CMA concentration on the setting time of the dough of standard consistency, Figure 1. The proportions of the mixture chosen for this research are given in Table 1.

The X-ray diffractometric analysis was carried out on an automatic diffractometer DRON-3. Semi-quantitative X-ray diffraction analysis was carried out on diffractograms of powder samples by the method of equal weights and artificial mixtures.

Results and discussion

For determining the average result of the elemental composition of cement samples were subjected to spectral X-ray analysis on the device «Super Probe 733», presented in Table 2.

To obtain information about the quantitative elemental composition, X-ray diffractometric analysis was performed as shown in Figure 2.

The results of the semi-quantitative X-ray diffraction analysis of the crystalline phases are as follows (in descending order of component content): the dominant phases in Portland cement are Hatruite (Ca_3SiO_5 – 62.1%), Portlandite ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ – 15.7%), Ilvaite ($\text{CaFe}_3\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})$ – 9.3%), Calcite ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$ – 7.1%), and Quartz (SiO_2 – 5.8%).

Two types of compositions were made in the work, the first type without the use of additive (refer-

Table 1 – Composition of test samples

Type	Cement, g	Gypsum, g	PAB, g	NaOH, g	Water, g
Type 1	350	-	-	-	98
Type 2-1	346.5	3.5	8.75	0.43	95.81
Type 2-2	346.5	3.5	17.5	0.87	86.62
Type 2-3	346.5	3.5	26.25	1.31	77.43
Type 2-4	346.5	3.5	35	1.75	68.25
Type 3-1	344.75	5.25	8.75	0.43	95.81
Type 3-2	344.75	5.25	17.5	0.87	86.62
Type 3-3	344.75	5.25	26.25	1.31	77.43
Type 3-4	344.75	5.25	35	1.75	68.25
Type 4-1	343	7	8.75	0.43	95.81
Type 4-2	343	7	17.5	0.87	86.62
Type 4-3	343	7	26.25	1.31	77.43
Type 4-4	343	7	35	1.75	68.25
Type 5-1	341.25	8.75	8.75	0.43	95.81
Type 5-2	341.25	8.75	17.5	0.87	86.62
Type 5-3	341.25	8.75	26.25	1.31	77.43
Type 5-4	341.25	8.75	35	1.75	68.25



Figure 1 – Setting time test for cement paste

Table 2 – Results of elemental composition of the initial cement CEM I 42.5 N

Parameters	Content, %										
	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe
Average	48.75	0.08	0.52	1.62	8.07	1.07	0.53	36.92	0.12	0.15	2.17
Standard deviation	0.60	0.09	0.04	0.15	0.12	0.04	0.07	0.28	0.06	0.09	0.11
Maximum	49.43	0.14	0.56	1.75	8.19	1.09	0.61	37.09	0.16	0.25	2.25
Minimum	48.30	-0.03	0.48	1.46	7.94	1.02	0.48	36.59	0.05	0.08	2.05

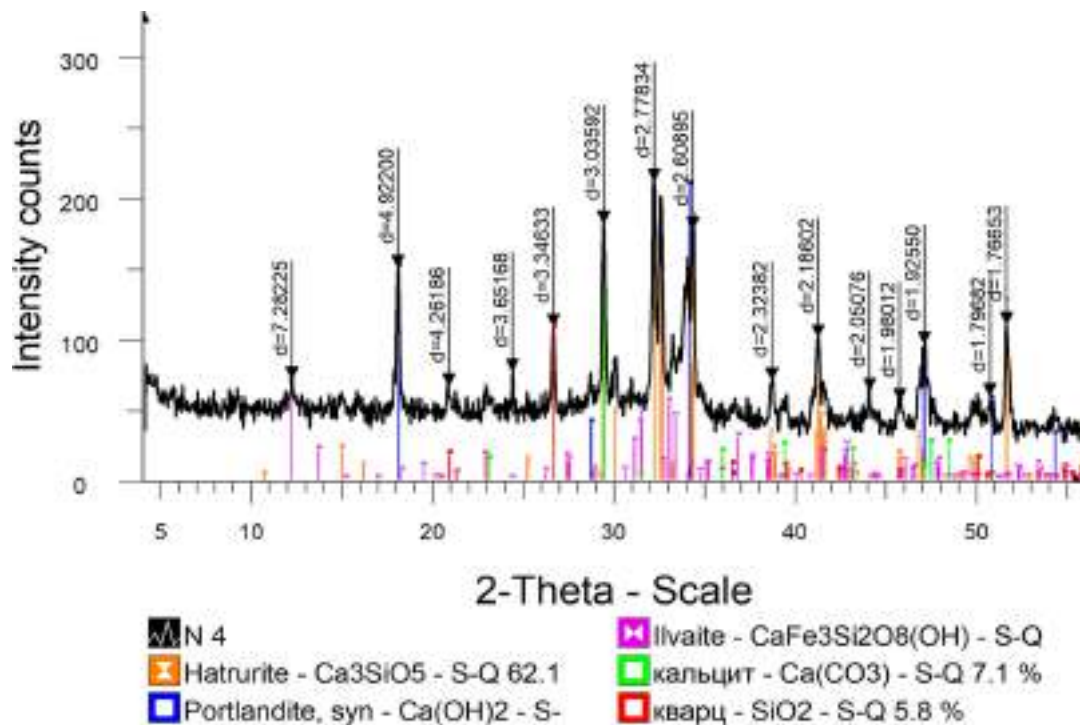


Figure 2 – Diffractogram of the reference sample (reference sample Type 1)

ence sample Type 1), and the second type using CMA (16 compositions), consisting of Portland cement, CMA and water, Figure 1. Developed compositions have been different % content of the added complex

modified additive. In this case, the Type 1 reference mixture containing cement and water (with which all subsequent comparisons of results will be conducted) is a cement mixture without the addition of CMA.

Weighing of components for the selection of compositions by mass was carried out on high-precision analytical scales. Water cement ratio was selected experimentally (w/c ratio = 0.28).

The main criterion for plasticizing additives is the index of reduction of water demand, i.e. water reducing. To assess the effectiveness of water-reducing additives, compositions of cement mixture were prepared. The water-reducing effect of CMA was determined by decreasing the w/c ratio of the developed compositions with the additive, compared with the reference composition. As can be seen from Figure 3, the water reductions with the use of CMA increases. The greatest increase in water reduction is shown at a dosage of the additive of 10% of the weight of cement. The use of the additive provides a significant increase in water reduction in the range of 10.71-39.28% due to adsorption on the cement grains and hydrate phases of new formations. It is established that the introduction of the additive allows increasing its water-reducing ability by 2 times, in comparison with the reference composition.

According to the results of the presented data in the Table 1, it is evident that the water-cement ratio decreases by 5-24% when using the additive. In this case a significant decrease in water-cement ratio is achieved by introducing an additive in an amount of 10% of cement weight (by 24%). Water-cement ratio of the composition without the additive was 0.28, compared with the additive 0.17-0.25. The additive due to the manifestation of the effects of water reducing, constraining conditions of hydrate formation and adsorption modification of morphology and dispersity of hydrate products, have a positive effect on the setting time. The optimal composition of mixtures, have a positive effect on the processes of structure formation of the cement stone and contribute to the formation of a dense structure.

According to the diagram of the setting time (Figure 4), first peak represents the beginning of set-

ting, the second peak represents the end of setting. Arrangement of the types of compositions being compared on a bottom-up basis, where Type 1 indicates red – the reference composition (without an additive), relative to which we make comparisons. The addition of additives allows reducing the time of beginning and end of setting. Hence, it is of practical interest, since using the additive in small quantities will speed up the process of making products. It can be noted that of additive influence on the setting time to a higher extent related to the dosage, i.e., at the minimum dosage the influence is maximum. The accelerating action of the researched compositions can be due as the presence among their compounds gypsum, that traditionally are accelerants of setting cement, as well as additives creating layers on the cement particles, inhibiting the water penetration for the course of hydration.

From the test results in Figure 4 it can be seen that not only the beginning of setting time is reduced, but also its end. Complex additive have a coarse action on the system, i.e., in case of increasing dosage greatly reduces process setting of cement relative to samples excluding additives, and intensifies hardening of cement in the early hydration period. Best plasticizing action of additive in mortar mixture is reached at a content of 5-10% relatively to the mass of cement. The plasticizing effect of cement paste has been explained through the adsorption by hydrophobic particles in particulate cement grains. It is important to note that setting time of mixtures depends significantly on the content and concentration of the added additive in mortar mixtures.

While analyzing the diagram in Figure 4, the authors have concluded that additives have different influence: when adding additives in cement – 1 h 55 min, whereas in the composition without additives (reference sample Type 1) cement starts setting for about 2 h 45 min. Considering this, it can argued these ad-

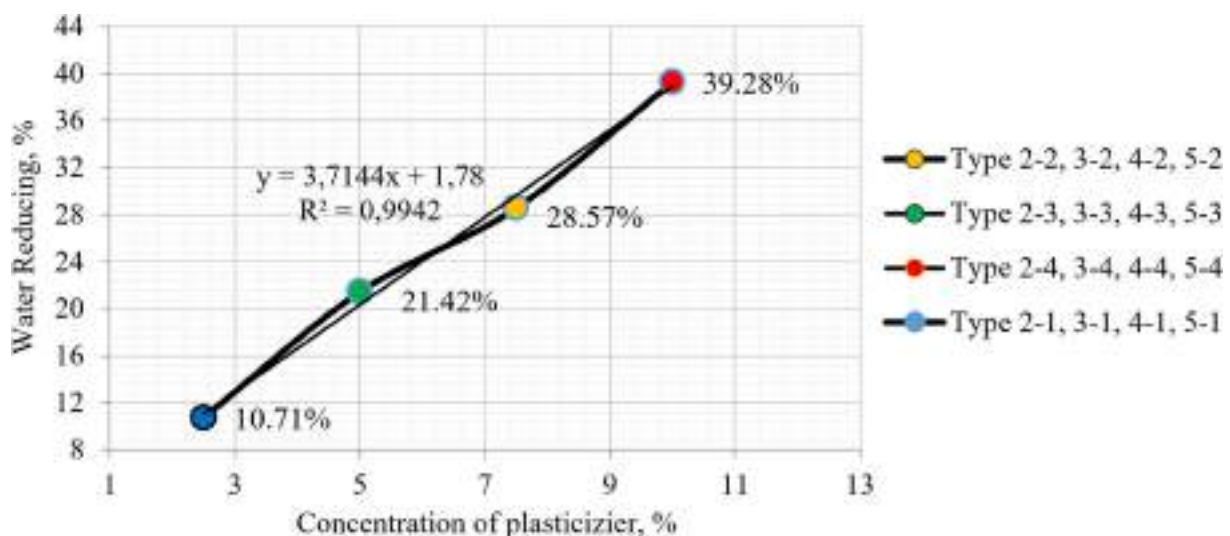


Figure 3 – Dependence of water reducing on additive concentration

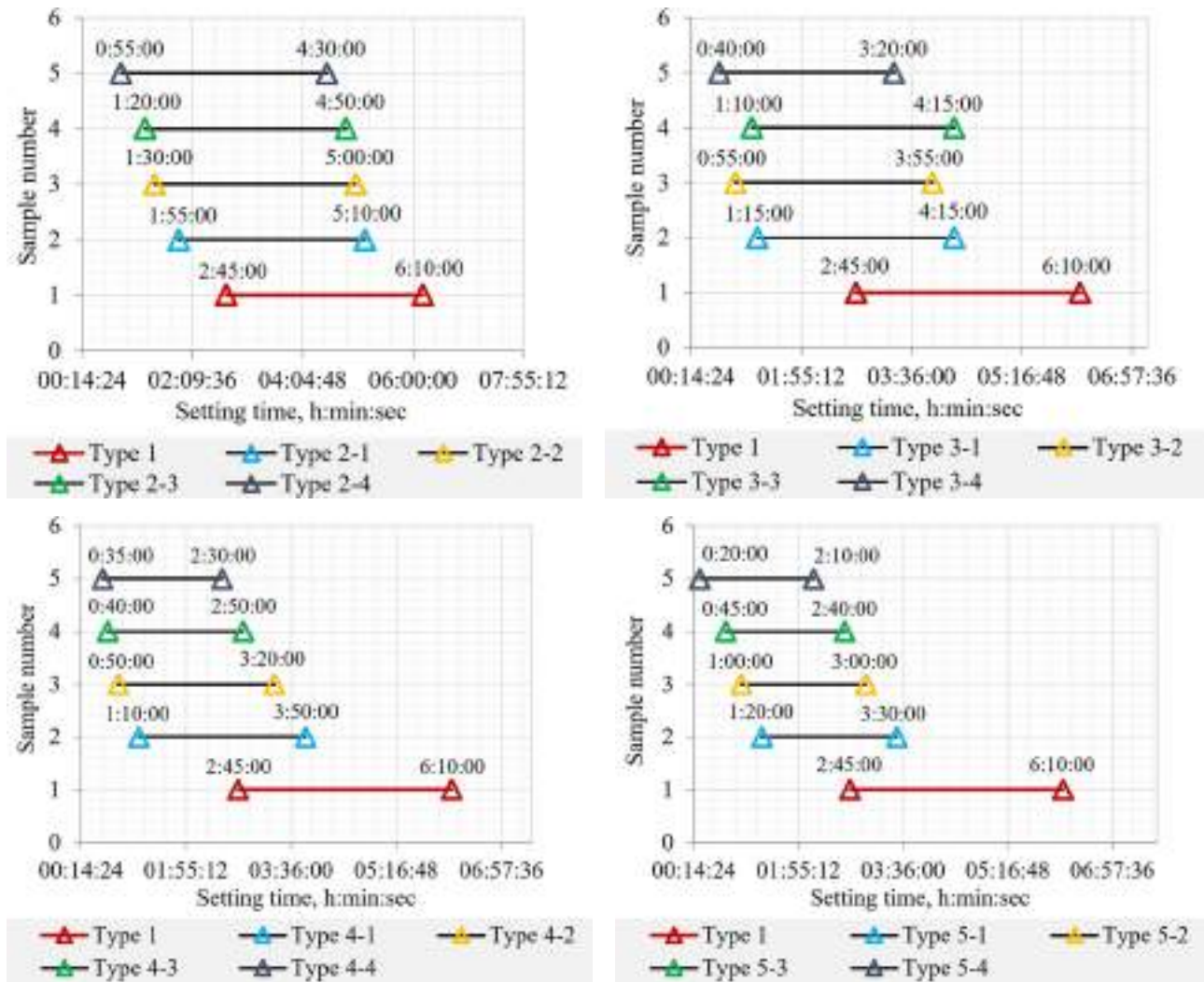


Figure 4 – Test results of the setting time of the cement mixture

ditives have a greater effectiveness as compared to the no additives composition (reference sample Type 1). By analyzing the diagram in Figure 2, can be observed that the additives had the same action, however various efficiencies. When a complex additive is included the setting time is decreased up to 30% in comparison to pure cement. Apparently the duration is unchanged, because the setting time is decreased by reducing at the end of setting time of the cement paste. The interval between the beginning and the ending of setting time interval is shortened up to 40% of the cement paste. This indicator is essential for dry construction binder mixtures since it allows the cement-containing compounds from hardening to maintain plasticized state after hardening with water during regulated time period depending on the additive composition and set rapidly following using, which leads to accelerated performance speed of the construction works. Therefore, the quantity of additive added was determined from the conditions of highest influence of speeding up hardening. The results show that CMA acts an effective setting time accelerator. Therefore, that additive may be used for setting time stabilizers.

Conclusions

The following conclusions can be made from experimental research:

1. X-ray diffraction analysis of Portland cement demonstrated a greater quantity of calcium carbonate. Most likely, this is related to the carbonization of free calcium hydroxide formed during the hydration of the cement.
2. Complex modified additive (CMA) has a greater water-reducing and plasticizing action compared to the composition without additive (reference sample Type 1). Research results indicate that the addition of additives – plasticizers (post-alcohol bard) reduce the amounts of water down to 40%.
3. The additive (CMA) provided the greatest results because both it slowed down the original setting time from 1 h 55 min to 20 min and the final setting time from 5 h 10 min to 2 h 10 min.
4. The research has demonstrated that gypsum in combination together with the sodium compounds plus post-alcohol bard greatly increases the physical-mechanical characteristics, establishing an synergistic effect.

REFERENCES

1. N.Z. Muhammad, A. Keyvanfar, M.Z. Abd. Majid, A. Shafaghat, J. Mirza, Waterproof performance of concrete: A critical review on implemented approaches, *Construction and Building Material*, 101, 2015, pp. 80-90, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.048>
2. S. Marceau, F. Lespinasse, J. Bellanger, C. Mallet, Microstructure and mechanical properties of polymer-modified mortars, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 16, 2012, pp. 571-581, <https://doi.org/10.1080/19648189.2012.675148>
3. C. Qingyu, S. Wei, G. Liping, Z. Guorong, Polymer-modified concrete with improved flexural toughness and mechanism analysis, *Journal of Wuhan University of Technology-Materials Science Edition*, 27, 2012, pp. 597-601, <https://doi.org/10.1007/s11595-012-0512-5>
4. Altynbekova A., Lukpanov R., Dyusseminov D., Askerbekova A., Tkach E., Effect of a complex modified additive on the setting time of the cement mixture, *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra*, 325 (2), 2022, pp. 29-38, <https://doi.org/10.31643/2023/6445.15>
5. Lukpanov R., Dyusseminov D., Altynbekova A., and Zhantlesova Z., Research of foam concrete components in the regional production conditions of Nur-Sultan, *Technobius*, Vol. 2 (3), 0023, 2022, pp. 1-7. <https://doi.org/10.54355/tbus/2.3.2022.0023>
6. J. Plank, E. Sakai, C.W. Miao, C. Yu, J.X. Hong, Chemical admixtures – Chemistry, applications and their impact on concrete microstructure and durability, *Cement and Concrete Research*, 78, 2015, pp. 81-99. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.05.016>
7. Poluektova V.A., Kosukhin M.M., Malinovker V.M., Shapovalov N.A., Multifunctional superplasticiser for concrete on the basis of pyrocatechin production wastes, *Fundamental research*, 1 (3), 2013, pp. 718-722.
8. F. Jingjing, L. Shuhua, W. Zhigang, Effects of ultrafine fly ash on the properties of high-strength concrete, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 121, 2015, pp. 1213-1223. <https://doi.org/10.1007/s10973-015-4567-3>
9. Shamshygaiyn T., Talgat Akhmetzhanov, G.B., Tanirbergenova A., Yeleussinova A., Effect of complex additive on exothermic kinetics and hydration stages of cement systems, *GEOMATE Journal*, Vol. 19 (75), 2020, pp. 184-190. <https://doi.org/10.21660/2020.75.95831>
10. Interstate Standard GOST 310.3-76, Cements. Methods for determination of standard consistency, times of setting and soundness, 1978, pp. 1-6.

Модификацияланған қоспаның бетон қасиеттеріне әсерін зерттеу

¹*АЛТЫНБЕКОВА Алия Досжанқызы, докторант, kleo-14@mail.ru,

¹ЛУКПАНОВ Рауан Ермагамбетович, PhD, профессор, rauan_82@mail.ru,

¹ДЮСЕМБИНОВ Думан Серикович, т.ғ.к., доцент, dusseminov.duman@mail.ru,

²ТОКАНОВ Данияр Тоқанович, т.ғ.к., бөлім бастығы, tokanov-daniyar@mail.ru,

³ОРАЗОВА Динара Казбековна, PhD, доцент, dinarzhan_84@mail.ru,

¹«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

²Қазақстандық көп салалы қайта құру және даму институты, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56/б,

³«Торайғыров университеті» КеАҚ, Қазақстан, Павлодар, Ломов көшесі, 64,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Кешенді модификацияланған қоспаны (КМҚ) суды төмендететін әсеріне және қоспа компоненттерінің ауыспалы құрамының цемент қоспасының қату уақытына әсері бойынша зерттеу нәтижелерінің бірінші кезеңі берілген. ДРОН-3 дифрактометрінде портландцементтің минералогиялық құрамын анықтау нәтижесі көрсетілген. Жартылай сандық рентгендік фазалық талдау ұнтақ үлгілерінің дифракциялық үлгілері бойынша бірдей массалар мен жасанды қоспалар әдісімен жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – цементке арналған кешенді модификатордың физика-механикалық сипаттамаларын және әсерін жақсарту. Авторлар өзгермелі пайыздарда сілті (натрий қосылыстары), спирттік кейінгі барда (этил спирт өндірісінің қалдығы) және қатаю үдеткішін (гипс) қамтитын әзірленген КМҚ-ны пайдаланды. Қоспаны пайдалану суды азайту қабілетін айтарлықтай арттыруды қамтамасыз етеді. Қоспаның қату уақытының өзгеруіне әсерін салыстырмалы зерттеу жүргізілді. Талдау көрсеткендей, қоспаның оңтайлы мөлшері бақылау үлгісіне қатысты орнату уақытында айырмашылықты тудырады, бірақ қалыпты диапазонда. Цемент массасының гидратация және қату процестеріне әсер етудің жақсы үйлестірілген механизмдері бар КМҚ-ны біріктіріп қолдану қоспаның әрбір компонентінің әсерін толықтырып, күшейтетіні көрсетілген. Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелеріне сәйкес, қоспаның қату уақытын жақсартатыны туралы қорытынды жасауға болады.

Кілт сөздер: цемент қоспасы, минералогиялық құрам, кешенді модификацияланған қоспа, суды азайту, қату уақыты, қатаю үдеткіші, спирттік кейінгі барда.

Исследование влияния модифицированной добавки на свойства бетона

^{1*}АЛТЫНБЕКОВА Алия Досжанкызы, докторант, kleo-14@mail.ru,

¹ЛУКПАНОВ Рауан Ермагамбетович, PhD, профессор, rauan_82@mail.ru,

¹ДЮСЕМБИНОВ Думан Серикович, к.т.н., доцент, dussembinov.duman@mail.ru,

²ТОКАНОВ Данияр Токанович, к.т.н., начальник отдела, tokanov-daniyar@mail.ru,

³ОРАЗОВА Динара Казбековна, PhD, доцент, dinarzhana_84@mail.ru,

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

²Казахстанский многопрофильный институт реконструкции и развития, Казахстан, Караганда,

пр. Н. Назарбаева, 56/б,

³НАО «Торайгыров университет», Казахстан, Павлодар, ул. Ломова, 64,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлен первый этап результатов исследования комплексной модифицированной добавки (КМД) на водоредуцирующее действие и влияние переменного состава компонентов добавки на сроки схватывания цементной пасты. Продемонстрирован результат определения минералогического состава портландцемента на дифрактометре ДРОН-3. Полуколичественный рентгенофазовый анализ проводился на дифрактограммах порошковых образцов по методу равных масс и искусственных смесей. Целью исследования являлось улучшение физико-механических характеристик и влияние комплексного модификатора для цемента. Авторы использовали разработанный КМД, включающий щелочь (соединения натрия), послеспиртовую барду (отходы спиртового завода) и ускоритель твердения (гипс) в переменных процентных соотношениях. Использование добавки обеспечивает значительное увеличение водоредуцирующей способности. Проведено сравнительное исследование влияния добавки на изменение сроков схватывания. Анализ показал, что оптимальное количество добавки вызывает разницу во времени схватывания относительно контрольного образца, но в пределах нормы. Показано, что совместное использование в составе КМД, обладающего слаженными механизмами влияния на процессы гидратации и схватывания цементной массы, дополняет и усиливает влияние каждого компонента добавки. В целом по результатам исследований можно сделать вывод, что добавка способствует улучшению сроков схватывания.

Ключевые слова: цементная смесь, минералогический состав, комплексная модифицированная добавка, водоредуцирование, сроки схватывания, ускоритель твердения, послеспиртовая барда.

REFERENCES

1. N.Z. Muhammad, A. Keyvanfar, M.Z. Abd. Majid, A. Shafaghat, J. Mirza, Waterproof performance of concrete: A critical review on implemented approaches, Construction and Building Material, 101, 2015, pp. 80-90, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.048>
2. S. Marceau, F. Lespinasse, J. Bellanger, C. Mallet, Microstructure and mechanical properties of polymer-modified mortars, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 16, 2012, pp. 571-581, <https://doi.org/10.1080/19648189.2012.675148>
3. C. Qingyu, S. Wei, G. Liping, Z. Guorong, Polymer-modified concrete with improved flexural toughness and mechanism analysis, Journal of Wuhan University of Technology-Materials Science Edition, 27, 2012, pp. 597-601, <https://doi.org/10.1007/s11595-012-0512-5>
4. Altynbekova A., Lukpanov R., Dyusseminov D., Askerbekova A., Tkach E., Effect of a complex modified additive on the setting time of the cement mixture, Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra, 325 (2), 2022, pp. 29-38, <https://doi.org/10.31643/2023/6445.15>
5. Lukpanov R., Dyusseminov D., Altynbekova A., and Zhantlesova Z., Research of foam concrete components in the regional production conditions of Nur-Sultan, Technobius, Vol. 2 (3), 0023, 2022, pp. 1-7. <https://doi.org/10.54355/tbus/2.3.2022.0023>
6. J. Plank, E. Sakai, C.W. Miao, C. Yu, J.X. Hong, Chemical admixtures – Chemistry, applications and their impact on concrete microstructure and durability, Cement and Concrete Research, 78, 2015, pp. 81-99. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.05.016>
7. Poluektova V.A., Kosukhin M.M., Malinovker V.M., Shapovalov N.A., Multifunctional superplasticiser for concrete on the basis of pyrocatechin production wastes, Fundamental research, 1 (3), 2013, pp. 718-722.
8. F. Jingjing, L. Shuhua, W. Zhigang, Effects of ultrafine fly ash on the properties of high-strength concrete, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 121, 2015, pp. 1213-1223. <https://doi.org/10.1007/s10973-015-4567-3>
9. Shamsygyaiyn T., Talgat Akhmetzhanov, G.B., Tanirbergenova A., Yeleussinova A., Effect of complex additive on exothermic kinetics and hydration stages of cement systems, GEOMATE Journal, Vol. 19(75), 2020, pp. 184-190. <https://doi.org/10.21660/2020.75.95831>
10. Interstate Standard GOST 310.3-76, Cements. Methods for determination of standard consistency, times of setting and soundness, 1978, pp. 1-6.

Проблемы модернизации и эксплуатации жилого фонда в Республике Казахстан

¹КРОПАЧЕВ Петр Александрович, к.т.н., доцент, kropachev-54@mail.ru,

^{1*}АЛПЫСБАЕВА Назым Амангазыевна, к.т.н., доцент, nalpysbayeva@mail.ru,

²ЗАКАРИА Розана, PhD, ассоциированный профессор, rozana@utm.my,

¹ГАБДРАШ Амиржан Тлеуханович, докторант, старший преподаватель, amirzhan383@gmail.com,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Университет технологий Малайзии, Малайзия, Джохор, Джохор-Бару, Искандар Путери, Скудай,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Дан анализ реализации государственных программ по модернизации и управлению жилым фондом в Республике Казахстан. Выявлены проблемы, оставшиеся после проведения реформ по демополизации жилищно-коммунального хозяйства и массовой приватизации жилищного фонда. Определена эффективность реализованных программ, особенности и недостатки новых законодательных инициатив. Отмечена необходимость создания системы технического надзора, которая обеспечивала бы постоянный мониторинг, своевременную и качественную разработку проектов капитального ремонта, или реновации. Предложены меры по обеспечению эксплуатационной надежности жилого фонда. Определена необходимость совершенствования формы управления многоквартирными жилыми домами.

Ключевые слова: ЖКХ, жилой фонд, КСК, ОСИ, ПТ, кондоминиум, эксплуатация жилого фонда, капитальный ремонт домов, нормативная база.

Введение

Жилищный сектор играет важную роль в экономике Казахстана и является инструментом, обеспечивающим устойчивость и поддержку благосостояния граждан. Состояние жилищного фонда и наличие доступного и комфортного жилья для различных категорий граждан наглядно отражает степень социально-экономического развития страны, уровень жизни населения и социальный климат в обществе [1].

Благополучие каждой семьи во многом зависит от устойчивости и надежности данной сферы. А это, в свою очередь, должно обеспечиваться профессионализмом и ответственностью вовлеченных в нее сторон, включая систему управления жилой недвижимостью.

Формулировка задачи

На сегодняшний день большинство населения Казахстана владеет квартирами на правах собственников, что составляет 97,6% всего жилищного фонда страны. По данным местных исполнительных органов, только 1649 многоквартирных жилых домов находится в коммунальной собственности. Совсем небольшая доля жилищного фонда, так называемое ведомственное жилье, находится в введении различных организаций –

Министерств РК, национальных компаний и т.д. На настоящее время 92 многоквартирных жилых дома с общим числом квартир 14733 относится к ведомственному жилью [1].

С 1996 года Казахстан предпринял реформы в жилищно-коммунальном хозяйстве (далее – ЖКХ), направленные на демополизацию сектора и массовую приватизацию жилищного фонда. В результате массовой акции практически весь государственный жилищный фонд был приватизирован. При этом значительная часть его была введена в эксплуатацию в 50-60-х годах прошлого века и подлежала капитальному ремонту. Ответственность по эксплуатации и ремонту, в том числе капитальному, жилищного фонда перешла от государства к новым собственникам – населению, которое в своем большинстве оказалось не готово к этому. Большинство многоквартирных жилых домов в республике эксплуатировалось с нарушением установленных требований, их своевременный капитальный ремонт не производился. Недостаточно осуществлялся государственный контроль за состоянием жилищного фонда [2].

С тех пор прошло более 25 лет, но текущее состояние ЖКХ в стране, в частности управление многоквартирными жилыми домами, до сих пор характеризуется как неэффективное [1]. Зна-

чительная часть жилищного фонда не отвечает архитектурно-планировочным и техническим требованиям современности, не соответствуют стандартам комфорта, энергосбережения, а иногда – и безопасности.

Поэтому предотвращение дальнейшего разрушения жилых зданий и их сохранение должны были стать первоочередными мерами в жилищном секторе. Необходимо профессиональное управление многоквартирными жилыми домами, кропотливая разъяснительная работа с жителями [1].

Описание основных методов, результатов и дальнейших перспектив исследования

Практически повсеместное внедрение системы кооперативов собственников квартир (КСК) предполагало максимально сократить непроизводственные затраты при эксплуатации жилищного фонда, развить рынок услуг инженерно-коммунального обеспечения и ремонтно-восстановительных работ, повысить ответственность владельцев квартир за сохранение и надлежащее содержание жилых домов и придомовых территорий.

Однако, несмотря на принимаемые меры, состояние значительной части жилищного фонда требовало срочного проведения ремонтно-восстановительных работ в связи с аварийным состоянием основания, несущих и ограждающих конструкций и инженерных сетей. Положение усугублялось отсутствием каких-либо схем (механизмов) финансирования капитального ремонта жилых домов [2].

В целях повышения качества жизни граждан и повышения уровня комфорта жилья в 2011 году в РК была принята «Программа модернизации жилищно-коммунального хозяйства Республики Казахстан на 2011-2020 годы» (впоследствии – «Государственная программа развития регионов до 2020 года»), включающая в себя восстановление основных фондов коммунального комплекса, повышение надежности систем тепло-, водо-, газо- и электроснабжения, а также проведение капитального ремонта имущества объектов кондоминиума. Практика показала, что осуществление данной «Программы...» во многом тормозилось из-за отсутствия эффективной системы управления жилой недвижимостью, отвечающей современным требованиям [1].

Поэтому в конце 2019 года была принята новая Государственная программа жилищно-коммунального развития «Нұрлы жер» на 2020-2025 годы, которая консолидирует все меры государственной поддержки в сфере жилищного строительства, обеспечения жильем граждан, модернизации и развития системы ЖКХ. В связи с этим, в указанную программу были интегрированы вопросы модернизации коммунальной инфраструктуры, системы тепло-, водоснабжения и водоотведения, жилищного фонда из Государ-

ственной программы инфраструктурного развития «Нұрлы Жол» на 2015-2019 годы и «Государственной программы развития регионов до 2020 года». Предполагается, что единая жилищная политика и политика в жилищно-коммунальной сфере обеспечат комплексный подход к развитию комфортной жилой среды населенных пунктов с учетом трендов урбанизации, роста численности населения, а также особенностей каждого региона [3].

Кроме того, количество многоквартирных жилых домов в Казахстане по данным местных исполнительных органов составило 78402 единицы. При этом каждый третий из указанных объектов эксплуатируется более 50 лет. Около 65% многоквартирных жилых домов было введено в эксплуатацию более 25 лет назад. В аварийном состоянии, не подлежащим восстановлению, находится 1308 многоквартирных жилых домов (2%). Кроме того, 23% данной категории жилья требует капитального ремонта [3].

Поддержание на необходимом уровне эксплуатационной пригодности жилых зданий в современных условиях требует создания системы технического надзора, которая обеспечивала бы постоянный мониторинг, своевременную и качественную разработку проектов капитального ремонта или реновации [5, 6].

С помощью строительного мониторинга осуществляется постоянный контроль в режиме реального времени за напряженно-деформированным состоянием конструкций эксплуатируемого жилого здания, состоянием грунтов его основания и подземных вод. Это позволяет своевременно выявить и устранить негативные явления и процессы, связанные с повышенным физическим износом, которые вызываются образованием, накоплением и развитием дефектов и повреждений в несущих и ограждающих конструкциях, а также неравномерной осадкой фундаментов при изменении режима грунтового основания. К сожалению, на практике строительный мониторинг жилых зданий в нашей стране в период их эксплуатации осуществляется крайне редко, в основном для отдельных высотных многофункциональных комплексов в крупных мегаполисах. Взамен этого обычно прибегают к экспертному обследованию жилых зданий перед их реконструкцией или капитальным ремонтом, либо в случае обнаружения визуально наблюдаемых критических повреждений в виде трещин силового характера, значительных деформаций и перемещений, грозящих обрушением несущих и ограждающих конструкций.

Между тем, помимо управления безопасным состоянием несущих и ограждающих конструкций, строительный мониторинг имеет большие перспективы в плане страховой защиты жилых зданий в период их эксплуатации. В развитых странах такие здания считаются надежными объектами страхования, если они оснащены систе-

мой строительного мониторинга. В нашей стране подобная система страхования жилых зданий пока отсутствует. Для этого, в первую очередь, нужно заложить соответствующую нормативную базу [7].

При технической эксплуатации жилых зданий одним из важных условий является снижение энергетических затрат. В этих условиях становится особенно актуальным проектирование капитального ремонта и реновации жилого фонда с минимальными энергетическими затратами на основе применения энергосберегающих материалов и энергоэффективных инженерных систем. Для этого в рамках развития нормативной базы РК следует:

- осуществить разработку экспериментальных и технических основ для анализа неустановленных параметров, требуемых для учета национальных климатических, природных и сейсмологических особенностей;

- внедрить единые принципы расчетов, для которых требуется выбор национально определяемых параметров путем проведения исследований, испытаний, переход на общепринятые в странах ЕС принципы проектирования несущих конструкций зданий с переводом национальных норм на Еврокоды;

- разработать пакет нормативно-технических пособий для лучшего освоения проектировщиками Еврокодов, а также практических рекомендаций по их реализации;

- разработать методику расчетов строительных конструкций сложной геометрии с учетом их физико-механических свойств, а также условий эксплуатации;

- внедрить в практику проектирования вероятностные методы расчетов, обеспечивающие высокую безопасность жилых зданий на протяжении всего их жизненного цикла;

- внедрить в строительную практику РК передовой опыт стран ЕС по нормированию энергоэффективных зданий, в частности – европейской директивы по энергетическим характеристикам зданий (E PBD-2010, Energy performance of Building Directive);

- сформировать отвечающую требованиям надлежащей практики Еврокодов сеть аккредитованных лабораторий, а также сертификационных центров.

Результатом этого станет гармонизация национальных стандартов с учетом действующей строительной нормативной базы, которая создает нормативно-методическое обеспечение сертификации энергоэффективности зданий и сооружений в соответствии с Законом РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности».

В действующих в Казахстане нормативных документах по обследованию, капитальному ремонту, реконструкции и реновации зданий и сооружений [5, 6, 8-11] не отражены особенности подхода к решению вопросов:

- установления нагрузок, воздействий и их сочетаний с учетом имеющихся сведений о фактически выполненных технических и технологических решениях, режиме эксплуатации и изменениях физико-механических, прочностных характеристик грунтов основания, конструкций фундаментов и надземной части, и других данных, полученных в процессе обследования элементов системы «основание – сооружение»;

- оценки фактического технического состояния несущих конструкций, запроектированных по ранее действующим, а теперь отмененным документам;

- назначения расчетных сопротивлений грунтов основания и материала эксплуатируемых конструкций по результатам испытаний образцов или натуральных неразрушающих испытаний выборочных участков;

- критериев оценки выявленных при обследовании дефектов, повреждений и отступлений от норм при устройстве оснований и фундаментов, изготовлении и монтаже конструкций.

В указанных нормах не затронуты также вопросы расчета сохраняемых конструкций, имеющих определенный физический износ, дефекты и повреждения. Отсутствуют рекомендации по оценке несущей способности конструкций, запроектированных по нормам, действовавшим в период их строительства. Следует учитывать также, что при этом использовались материалы, изделия и конструкции, которые соответствовали ныне отмененным государственным стандартам.

В условиях указанных проблем существующей нормативной базы, а также полного отсутствия, либо недостаточной численности в кондоминиумах и зачастую низкой квалификации персонала имеющихся служб по техническому надзору сложно обеспечить надежную эксплуатацию жилого фонда. Проблемы недостаточной квалификации персонала существует и в ряде проектных фирм, выполняющих разработку проектов по капитальному ремонту и реновации жилых зданий. Молодые проектировщики, уверенно используя в своей работе информационные технологии, в частности, компьютерную графику и машинный расчет, как правило, недостаточно владеют инженерными методами, требующими глубокого понимания работы конструкций и геотехнической системы «основание – сооружение» в целом.

Между тем разработка проектов капитального ремонта и реновации длительно эксплуатируемых жилых домов требует научно обоснованной оценки их эксплуатационной надежности до прогноза и после производства работ, которую могут выполнить только аттестованные эксперты в составе аккредитованных организаций. Это необходимо также для принятия оптимальных технических решений по обеспечению эксплуатационной надежности восстановленного и модернизированного жилого фонда [7].

Формы управления многоквартирными жи-

лыми домами регулируются Законом РК «О жилищных отношениях», в соответствии с которым (статья 42) форма управления объектом кондоминиума определяется соглашением его участников: непосредственное совместное управление всеми собственниками, если их количество не превышает двадцати (применяется для 288727 домов, что составляет 89,7% от общего количества (по данным Комитета по статистике РК); КСК – по данным Комитета по статистике РК в стране было зарегистрировано 2034 КСК; управление объектом кондоминиума третьими (сторонними) лицами – выборными или наемными физическими, либо юридическими лицами (зарегистрировано 1061 юридических и физических лиц, основным видом деятельности которых является управление и содержание многоквартирных жилых домов); иные формы, не противоречащие законодательству Республики Казахстан (насчитывается 4683 – жилищно-строительные кооперативы, производственные кооперативы, потребительские кооперативы и др.) [1].

Таким образом, по данным Комитета по статистике РК, в стране зарегистрировано 7780 юридических лиц, основным видом деятельности которых является управление и содержание многоквартирных жилых домов [1].

Как пояснили в региональных управлениях энергетики и ЖКХ, имелись факты фальсификации и подлога документов при принятии решений, снижение доверия к органам управления, не была обеспечена прозрачность в сборе и расходовании средств [4].

В связи с этим, существующая система управления и содержания жилого фонда в Республике Казахстан предопределяет необходимость совершенствования формы управления многоквартирными жилыми домами. Время требует новых подходов для решения вопросов эксплуатации жилья, совершенствования жилищных отношений и жилищного законодательства страны, отвечающих современным реалиям и рыночным отношениям.

В этих условиях 7 января 2020 года вступил в силу Закон РК «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам жилищно-коммунального хозяйства», согласно которому действующими формами управления стали объединения собственников имущества (далее – ОСИ) и простые товарищества (далее – ПТ). Новая реформа полностью переложила всю ответственность за управление домом на самих владельцев квартир, объясняя это благими намерениями. Так, работа ОСИ должна строиться по принципу: «один счет – один дом». То есть собранные владельцами квартир средства тратятся только на содержание их жилого дома, а не на решение проблем других жилищных объектов. Нет необходимости тратить собранные суммы на содержание большого штата специалистов, а председа-

тель избирается из числа собственников – то есть это должен быть человек, которому все доверяют [4].

Уже начальные результаты данной реформы выявили ряд острых проблем, на которые обращают внимание как владельцы квартир, так и эксперты в области ЖКХ. Первое: председатель ОСИ, или ПТ должен быть «освобожденной единицей» [4]. Второе: каждый ОСИ должен открыть в банке два счета – текущий и сберегательный. Как платить за обслуживание счетов? С ежемесячных взносов владельцев квартир, которые и так с трудом собираются? Третье: суммы, накопленные на этих счетах, будут «съедаться» инфляцией. Четвертое: КСК в свое время активно работали с юристами Центра коммунальных платежей по взиманию долгов с недобросовестных владельцев квартир. В ОСИ или в ПТ эта работа перекладывается на соседей таких должников, у которых нет никаких реальных юридических мер воздействия (обращение в суды – дополнительные затраты).

По данным республиканского Центра модернизации и развития ЖКХ, переход на новые формы управления домами (ОСИ и ПТ) было совершено практически на 79%. Из них юридическое подтверждение перехода есть только у 6%, остальные проценты – это ПТ, которые не подлежат регистрации, то есть практически могут существовать на бумаге и в отчетах. При этом многие владельцы квартир не слышали о новых формах и продолжают обслуживаться в КСК, которые должны перейти в форму либо сервисной компании, либо управляющей компании [12].

На заседании Сената в феврале 2023 г. был одобрен Закон «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам жилищно-коммунального хозяйства» и отмечено, что в рамках реформы по переходу на новые формы управления 85 процентов многоквартирных жилых домов (МЖД) перешли на форму простого товарищества (ПТ), тогда как объединение собственников имущества (ОСИ) выбрали всего лишь 11,5 процента. Более того, 1436 МЖД до сих не выбрали никакие формы управления. В этой связи законом предусматривается ограничение по количеству квартир при образовании простого товарищества – до 30 квартир. В республике насчитывается порядка 10211 малоквартирных домов. В таких домах ввиду малого количества квартир и дополнительных затрат по деятельности ОСИ или простого товарищества их применение нецелесообразно. В связи с чем предлагается новая форма управления – непосредственно совместное управление. Эта форма может создаваться для домов с количеством квартир до 16. Законом решается вопрос и в случае недостижения соглашения между жильцами о выборе формы управления или их неготовности к переходу. Так, вводится норма о предоставлении возможности жилищной инспекции акимата определять временную управляющую

компанию, сроком до одного года [13].

Однако, судя по тому, что за три года в новую форму управления жилыми домами ОСИ реально перешли по разным данным всего до 12% жилищного сектора, а также по комментариям в соцсетях и публикациям в СМИ, вопросы при этом все же остаются и требуют незамедлительного решения. Тем более, что значительная доля жилого фонда Казахстана имеет высокий физический и моральный износ, и нуждается в мониторинге фактического технического состояния, капитальном ремонте и реновации.

Выводы

Таким образом, назрела острейшая необходимость создания системы профессионального технадзора для обеспечения эксплуатационной надежности восстановленного и модернизированного жилого фонда.

Необходимо совершенствовать законодательную основу в части усиления работы жилищных инспекций в составе местных исполнительных органов и в части изменений, касающихся пункта по заключению договоров с поставщиками коммунальных услуг. Должны появиться компетентные решения поставленных вопросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проект «PRO HOUSE – Профессиональное управление жилищным фондом в Казахстане / АО «Казахстанский центр модернизации и развития жилищно-коммунального хозяйства». 18.12.2019г. <https://gkhs.kz/analiz-tekushhego-sostoyaniya-sistemy-upravleniya-zhiloj-nedvizhimostyu-v-respublike-kazahstan/>
2. Алпысбаева Н.А. Современные проблемы реформирования жилищно-коммунального хозяйства // Вестник КарГУ. 2006.
3. Государственная программа жилищно-коммунального развития «Нұрлы жер» на 2020-2025 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 года № 1054.
4. ОСИ: помощи от государства не проси // Индустриальная Караганда. 26.08.2021г.
5. ПР РК 1.04-22-2010 Правила технической эксплуатации жилищного фонда. – Астана, 2011.
6. МСТ ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». – М.: Стан-дартинформ, 2014.
7. Жакулин А.С., Абильдин С.К., Кропачев П.А. Научно-техническое сопровождение строительства зданий и сооружений. – Караганда: КарГТУ, 2018.
8. СП РК 1.04-101-2012 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. – Астана, 2015.
9. СП РК 1.04-110-2017 Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений. – Астана, 2017.
10. РДС РК 1.04-17-2013 Правила технического надзора за состоянием зданий и сооружений. – Астана, 2015.
11. СП РК 1.04-102-2012 Правила оценка физического износа зданий и сооружений. – Астана, 2015.
12. Депутат опасается жилищно-коммунального апокалипсиса из-за упряднения КСК. <https://www.instagram.com/p/CcHar9gtpSZ/?igshid=MDJmNzVkMjY=>
13. В Казахстане введут еще одну форму управления для малоквартирных домов // Tengrinews.kz. 24.02.2023 г.

Қазақстан Республикасында тұрғын үй қорын жаңғырту және пайдалану мәселелері

¹КРОПАЧЕВ Петр Александрович, т.ғ.к., доцент, kropachev-54@mail.ru,

^{1*}АЛПЫСБАЕВА Назым Амангазықызы, т.ғ.к., доцент, nalpysbayeva@mail.ru,

²ЗАКАРИА Розана, PhD, қауымдастырылған профессор, rozana@utm.my,

¹ҒАБДРАШ Әміржан Тлеуханұлы, докторант, аға оқытушы, amirzhan383@gmail.com,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 5б,

²Малайзия технологиялық университеті, Малайзия, Джохор, Джохор-Бару, Искандар Путери, Скудай,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан Республикасында тұрғын үй қорын жаңғырту және басқару жөніндегі мемлекеттік бағдарламалардың іске асырылуына талдау берілген. Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықты монополиясыздандыру және тұрғын үй қорын жаппай жекешелендіру бойынша реформалар жүргізілгеннен кейін қалған проблемалар анықталды. Іске асырылған бағдарламалардың тиімділігі, жаңа заңнамалық бағдарламалардың ерекшеліктері мен кемшіліктері анықталды. Тұрақты мониторингі, күрделі жөндеу немесе жаңарту жобаларын уақтылы және сапалы әзірлеуді қамтамасыз ететін техникалық қадағалау жүйесін құру қажеттілігі атап өтілді. Тұрғын үй қорының пайдалану сенімділігін қамтамасыз ету бойынша шаралар ұсынылды. Көппәтерлі тұрғын үйлерді басқару нысанын жетілдіру қажеттілігі анықталды.

Кілт сөздер: ТКШ, тұрғын үй қоры, ПИК (пәтер иелері кооперативі), МИБ (мүлік иелерінің бірлестігі), қарапайым серіктестік (ҚС), кондоминиум, тұрғын үй қорын пайдалану, үйлерді күрделі жөндеу, нормативтік база.

Problems of Modernization and Operation of Housing Stock in the Republic of Kazakhstan

¹**KROPACHEV Pyotr**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, kropachev-54@mail.ru,

^{1*}**ALPYSBAYEVA Nazym**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, nalpysbayeva@mail.ru,

²**ZAKARIA Rozana**, PhD, Associate Professor, rozana@utm.my,

¹**GABDRASH Amirzhan**, Doctoral Student, Senior Lecturer, amirzhan383@gmail.com,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²University of Technology Malaysia, Malaysia, Johor, Johor Bahru, Iskandar Puteri, Skudai,

*corresponding author.

Abstract. An analysis is given of the implementation of state programs for modernization and management of housing stock in the Republic of Kazakhstan. The problems remaining after the reforms on the demonopolization of housing and communal services and the mass privatization of housing stock have been identified. The necessity of creating a system of technical supervision that would ensure constant monitoring, timely and high-quality development of capital repair or renovation projects was noted. The effectiveness of the implemented programs, features and disadvantages of new legislative initiatives are determined. Measures to ensure the operational reliability of the housing stock are proposed. The necessity of improving the form of management of multi-apartment residential buildings is determined.

Keywords: Housing and communal services, housing stock, Cooperative of apartment owners, Association of property owners, Simple partnership, condominium, operation of housing stock, major repairs of houses, regulatory framework.

REFERENCES

1. Proekt «PRO HOUSE – Professional'noe upravlenie zhilishchnym fondom v Kazahstane / AO «Kazahstanskij centr modernizacii i razvitiya zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva». 18.12.2019g. <https://gkhsp.kz/analiz-tekushhego-sostoyaniya-sistemy-upravleniya-zhiloj-nedvizhimostyu-v-respublike-kazahstan/>
2. Alpysbayeva N.A. Sovremennye problemy reformirovaniya zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva // Vestnik KarGU. 2006.
3. Gosudarstvennaya programma zhilishchno-kommunal'nogo razvitiya «Nyrly zher» na 2020-2025 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 dekabrya 2019 goda no. 1054.
4. OSI: pomoshchi ot gosudarstva ne prosi // Industrial'naya Karaganda. 26.08.2021g.
5. PR RK 1.04-22-2010 Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii zhilishchnogo fonda. – Astana, 2011.
6. MST GOST 31937-2011 «Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya». – Moscow: Standartinform, 2014.
7. Zhakulin A.S., Abil'din S.K., Kropachev P.A. Nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie stroitel'stva zdaniy i sooruzhenij. – Karaganda: KarGTU, 2018.
8. SP RK 1.04-101-2012 Obsledovanie i ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzhenij. – Astana, 2015.
9. SP RK 1.04-110-2017 Obsledovanie, ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya i seismousilenie zdaniy i sooruzhenij. – Astana, 2017.
10. RDS RK 1.04-17-2013 Pravila tekhnicheskogo nadzora za sostoyaniem zdaniy i sooruzhenij. – Astana, 2015.
11. SP RK 1.04-102-2012 Pravila ocenka fizicheskogo iznosa zdaniy i sooruzhenij. – Astana, 2015.
12. Deputat opasaetsya zhilishchno-kommunal'nogo apokalipsisa iz-za uprazhneniya KSK. <https://www.instagram.com/p/CcHap9gtpSZ/?igshid=MDJmNzVkJmY=>
13. V Kazahstane vvedut eshche odnu formu upravleniya dlya malokvartirnyh domov // Tengrinews.kz. 24.02.2023 g.

Анализ эффективности использования доменного шлака в качестве компонента композиционного вяжущего для полистиролбетона

¹РАХИМОВ Мурат Аманжолович, к.т.н., доцент, m.rakhimov@kstu.kz,

¹РАХИМОВА Галия Мухамедиевна, к.т.н., доцент, g.rakhimova@kstu.kz,

^{1*}САМОЙЛОВА Татьяна Юрьевна, докторант, tanya.fedulova.18@mail.ru,

²ЖУМАГУЛОВА Адия Аскарровна, к.т.н., доцент, zaaskarovna@gmail.com,

¹РАХИМОВА Жанара Байболсыновна, магистр, преподаватель, zhanara.rakhimova.87@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Приведены результаты исследования химико-минералогического состава доменного шлака и его влияние на свойства легкого бетона. В работе применялись стандартные методики и методы исследования для определения химико-минералогического состава. Выполненные исследования позволило установить влияние доменного шлака на прочностные и деформативные показатели легкого бетона, а также пригодность применения шлаков для композиционного вяжущего. Введение разрабатываемого состава позволяет получить экономическую и экологическую выгоду. Проведенные исследования показали возможность использования доменного шлака для композиционного вяжущего и его соответствие нормативной документации.

Ключевые слова: бетон, полистиролбетон, энергоэффективный материал, композиционное вяжущее, химическая добавка, теплопроводность, прочность.

Введение

В условиях развития строительной отрасли по всему миру остро встал вопрос об увеличении уровня потребляемой зданиями энергии. Около 35% всей энергии и средств расходуется на теплоизоляцию зданий и сооружений. В связи с этим встает вопрос о возможных путях снижения затрат на возведение зданий и сооружений с сохранением требуемого качества и норм. Однако возведение зданий с массивными стенами не является экономически и архитектурно выгодным решением.

Легкий пористый бетон в настоящее время является наиболее востребованным материалом с точки зрения тепло- и звукоизоляции зданий и сооружений. Огромное количество работ посвящено исследованию легкого бетона на основе легких заполнителей, таких как аглопорит, перлит, керамзит, шлаковая пемза. Однако недостаточно количество внимания уделено такому заполнителю, как полистирол.

Для снижения передаваемого количества тепла от помещения во внешнюю среду и повыше-

ния теплоизоляционных свойств конструкций выгодным решением является создание стеновых панелей с теплоизоляционным слоем из высокопоризованного легкого бетона. Такой бетон не проводит тепло за счет большого количества пор. При использовании какого-либо материала для строительной индустрии необходимо изучить его свойства и их влияние на конструкцию в целом. Из-за его низкой плотности, которая дает огромные преимущества за счет уменьшения поперечных сечений компонентов, растет спрос на полистирол во многих современных архитектурных сооружениях. Существует две категории легких заполнителей: природные, такие как диатомит, вулканическая зола и т.д., и промышленные, такие как вспученный сланец, глина и шифер. Полистирол – промышленный материал с плотностью менее 300 кг/м³ и отсутствием абсорбционных свойств. Бетон на основе полистирола можно использовать для всех частей здания (конструктивных и неструктурных) в качестве очень легкого материала, изменяя процентное соотношение его заполнителей. С изменением соотношения поли-

стирола в бетоне изменяется и его назначение. В отличие от легких промышленных заполнителей, полистирол доступен в продаже повсеместно.

Несмотря на то, что исследованию полистиролбетона посвящено огромное количество статей, монографий и различных пособий, его свойства изучены неостаточно. Например, авторы [1] изучили сравнительные характеристики обычного бетона и полистиролбетона. На основании сделанных ими выводов, стоит сказать, что по коррозионной стойкости полистиролбетон значительно превосходит обычный бетон.

Проведя анализ существующих решений в данной области, стало ясным, что использование гранул полистирола для легкого бетона является лучшим из них по ряду причин:

- во-первых, гранулы полистирола имеют очень низкий вес и пустотность, благодаря которой в бетоне будет еще больше пор, а значит, и теплоизоляционные свойства будут выше;

- во-вторых, полистирол является отходом промышленности, а значит, и стоимость на изделия с его составом будут ниже;

- в-третьих, если это отходы промышленности, тогда стоит говорить о благоприятном воздействии на экологию.

Принципиальное отличие полистиролбетона от его ближайшего по схожим свойствам материала – ячеистого бетона заключается в повышенной прочности на растяжение и на сжатие (в среднем около 12% выше), а также большей стойкостью к влаге и пару.

Для строительства пенополистиролбетон применяется как сверхлегкий искусственный бетон. Сам полистирол является выгодным для строительной отрасли материалом. Кроме того, у полистирола закрытая ячеистая структура, что делает его благоприятным для получения необходимой консистенции без увеличения водопотребности бетонной смеси. Учитывая постоянное повышение требований к системе теплоизоляции зданий и сооружений, целесообразным будет реализация новых материалов и изделий, а также совершенствование и развитие уже существующих материалов и технологий. Полистиролбетон, о котором идет речь, отвечает предъявляемым на сегодняшний день требованиям к теплоизоляционным материалам.

При таком количестве положительных сторон, у полистиролбетона есть и недостатки, а именно невысокая прочность и усадка. Такого рода недостатки можно максимально снизить при помощи добавок и правильной технологии изготовления [2]. Для решения данной проблемы проводился ряд исследований: изучение влияния различных добавок на свойства полистиролбетона, влияние использования модифицированных цементов, а также различной фракции заполнителя.

Одной из важнейших проблем полистиролбетонной смеси является ее расслаивание вследствие разной массы входящих в нее компонентов,

а также слабым сцеплением полистирольных гранул с цементной матрицей. Такая проблема вдохновила казахстанских ученых [3] на создание комплексной добавки. В составе комплексной модифицирующей добавки использовались: суперпластификатор, гидрофобизатор, а также ускоритель твердения. В результате исследования удалось получить комплексную добавку, которая позволяет увеличить прочность на сжатие полистиролбетона на 20-30%, и наряду с этим увеличивает его теплопроводность и морозостойкость.

Проблему прочности полистиролбетона решали в своих исследованиях ученые, которые улучшили прочностные и антикоррозионные свойства бетона путем добавления в его состав гранитной пыли.

Ученые считают, что при добавлении стекловолокна в состав полистиролбетона увеличиваются его прочность на растяжение и сжатие, потому как отрицательным качеством легкого бетона являются его низкая прочность и усадка.

Введение в легкий бетон таких компонентов, как пеностекло и пенополистирол, позволяют значительно снизить теплопроводность с незначительным снижением прочности на изгиб и на сжатие или без него. В ходе исследования оценивались плотность легкого бетона, теплопроводность, прочность на сжатие, изгиб, водопоглощение, деформации, структура композита, морозостойкость. Изменив количество портландцемента и заменив часть пеностекла на пенополистирол, удалось снизить теплопроводность с 0,0977 до 0,0720 Вт/(мК).

Присутствие пенополистирола не ухудшало прочность на сжатие и изгиб или долговременное водопоглощение легкого бетона. Влияние количества пористых заполнителей и портландцемента на устойчивость к замерзанию и оттаиванию исследовали двумя методами. В одном случае морозостойкость исследовали методом одностороннего замораживания структурных показателей ЛВК, а в другом – морозостойкость определяли по снижению прочности на сжатие после 25, 100 и 200 циклов замораживания-оттаивания. За счет модификации конструкции пенополистиролом была увеличена долговечность изделий из ЛВК и уменьшены деформации.

Штрепи и др. [4] исследовали звукопоглощение легкого бетона и обнаружили, что эти материалы также полезны для эффективного практического применения в помещениях и на открытом воздухе. Бетон с легким заполнителем широко используется в специальных проектах или сооружениях, поскольку он легкий, морозостойкий, трещиностойкий, сейсмостойкий, а также обладает свойствами рассеивания и поглощения энергии [5].

Был исследован композиционный материал из отходов пенополистирола, портландцемента и различных добавок. Плотность полученного материала составляла 150-350 кг/м³. Автор установил,

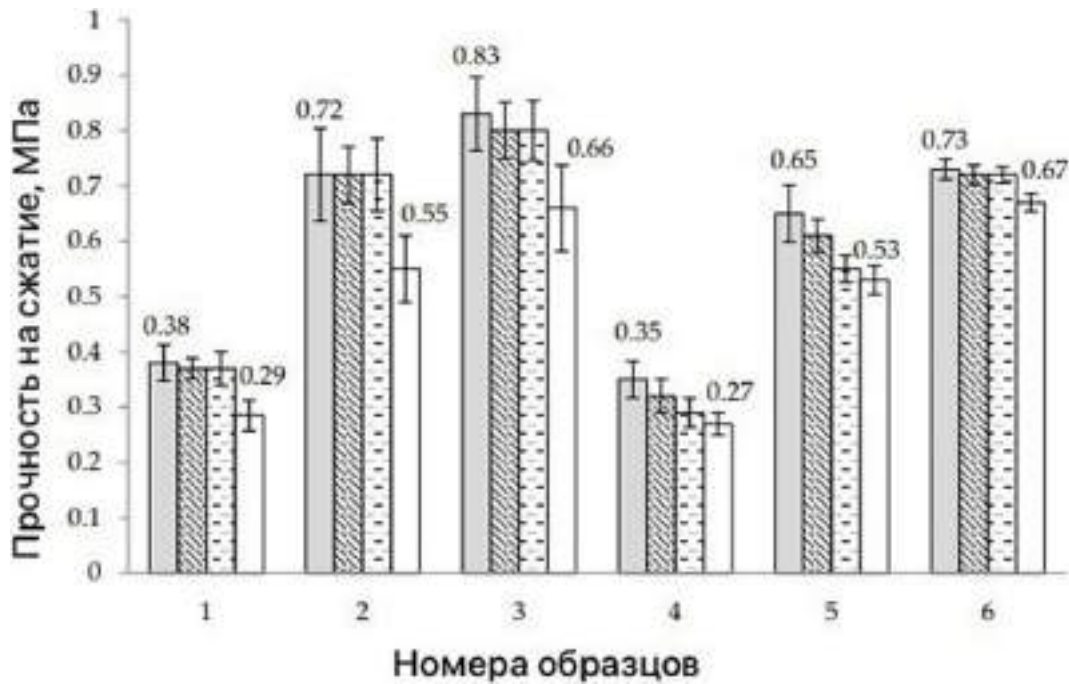


Рисунок 1 – Испытания образцов кубов на прочность на сжатие с разной дозировкой заполнителей (1, 2, 3 – с пеностеклом; 4, 5, 6 – с пеностеклом и полистиролом)

что прочность на сжатие такого композиционного материала невысока (0,05-0,42 МПа), но снижение плотности и прочности на сжатие позволило получить низкий коэффициент теплопроводности в пределах 0,0493-0,0955 Вт/(мК). Ученые провели испытания образцов ячеистого бетона с использованием гранул пенополистирола. Они обнаружили, что замена песка гранулами пенополистирола в ячеистом бетоне снижает прочность на сжатие на 47,2%. Авторы использовали 1,54-1,65 кг пенополистирольных шариков на 1 м³ ячеистого бетона.

Ряд авторов подчеркивает, что материалы, содержащие легкий заполнитель, менее устойчивы к морозу, но обладают достаточной морозостойкостью для использования в стеновых конструкциях. Морозостойкость легкого бетона особенно снижается при увеличении количества полистирола и размеров самих заполнителей.

Также стоит отметить, что морозостойкость легкого бетона в основном определяется пористостью изделия. Устойчивость бетона к замерзанию определяется не только системой воздушных промежутков в изделии, но и связями между заполнителем и матрицей. Для повышения морозостойкости материалов, содержащих легкий заполнитель, не нужно увеличивать плотность (как в случае тяжелого бетона), а нужно либо уменьшать открытую пористость, либо увеличивать плотность цементного камня. Достаточная морозостойкость достигается применением пористого заполнителя или применением воздухововлекающей добавки в цементный камень. Морозостойкость этих материалов можно повысить за счет

использования гидрофобных добавок.

Экономическая составляющая производства бетона подталкивает ученых и производителей применять разного рода отходы или избыточные материалы в состав бетона с целью снижения его себестоимости. Применение отходов промышленности в производство полистиролбетона подразумевает двойную выгоду: экономическую и экологическую. В зарубежных странах заполнителями для бетона служат избыточные отходы, приходящие для той или иной страны.

Учеными [6] было также доказано положительное влияние золы-уноса с Астанинской ТЭЦ на свойства цементной матрицы. Установлено, что использование гранул золы-уноса различной фракции оказывает положительное влияние на реологические свойства полистиролбетона за счет уменьшения его вязкости, а также наличие гранул полистирола разной фракции оказывает положительное влияние на свойства легкого бетона.

Также в исследовании [7] показано благоприятное влияние золы-уноса, собранной мокрым способом, в стойкости бетона к сульфатной агрессии.

В качестве заполнителей для легкого бетона применяются также и заполнители растительного происхождения, а именно с гранулами кукурузных початков и подсолнечника. Наряду с низкой плотностью такого бетона, была выявлена и его низкая прочность. Это объясняется высокой водопоглощающей способностью таких заполнителей. Однако при сравнении этих двух заполнителей, бетон с использованием гранул подсолнечника показал более высокие прочностные

свойства [8].

Доказана целесообразность применения отходов производства как экономически и экологически выгодное решение. Многие исследования посвящены применению зол и шлаков в производстве строительных конструкций [9-12].

Известно, что на одну тонну портландцемента приходится выброс 0,96 тонны CO_2 , а бетона – 0,108 тонн CO_2 . Исходя из статистики специалистов, в среднем около 8% выбросов парниковых газов приходится на бетонные сооружения.

Устойчивое развитие предполагает повторное использование отходов промышленности в строительной отрасли. Гранулы полистирола используются в качестве упаковочного материала и являются отходом промышленности. Использование этих гранул для изготовления легкого бетона является экологически верным решением, поскольку гранулы полистирола не склонны к биологическому разложению.

Поскольку Казахстан уделяет должное внимание экологическим аспектам как строительства, так и других отраслей, верным решением будет создание композиционного вяжущего на основе портландцемента и шлаков. Исследования будут проводиться для выявления наиболее оптимального состава вяжущего для изготовления стеновых панелей с отсылкой на экономическую, экологическую и механическую выгоду. Ограниченный запас сырья также диктует свои регламенты по его использованию.

С возникновением ТЭЦ встал вопрос изучения и использования шлаков, которые образуются в процессе производства. Поскольку больше 50% всех затрат на строительство приходится на материалы, частичная или полная замена материалов отходами производства становится более актуальной. Важной составляющей применения шлаков является охрана окружающей среды. Запасы природного сырья постепенно уменьшаются, а их качество становится хуже, в то время как число отходов от производства только растет.

Применение шлака в качестве композиционного материала к вяжущему имеет ряд особенностей:

- используется для строительства массивных сооружений, однако в условиях зимнего бетонирования с применением шлаковых вяжущих рекомендуется прогревание;
- увеличивает сроки начала и окончания схватывания, что, в свою очередь, ведет к сохранению удобоукладываемости бетонной смеси;
- увеличивает стойкость к воздействию агрессивных сред (стойкость к сульфатной агрессии, щелочам, кислотостойкость и т.д.);
- увеличивает морозостойкость и водонепроницаемость изделий.

Морозостойкость бетонов на таком композиционном вяжущем объясняется снижением капиллярных пор, а также увеличением содержания низкоосновных гидросиликатов кальция.

Таким образом, нами планируется создание композиционного вяжущего как основа для полистиролбетона с целью удешевления производства, а также сохранения природных ресурсов и утилизации отходов промышленности.

Применение шлаков в строительной индустрии описано в трудах многих казахстанских и зарубежных ученых.

Морозостойкость структур цементного камня в возрасте 28 суток в условиях нормального твердения достигается только при условии, что величина удельной поверхности шлака ниже $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ либо ее содержание по массе вяжущего будет более 70%. На морозостойкость бетонов на композиционном шлаковом вяжущем также влияют условия твердения. Так, в условиях ТВО (теплолажностной обработки) бетон характеризуется более высокой морозостойкостью, чем тот же бетон в условиях нормального твердения.

Вяжущие и гидратационные свойства шлаков напрямую зависят от его химико-минералогического состава, микропримесей в его составе, а также режима охлаждения шлакового расплава. Наибольшее влияние на свойства доменного шлака оказывает степень содержания в нем оксида алюминия, а также наличие кислых или основных оксидов. Так, степень гидратации кислого шлака в несколько раз меньше гидратации основных шлаков, а это в свою очередь ухудшает физико-механические свойства бетона.

Микроструктура камня из цемента со шлаковым вяжущем аналогична микроструктуре камня из обычного портландцемента, различие заключается в меньшем содержании гидроксида кальция в первом.

Методы исследования и оборудование

В исследовании использовались сертификационные испытания химико-минералогического состава доменного шлака [13, 14]. Проба доменного шлака отобрана с залежей отходов производства ТОО «Arcelor Mittal» в г. Темиртау.

Применяемый метод заключается в разности масс исследуемого оксида до и после прокаливании в муфельной печи. Для этого навеску массой

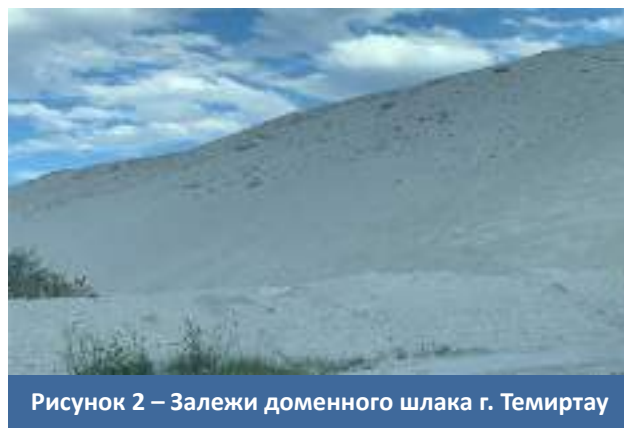


Рисунок 2 – Залежи доменного шлака г. Темиртау

0,5 г заключают в платиновый тигель, опрыскивают водой и добавляют определенное количество капель раствора H_2SO_4 и HF , после чего помещают в теплое место со слабым нагревом (песчаную баню), затем выпаривают содержимое и повторно добавляют HF и выпаривают досуха. Остаток, прокаленный в муфельной печи, охлаждают, взвешивают и с помощью формулы вычисляют содержание оксида.

Результаты исследования

Согласно проведенным методам по исследованию химико-минералогического состава доменного шлака, получены результаты (см. таблицу).

Выводы

Результаты исследования доказали, что доменный шлак ТОО «Arcelor Mittal» в г. Темиртау подходит для включения его в состав композици-

онного вяжущего, поскольку его химико-минералогический состав соответствует нормативным документам.

В перспективе исследования будут использованы добавки для предотвращения вышеуказанных проблем, а именно суперпластификатор, воздухововлекающая и водоредуцирующая добавки, стандартные компоненты легкого бетона (цемент, песок, вода, гипс, шлак и гранулы полистирола).

Наличие в бетоне воздухововлекающей добавки снижает коэффициент теплопроводности бетона примерно на 20%. Это происходит за счет меньшего диаметра образовавшихся пор в сравнении с диаметром пор, в которых находятся гранулы полистирола. Для предотвращения снижения прочностных показателей готовых изделий предполагается использование водоредуцирующей добавки, которая позволит сохранить его деформативные показатели.

Химико-минералогический состав доменного шлака			
Наименование показателя	Обозначение НД на методы испытаний	Требования НД	Фактически полученные результаты
1 Влажность, %	ГОСТ 3476	-	9,27
2 Массовая доля, %	ГОСТ 5382		
2.1 Al_2O_3			13,95
2.2 MgO		15,0, не более	9,45
2.3 TiO_2		4,0, не более	0,57
2.4 CaO		-	
2.5 SiO_2		-	
2.6 MnO		2,0, не более	0,8
3 Коэффициент качества	ГОСТ 3476	Не менее 1,65, 1 сорт	1,68
4 Содержание иона Cl^- , %	ГОСТ 3476	Не более 0,1	0,038

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальдонадо-Бандала, ЕЕ; Ньевес-Мендоса, Д.; Ромеро-Лопес, Р.; Тобиас-Харамильо, Р.; Альмерая-Кальдерон, Ф.; Барриос-Дурстевич, СР; Нуньес Хакес Р.Э. Электрохимические и механические свойства легких бетонных блоков с пенополистиролом // Междунар. Дж. Электрохим. Sci 2015, 10, 472-485.
2. Рахимов М.А., Сулеймбекова З.А. Исследование подвижности цементно-зольных паст с гиперпластификаторами // Республиканский журнал «Труды университета». Караганда, 2020. № 2 (79). С. 110-114.
3. Ткач Е.В., Рахимов М.А., Рахимова Г.М., Мудренко В.В. Исследование влияния комплексного модификатора на физико-механические свойства полистиролбетона // Республиканский журнал «Труды университета». Караганда, 2022. № 1 (70). С. 167-169.
4. Shtrepi, L.; Astolfi, A.; Badino, E.; Volpatti, G.; Zampini, D. More Than Just Concrete: Acoustically Efficient Porous Concrete with Different Aggregate Shape and Gradation. Appl. Sci. 2021, 11, 4835.
5. Yang, K.-H.; Kim, H.-Y.; Lee, H.-J. Mechanical Properties of Lightweight Aggregate Concrete Reinforced with Various Steel Fibers. Int. J. Concr. Struct. Mater. 2022, 16, 48.
6. Niyazbekova R., Mukhambetov G., Tlegenov R., Aldabergenova S., Shansharova L., Mikhhalchenko V and Bembenek M. The Influence of Addition of Fly Ash from Astana Heat and Power Plants on the Properties of the Polystyrene Concrete. Energies 2023, 16, 4092.
7. Diaconu, L.I.; Rujanu, M.; Diaconu, A.C.; Serbanoiu, A.A.; Babor, D.; Plian, D. Improvement of the concrete behaviour to sulphate corrosion using fly ash admixture collected by wet process. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2020, 789, 012018.
8. Grădinaru, C.M.; Muntean, R.; Serbanoiu, A.A.; Ciocan, V.; Burlacu, A. Sustainable Development of Human Society in Terms of Natural Depleting Resources Preservation Using Natural Renewable Raw Materials in a Novel Ecological Material Production. Sustainability 2020, 12, 2651.

9. Рахимов М.А., Рахимов А.М. Модифицированный легкий бетон на стекловидном заполнителе из отходов промышленности // Республиканский журнал «Труды университета». Караганда, 2019. № 2 (75). С. 90-94.
10. Станевич В.Т., Столбоушкин А.Ю., Рахимова Г.М., Вышарь О.В., Рахимов М.А. Экологические аспекты использования вскрышных пород угледобычи в производстве строительной керамики // В сборнике: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды III всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Новокузнецк, 2022. С. 212-216.
11. Rakhimov M., Rakhimova G., Tkach E., Assan A. Determining the difference between three different seismic modular methods // Республиканский журнал «Труды университета». Караганда, 2021. № 4 (85). С. 203-211.
12. Байджанов Д.О., Рахимов М.А., Рахимов А.М. Технология получения пеностеклокристаллических теплоизоляционных материалов на основе отходов промышленности // Республиканский журнал «Труды университета». Караганда, 2017. № 4 (69). С. 73-76.
13. ГОСТ 3476-2019 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цемента.
14. ГОСТ 5382-2019 Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа.

Домна қожын полистирол бетонға арналған композициялық байланыстырғыштың құрамдас бөлігі ретінде пайдалану тиімділігін талдау

¹**РАХИМОВ Мурат Аманжолович**, т.ғ.к., доцент, m.rakhimov@kstu.kz,

¹**РАХИМОВА Галия Мухамедиевна**, т.ғ.к., доцент, g.rakhimova@kstu.kz,

¹***САМОЙЛОВА Татьяна Юрьевна**, докторант, tanya.fedulova.18@mail.ru,

²**ЖУМАГУЛОВА Адия Аскарровна**, т.ғ.к., доцент, zaaskarovna@gmail.com,

¹**РАХИМОВА Жанара Байболсыновна**, магистр, оқытушы, zhanara.rahimova.87@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Домна шлактарының химиялық және минералогиялық құрамын, және оның жеңіл бетонның қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Жұмыста химиялық және минералогиялық құрамын анықтау үшін стандартты әдістер мен зерттеу әдістері қолданылды. Жүргізілген зерттеулер жеңіл бетонның беріктігі мен деформациялық қасиеттеріне домна қожының әсерін, сондай-ақ композиттік байланыстырғыштар үшін қожды қолданудың жарамдылығын анықтауға мүмкіндік берді. Жүргізілген зерттеулер композиттік байланыстырғыштар үшін домна қожын пайдалану мүмкіндігін және оның нормативтік құжаттамаға сәйкестігін көрсетті.

Кілт сөздер: бетон, полистирол бетон, энергия үнемдейтін материал, композит байланыстырғыш, химиялық қоспа, жылу өткізгіштік, беріктік, шлак.

Analysis of the Effectiveness of Using Blast Furnace Slag as a Component of a Composite Binder for Polystyrene Concrete

¹**RAKHIMOV Murat**, Cand. of Tech. Sci., Docent, m.rakhimov@kstu.kz,

¹**RAKHIMOVA Galiya**, Cand. of Tech. Sci., Docent, g.rakhimova@kstu.kz,

¹***SAMOILOVA Tatyana**, Doctoral Student, tanya.fedulova.18@mail.ru,

²**ZHUMAGULOVA Adiya**, Cand. of Tech. Sci., Docent, zaaskarovna@gmail.com,

¹**RAKHIMOVA Zhanara**, Master, Teacher, zhanara.rahimova.87@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

*corresponding author.

Abstract. The results of a study of the chemical and mineralogical composition of blast furnace slag and its effect on the properties of lightweight concrete are presented. The work used standard techniques and research methods to determine the chemical and mineralogical composition. The studies carried out made it possible to establish the influence of blast furnace slag on the strength and deformation properties of lightweight concrete, as well as to establish the suitability of using slag for composite binders. The introduction of the developed composition allows for economic and environmental benefits. The conducted studies showed the possibility of using blast furnace slag for composite binders and its compliance with regulatory documentation.

Keywords: concrete, polystyrene concrete, energy-efficient material, composite binder, chemical additive, thermal conductivity, strength.

REFERENCES

1. Maldonado-Bandala, EE; Neves-Mendosa, D.; Romero-Lopes, R.; Tobias-Haramilo, R.; Almeraya-Kalderon, F.; Barrios-Durstevits, CP; Nunes Hakes R.E. Elektrohimicheskie i mehanicheskie svoystva legkih betonnykh blokov s penopolistirolokom // Mezhdunar. Dzh. Elektrohim. Sci 2015, 10, 472-485.
2. Rahimov M.A., Suleymbekova Z.A. Issledovanie podvizhnosti tsementno-zolnykh past s giperplastifikatorami // Respublikanskiy zhurnal «Trudy universiteta». Karaganda, 2020. No. 2 (79). Pp. 110-114.
3. Tkach E.V., Rahimov M.A., Rahimova G.M., Mudrenko V.V. Issledovanie vliyaniya kompleksnogo modifikatora na fiziko-mechanicheskie svoystva polistirolobetona // Respublikanskiy zhurnal «Trudy universiteta». Karaganda, 2022. No. 1 (70). Pp. 167-169.
4. Shtrepi, L.; Astolfi, A.; Badino, E.; Volpatti, G.; Zampini, D. More Than Just Concrete: Acoustically Efficient Porous Concrete with Different Aggregate Shape and Gradation. Appl. Sci. 2021, 11, 4835.
5. Yang, K.-H.; Kim, H.-Y.; Lee, H.-J. Mechanical Properties of Lightweight Aggregate Concrete Reinforced with Various Steel Fibers. Int. J. Concr. Struct. Mater. 2022, 16, 48.
6. Niyazbekova R., Mukhambetov G., Tlegenov R., Aldabergenova S., Shansharova L., Mikhhalchenko V and Bembenek M. The Influence of Addition of Fly Ash from Astana Heat and Power Plants on the Properties of the Polystyrene Concrete. Energies 2023, 16, 4092.
7. Diaconu, L.I.; Rujanu, M.; Diaconu, A.C.; Serbanoiu, A.A.; Babor, D.; Plian, D. Improvement of the concrete behaviour to sulphate corrosion using fly ash admixture collected by wet process. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2020, 789, 012018.
8. Grădinaru, C.M.; Muntean, R.; Serbanoiu, A.A.; Ciocan, V.; Burlacu, A. Sustainable Development of Human Society in Terms of Natural Depleting Resources Preservation Using Natural Renewable Raw Materials in a Novel Ecological Material Production. Sustainability 2020, 12, 2651.
9. Rahimov M.A., Rahimov A.M. Modifitsirovannyiy legkiy beton na steklovidnom zapolnitele iz othodov promyshlennosti // Respublikanskiy zhurnal «Trudy universiteta». Karaganda, 2019. No. 2 (75). Pp. 90-94.
10. Stanevich V.T., Stolboushkin A.Yu., Rahimova G.M., Vyishar O.V., Rahimov M.A. Ekologicheskie aspekty ispolzovaniya vskryishnykh porod ugledobyichi v proizvodstve stroitelnoy keramiki // V sbornike: Aktualnyie voprosyi sovremennogo stroitelstva promyshlennykh regionov Rossii: Trudy III vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnyim uchastiem. Novokuznetsk, 2022. Pp. 212-216.
11. Rakhimov M., Rakhimova G., Tkach E., Assan A. Determining the difference between three different seismic modular methods // Respublikanskiy zhurnal «Trudy universiteta». Karaganda, 2021. No. 4 (85). Pp. 203-211.
12. Baydzhanov D.O., Rahimov M.A., Rahimov A.M. Tehnologiya polucheniya penosteklokristallicheskiy teploizolyatsionnykh materialov na osnove othodov promyshlennosti // Respublikanskiy zhurnal «Trudy universiteta». Karaganda, 2017. No. 4 (69). Pp. 73-76.
13. GOST 3476-2019 Shlaki domennyye i elektrotermofosfornyye granulirovannyye dlya proizvodstva tsementov.
14. GOST 5382-2019 Tsementyi i materialyi tsementnogo proizvodstva. Metody himicheskogo analiza.

Қызылорда қаласының геологиялық жағдайында көпқабатты үйлердің іргетасын салудың конструктивті шешімдері

¹*ЖАПАХОВА Акмарал Утешевна, т.ғ.к., аға оқытушы, zharakhova@mail.ru,

²ЖАПАХОВА Гульнара Утешевна, магистр, оқытушы, gulnar.zharakhova@mail.ru,

³КЕЛМАҒАМБЕТОВ Нұрлыбек Кішпанұлы, т.ғ.к., аға оқытушы, nurlibek_70_70@mail.ru,

¹«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қызылорда, Әйтеке би көшесі, 29а,

²И. Абдикаримов атындағы Қызылорда аграрлық техникалық жоғары колледжі, Қазақстан, Қызылорда, Жахаев көшесі, 66,

³Ашық университеті, Қазақстан, Қызылорда, Ф. Мұратбаев көшесі, 43,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Авторлар Қызылорда қаласының геологиялық жағдайында көпқабатты үйлердің іргетасын қалаудың конструктивті шешімдерін ұсынады. Итеративті алгоритмді қолдана отырып, іргетас тақтасы үшін шөгінділерді есептеу нәтижелерінің жинақтылығы зерттелді. Шеткі элементтер әдісімен құрылымдардың құрылымдық талдауы Scad Office жобалық кешенінде жүргізілді. Нәтижесінде іргетастардың 4 нұсқасының әрқайсысы үшін материалдардың шығыны белгіленді. Есептеу моделін бөлу үшін оңтайлы қадамды таңдау үшін практикалық ұсыныстар берілген.

Кілт сөздер: қаттылық коэффициенті, екі сызықты іргетас, іргетас тақтасы, қадалы іргетас, тақталы-қадалы іргетас, қуысты іргетас, жүк көтергіштік, шеткі элементтер әдісі.

Кіріспе

Қызылорда қаласы Тұран ойпатының шегінде, шөлді аймақта орналасқан. Қала орналасқан аллювиалды аккумуляторлық жазықтың беті жайдақ толқынды және қырлы, біркелкі рельефпен сипатталады.

Қызылорда қаласының инженерлік-геологиялық жағдайы әлсіз суға қаныққан сазды топырақтардың қалың қабатының болуымен сипатталады. Бұл шөгінділердің қалыңдығы 20...30 м жетеді [1]. Компьютерлік технологиялардың дамуының арқасында ғимараттардың (құрылыстардың) және іргетастардың бірлескен есептеулері нақты жобалық негізге айналуға, бұл «Құрылыс материалдары мен бұйымдар ғимараттары мен құрылыстардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» [2] техникалық регламентінің қаулысының талабын қанағаттандыруға мүмкіндік береді.

Жобалау тәжірибесінде есептеу модельдері мен оларды жүзеге асыратын бағдарламаларды таңдауға, сондай-ақ есептеу нәтижелеріне сынсыз көзқарас қалыптасты. Қызылорда топырағының ерекшеліктеріне бейімделмеген үлгілерді пайдалану кез келген күрделілік деңгейіндегі құрылымдар үшін қауіп факторы болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі – техникалық-эконо-

микалық көрсеткіштерді анықтау және ең үнемді нұсқаны таңдау мақсатында инженерлік-геологиялық жағдайларда топырақ негіздерімен бірге есептелетін іргетастардың құрылымдық схемаларының ерекшеліктерін зерттеу.

Зерттеудің мақсаты – ауыспалы жобалау барысында берілген нақты құрылыс жағдайлары мен жоспарлау шешімі негізінде құймалы көпқабатты тұрғын үй құрылысының іргетасын құрудың оңтайлы конструктивті шешімін анықтау.

Шеткі элементтер әдісімен құрылымдардың беріктік талдауы PC Scad жобалық кешенінде орындалды. Нәтижесінде іргетастардың 4 нұсқасының әрқайсысы үшін материалдардың шығыны белгіленді. Итеративті алгоритмді қолдана отырып, іргетас тақтасы үшін шөгінділерді есептеу нәтижелерінің жинақтылығы зерттелді. Есептеу моделін бөлу үшін оңтайлы қадамды таңдау үшін практикалық ұсыныстар берілген.

Жұмыстарда темірбетон тақталарын пайдаланудың өзгермелілігі экономикалық жағынан да қарастырылды. Бұл жағдайда рентабельділік критерийі құрылыс құнының төмендеуі болып табылады. Осылайша, зерттеу барысында іргетастың ең оңтайлы жобаларын әзірлеу қажет. Рационалды іргетас жобаларын Пилягин А.В., Тетиор А.Н., Мяснянкин А.В., Грицук М.С., Жүсіпбеков А.Ж.,

Унайбаев Б.Ж. сияқты ресейлік және қазақстандық ғалымдар зерттеді [3-8].

Қызылорда қаласының жаңа сол жағалау бөлігінің аумағына тән жұмсақ топырақтағы көпқабатты үйлерді жобалаудың геотехникалық аспектілерін Сейітов Т.И., Будикова А.М., Жапахова А.У. зерттеген [9-11]. Олар көпқабатты ғимараттың жерасты бөлігін құрудың негізгі принциптерін тұжырымдады. Уақыт бойынша іргетастың сызықты емес мінез-құлқын сипаттау үшін топырақ моделі ұсынылды, оның дұрыстығы далалық зерттеу деректерімен расталды.

Талдау нәтижесінде Қызылорда қаласының сол жағалауының жаңа бөлігінің аумағына тән жұмсақ топырақтағы ғимараттарды жобалаудың геотехникалық аспектілері маңызды екенін атап өтуде болады. Іргетастардың жер бөлігімен өзара әрекеттесуін есепке алмастан есептерді шығару.

Компьютерлік технологияның дамуының арқасында жобалау іргетас пен ғимараттардың бірлескен есептеулеріне негізделген. Дегенмен, базалық деформациялық есептеулердің дәлдігіне қойылатын талаптар құрылымдық талдауға қойылатын талаптардан әлдеқайда төмен.

Құрылым мен іргетастың бірлескен есептеулері құрылыс объектісінің деформациясын анықтауға да, көршілес ғимараттар үшін қауіпті аймақтың мөлшерін есептеуге де мүмкіндік береді. Олар ықтимал шығындарды жобаға дейінгі ерте кезеңде оңтайландырады (геотехникалық жағдайды алдын ала бағалау) және оларды жобалау процесінде растайды (геотехникалық негіздеме).

Осыған байланысты жұмыстың өзектілігі техникалық-экономикалық көрсеткіштерді анықтау және ең үнемді нұсқаны таңдау үшін инженерлік-геологиялық жағдайларда топырақ іргетастарымен бірге есептелген іргетастардың жобалық схемаларының ерекшеліктерін зерттеуде жатыр.

Зерттеу әдістемесі

Есептеу SCAD Office жобалау-есептеу кешенінің көмегімен жүргізілді. Кешен соңғы элементтердің көмегімен статикалық және динамикалық есептеу схемаларын модельдеуді жүзеге асырады, тұрақтылықты тексеруді, күштердің қолайсыз комбинацияларын таңдауды, сондай-ақ болат конструкциялардың жүк көтергіштігін тексеруді және темірбетон конструкцияларының арматурасын таңдауды жүзеге асырады.

Есептеу схемасының түйіндерінің негізгі белгісіз қозғалыстары мен бұрылыстарын қолдана отырып, шеткі элементтер әдісіне негізделген. Схема шеткі элементтер жүйесі түрінде ұсынылған, осылайша құрылымды жақсарту жүзеге асырылады.

Шеткі элементтерге бөлу қадамы 0,4 мм-ге тең (қалыңдау торы).

Пластиналар үшін берілген бағыт бойынша кернеулерге көшу келесі схема бойынша жүзеге асырылады: тік пластиналар үшін – жалпы координаттар жүйесінің Z осі бойымен, көлденең пла-

стиналар үшін – жалпы координаттар жүйесінің X осі бойымен.

Шеткі элементтің түрі оның геометриялық пішінімен, ішкі күштер мен ішкі қозғалыстар арасындағы байланысты анықтайтын физика заңымен және осы Заңның сипаттамасына кіретін параметрлер жиынтығымен (қаттылықтармен), ақырлы элемент түйіндері мен жүйелік түйіндердің қозғалысы арасындағы байланысты анықтайтын ережелермен және т.б. анықталады.

Есептеу схемасындағы түйін жоғалып бара жатқан кішкентай өлшемдегі мүлдем қатты дене түрінде ұсынылады. Түйіннің алты еркіндік дәрежесі бар – үш сызықтық қозғалыс және үш айналу бұрышы. Жүйенің деформациясы кезінде түйіннің кеңістіктегі орны орталық координаттарымен және түйінмен тығыз байланысты үш осьтің айналу бұрыштарымен анықталады.

Қозғалыс әдісінің негізгі жүйесі кез-келген түйіндік қозғалысты шектейтін барлық байланыстардың әр түйінінде қабаттасу арқылы таңдалады. Бұл байланыстардағы күштердің нөлдік теңдік шарттары тепе-теңдіктің шешуші теңдеулерін білдіреді, ал аталған байланыстардың орын ауыстыруы-орын ауыстырудың негізгі белгісіз әдістері болып табылады.

Жалпы алғанда, кеңістіктік құрылымдардың түйінінде барлық алты қозғалыс болуы мүмкін [12]:

- 1 – X осі бойымен сызықтық қозғалыс;
- 2 – Y осі бойымен сызықтық қозғалыс;
- 3 – Z осі бойымен сызықтық қозғалыс;
- 4 – X осі бойымен векторы бар айналу бұрышы (X осі бойынша айналу);
- 5 – Y осі бойымен векторы бар айналу бұрышы (Y осі бойынша айналу);
- 6 – Z осі бойымен векторы бар айналу бұрышы (Z осі бойынша айналу).

Элемент ішіндегі орын ауыстыру өрісінің пішіні (өзек түріндегі элементтерді қоспағанда) әр түрлі жеңілдетілген тәуелділіктермен ұсынылған. Бұл жағдайда кернеулер мен деформацияларды анықтаудағы қателік $(h/L)K$ ретіне ие, мұндағы h – тордың максималды қадамы; L – аймақтың тән өлшемі. Жуықтау нәтижесінің қатесін азайту жылдамдығы (конвергенция жылдамдығы) k көрсеткішімен анықталады, ол қозғалыстар мен ішкі күштердің (кернеулердің) әр түрлі компоненттері үшін әр түрлі мәнге ие.

Есептеу схемасы. Координаталық жүйелер

Ғимараттың жобалық сұлбасын сипаттау үшін жобалық схемамен байланысты оң жақты XYZ координаталар жүйесі, сонымен қатар әрбір соңғы элементпен байланысты жергілікті оң жақты координаталар жүйесі қолданылады.

Схема түрі

Жобалау схемасы жалпы жүйе ретінде анықталады. Деформация және оның негізгі белгісіздері X, Y, Z осьтері бойындағы түйін нүктелерінің сызықтық орын ауыстыруларымен және осы осьтер айналасындағы айналулармен бейнеленеді.

Жүйенің статикалық есебі сызықтық тұжырымда орындалады.

Шекара шарттары

Шеткі элементтерді жобалау үлгісінің түйіндерінің мүмкін қозғалыстары осы қозғалыстардың кейбіріне тыйым салатын сыртқы шектеулермен шектеледі.

Шекаралық шарттар келесі мәлімдемеде келтірілген:

1. Тақталы іргетас

Сілтемелер X және Y бойымен тақтаның шетіндегі төрт түйінде орнатылады (1-сурет).

1 – X осі бойынша сызықтық қозғалыс;

2 – Y осі бойынша сызықтық қозғалыс.

2. Тақталы-қадалы іргетас

Тақтаның шеттеріндегі төрт түйінде X және Y байланыстары орнатылды (2-сурет).

1 – X осі бойымен сызықтық орын ауыстыру;

2 – Y осі бойымен сызықтық орын ауыстыру.

Қадалар арнайы шеткі элементтермен жасалады (шеткі қаттылық байланыстары).

Ғимарат қадаларға сүйенеді.

3. Тақталы-қадалы іргетас

Тақтаның шеттеріндегі төрт түйінде X және Y

байланыстары орнатылды (3-сурет).

1 – X осі бойымен сызықтық орын ауыстыру;

2 – Y осі бойымен сызықтық орын ауыстыру.

Қадалар арнайы соңғы элементтермен жасалады (соңғы қаттылық байланыстары).

Рұқсат етіледі: ғимарат қадаларға сүйенеді.

4. Бос іргетас

Плита мен тіректердің төменгі бөлігінің түйісу түйіндерінде X, Y, Z байланыстары орнатылған.

Байланыстар 4-суретте қызыл түспен көрсетілген.

1 – X осі бойымен сызықтық орын ауыстыру;

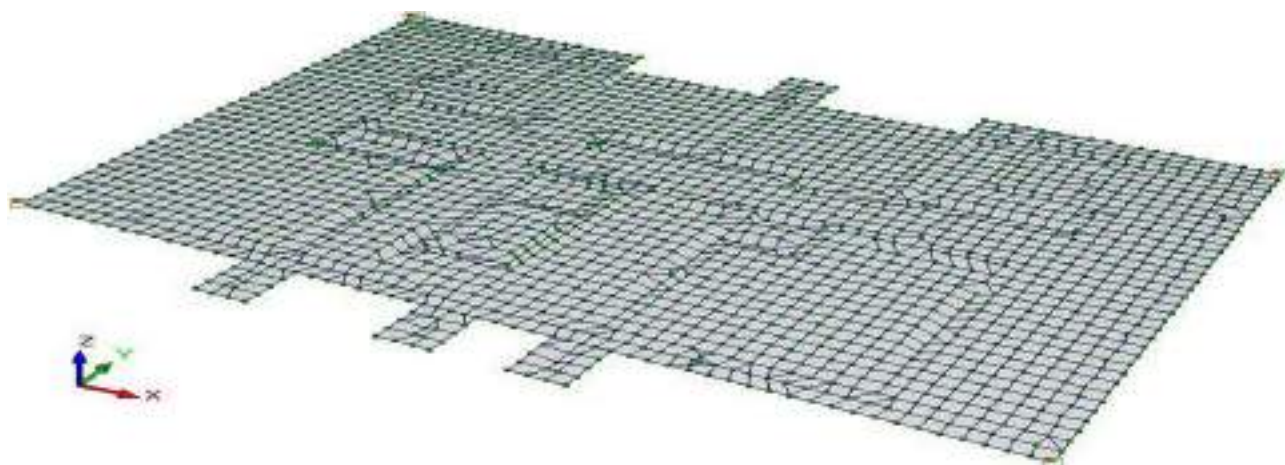
2 – Y осі бойымен сызықтық орын ауыстыру;

3 – Z осі бойымен сызықтық қозғалыс.

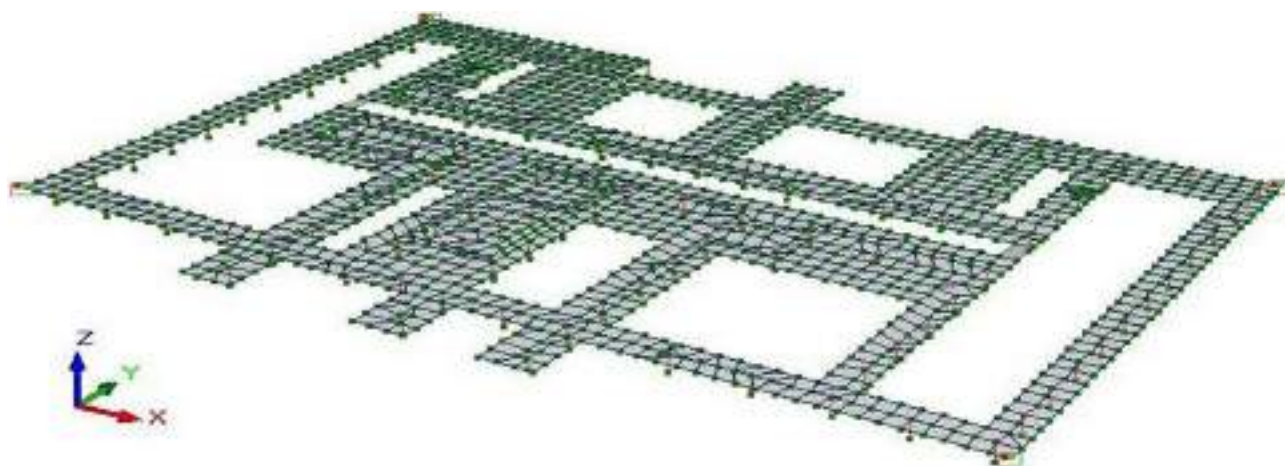
Шеткі элементтердің қолданылған түрлерінің сипаттамалары

Есептеу схемасы келесі типтегі шеткі элементтерді қамтиды:

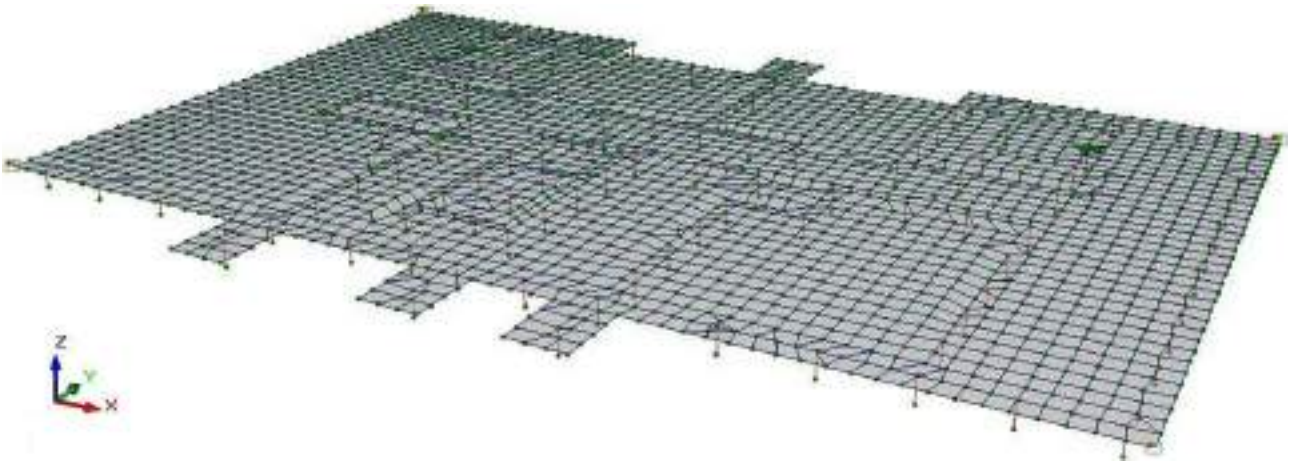
1. Материалдардың әдеттегі қарсылық ережелеріне сәйкес жұмыс істейтін шеткі элементтер. Олардың кернеу күйі X1 осі өзек бойымен, ал Y1 және Z1 осьтері негізгі көлденең қима инерция осьтері бойымен бағытталған жергілікті координаттар жүйесімен байланысты.



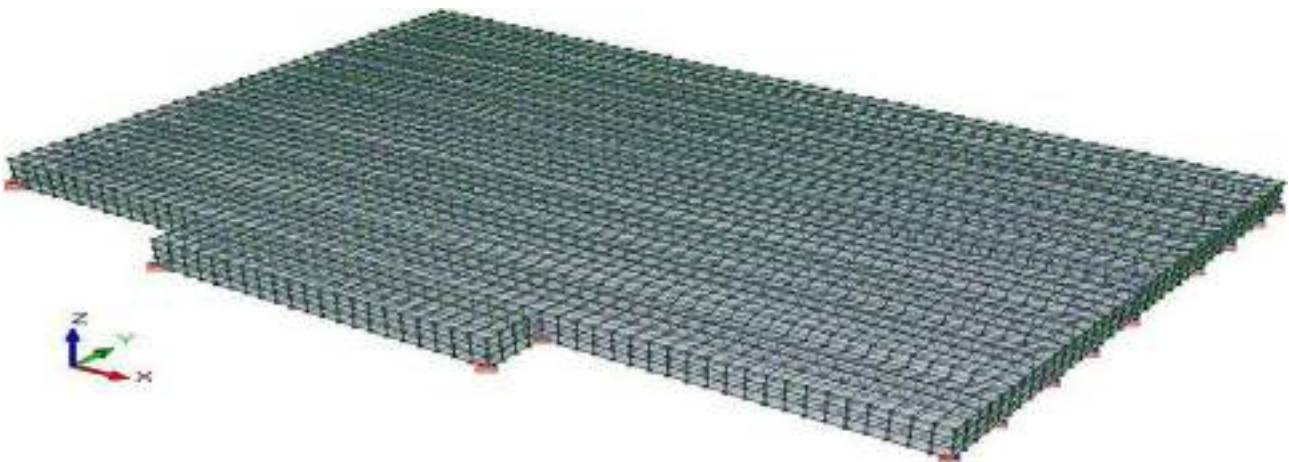
1-сурет – Тақталы іргетастың байланыстарын орнату



2-сурет – Қадалы іргетастың байланыстарын орнату



3-сурет – Тақталы-қадалы іргетастың байланыстарын орнату



4-сурет – Қуысты іргетастың байланыстарын орнату

Кейбір біліктер түйіндерге түйіндік түйіспелердің эксцентриситетін ескеретін абсолютті қатты кірістірулер арқылы қосылады. Содан кейін X_1 осі біліктің серпімді бөлігі бойымен, ал Y_1 және Z_1 осьтері біліктің серпімді бөлігінің негізгі инерция осьтері бойымен бағытталған.

2. Геометриялық пішіні элементтің кішкене бөлігінде тегіс болатын қабықшалардың соңғы элементтері. Бұл элементтер үшін элемент ішіндегі қозғалыстардың шынайы формасы шамамен жеңілдетілген тәуелділіктермен ұсынылған. Олардың кернеу күйі X_1 және Y_1 осьтері элемент жазықтығында орналасқан және X_1 осі бірінші түйіннен екіншісіне, ал Z_1 осі элемент бетіне ортогональды болатын жергілікті координаттар жүйесімен байланысты.

3. 42 типті үшбұрышты элемент элемент ішіндегі қалыпты орын ауыстыру өрісін 4 дәрежелі көпмүшемен, ал тангенциалды орын ауыстыру өрісін бірінші дәрежелі көпмүшемен модельдейді. Кеңістікте ерікті түрде орналасқан. Бірлескен болып табылмайды.

4. Төрт түйіндік нүктесі бар 44 типті төртбұрышты элемент 3 дәрежелі көпмүшемен эле-

мент ішіндегі қалыпты қозғалыстар өрісін, ал 2 дәрежелі толық емес көпмүшемен тангенциалды қозғалыстар өрісін модельдейді. Кеңістікте ерікті түрде орналасқан. Бірлескен болып табылмайды.

Алынған нәтижелер және оларды талқылау

SCAD Office-те сызықтық мәселе шешіледі-іргетастар мен іргетас құрылымдарының конструкциялары сызықты-серпімді болып қабылданады. Бетон мен арматураның серпімді емес деформацияларын, жарықтардың болуын есепке алу сызықтық есептерді шешудің итерациялық процесінде ескеріледі. ҚНЖЕ 2.03.01-84* «Бетон және темірбетон конструкцияларында» статикалық анықталмайтын конструкциялардағы күштерді олардың сызықтық серпімділігін болжауда анықтауға рұқсат етіледі. Қарастырылып отырған үлгі – тақталы іргетас, өлшемдері 18x12 м, қалыңдығы 600 мм В25, W6, F100 класты бетон.

Серпімді негіз моделін құру кезінде негіз үлгісі мен іргетас моделін азайтуға мүмкіндік беретін итерациялық есептеу жүргізілді. Қатарынан 6 итерация жасалды. Негіздің отыру моделі екі сызықты деген болжаммен анықталады.

Есептеу нәтижесінде отырудың екі түрлі

көрінісі анықталды – іргетастың табан деңгейінде есептелген отырудың таза түрі және қаттылық коэффициенті – «төмендетілген» тунба (жүктемеге бөлінген тунба). Есептеу нәтижесі кестеде келтірілген.

Осылайша, шекті күйлердің 2 тобындағы іргетастың тәжірибелік есептеулері үшін бөлудің минималды қадамын қабылдауға рұқсат етіледі (соңғы элементтің мөлшері – 2 м).

Есептеу нәтижелері бойынша қаттылық коэффициентінің максималды және минималды мәндерін С1-ден 1-ден 6-шы итерацияға дейін өзгерту диаграммалары салынды (5-сурет).

Есептеу нәтижелерінің конвергенциясын аналитикалық зерттеу нәтижелері бойынша есептеу моделін бөлудің оңтайлы қадамы таңдалды. SCAD ДК-де жүзеге асырылған екі сызықты негіз моделі белгілі бір жағдайларда іргетас тақтасы үшін жеткілікті нақты отыруын алуға мүмкіндік беретіні анықталды: барлық итерациялар бойынша орташа тунба 0,16 мм, максималды тунба 0,19

мм құрайды (6-сурет).

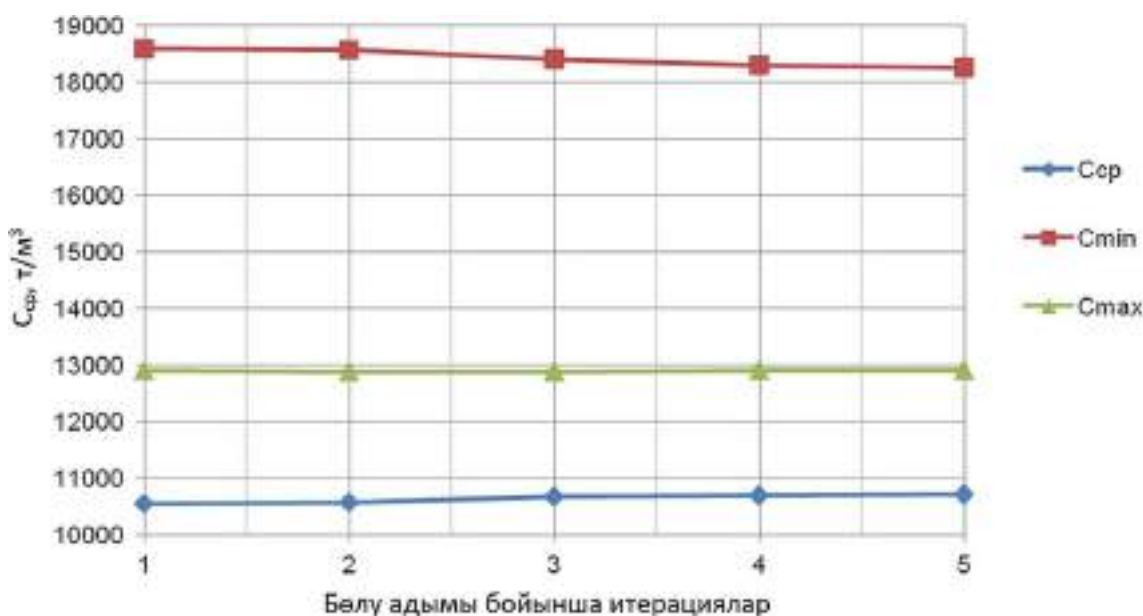
Қорытынды

Зерттеу барысында Қызылорда қаласының нақты инженерлік-геологиялық жағдайларында берілген конструктивті шешімге байланысты көп қабатты құймалы тұрғын үй ғимаратының іргетасын вариантты жобалау жүргізілді.

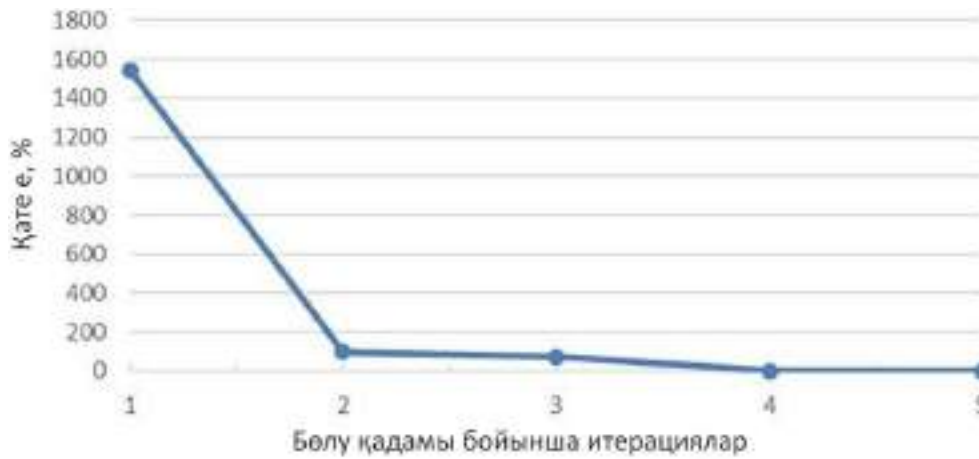
SCAD Office бағдарламалық кешенінің көмегімен соңғы элементтер әдісімен конструкциялардың беріктігін талдау үшін темірбетон конструкциялары элементтерінің қималарында арматураны іріктеу жүргізілді және тұрғын үй ғимаратының іргетастарының 4 типті конструкциялар элементтерінің көтергіш қабілетін тексеру жүргізілді.

Зерттеу барысында соңғы элементтерге бөлінудің оңтайлы h қадамы анықталды. Шекті күйлерді есептеу үшін, жалпы жағдайда, тікбұрышты іргетас тақтасының коэффициентін есептеу үшін шеткі элементтің өлшемін кем дегенде b/10 қабылдау ұсынылады.

Есептеу нәтижелері					
Соңғы элементтің өлшемі	Қаттылық коэффициентінің минималды мәні	Қаттылық коэффициентінің максималды мәні	Қаттылық коэффициентінің орташа мәні	Максималды шөгугі	Орташа шөгугі
м	т/м³	т/м³	т/м³	см	см
2	10550,243	14245,013	12899,695	0,019007	0,016009
1	10560,234	175,92	12896,539	0,019016	0,016018
0,5	10574,974	20951,323	12885,734	0,019025	0,016023
0,25	10685,752	24715,355	12884,694	0,019029	0,016029
0,125	10700,569	28854,356	12903,916	0,019036	0,016033
0,063	10723,947	30267,678	12907,013	0,019041	0,016038



5-сурет – Барлық итерациялар бойынша С1 коэффициентінің мәндерін өзгерту диаграммасы



6-сурет – Барлық итерациялар бойынша қаттылық коэффициентін есептеу қателіктерінің диаграммасы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2009 жылғы 17 шілдедегі Қаулысы № 1087. Қызылорда облысы Қызылорда қаласының бас жоспары туралы (негізгі ережелерді қоса алғанда).
2. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2010 жылғы 17 қарашадағы Қаулысы № 1202 «ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентін бекіту туралы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1000001202>
3. Тетиор А.Н. Негіздер. Жоғары оқу орындарына арналған оқулық / А.Н. Тетиор. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2010. – 400 б.
4. Мяснянкин А.В., Мяснянкин А.А. Ғимараттар мен құрылыстардың перспективалық жобалары. Анықтамалық нұсқаулық / А.В. Мяснянкин, А.А. Мяснянкин. – М.: Құрылыс университеттерінің қауымдастығы баспасы, 2013. – 144 б.
5. Верстов В.В., Гайдо А.Н., Иванов Ю.В. Қаңылтыр және қада жұмыстарының технологиясы және кешенді механизациясы: Оқу құралы. 2-ші басылым, стер. – Санкт-Петербург: Лан баспасы, 2012. – 288 б.: – (Жоғары оқу орындарына арналған оқулықтар. Арнайы әдебиеттер).
6. Повзун А.О., Колосов Е.С. Құрылыс жағдайлары мен құрылыс түріне байланысты іргетастың түрін таңдау критерийлері / А.О. Повзун // Бірегей ғимараттар мен құрылыстардың құрылысы. – 2013. – № 10 (15). – С. 2-14.
7. Жүсіпбеков А.Ж., Омаров А.Р., Лұқпанов Р.Е., Жүкенова Г.А., Таңырбергенова Г.Қ. Қолданыстағы іргетасқа қада қағудың әсерін талдау (дірілді бақылау) // Пермь ұлттық зерттеу политехникалық университетінің хабаршысы: құрылыс және сәулет. – 2016. – V. 7, № 1. – Б. 131-138.
8. Унайбаев Б.Ж. Тұзды лесс шөгү топырақтарында қорғаныш қабықшасы бар бұрғыланған қаданы тұрғызу әдісі. Өнертабысқа Қазақстан Республикасының инновациялық патенті № 22796.
9. Сейітов Т.И. Лессті топырақтардың шөгү деформацияларының күтілетін мәнін анықтау // Қазақстан өнеркәсібі. – 2015. – № 2 (89).
10. Будиқова А.М., Байманов Т.О. Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің хабаршысы, № 2 (53), ISSN 1607-2782, Республикалық ғылым-әдістемелік журналы, Қызылорда, 2019 ж.
11. Жапақова А.У., Ибраева Г.Е. Ғимараттарды есептеудегі топырақ үлгісін және оның параметрлерін таңдау // «Ғылым және қоғам жаһандану жағдайындағы» VII халықаралық ғылыми-практикалық конференция. – Шығармалар жинағы, 2020. – Уфа: Ника ғылыми-зерттеу орталығы.
12. Лалин В.В., Константинов, И.А., Лалина И.И. Серпімділік механикасы және құрылымдық динамиканың құрылымдық теориясы пәні бойынша оқу процесінде SCAD бағдарламасын пайдаланудың он жылы / В.В. Лалин // Бірегей ғимараттар мен құрылыстардың құрылысы. – 2012. – № 5. – С. 21-25.

Конструктивные решения фундаментов многоэтажных зданий в геологических условиях города Кызылорды

¹*ЖАПАХОВА Акмарал Утешевна, к.т.н., старший преподаватель, zharakhova@mail.ru,

²ЖАПАХОВА Гульнара Утешевна, магистр, преподаватель, gulnar.zharakhova@mail.ru,

³КЕЛМАҒАМБЕТОВ Нұрлыбек Кішпанұлы, к.т.н., старший преподаватель, nurlibek_70_70@mail.ru,

¹НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата», Казахстан, Кызылорда, ул. Айтеке би, 29а,

²Кызылординский аграрно-технический высший колледж имени И. Абдукаримова, Казахстан, Кызылорда, ул. Жахаева, 66,

³Университет Ашык, Казахстан, Кызылорда, ул. Г. Муратбаева, 43,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Авторами предлагаются конструктивные решения фундаментов многоэтажных зданий в геологических условиях города Кызылорды. С помощью итеративного алгоритма исследована сходимость результатов расчета осадки для фундаментной плиты. Выполнен прочностной анализ конструкций методом конечных элементов в ПК Scad Office. В результате установлен расход материалов для каждого из 4 вариантов фундаментов. Даны практические рекомендации по выбору оптимального шага разбиения расчетной модели.

Ключевые слова: коэффициент постели, билинейное основание, фундаментная плита, свайный фундамент, плитно-свайный фундамент, пустотный фундамент, несущая способность, статическое зондирование, метод конечных элементов.

Constructive Solutions for the Foundations of Multi-storey Buildings in the Geological Conditions of the City of Kyzylorda

¹*ZHAPAKHOVA Akmaral, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, zhapakhova@mail.ru,

²ZHAPAKHOVA Gulnara, Master, Teacher, gulnar.zhapakhova@mail.ru,

³KELMAGAMBETOV Nurlybek, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, nurlibek_70_70@mail.ru,

¹NPJSC «Korkyt Ata Kyzylorda University», Kazakhstan, Kyzylorda, Aiteke bi Street, 29a,

²Kyzylorda Agrarian and Technical Higher College named after I. Abdukarimov, Kazakhstan, Kyzylorda, Zhakhaev Street, 66,

³Ashyk University, Kazakhstan, Kyzylorda, G. Muratbaev Street, 43,

*corresponding author.

Abstract. The authors propose constructive solutions for the foundations of multi-storey buildings in the geological conditions of the city of Kyzylorda. Using an iterative algorithm, the convergence of the settlement calculation results for the foundation slab was studied. Structural analysis of structures by the finite element method was carried out in PC Scad Office. As a result, the consumption of materials for each of the 4 options for foundations was established. Practical recommendations are given for choosing the optimal step for partitioning the computational model.

Keywords: bed coefficient, bilinear foundation, foundation slab, pile foundation, slab-pile foundation, hollow foundation, bearing capacity, static sounding, finite element method.

REFERENCES

1. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated July 17, 2009 no. 1087. On the master plan of the city of Kyzylorda, Kyzylorda region (including the main provisions).
2. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated November 17, 2010 no. 1202. On approval of the technical regulation «Requirements for the safety of buildings and structures, building materials and products». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1000001202>
3. Tetior A.N. Foundations. Textbook for universities / A.N. Tetior. – Moscow: Publishing Center «Academy», 2010. – 400 p.
4. Myasnyankin A.V., Myasnyankin A.A. Perspective designs of buildings and structures. Reference manual / A.V. Myasnyankin, A.A. Myasnyankin. – Moscow: Publishing House Association of Construction Universities, 2013. – 144 p.
5. Verstov V.V., Gaido A.N., Ivanov Y.V. Technology and complex mechanization of sheet pile and pile works: Textbook. 2nd ed., ster. – St. Petersburg: Lan Publishing House, 2012. – 288 p.: ill. – (Textbooks for universities. Special literature).
6. Povzun A.O., Kolosov E.S. Criteria for choosing the type of foundation depending on the conditions of construction and type of construction / A.O. Povzun // Construction of unique buildings and structures. – 2013. – No. 10 (15). – Pp. 2-14.
7. Zhusupbekov A.Zh., Omarov A.R., Lukpanov R.E., Zhukenova G.A., Tanyrbergenova G.K. Analysis of the influence of pile driving on the existing foundation (vibration monitoring) // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University: Building and Architecture. – 2016. – V. 7, no. 1. – Pp. 131-138.
8. Unaibaev B.Zh. A method for erecting a bored pile with a protective shell in saline loess subsidence soils. innovative patent of the Republic of Kazakhstan no. 22796 for the invention.
9. Seitov T.I. Determination of the expected value of subsidence deformations of loess soils // Industry of Kazakhstan. – 2015. – No. 2 (89).
10. Budikova A.M., Baimanov T.O. Korkyt Ata atyndagy Kyzylorda memlekettik universiteninin khabarshysy, no. 2 (53), ISSN 1607-2782, Republican gylmy-adistemelik journal, Kyzylorda, 2019.
11. Zhapakhova A.U., Ibraeva G.E. The choice of the soil model and its parameters in the calculations of buildings // VII International Scientific and Practical Conference «Science and Society in the Conditions of Globalization». – Collection of works, 2020. – Ufa: Nika Research Center.
12. Lalin V.V., Konstantinov, I.A., Lalina I.I. Ten years of using the SCAD program in the educational process in the discipline of structural theory of elasticity mechanics and structural dynamics / V.V. Lalin // Construction of unique buildings and structures. – 2012. – No. 5. – Pp. 21-25.

Исследование свойств заполнителя из топливных шлаков

¹*КУЛЬШИКОВА Сауле Тюякбайевна, магистр, зав. кафедрой, saule.kulshikova@mail.ru,

¹КУДАШЕВА Анна Федоровна, старший преподаватель, saule.kulshikova@mail.ru,

¹АО «Жезказганский университет имени О.А. Байконурова», Казахстан, Жезказган, пр. Алашахана, 16,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В настоящее время перед строительной отраслью особенно остро стоит задача рационального использования природных ресурсов. Удовлетворение потребности производства в сырьевых ресурсах в соответствии с концепцией устойчивого развития страны должно учитывать интересы нынешнего и последующих поколений, не забывая об охране и воспроизводстве окружающей среды. Из огромного количества минерального сырья, извлекаемого из природной среды для целей производства, в конечный продукт превращается лишь 1,5-2,0%. Основная же его масса переходит в производственные и бытовые отходы, накапливающиеся в отвалах, и представляют собой техногенное сырье. Целью исследования является исследование свойств золошлаковых отходов (ЗШО) для использования в качестве наполнителей в композиционные цементные вяжущие вещества и заполнителей для мелкозернистых бетонов с набором требуемых эксплуатационных свойств. В основу гипотезы научного исследования положены представления о модифицированных материалах и физико-химических процессах структурообразования композиционных вяжущих веществ, заполнителей и бетонов на их основе. Основным сдерживающим фактором широкого вовлечения ЗШО в производство является необходимость существенных капиталовложений для создания дополнительного звена в технологической цепочке производства.

Ключевые слова: цемент, композиционное вяжущее вещество, удельная поверхность, гидратация, пуццолановые свойства, топливный шлак, гидравлическая активность, мелкозернистый бетон.

Введение

Научные школы озадачены проблемой создания вяжущих и строительных материалов по энерго- и ресурсосберегающим технологиям с максимальным использованием техногенного сырья, где не нужны его высокие технические функциональные свойства.

Рассмотрены 2 способа введения золошлаковой смеси (ЗШС) в цемент: механическое перемешивание предварительно измельченной ЗШС с портландцементом и совместное измельчение. В исследовании проводилась оценка влияния количества и способов введения ЗШС на основные свойства цементно-золе-шлакового вяжущего (ЦЗШВ).

Известно, что при измельчении ЗШС нарушается стекловидная поверхность зольных частиц, увеличивается их активность и соответственно прочность цемента повышается. Более существенным является разрушение или нарушение стекловидной оболочки частиц и получение необходимой поверхности для максимальной скорости и степени взаимодействия с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [1].

По современным представлениям, пуццолановая реакция золы с цементом начинается довольно рано, но сказывается это на повышении

прочности не сразу.

Методы исследования

Решение поставленных задач реализовывалось с применением комплексного подхода к исследованиям, состоящего из физико-химических, физико-механических и экспериментально-статистических методов исследования процессов и явлений. Проводимые исследования в полной мере обеспечивают достоверность результатов экспериментальных данных при решении рецептурно-технологических задач при проектировании композиционных вяжущих и бетонов на их основе.

Для определения фазового состава сырьевых материалов и продуктов гидратации вяжущих были проведены рентгенографические исследования на установке ДРОН-2 при $\text{Cu K}\alpha$ – излучении, фильтр Ni и дериватографический анализ основан на записи дифференциальной кривой, характеризующей термические записи, протекающие в образце при соответствующих температурах. Запись проводится с помощью дифференциальной термопары.

При решении задачи утилизации отходов промышленности и использования их в качестве

компонентов композиционных строительных материалов неотъемлемым и ответственным этапом является проведение активного эксперимента. Одним из действующих инструментов, повышающих качество и эффективность научно-исследовательских работ, является математическая теория эксперимента в строительном материаловедении [2].

Исследования ученых [1] показали, что пропаривание обуславливает заметную коррозию поверхности частиц золы через 7-8 часов, при твердении в нормальных условиях лишь на 28 сутки.

Проведенные испытания свойств композиционного вяжущего подтвердили, что показатели прочности вяжущего, твердеющего в нормальных условиях и условиях тепловлажностной обработки (ТВО) отличаются значительно при малых концентрациях золы и выравниваются при ее максимальном содержании. Как известно, кинетика химических реакций зависит от температуры среды и соответственно в условиях ТВО создаются благоприятные условия для процессов гидратации клинкерных минералов и взаимодействия ЗШС с продуктами гидратации.

Научные результаты

Одно из направлений переработки ЗШО в строительном материаловедении – получение легких заполнителей и бетонов на их основе.

Исследованиями установлено, что золошлаковую смесь можно использовать как непосредственно из отвала, так и смешиванием золы и шлака. Здесь в МЗБ обычные заполнители (щебень и песок) полностью заменяются ЗШС (мелкодисперсные золы, мелкие и крупные фракции шлака). Критерием оценки являлась прочность золобетона [3].

ОАО «Иркутскэнерго» ($S_{уд}$ более 350 м²/кг, содержание СаО – 6,1-13%) при условии гидромеханохимической активации золы-унос и добавкой безводной натриевой силикат-глыбы (кремнезем. модуль 2,7-2,9) получены композиционные золо-силикатные вяжущие. Затем на их основе получен безобжиговый зольный гравий с насыпной плотностью 700-750 кг/м³, прочностью до 10-15 МПа, пористостью 60% [4]. И на его основе получен высокопрочный легкий бетон с прочностью 25-35 МПа, плотностью 1500-1600 кг/м³, общей пористостью до 60%, теплопроводностью 0,33 Вт/м·°С, теплопроводность бетона в 1,5-2 раза меньше, чем керамзитобетона при одинаковых прочностных показателях, что согласуется с данными В.В. Строковой [5].

Шлаки ТЭЦ, получаемые сжиганием углей в пылевидном виде, представляют собой плотную массу высокой прочности.

Учитывая, что запасы исследуемых топливных шлаков весьма значительны, нами была рассмотрена возможность их использования в качестве заполнителя для мелкозернистого бетона.

Шлак подвергался дроблению в щековой дробилке.

Согласно теории дробления твердых тел для сухих высокопрочных материалов рационально принимать раздавливание, а для хрупких – раскалывание или удар.

Зерна топливного шлака при обычной температуре следует рассматривать как типично хрупкое тело, разрушающееся без заметных пластических деформаций.

Из теории хрупкого разрушения твердых тел следует, что деформации разрыва связей в материале возникают путем развития трещин, зарождающихся в наиболее слабых, дефектных и перенапряженных местах.

Поскольку крупные зерна топливного шлака пронизаны сеткой микротрещин, образованных в результате обжига, раздавливание и удар на первой стадии дробления приводит к развитию магистральных трещин по этой сетке и расчленению слабых зерен на элементы с меньшим количеством дефектов или свободные от них.

На следующей стадии дробления происходит уже разрушение этих элементов. Количество микротрещин в шлаке по мере его дробления и уменьшения размера зерен уменьшается, что обуславливает постепенное увеличение механической прочности зерен и, следовательно, расхода энергии на измельчение.

Для кривых зернового состава дробленного шлака характерен резкий изгиб в точке, соответствующей размеру сита 1,25 мм. Это обусловлено избирательностью процесса дробления шлака, при котором в первую очередь разрушаются крупные трещиноватые зерна, образующие мелкие частицы, и зерна среднего размера (0,31-1,25 мм).

Зерна шлака, дробленного в молотковой дробилке, имеют форму, близкую к шаровидной или кубической. Из зернового состава золошлаковой смеси видно, что до 50% смеси составляют фракции 5-20 мм. Они также могут быть использованы в качестве легкого заполнителя, поэтому использовали зольные материалы согласно ГОСТ.

Основные физико-механические характеристики заполнителя из золошлаковой смеси и дробленного шлака приведены в таблице 1.

Водопотребность дробленного шлака выше водопотребности заполнителей из горных пород. Водопотребность песка средней крупности из горных пород 6-8%, водопотребность мелких песков 12%.

Шлаковый песок по свойствам значительно отличается от природного.

Увеличение пористости зерен по мере увеличения их размера – одно из главных особенностей шлакового заполнителя.

На рисунках 1 и 2 показаны физические характеристики топливного шлака (плотность, пористость и пустотность).

В природном песке содержание мелких пылевидных частиц ограничивается 2-3%, т.к. они в основном представлены вредными для бетона

Таблица 1 – Основные физико-механические характеристики заполнителя из золошлаковой смеси и дробленого шлака

Материал	Показатель									
	$\rho_{\text{нас}}$, г/см ³		Прочность при сдвиге в цилиндре, МПа		Стойкость к силикатному распаду		Стойкость к железистому распаду		Вп, %	
Фракции	5-10	10-20	5-10	10-20	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10
Заполнители из шлака	7,46	4,67	1,64	1,02	2,2	5,1	0	0	14,83	9,5
Заполнители из ЗШС	16,4	10,23	0,38	0,31	1,8	4,5	0	0	12,3	9,0



Рисунок 1 – Средняя и насыпная плотность заполнителя из шлака

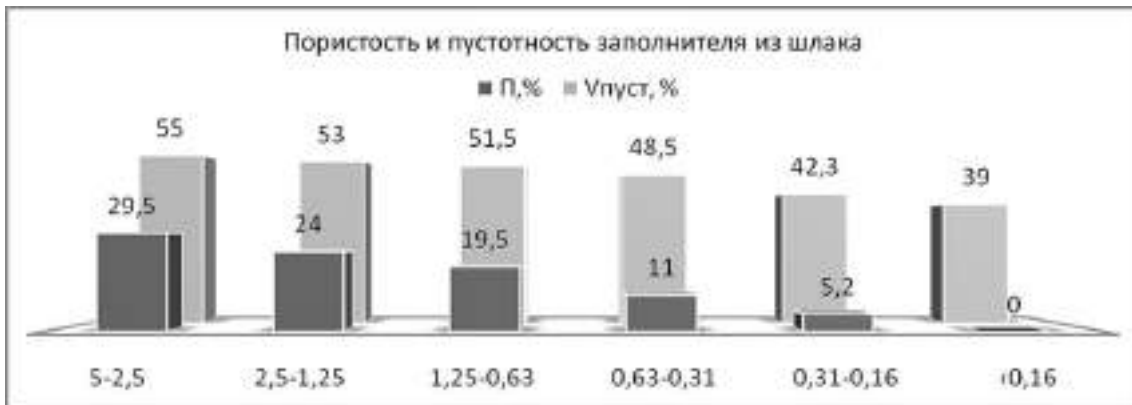


Рисунок 2 – Пористость и пустотность из шлака

илистыми и глинистыми составляющими. В шлаковом песке эти частицы, напротив играют положительную роль, являясь химически активным микрозаполнителем, способствующим экономии цемента.

В таблице 2 приведены свойства дробленого шлака различных фракций. Средняя плотность ($\rho_{\text{ср}}$) зерен шлака в куске с уменьшением размера фракции увеличивается. С увеличением $\rho_{\text{нас}}$ шлакового песка при увеличении в нем мелких фрак-

ций возрастает и средняя плотность в куске. Это приводит к тому, что $V_{\text{пуст}}$ мелкого песка почти не изменяется 53-55% – это существенное отличие и преимущество дробленого мелкого шлакового заполнителя по сравнению с природным, пустотность которого в зависимости от крупности колеблется от 30 до 42%.

Результаты испытаний образцов подтвердили положительное влияние механоактивированного шлака на свойства вяжущего. Прочность вяжуще-

го к 28 суткам практически равнозначна образцам на чистом цементе, что указывает на эффективность введения тонкоизмельченного шлака.

При содержании шлака 0; 10; 30% $R_{сж}^{28}$ составляет 33,46; 33,7; 32,5 МПа соответственно. Отставание прочности вяжущего после ТВО объясняется пониженной температурой обработки (80°C).

Прочность на сжатие вяжущего ЦЩВ-Пм ме-

ханически перемешанного Ц + шлак измельченный после ТВО и 28 суток нормального твердения остается стабильно до 30% «разбавления», затем резко падает, что говорит о том, что дальнейшее разбавление не имеет смысла.

Из рисунка 4 мы видим, что сроки схватывания в начале увеличиваются на 2 часа, а конец схватывания, наоборот, сокращается на 2 часа.

Таблица 2 – Свойства дробленого шлака различных фракций

Фракции, мм	Плотность, г/см ³	Ср. плотность в куске, $\rho_{ср}$, кг/м ³	Плотность после вибрир-и, $\rho_{нас}$, кг/м ³	Межзерн. пустотность, $V_{пуст}$, %	Пористость, %	Удельная поверх., S, см ² /г
5-2,5	2,86	2200	940	55	29,5	84
2,5-1,25	2,86	2530	1060	53	24,0	96
1,25-0,63	2,86	2660	1080	51,5	19,5	108
0,63-0,31	2,86	2790	1100	48,5	11,0	120
0,31-0,16	2,86	2850	1120	42,3	5,2	220
<0,16	2,86	2920	1180	39	0	920



Рисунок 3 – Прочность на сжатие вяжущего ЦЩВ-Пм механически перемешанного Ц + шлак измельченный после ТВО и 28 суток нормального твердения



Рисунок 4 – Сроки схватывания вяжущего ЦЩВ-Пм механически перемешанного Ц + шлак измельченный

Дальнейшие исследования проводились на образцах вяжущего (ЦЩВ-Ии), полученного совместным измельчением цемента и тонкоизмельченного шлака в течение 1 часа (таблица 3).

Результаты испытаний показали некоторое повышение прочности вяжущего при 10% содержании шлака и при 30% прочность практически

неизменна.

Рассматривая различные приемы введения топливного шлака к цементу, установлено, что наиболее эффективно использовать активированные измельчением шлаки. Активация позволила значительно увеличить гидравлическую активность шлака и стабилизировать его физико-химические

Таблица 3 – Основные свойства ЦЩВ-Ии (Совместное измельчение)

№ состава	Соотношение компонентов, Ц:Ш %	Норм. густота, %	Тонк. помола, %	Сроки схватывания час, мин.		Предел прочности, МПа			
						После пропарки		В 28 сут. твердении	
				нач.	кон.	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}
1	100:0	24	87	1 ч 36 мин	7 ч 27 мин	4,12	19,32	6,88	33,46
2	90:10	28	91	2 ч 13 мин	4 ч 48 мин	4,58	16,34	5,1	34,28
3	70:30	27	89	3 ч 21 мин	4 ч 53 мин	3,97	15,6	5,68	32,9
4	50:50	25	88	3 ч 22 мин	4 ч 53 мин	2,98	14,1	5,1	20,2



Рисунок 5 – Прочность на изгиб вяжущего (Ц + Шлак тонкоизмельченный) ЦЩВ-Ии совместно измельченного 1 час после ТВО и 28 суток нормального твердения



Рисунок 6 – Прочность на сжатие вяжущего ЦЩВ-Ии совместно измельченного 1 час Ц + Шлак тонкоизмельченный после ТВО и 28 суток нормального твердения

характеристики.

Результаты исследования показывают, что наибольшим коэффициентом использования цемента характеризуются цементы с золошлаковой смесью (ЦШЗВ), у которых $K_{эфф}$ изменяется 0,335 до 0,563. Рост $K_{эфф}$ обнаруживаются и у цементов (ЦЗВ) цементно-зольного состава 0,335 до 0,432; У цементов со шлаком идет рост $K_{эфф}$ до содержания шлака в цемента до 30%, в дальнейшем идет уменьшение, что можно объяснить понижением дисперсных частиц шлака.

Приведенные данные показывают, что наиболее эффективным является использование золошлаковых смесей в качестве тонких наполнителей в составе вяжущих.

Таким образом, установлено, что топливные шлаки могут быть использованы в качестве актив-

ного микронаполнителя для получения композиционных малоклинкерных цементно-шлаковых вяжущих.

Выводы

1. Выявлены закономерности влияния способа введения и количества ЗШО на физико-механические, структурные характеристики композиционного вяжущего вещества.

2. Установлен оптимальный гранулометрический состав заполнителя из топливного шлака для обеспечения требуемых физико-механических характеристик мелкозернистого бетона.

3. Получены экспериментально-статистические модели основных свойств композиционного вяжущего вещества с наполнителями из топливного шлака.

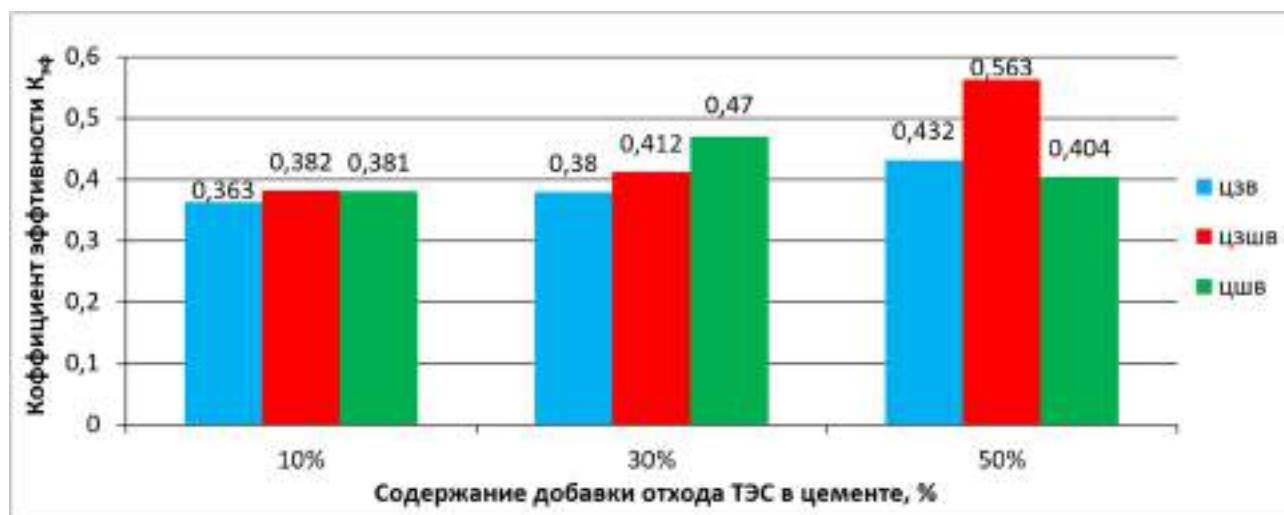


Рисунок 7 – Коэффициент эффективности использования цемента в вяжущих: ЦЗВ (цементно-зольных), ЦЗШВ (цементно-золошлаковых), ЗШВ (золошлаковых вяжущих)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдыкалыков, А.А. Оптимизация зернового состава наполнителя для бетонов // Сб. научных трудов КыргызНИИП строительства (1994-1995 гг.). – Бишкек: Илим, 1995. – С. 150-157.
2. Власова, В.В. Перспективы переработки техногенного сырья (на примере золошлаковых отходов ТЭС Иркутской области) // Зап. Горн. ин-та. – 2005. – С. 43-45.
3. Ананьев, В.М. Использование золы-уноса в качестве добавки при производстве тяжелого бетона / В.Н. Левченко, А.А. Вишневский // Строительные материалы. 2006. – № 11. – С. 32-33.
4. Джусупова, М.А. Композиционные вяжущие с использованием топливных шлаков / Кульшикова С.Т. // Международная научно-практическая конференция: Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Научные исследования в деталях». 2017. С. 10-17.
5. Джусупова, М.А. Композиционные вяжущие на основе отходов / Кульшикова С.Т. // Актуальная наука. 2017. № 5 (5). С. 10-15.

Отын шлактарынан толтырғыштың қасиеттерін зерттеу

^{1*}КУЛШИКОВА Сәуле Тұяқбайқызы, магистр, кафедра меңгерушісі, saule.kulshikova@mail.ru,

¹КУДАШЕВА Анна Федоровна, аға оқытушы, saule.kulshikova@mail.ru,

¹«Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті» АҚ, Қазақстан, Жезқазған, Алашахан даңғылы, 1б,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта құрылыс саласының алдында табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану міндеті тұр. Елдің орнықты даму тұжырымдамасына сәйкес өндірістің шикізат ресурстарына қажеттілігін қанағаттандыру қоршаған ортаны қорғау мен молықтыру туралы ұмытпай, қазіргі және кейінгі ұрпақтың мүдделерін ескеруі тиіс. Өндіріс мақсаттары үшін табиғи ортадан алынған минералды шикізаттың үлкен мөлшерінен тек 1,5-2,0% соңғы өнімге айналады. Оның негізгі бөлігі үйінділерде жиналатын өндірістік және тұрмыстық қалдықтарға ауысады және техногендік шикізат болып табылады. Зерттеудің мақсаты – күл-қож қалдықтарының қасиеттерін зерттеу (КҚҚ) композиттік цемент тұтқыр заттарға толтырғыш ретінде және қажетті пайдалану қасиеттері бар ұсақ түйіршікті бетондарға арналған толтырғыштар ретінде пайдалану. Ғылыми зерттеу гипотезасы модификацияланған материалдар мен композициялық тұтқыр заттардың, толтырғыштар мен олардың негізіндегі бетондардың құрылымының физика-химиялық процестері туралы идеяларға негізделген. КҚҚ-ны өндіріске кеңінен тартудың негізгі тежегіші өндірістің технологиялық тізбегінде қосымша буын құру үшін қомақты инвестициялардың қажеттілігі болып табылады.

Кілт сөздер: цемент, композициялық тұтқыр зат, меншікті бет, ылғалдандыру, поцзолан қасиеттері, отын шлактары, гидравликалық белсенділік, ұсақ түйіршікті бетон.

Investigation of the Properties of Filler from Fuel Slags

¹***KULSHIKOVA Saule**, Master, Head of Department, saule.kulshikova@mail.ru,

¹**KUDASHEVA Anna**, Senior Lecturer, saule.kulshikova@mail.ru,

¹JSC «Zhezkazgan Baikonurov University», Kazakhstan, Zhezkazgan, Alashakhan Avenue, 1b,

*corresponding author.

Abstract. Currently, the construction industry is particularly faced with the task of rational use of natural resources. Meeting the needs of production in raw materials in accordance with the concept of sustainable development of the country should take into account the interests of current and future generations, not forgetting about the protection and reproduction of the environment. Of the huge amount of mineral raw materials extracted from the natural environment for production purposes, only 1.5-2.0% is converted into the final product. The bulk of its mass passes into industrial and household waste accumulating in dumps and represent man-made raw materials. The aim of the study is to study the properties of ash and slag waste (ASH) for use as fillers in composite cement binders and fillers for fine-grained concrete with a set of required performance properties. The hypothesis of scientific research is based on ideas about modified materials and physico-chemical processes of structure formation of composite binders, aggregates and concretes based on them. The main constraining factor for the widespread involvement of ZCO in production is the need for significant capital investments to create an additional link in the technological chain of production.

Keywords: cement, composite binder, specific surface area, hydration, pozzolan properties, fuel slag, hydraulic activity, fine-grained concrete.

REFERENCES

1. Abdykalykov, A.A. Optimizacija zernovogo sostava napolnitelja dlja betonov // Sb. nauchnyh trudov KyrgyzNIIP stroitel'stva (1994-1995 gg.). – Bishkek: Ilim, 1995. – Pp. 150-157.
2. Vlasova, V.V. Perspektivy pererabotki tehnogennogo syr'ja (na primere zoloshlakovyh othodov TJeS Irkutskoj oblasti) // Zap. Gorn. in-ta. – 2005. – Pp. 43-45.
3. Anan'ev, V.M. Ispol'zovanie zoly-unosa v kachestve dobavki pri proizvodstve tjazhelogo betona / V.N. Levchenko, A.A. Vishnevskij // Stroitel'nye materialy. 2006. – No. 11. – Pp. 32-33.
4. Dzhusupova, M.A. Kompozicionnye vjazhushhie s ispol'zovaniem toplivnyh shlakov / Kul'shikova S.T. // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii «Nauchnye issledovanija v detaljah». 2017. Pp. 10-17.
5. Dzhusupova, M.A. Kompozicionnye vjazhushhie na osnove othodov / Kul'shikova S.T. // Aktual'naja nauka. 2017. No. 5 (5). Pp. 10-15.

"Қазақстан темір жолы" ҰК" АҚ "Мырза" станциясының кірме жолдарына вагондарды беруді зерттеу және оңтайландыру

¹АСКАРОВ Бахтияр Шарапиденович, PhD, кафедра меңгерушісі, bahtiyar_askarov@mail.ru,

¹БАЛАБАЕВ Оюм Темирғалиевич, т.ғ.к., профессор м.а., balabaev.ot@mail.ru,

¹РОЖКОВ Александр Владимирович, т.ғ.к., доцент м.а., alexktpm@mail.ru,

¹*АТЬКЕН Ержан, магистрант, аға оқытушы, adil-ansar82@mail.ru,

¹КЕНЖЕКЕЕВА Акбопе Рахимбековна, магистр, аға оқытушы, bore71@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Теміржол станциясының жұмыс көрсеткіштеріне талдау жасалды. Негізгі көрсеткіштерді оңтайландыру жолы қарастырылды. Вагон айналымы мен бос тұру уақыттарының болжамды мәндерін аппроксимациялау функциялары анықталды. Ең кіші квадраттар әдісі мен Крамер әдісі қолданылды. Функциялар арқылы болжамды шамалардың диаграммасы құрылды. Вагондарды берудің оңтайлы мәнін есептеу функциясы құрастырылып, оның экономикалық тиімділігі есептелді.

Кілт сөздер: теміржол станциясы, вагон айналымы, вагондардың бос тұруы, Лагранж көбейткіштері әдісі, кірме жол, жұмысты оңтайландыру.

Кіріспе

Жұмыстың өзектілігі. Теміржол көлігімен жүк тасымалының артуына байланысты тасымалдау жұмыстарын жан-жақты зерттеп, оның оңтайлы жолдарын қарастыру қажеттілігі күн санап артып келеді. Теміржол станцияларының өткізгіштік қабілеттілігін арттыру үшін техникалық жетілдіру жұмыстарымен қатар, пайдалану жұмыстарының көрсеткіштерін талдай отырып, ғылыми болжамдар жасау арқылы жұмысты ұйымдастырудың оңтайлы нұсқасын анықтау маңызды. Көп жағдайда вагон айналымының дұрыс бақыланбай кірме жолдарға берілетін вагон тобы бірнеше рет бөлініп беріледі. Соның нәтижесінде вагондардың жүк тиеу операциясы кезінде бос тұрып қалуы мен локомотивтердің жүріс шығындары арта түседі. Осындай шығындардың алдын алу үшін ғылыми әдістердің негізінде анықталатын вагон айналымы мен вагондардың бос тұру уақытын аппроксимациялау функциясы арқылы оңтайлы болжамды мәндердің тиімділігі бағаланады.

Жұмыстың мақсаты. Мырза станциясына қосылатын кірме жолдарға жүк тиеуге берілетін вагон берілістерінің ең оңтайлы шамасын анықтау.

Зерттеу міндеттері. Белгіленген мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

- Мырза станциясының техникалық сипаттамасы мен пайдалану жұмысын талдау;

- темір жол тасымалын ұйымдастыру жұмыстарының ең оңтайлы жолын анықтау бағытындағы теориялық-эксперименттік ғылыми зерттеу жұмыстарын қарастыру;

- станцияға жалғасатын кірме жолдарда вагондардың бос тұру уақыттарына және вагон айналымына талдау жасау;

- вагон айналымының болжамды мәндерін анықтауға арналған аппроксимациялау функциясын анықтау;

- жүк тиеу операциясында вагондардың бос тұру уақытының болжамды мәндерін анықтауға арналған аппроксимациялау функциясын анықтау;

- кірме жолдарға берілетін вагондардың берілісінің оңтайлы мәнін табу үшін анықталмаған Лагранж көбейткіштері әдісін қолдану арқылы оңтайлы шаманы есептеуге қажетті функцияны анықтау;

- өнеркәсіптік кірме жолдарға вагондарды станцияның локомотивімен апарып қайтадан алып кету шығындарын үнемдеу жолын анықтау.

Зерттеу әдістері. Осы ғылыми зерттеу жұмысында аппроксимациялау теңдеуін анықтау үшін ең кіші квадраттар әдісі мен Крамер әдісі, ал жұмыс көрсеткіштерін оңтайландыру үшін Лагранж көбейткіштері әдісі қолданылды.

Ғылыми жаңалық. Мырза станциясының

пайдалану жұмыстарының алдағы бірнеше жылдардағы көрсеткіштеріне эмпирикалық тәуелділіктер арқылы болжамдар жасау. Станцияға қосылатын кірме жолдарға бір тәулікте жіберілетін вагондардың беріліс санының оңтайлы мәнін анықтай отырып, пайдалану жұмыстарының экономикалық тиімділігін негіздеу.

Негізгі бөлім

Мырза станциясы жұмыс көлемі мен сипаты бойынша II сыныпқа жататын жүктік станция.

Мырза станциясы Қарағанды-Сұрыптау және Астана бағытындағы магистральды қос бағытты жол телімдерінің аралығында орналасқан. Жүп бағыттағы Мырза-Шоқай жол аралығы мен тақ бағыттағы Мырза-Нұра жол аралығы – әрқайсысы бір жақты автоблокировкамен жабдықталған қос жолды телімде орналасқан. Сонымен бірге стансаға бір жолды екі кірме жолдың жолдары қосылады. Олар:

- Мырза-Нұрқазған жол телімі кодталған жарғылай автоблокировка қос бағытты кірме жол.

- Мырза-Завод алды жол телімі электрлі нұсқағыш жүйесі мен телефоны бар бір бағытты кірме жол [1].

Пойыздарды қабылдап-жөнелту, өткізуді ұйымдастыру, айлалық жұмыстар мен жүктік және коммерциялық операцияларды орындау, жылжымалы құрамаларға техникалық қызмет көрсету, тасымалдау және есептік құжаттарды рәсімдеу, станцияға келетін жүктер вагондардың келу уақыты туралы жүк жөнелтуші мен қабылдаушыға ақпарат беру, жүкті тасымалдауға қабылдау, иесіне табыстау, вагондарды кірме жолға беру және кері алу, жүк тиеуге беретін және жөнелтілетін вагондарды жинақтау, тасымалдау үдерісі мен қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету станцияның негізгі жұмыстарына жатады.

Зерттеу жұмыстары кезінде станцияның соңғы бірнеше жылдардағы пайдалану жұмыстарының көрсеткіштеріне талдау жасалып, жалпы

станция жұмысын ұйымдастырудың тиімділігі бағаланды [2].

Мырза станциясының жұмысын сипаттайтын негізгі көрсеткіштер вагоналымы мен жүк операциясында вагондардың бос тұру уақытының кейінгі 4 жылдағы мәндері 1-суретте берілген.

Теміржол станциясы жұмысының негізі көрсеткіштерін жетілдіруді есептік жолмен нақтылау үшін Крамер әдісі мен ең кіші квадраттар әдістемесін қолдана отырып анықталған аппроксимациялау функциялары арқылы станцияның вагон айналымы мен жүк операциясында вагондардың бос тұру уақытының бірнеше жылдарға бағытталған оңтайлы шамаларына болжам жасалды [3,4].

1. Вагон айналымының болжамды мәндерін анықтауға арналған аппроксимациялау функциясы [5]:

$$U_{\text{вар.}} = 34578 \cdot e^{0,046 \cdot (T-2018)}. \quad (1)$$

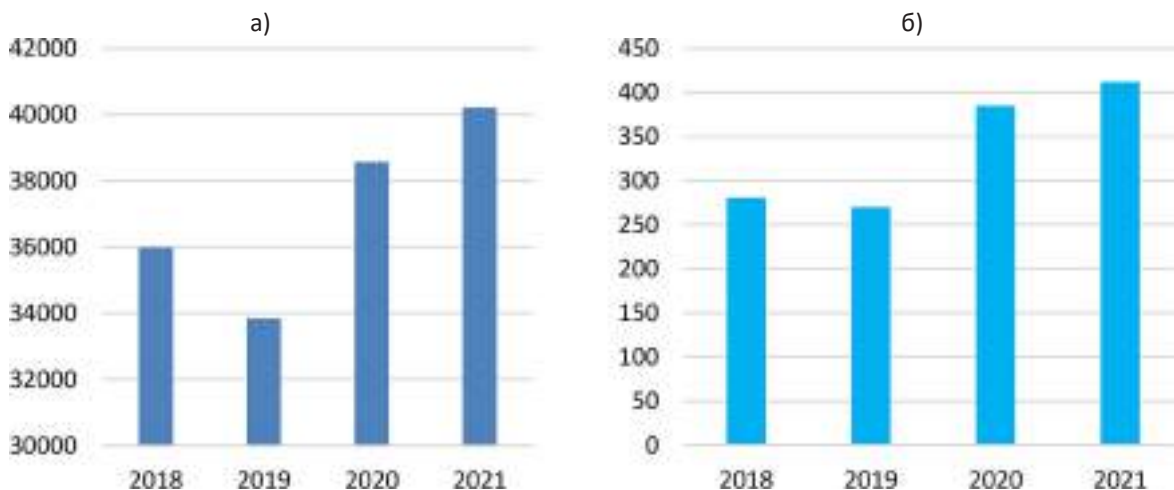
2. Жүк операциясында вагондардың бос тұру уақытының болжамды мәндерін анықтауға арналған аппроксимациялау функциясы [5]:

$$t_{\text{тр.опер.}}^{\text{вар.}} = 21,802 \cdot e^{0,177 \cdot (T-2018)}. \quad (2)$$

Суретте көрсетілгендей станцияның пайдалану жұмысының 2018-2021 жылдар аралығындағы екі параметріне ыңғайлы мән ұсыныла отырып 2025 жылға дейін осы мәндердің ең оңтайлы саналатын болжамды шамалары анықталды. Кейінгі 4 жылдағы тасымалдау көрсеткіштерінің өсу қарқынына сәйкес одан кейінгі 4 жылда да бұл мәндердің өсу шамалары болжанды.

Осы мақаланың негізгі зерттеу нысанына айналып отырған Мырза станциясымен жалғасатын екі кірме жол бар. Олар:

1. «Central Asia Cement» АҚ – станцияға №19 жалғастырушы жол арқылы қосылады, шекарасы ЧЗ бағдаршамынан басталады. Цемент өндіріп қаппен және үйілмелі күйінде айына орта есеп-



1-сурет – Мырза станциясының соңғы 4 жылдағы негізгі көрсеткіштері:
а) вагон айналымы, вагон; б) жүк операциясында вагонның бос тұру уақыты, сағат

пен 210 вагон көлемінде тасымалдауға береді.

2. «Қазақмыс» Корпорациясы ЖШС филиалы «Қарағандытүстімет» ӨБ Нұрқазған кеніші – станцияның № 13 жолына № 7 бағыттама арқылы қосылады. Жер асты кенішінен магистральды конвейер арқылы шығарылатын тау кені бірнеше сатылы өңдеу фабрикасынан өтіп, мыс концентраты түрінде айына орта есеппен 1200 вагон көлемінде тасымалдауға ұсынылады [2].

Қазіргі уақытта Мырза станциясындағы ұйымдастыру жұмыстарының мүмкіншілігі мен қажетті вагондардың әртүрлі мөлшерде болуына байланысты тәулігіне жүк тиеуге кірме жолдарға ұсынылатын вагондардың беріліс саны әрқелкі болып отыр. Сондықтан кірме жолдарға берілетін вагондардың берілісінің оңтайлы мәнін табу үшін техникалық-экономикалық шарттарды ескере отырып, анықталмаған Лагранж көбейткіштері әдісін қолдану арқылы оңтайлы шаманы есептеуге қажетті келесі функция анықталды [6]:

$$X_{\text{пу}} = \sqrt{\frac{\left[24(K+1) - \frac{P_{\text{тех}} m_c}{z_p Q_{\text{ч}}} \right] m_c e_{\text{в-ч}}}{e_{\text{л-ч}} A_{\text{п-у}}}} \quad (3)$$

Кірме жолға берілетін вагондардың тәуліктік санын, 1 вагон-сағат пен локомотив-сағаттың белгіленген құнын, вагондарға жүк тиеудің техникалық нормасы мен жүк тиеу құрылғысының өнімділігін есепке ала отырып, (3)-теңдікпен кірме жолдарға берілетін вагондардың оңтайлы беріліс саны анықталды [7].

Кірме жолдарға жіберілетін вагон топтамаларының беріліс санының тиімді шамаға азаюы белгілі деңгейде экономикалық тиімділік береді. Осы

экономикалық тиімділіктің мәнін анықтау үшін бірнеше теңдіктер қолданылды.

Вагондарды беру (жинап алу) операциясының құны [8, 9]:

$$P_{\text{л}}^j = c_{\text{пу}} \cdot n_c + c_y \cdot n_c, \text{ теңге}, \quad (4)$$

мұндағы $c_{\text{пу}}$ – вагондарды беру мен жинап алудың төлемақысы, теңге;

c_y – вагондарды беру (жинап алу) хабарламасының құны, теңге;

n_c – бір жылдағы пойыз құрамасының саны:

$$n_c = X_{\text{пу}} \cdot n_{\text{жыл}}, \text{ құрама}, \quad (5)$$

$X_{\text{пу}}$ – бір тәулікте кірме жолға берілетін беріліс саны;

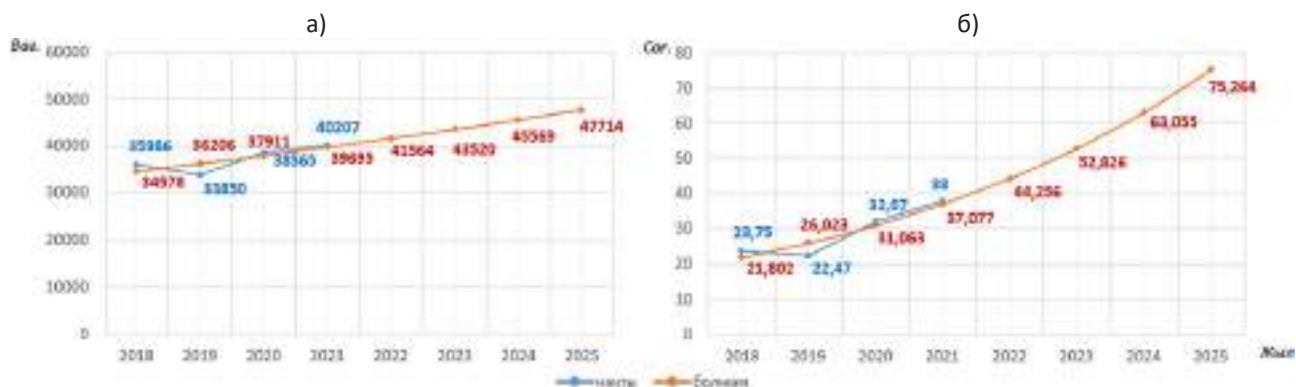
$n_{\text{жыл}}$ – станция мен кірме жолдың ортақ жұмыс күні.

Вагондардың кірме жолдарға беріліс санын оңтайландырғанға дейінгі және кейінгі мәндерін қолдана отырып вагондарды беру (жинап алу) операциясының экономикалық тиімділігі келесі теңдікпен анықталды [10]:

$$\Delta_{\text{л}}^j = P_{\text{л}}^{\text{л}} - P_{\text{л}}^{\text{к}}, \text{ теңге}. \quad (6)$$

Есептеу нәтижелері бойынша станцияға түйісетін екі кірме жолдың пайдалану жұмыстарының оңтайландырылған көрсеткішінің экономикалық тиімділіктерінің қосынды мәні жылына 33 млн теңгені құрады.

Негізі бұл көрсеткіштерден де жақсы шамаға қол жеткізуге болады. Бірақ бір станция үлкен бір мемлекеттің біртұтас теміржол торабының бір ғана аралық бөлігі болғандықтан барлық ұйымдастыру жұмыстары тек станцияға тәуелді болмай-



2-сурет – Аппроксимациялау функцияларының болжамды мәндері: а) вагон айналымының аппроксимациясы; б) жүк операциясында вагондардың бос тұру уақытының аппроксимациясы

Кірме жолдарға вагондарды берудің оңтайлы нәтижелері

№	Кірме жолдың атауы	Бастапқы беріліс саны	Станцияның жылдық жұмыс күні, күн	Бір берілістегі вагон саны, вагон	Оңтайлы беріліс саны
1	«Central Asia Cement» АҚ	4	330	20	3
2	Нұрқазған кеніші	3	340	7	2

ды. Әсіресе кірме жолдарға уақтылы берілетін бос вагондардың жеткілікті мөлшерде болмай қалуы кірме жолдарға берілетін вагондардың беріліс санының артуына ал ол өз кезегінде пайдалану шығындарын арттыруға, айлалық локомотивтердің жетіспеушілігіне жол ашады. Осы зерттеу жұмысында аталған жағдайлардың барлығын есепке ала отырып оңтайлы нұсқа анықталды.

Қорытынды

Мырза станциясының техникалық сипаттамасына, пайдалану жұмысының көрсеткіштеріне талдау жасалып, вагон айналымы мен жүк операциясында вагондардың бос тұру уақытының

шамасын аппроксимациялау функциясы арқылы оның болжамды шамалары анықталды. Сонымен бірге, станцияға жалғасатын кірме жолдарға вагондарды беру мен жинап алуды оңтайландыру теңдігі жасалып, сол арқылы бірнеше параметрлерді ескере отырып кірме жолдарға вагондарды берудің оңтайлы саны мен экономикалық тиімділігі анықталды.

Станция жұмысын жақсартудың көптеген жолдарымен бірге қол жетімсіз кедергілері де бар. Соған қарамастан пайдалану жұмыстарының көрсеткіштерінің белгілі бір уақыт аралығындағы өзгерісін зерделей отырып есептеулер арқылы оң нәтижеге қол жеткізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Техничко-распределительный акт станции «Мырза», 2016. – 34 с.
2. Технологический процесс работы станции «Мырза», 2016. – 54 с.
3. Шатохин А.А. Совершенствование управления парком грузовых вагонов в конкурентной среде: Автореф. ... канд. техн. наук. Москва, 2019. – 24 с.
4. Рожков А.В., Балабаев О.Т., Суюмбаев Ш.М., Адилова Н.Д., Машарипов М.Н. Оптимизация железнодорожных перевозок: Монография / Ташкентский государственный транспортный университет. – Ташкент: Изд-во «Complex Print», 2020. – 176 с.
5. Правдин Н.В., Дыканюк М.Л., Негрей В.Я. Прогнозирование грузовых потоков. – М.: Транспорт, 2012. – 247 с.
6. Сотников И.Б. Эксплуатация железных дорог (в примерах и задачах). – М.: Транспорт, 1990. – 232 с.
7. Боровикова М.С. Организация движения на железнодорожном транспорте. – М.: Маршрут, 2013. – 368 с.
8. Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.Л. Взаимодействие различных видов транспорта (примеры и расчеты). – М.: Транспорт, 1989. – 208 с.
9. Тарифное руководство. Часть 3. По состоянию на 12 июня 2020 г.
10. Никифорова О.А. Эффективность маршрутизации вагонопотоков с мест погрузки: Автореф. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2008. – 16 с.

Исследование и оптимизация подачи вагонов на подъездные пути станции «Мырза» АО «НК «Қазақстан темір жолы»

¹АСКАРОВ Бахтияр Шарипиденович, PhD, зав. кафедрой, bahtiyar_askarov@mail.ru,

¹БАЛАБАЕВ Оюм Темиргалиевич, к.т.н., и.о. профессора, balabaev.ot@mail.ru,

¹РОЖКОВ Александр Владимирович, к.т.н., и.о. доцента, alexktpm@mail.ru,

¹*АТЬКЕН Ержан, магистрант, старший преподаватель, adil-ansar82@mail.ru,

¹КЕНЖЕКЕЕВА Акбопе Рахимбековна, магистр, старший преподаватель, bope71@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Проведен анализ показателей работы железнодорожной станции. Рассмотрен путь оптимизации ключевых показателей. Определены функции аппроксимации прогнозных значений вагонооборотов и времени простоя. Были использованы метод наименьших квадратов и метод Крамера. С помощью функций была создана диаграмма прогнозируемых величин. Составлена функция расчета оптимального значения подачи вагонов, рассчитана ее экономическая эффективность.

Ключевые слова: железнодорожная станция, вагонооборот, простой вагонов, метод множителей Лагранжа, подъездной путь, оптимизация работы.

Research and Optimization of the Supply of Wagons to the Access Roads of the Station «Myrza» JSC «NC «Kazakhstan Temir Zholy»

¹ASKAROV Bakhtiyar, PhD, Head of Department, bahtiyar_askarov@mail.ru,

¹BALABAYEV Oyum, Cand. of Tech. Sci., Acting Professor, balabaev.ot@mail.ru,

¹ROZHKOV Alexander, Cand. of Tech. Sci., Acting Associate Professor, alexktpm@mail.ru,

¹*ATKEN Yerzhan, Master Student, Senior Lecturer, adil-ansar82@mail.ru,

¹KENZHEKEEVA Akbope, Master, Senior Lecturer, bope71@mail.ru,

Abstract. An analysis of the performance indicators of the railway station was carried out. The way of optimization of key indicators is considered. The approximation functions of the predicted values of car turnover and downtime are determined. The least squares method and Kramer's method were used. With the help of functions, a diagram of predicted values was created. The function of calculating the optimal value of the supply of wagons is compiled, its economic efficiency is calculated.

Keywords: railway station, carriage turnover, simple wagons, lagrange multiplier method, access road, optimization of work.

REFERENCES

1. Tehniko-raspredelitel'nyj akt stancii «Myrza», 2016. – 34 p.
2. Tehnologicheskij process raboty stancii «Myrza», 2016. – 55 p.
3. Shatohin A.A. Sovershenstvovanie upravlenija parkom gruzovyh vagonov v konkurentnoj srede: Avtoref. ... kand. tehn. nauk. Moscow, 2019. – 24 p.
4. Rozhkov A.V., Balabaev O.T., Sujunbaev Sh.M., Adilova N.D., Masharipov M.N. Optimizacija zheleznodorozhnyh perevozok: Monografija / Tashkentskij gosudarstvennyj transportnyj universitet. – Tashkent: Publ. «Complex Print», 2020. – 176 p.
5. Pravdin N.V., Dykanjuk M.L., Negrej V.Ja. Prognozirovanie gruzovyh potokov. – Moscow: Transport, 2012. – 247 p.
6. Sotnikov I.B. Jekspluatacija zheleznyh dorog (v primerah i zadachah). – Moscow: Transport, 1990. – 232 p.
7. Borovikova M.S. Organizacija dvizheniya na zheleznodorozhnom transporte. – Moscow: Marshrut, 2013. – 368 p.
8. Pravdin N.V., Negrej V.YA., Podkopaev V.L. Vzaimodejstvie razlichnyh vidov transporta (primery i raschety). – Moscow: Transport, 1989. – 208 p.
9. Tarifnoe rukovodstvo. Chast' 3. Po sostoyaniyu na 12 iyunya 2020g.
- 10.10. Nikiforova O.A. Effektivnost' marshrutizacii vagonopotokov s mest pogruzki: Avtoref. ... kand. tekhn. nauk. Saint Petersburg, 2008. – 16 p.

Ашық тау-кен қазбаларында көлік құралдарын пайдалану тиімділігі

^{1*}АКАШЕВ Арсен Закирович, т.ғ.к., доцент, akashev_az@mail.ru,

¹КОСБАРМАКОВ Самат Жаксимаевич, магистр, аға оқытушы, samat.130579@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ «Өнеркәсіптік көлік» кафедрасы Ашық тау-кен қазбаларының көлік кешені үшін тік бұрышты пластиналы конвейердің конструкциясын әзірледі. Циклдік-ағындық технологияда қолданылатын конвейер тау-кен массасын қайталама ұсақтаусыз тасымалдау мүмкіндігіне ие, оның максималды өлшемі 1200 мм. Тау-кен массасын пластиналы конвейермен тасымалдау кен орындарын ашық әдіспен игерудің тиімділігін арттырады. Бұл жағдайда шаңның пайда болуы айтарлықтай төмендейді, бұл терең карьерлер жағдайында үлкен экологиялық маңызға ие. Композиттік материалдарды пайдалану конвейер құрылымының стационарлық элементтерінің салмағын азайтады, сонымен бірге олардың беріктігі мен сенімділігін сақтайды. Сызықтық электр қозғалтқыштарын қолдану пластиналық конвейердің дизайнын өзгертеді, тізбекті тарту органын жояды және бүкіл құрылымның сызықтық салмағын төмендетеді, бұл конвейерлерді ұзындыққа шектеусіз жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, конвейер парағының жылдамдығын арттыру арқылы өнімділік артады.

Кілт сөздер: пластиналық конвейер, жетек, циклдік ағын технологиясы, тік еңесті, автономды контур, карьер, тау массасы, ұсақтау, шаң қалыптастыру, желілік электр қозғалтқышы, композициялық материалдар.

Кіріспе

Терең карьерлерден тау-кен массасын беру үшін тік еңесті конвейерлерді қолдану ең орынды болып саналады. Қарағанды техникалық университетінің «Өнеркәсіптік көлік» кафедрасы ашық тау-кен қазбаларына арналған циклдік-ағындық технологияның (ЦАТ) көлік кешеніне кіретін тік бұрышты пластиналы конвейердің (ПKN-140) конструкциясын (1-сурет) әзірледі. Ірі тау-кен массасын тасымалдау процестерін, тиеу тораптарын зерттеуге және пластиналы конвейерлердің жеке-леген элементтерінің тозуға төзімділігін бағалауға арналған жұмыстар [1, 2, 3, 4, 5].

Конвейердің конструкциясында жетектерді автоматты реттеумен келісілген екі автономды тізбек және қалақтары жоғарғы тізбектің көлденең бөлімдерімен синхрондалған барабан қоректендіргіші түріндегі тиеу қондырғысы бар.

Негізгі бөлім

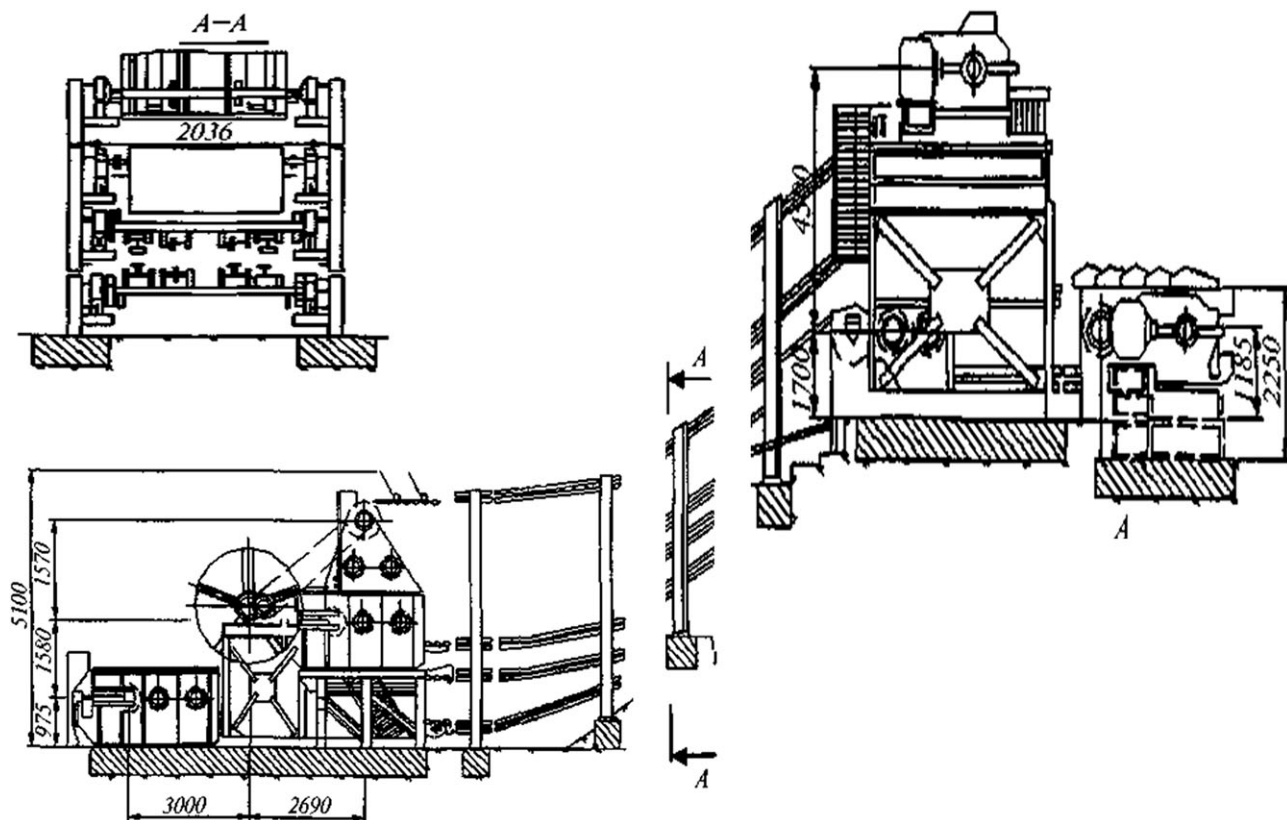
Төменгі контур-тартқыш-тасымалдаушы, карьердің жұмыс істемейтін бортында 350 көлбеу бұрышпен орнатылатын ПКС-140 тас жыныстарын тасымалдауға арналған пластиналы конвейер. Тасымалдаушы орган – ені 1400 мм болатын, конвейердің бүкіл ұзындығы бойымен жартылай

қабаттасқан және тартқыш органға бекітілген металл П-тәрізді пластиналар. Әрбір бесінші пластина тірек болып табылады және жүріс роликтерімен жабдықталған. Тарту органы 4 қатарда орналасқан тік жабық дөңгелек тізбектер. Жұптасқан тізбектерде кезек-кезек мойынтірек пластиналар бекітілген.

Жоғарғы контур тартқыш тірек болып табылады және тігінен жабық дөңгелек тізбектердің 2 тармағынан тұрады. Тізбектердің тармақтары арасында көлденең тігінен бекітілген пластиналар орналасқан, олар көлбеу учаскелерде төменгі контурмен тасымалдау кезінде жүкті домалаудан сақтауға арналған.

Төсемінің ені 1400 мм тілімшелі конвейерді қолдану тау-кен массасын бұрғылап-жару жұмыстарынан кейін бірден, яғни кесектің максимум мөлшері 1200 мм-мен екінші рет ұсақтамастан тасымалдауға мүмкіндік береді. 0-ден 1200 мм-ге дейінгі фракциялар тасымалдауға арналған жалпы тау-кен массасының 96% құрайды, осыған орай ол үйіндіге қосымша ұсақтаусыз шығарылады. 1-кестеде ПKN-140 тік еңкішті тілімшелі конвейердің техникалық сипаттамасы берілген [3].

Гипроруда (Санкт-Петербург қ.) және металлургия министрлігінің тау-кен ісі институт-



1-сурет – ПКН-140 тік еңкішті тілімшелі конвейер

1-кесте – ПКН-140 тік еңкісті пластиналы конвейердің техникалық сипаттамасы

№	Көрсеткіштер	Мәндер
1	Өнімділігі, мың м ³ /жыл	5500
2	Тартымдық органның қозғалыс жылдамдығы, м/с	0...0,7
3	Көтергіш төсемнің ені, мм	1400
4	Жетек блоктарының саны, дана	4
5	Көтерудің технологиялық биіктігі, м	80
6	Конвейердің ұзындығы, м	205
7	Тартымдық орган – дөңгелек бунақты тізбек	26x92
8	Жетектердің бекітілген қуаты, кВт	760
9	Тасымалданатын материал кесегінің максимум өлшемі, мм	1200
10	Конвейерлерді орнату бұрышы, град.	35

тарымен (Екатеринбург қ.) бірлесіп жүргізілген ғылыми зерттеулер Сарыбай карьері жағдайлары үшін пластиналы конвейер базасында ЦАТ қолданудың тиімділігін көрсетті [6].

Техникалық деңгей бойынша пластиналы конвейер негізіндегі тік еңесті конвейер көтергіші СПК-40 көп арқанды скипті көтеру қондырғысынан 11 есе және КЛТ таспалы-арбалы конвейер базасындағы тік көлбеу конвейер көтергішінен 1,4 есе асып түседі. Бұл жағдайда өндірістің экологиялық тазалығы айтарлықтай жақсарады [3]:

- пластиналық төсемнің қозғалысы кезінде ма-

териалды қопсытудың болмауы;

- көп шаң бөлінетін бетінің ауданын тең өнімділік кезінде конвейер ұзындығының бірлігіне 2-3 есе азайту;

- екінші рет ұсақтау талап етілмейтіндігіне байланысты бұрғылап-жару жұмыстарынан кейін тау-кен массасының құрамындағы шаң тәрізді бөлшектер мөлшерінің аз болуы.

КСРО Минметінің Гипроруда институты, ТИИ және ҚарПТИ (ҚарМТУ) зерттеулері ПКН-140 конвейері бар Сарыбай карьеріндегі терең қабаттарды қазу үшін ЦАТ кешенін енгізу жүк көтер-

гіштігі 110 т БелАЗ-7519 автосамосвалдарының санын тау-кен массасын көтеру биіктігіне байланысты 1,5-2,5 есе қысқартуға және оны қайта тиеу кезінде қарқынды шаң түзетін учаскелерде биіктік айырмашылығын азайту есебінен қолданыстағы технологиямен салыстырғанда шаң бөлінуін 2,4 есе азайтуға мүмкіндік беретіні анықталды.

Автосамосвалдар санын қысқарту есебінен карьердің өндірістік-экологиялық жағдайының жақсаруын сипаттайтын көрсеткіштер 2-кестеде келтірілген.

Зерттеулер көрсеткендей, пластиналы конвейерлер негізінде ЦАТ кешендерінің тиімді жұмысының тұрақты аймағы өнімділігі жылына 5 млн т және тау массасын көтерудің технологиялық биіктігі 80 м болғанда қамтамасыз етіледі.

Сарбай карьері бойынша жүргізілген зерттеулер ұқсас тау-кен техникалық жағдайлары бар терең карьерлерді пысықтау үшін пластиналы конвейерлер негізінде ЦАТ кешендерін жоғары тиімді қолдану мүмкіндігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді [6].

ЦАТ кешеніне кіретін пластиналық конвейердің артықшылықтарына мыналар жатады:

1. Тау-кен массасын қайталама ұсақтаусыз тасымалдау мүмкіндігі, бұл карьерлерде ұсақтау қондырғыларын ұстау қажеттілігін азайтады;

2. Терең карьерлер жағдайында үлкен экологиялық маңызы бар тау-кен массасын тасымалдау кезінде шаң түзілуінің төмендеуі;

3. Карьер көлбеуінің бортында 350 бұрышта орнату тау-кен массасын тасымалдау жолын едәуір қысқартады.

Пластиналық конвейердің негізгі кемшіліктері:

1. Құрылымның үлкен металл сыйымдылығы, оның ішінде төменгі тізбекте 4 тартқыш дөңгелек тізбектің және жоғарғы жағында 2 тізбектің болуы;

2. Тау массасын тасымалдау жылдамдығының

диапазонын 0-ден 1 м/с-қа дейін шектеу, өйткені қозғалыс жылдамдығы жоғары болған кезде өтелмеген үдеу пайда болады және толқындық тербелістер түрінде тізбекті органға әсер етеді, бұл өз кезегінде дөңгелек тізбектердің, жетектердің және айналмалы жұлдыздардың қарқынды тозуына әкеледі, бұл бүкіл құрылымның сенімділігінің төмендеуіне әкеледі;

3. Конвейердің ұзындығын тарту жетектерінің қуаты бойынша шектеу және конвейердің ұзындығын ұлғайту қажет болған жағдайда электр жетектері мен конвейердің тарту-қолдау тізбегінің механикалық элементтерін синхрондаумен аралық жетектерді орнату талап етіледі.

Пластиналы конвейердің негізгі кемшіліктерін ескере отырып, конвейердің құрылымын өзгерту, конвейердің техникалық параметрлері мен пайдалану сипаттамаларын және оны пайдалану режимдерін арттыру үшін заманауи материалдар мен техникалық шешімдерді қолдану қажеттілігі туындайды.

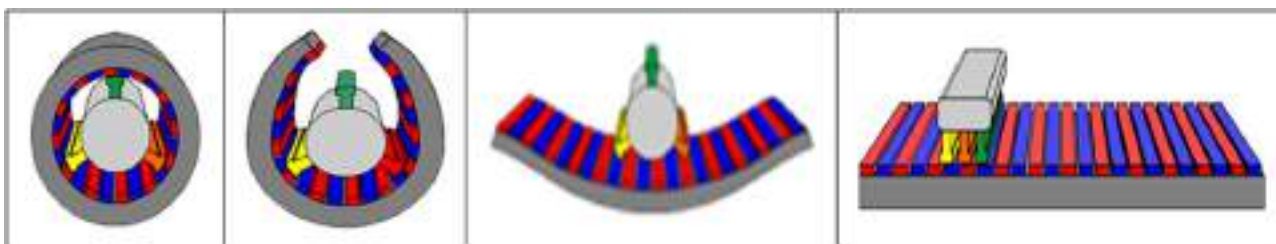
Желілік электр жетектерін пайдалану конвейер құрылымының өзгеруіне әкеледі, тізбекті тартқыш органды алып тастайды және оларды конвейердің бүкіл ұзындығы бойынша орналастырған кезде, және конвейер ұзындығының шектеулерін болдырмауға мүмкіндік береді.

Желілік қозғалтқыш – бұл статор мен ротор «оралмаған» электр қозғалтқышы, осылайша айналу моментін (айналу) құрудың орнына-ол бүкіл ұзындығы бойынша сызықтық күш жасайды.

Желілік электр қозғалтқышы электр энергиясын көлік құралының қозғалысының энергиясына тікелей түрлендіруге қызмет етеді, яғни механикалық беріліссіз (2-сурет) және статор болып табылатын электр тогымен қоректенетін бастапқы элементті (индукторды) және ротор рөлін атқаратын реактивті жолақ түріндегі екінші элементті қамтиды. Индуктор мен реактивті жолақ ауа саңылауымен бөлінген [7, 8].

2-кесте – Сарыбай карьерінің төменгі қабаттарындағы ЦАТ кешенінің салыстырмалы өндірістік-экологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Жылдық өнімділік, млн т			
	7	10	14	
	Тау-кен массасын көтеру биіктігі кезінде, м			
	80	160	240	
Автосамосвалдар паркін қысқарту, дана	5	7	18	23
Еңбекшілер санын қысқарту, адам	16	32	111	170
Дизель отынын жылдық үнемдеу, т	1310	1870	4430	5640
Пайдаланылған газдардың атмосфераға шығарылуын азайту, млн м ³ /жыл	42	60	142	181
Оның ішінде улы заттар, т/жыл	260	370	880	1120
Еңбек өнімділігін арттыру, %	13	30	74	120
Жылдық экономикалық тиімділік млн рубль	500	900	3400	5000



2-сурет – Қарапайым электр қозғалтқышын желілік қозғалтқышқа түрлендірудің шартты схемасы

Желілік қозғалтқыштарды таспалы және тележкалы конвейерлерінде сәтті қолдануға болады. Тасымалдауға арналған желілік қозғалтқыштарды қолданудың үлкен перспективалары бар. Негізгі артықшылығы – 400-500 км/сағ дейін жоғары жылдамдықты алу [9, 10].

Жетектің артықшылығы – айналмалы бөліктердің болмауы, механикалық беріліс, қарапайым жұмыс, үлкен жұмыс ресурсы. Желілік жетектердің артықшылықтарын ескере отырып, оларды көлік құралдарында пайдалану ұсыныстарымен ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді [11, 12].

Нәтижесінде тасымалдау жылдамдығының шектеулерін алып тастауға, сондай-ақ тізбекті тарту органын алып тастау арқылы металл сыйымдылығын төмендетуге және сол арқылы пластиналы конвейердің өнімділігі мен техникалық деңгейін арттыруға мүмкіндік бар.

Қазіргі заманғы композиттік материалдарды (ПКМ) көміртекті және органопластиканы қолдану [13, 14], мысалы кевлар конвейердің жеке элементтерінде бірдей беріктікті сақтай отырып,

жалпы массаның төмендеуіне қол жеткізуге болады [15].

Қорытынды

1. Зерттеулер терең карьерлер үшін перспективалы көлік түрі тік еңкішті конвейерлер болып табылатынын бекітті, оның үстіне тілімшелі конвейер, таспалыға қарағанда тау-кен массасын кесегінің максимум өлшемі 1200 мм болатын қайталама ұсақтаусыз тасымалдауға мүмкіндік береді.

2. Тау-кен массасын тілімшелі конвейермен тасымалдау шаңның пайда болуын едәуір төмендетеді, бұл терең карьерлер жағдайында зор экологиялық маңызға ие болады.

3. Желілік электр қозғалтқыштарын қолдану тілімшелі конвейердің конструкциясын өзгертеді, бүкіл конструкцияның қума салмағын азайтады, қозғалыс жылдамдығын және сәйкесінше оның өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

4. Композиттік материалдарды пайдалану бүкіл конструкцияның беріктігі мен сенімділігін сақтай отырып, салмақты қосымша төмендетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Акашев З.Т. Исследование пуска, распределения усилий и торможения пластинчатого конвейера с промежуточными приводами: Дис. ... канд. техн. наук. – Караганда: КарПТИ, 1972. – 133 с.
2. Малыбаев С.К. Исследование динамических нагрузок при загрузке рудничных пластинчатых конвейеров крупнокузовными скальными грузами: Дис. ... канд. техн. наук. – Караганда: КарПТИ, 1975. – 149 с.
3. Акашев А.З. Разработка способов и средств загрузки карьерного крутонаклонного пластинчатого конвейера: Дис. ... канд. техн. наук. – Алматы: КазНТУ, 1996. – 124 с.
4. Қуанышбаев Ж.М. Исследование и повышение долговечности основных элементов карьерного пластинчатого конвейера: Дис. ... канд. техн. наук. – Караганда: КарПТИ, 1984. – 149 с.
5. Балабаев О.Т., Акашев А.З., Рожков А.В., Косбармаков С.Ж. и др. Направляющие ходовых роликов пластинчатого конвейера. РК, Патент № 5153, 23.04.21.
6. Акашев З.Т., Акашев А.З., Жандыбаев Б.Р. Крутонаклонный конвейерный подъемник для глубоких карьеров // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Тяжелое машиностроение» № 11. – М., ООО Изд-во «Тяжелое машиностроение», 2003. – С. 24-27.
7. Линейный электродвигатель. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/> (дата обращения 23.05.23).
8. Альтернатива стандартным приводным системам: цилиндрический линейный двигатель. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/659711/> (дата обращения 23.05.23).
9. Применение линейных двигателей – перспективы применения линейного двигателя для транспорта. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lokomoto.ru/podvizhnoy-sostav/primenenie-lineynyh-dvigatelay/Page-6.html> (дата обращения 23.05.23).
10. Линейный двигатель. Примеры использования линейных электродвигателей. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elektrorostov.ru/elektrodvigatel/linear-motor-examples-of-using-linear-motors/> (дата обращения 23.05.23).
11. Абдуллаев М., Маткасимов М.М., Каримжанов Д. Применение линейных двигателей в электроприводах // Universum: технические науки: электрон. научн. журнал. 2020. 11 (80).
12. Епифанов А.П., Епифанов Г.А. Электрические машины: Учебник. – СПб: Издательство «Лань», 2017. – 300 с.

13. Виды полимерных композитов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://folicast.ru/news/polimernye-kompozitsionnye-materialy-svoystva-vidy-i-osobennosti/> (дата обращения 23.05.23).
14. Полимерные композиционные материалы: основные типы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plastinfo.ru/information/articles/110/> (дата обращения 23.05.23).
15. Кевлар. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%B2%D0%BB%D0%B0%D1%80> (дата обращения 23.05.23).

Эффективность эксплуатации транспортных средств на открытых горных разработках

¹*АКАШЕВ Арсен Закирович, к.т.н., доцент, akashev_az@mail.ru,

¹КОСБАРМАКОВ Самат Жаксимаевич, магистр, старший преподаватель, samat.130579@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Кафедрой «Промышленный транспорт» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» разработана конструкция крутонаклонного пластинчатого конвейера для транспортного комплекса открытых горных разработок. Используемый конвейер в циклично-поточной технологии имеет возможность транспортировать горную массу без вторичного дробления с максимальным размером куска 1200 мм. Транспортирование горной массы пластинчатым конвейером повышает эффективность разработок месторождений открытым способом. При этом значительно снижается пылеобразование, что имеет большую экологическую значимость в условиях глубоких карьеров. Использование композитных материалов позволит снизить вес стационарных элементов конструкции конвейера, сохраняя при этом их прочность и надежность. Применение линейных электродвигателей изменяет конструкцию пластинчатого конвейера, исключает цепной тяговый орган и снижает погонный вес всей конструкции, что позволяет создавать конвейеры без ограничения по длине. Кроме того, повышается производительность за счет увеличения скорости движения полотна конвейера.

Ключевые слова: пластинчатый конвейер, привод, циклично-поточная технология, крутонаклонный, автономный контур, карьер, горная масса, дробление, пылеобразование, линейный электродвигатель, композитные материалы.

Efficiency of Vehicles Operation on Open Mining

¹*AKASHEV Arsen, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, akashev_az@mail.ru,

¹KOSBARMAKOV Samat, Master, Senior Lecturer, samat.130579@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The Department of «Industrial Transport» of NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» has developed a design of a steeply inclined plate conveyor for the transport complex of open-pit mining. The conveyor used in the cyclic-flow technology has the ability to transport rock mass without secondary crushing with a maximum piece size of 1200 mm. Transportation of rock mass by a plate conveyor increases the efficiency of open-pit mining. At the same time, dust formation is significantly reduced, which is of great ecological importance in deep quarries. The use of composite materials will reduce the weight of the stationary elements of the conveyor structure, while maintaining their strength and reliability. The use of linear electric motors changes the design of the plate conveyor, eliminates the chain traction body and reduces the running weight of the entire structure, which allows you to create conveyors without length restrictions. In addition, productivity increases by increasing the speed of movement of the conveyor belt.

Keywords: plate conveyor, drive, cyclic-flow technology, steeply inclined, autonomous contour, quarry, rock mass, crushing, dust formation, linear electric motor, composite materials.

REFERENCES

1. Akashev Z.T. Investigation of start-up, distribution of forces and braking of a plate conveyor with intermediate drives: Dis. ... Candidate of Technical Sciences. – Karaganda: KarPTI, 1972. – 133 p.
2. Malybaev S.K. Study of dynamic loads when loading mine plate conveyors with large-lump rock loads: Dis. ... Candidate of Technical Sciences. – Karaganda: KarPTI, 1975. – 149 p.
3. Akashev A.Z. Development of methods and means of loading a quarry steeply inclined plate conveyor: Dis. ... Candidate of Technical Sciences. – Almaty: KazNTU, 1996. – 124 p.
4. Kuanyshbayev Zh.M. Research and improvement of durability of the main elements of the quarry plate conveyor: Dis. ... Candidate of Technical Sciences. – Karaganda: KarPTI, 1984. – 149 p.
5. Balabaev O.T., Akashev A.Z., Rozhkov A.V., Kosbarmakov S.Zh., etc. Guides of the running rollers of the plate conveyor. RK, Patent no. 5153, 23.04.21.
6. Akashev Z.T., Akashev A.Z., Zhandybaev B.R. Steep-slope conveyor lift for deep quarries // Monthly scientific, technical and production magazine «Heavy Engineering». No. 11. – Moscow, LLC Publishing house «Heavy Engineering», 2003. – Pp. 24-27.
7. Linear electric motor. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/> (accessed 23.05.23).
8. Alternative to standard drive systems: cylindrical linear motor. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/659711/> (accessed 23.05.23).
9. The use of linear motors – prospects for the use of a linear motor for transport. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://lokomo.ru/podvizhnoy-sostav/primenenie-lineynyh-dvigatelay/Page-6.html> (accessed 23.05.23).
10. Linear motor. Examples of the use of linear electric motors. – [Electronic resource]. – Access mode: – <https://elektrostov.ru/elektrodvigatel/linear-motor-examples-of-using-linear-motors/> (accessed 23.05.23).
11. Abdullaev M., Maksimov M.M., Karimzhanov D. Application of linear motors in electric drives // Universum: technical sciences: electron.scientific.journal. 2020. 11 (80).
12. Epifanov A.P., Epifanov G.A. Electric machines: Textbook. – Saint Petersburg: Publishing House «Lan», 2017. – 300 p.
13. Types of polymer composites. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://folicast.ru/news/polimernye-kompozitsionnye-materialy-svoystva-vidy-i-osobennosti/> (accessed 23.05.23).
14. Polymer composite materials: the main types. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://plastinfo.ru/information/articles/110/> (accessed 23.05.23).
15. Kevlar. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%B2%D0%BB%D0%B0%D1%80> (accessed 23.05.23).

Influence of Freezing Depth on the Composition of Road Layers

¹SHAKHMOV Zhanbolat, PhD, Associate Professor, zhanbolat8624@mail.ru,

¹*TLEULENOVA Gulshat, PhD, Acting Associate Professor, gulshattleulnova23@mail.ru,

¹KHAFIZ Kairat, Doctoral Student, Kairat_40@mail.ru,

¹NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

*corresponding author.

Abstract. The relevance of the study is conditioned by the presence of a pronounced relationship between the depth of soil freezing and the composition of the road layers, which is essential from the standpoint of road safety compliance. The purpose of this study lies in the theoretical and practical identification of such a correlation in terms of the influence of the soil freezing depth under the roadbed on the final composition of its layers. The results of the work clearly demonstrate the importance of the subject matter since they testify to the presence of a direct dependence of the density and composition of the road bed layers on the soil freezing depth in the areas of its construction, which is essential from the standpoint of ensuring the road traffic safety. The results and conclusions of this study are of significant practical importance for workers of road repair services, who, by the nature of their activities, are obliged to timely solve the problems of repair and partial or complete replacement of road layers due to their damage or wear caused by the influence of soil layers freezing in places of road construction, as well as for scientific developers and road designers involved in the research of problems of interconnection and the soil freezing depth influence on the composition of the road layers.

Keywords: road layers, depth of soil freezing, pavement, road repair, composition of road layers, soil freezing, thermal insulation layer.

Introduction

Recently, serious attention has been paid to the reconstruction and overhaul of roads that, according to the available technical indicators, do not meet the conditions of current traffic. In the last century, a significant part of the highways were designed and built under the load on the axle of motor transport of no more than 60 kN, while in regions with harsh climate conditions there is intense destruction due to frost heaving [1]. There is a more significant spread of the growth of deformations on roads of high categories, which are evidence of significant shortcomings in the construction of highways in terms of the guaranteed perception of clay soils of the bases of the dynamic impact of the mobile wheel load. In many projects of highways with rigid and non-rigid road clothing, loamy soils are used as a roadbed, light dusty and loamy soils are heavy dusty, which have a large porosity and are subject to frost heaving [2-3]. Due to the lack of elasticity during the work of embankments and their bases, there is a deformation of road coverings of highways for various purposes. The peculiarities of seasonal functioning of road structures on freezing ground bases, in particular during transitional periods of the year and under the strong influence of speed fluctuations caused by mobile loads, raise the question of their mandatory reinforcement

with minimal monetary and labor costs.

It should be noted that it should not be allowed to significantly moisten weak soils in the locations of highways, up to special measures to prevent the consequences of such situations. The moistening of the soil in combination with its seasonal freezing leads to a weakening of the adhesion of the layers of the highway to each other, which may in the future cause their seasonal destruction and the unfitness of the pavement for operational use. A practical analysis of the current state of soils in the context of forecasting the development of deformations caused by seasonal freezing in combination with the above-mentioned reasons for weakening the strength of soils that are the basis of the pavement is of significant interest to designers of layers of highways, as well as for employees of the road repair and construction service, who regularly face the need for repair work on restoration of sections of the roadway destroyed by seasonal phenomena. In this context, determining the degree of influence of the depth of soil freezing on the condition of the layers of the highway should take into account all factors that are important in terms of the strength of the pavement and the durability of its operation.

Frost heaving of the soil is the result of volumetric expansion of water (by about 9%), which is in it

even before freezing and additionally migrates to the freezing boundary from the lower layers of the soil during the transition of water from liquid to solid (ice) [4]. Deeps are called deformations of road clothes and the roadbed, which manifest themselves in the cold period of the year in the churning and loss of evenness of the coating, and in the period of thawing during the passage of cars – in breaks in the pavement caused by a decrease in the strength of soils containing excess moisture. A hill is called a swollen local area. A depression is called a local area with less than uniform or zero elevation, and the boundary between two zones of uniform heaving with different elevation heights is called a drop. A characteristic feature of heaving areas should be considered humps, depressions, drops, subsidence, a grid of cracks concentrating at the top of the heaving mounds, ruts, potholes, etc.

Foam glass ceramics are very widely used in Norway. This material has been used in Norway since 1998. Since 2000, research and monitoring of the materials used from foam glass ceramics in road construction has been conducted [5]. Experimental work was carried out to determine the frost heaving of soil bases using expanded polystyrene in comparison with foam glass ceramics, which showed practically the same results in the depth of freezing of experimental models and the results of mathematical modeling [6-7]. There are production facilities for the production of granulated foam glass-ceramic materials in Russia and Kazakhstan. In particular, one of the factories for the production of foam glass ceramics is located in the city of Aktobe.

One of the important aspects concerning foam glass ceramics is the availability of security documents. In particular, there are patents for inventions related to this material, which indicate the entire technological chain for the production of foam glass ceramics with a description of the quantitative composition [8].

Research methods

In the process of carrying out research work within the framework of this study, a combination of methods of systematic analysis of the problems of the influence of the depth of freezing of the soil in the construction sites of the highway on the composition of its layers was used, with an analytical study of the features of freezing of the soil in certain regions that can cause significant problems when driving motor transport. The chosen combination of methods makes it possible to conduct a qualitative study of the problems included in the subject of this scientific research and create a holistic picture of scientific work, assuming objective results and conclusions based on them. In general, the methodology of this scientific research involves the implementation of theoretical and practical research with the provision of basic statistical information on the results obtained, in order to form the highest quality and objective picture of this scientific research.

The basis of this research work is numerous developments of domestic and foreign researchers of issues related to the assessment of the influence of the depth of freezing on the composition of the layers of the highway. In order to create the highest quality and objective picture of scientific research, as well as to facilitate the perception of the information provided, all materials obtained from foreign sources and given in this scientific study have been translated into Russian. The methodological basis of this research work is formed in strict and complete accordance with the problems submitted for consideration and solves the problems of their comprehensive and high-quality resolution and illumination.

This scientific research was carried out in several stages:

1. At the first stage of this scientific research, a systematic theoretical analysis of the studies of domestic and foreign authors devoted to the problems of the depth of soil freezing on the composition of the layers of the highway was carried out. A systematic analysis of the identified issues helps to determine the positions of modern researchers on the issues under consideration, in order to compile a holistic picture for subsequent analysis of the main aspects that are important in the context of the disclosure of the subject of this research work.

2. At the second stage of this scientific research, an analytical study of the features of soil freezing in certain regions that can cause significant problems in the movement of motor transport was carried out, which is necessary to determine the preliminary results of research work and their subsequent comparison with the theoretical and practical calculations of researchers of the stated problems, who were engaged in theoretical and practical consideration of all, the issues included in the subject of this scientific work.

3. At the final stage of this research work, final conclusions were formed on the results obtained during the study. In general, the conclusions of this scientific study are the results of theoretical and practical research carried out within the framework of the stated subject of this scientific study, and put an end to the issues of studying the influence of the depth of soil freezing on the condition of the layers of the highway, as well as assessing the real and potential damage to the environmental situation in the roadside zone that takes place in the event of a forced repair of the roadway automobile roads.

Result and Discussion

The construction of engineering structures and the construction of highways in places of soil freezing requires special measures to study the depth of soil freezing and to reduce it in the foundations. Such measures serve to strengthen the layers of the highway and create the necessary conditions to maintain a sufficient level of wear resistance of the roadway under the action of the wheels of passing vehicles. With significant freezing of the soil in the places where the roadbed is laid, in order to avoid the destruction of its

layers, it is recommended to lay a thermal insulation layer using granular foam glass ceramics [9-11]. The appearance of such a substance is shown in Figure 1.

Foam glass ceramics has a whole set of properties that create the necessary prerequisites for the use of materials based on it as a means to protect soils from seasonal freezing [12]. The thermal insulation layer created in this case provides reliable protection against freezing of the soil at the locations of the roadbed, which eliminates the likelihood of destruction of its layers [13].

The depth of seasonal freezing of the soil has a significant impact on the general condition of the layers of the highway. In places of the greatest freezing of soils, their elevation under the pavement should not be higher than the permissible values. In order to meet this requirement, frost protection layers are installed from conditioned sands, sand-gravel mixture, gravel, reinforced soils and other non-porous materials. On sections of highways passing on low embankments or in recesses, the thickness of the frost protection layer can reach up to 1 m or more with a significant level of groundwater standing. Under such conditions, it is difficult to provide the necessary amount of conditioned sands and materials for the installation of a frost-proof layer of the road surface. The device of a heat-insulating layer made of foam glass ceramics makes it possible to drastically reduce the thickness of the frost-proof layer or completely exclude it. Since the thermal conductivity of this material is low and ranges from 0.053 to 0.065 W/m³. The compressive strength can reach up to 9.8 MPa, which is high enough for the device of the pavement.

The picture below shows a road from one of the northern regions. According to this section of the road a layer of gravel-sand layer and crushed stone



Figure 1 – Appearance of granular foam glass ceramics

used also as an antifreeze layer is visible. By replacing any of these layers it is possible to reduce the depth of frost penetration without affecting the bearing capacity of the road.

The draining sand layer allows you to divert water from the layers of pavement and the soils located below. Its thickness can reach significant values under negative soil-hydrological conditions on specific road sections, as well as during the construction of roads of higher complexity categories. It is often very difficult to achieve the provision of a construction site with a significant volume of sand with a filtration coefficient of at least 2 m/day. The device of a layer of thermal insulation made of foam glass ceramics, which prevents the freezing of soils under the layers of pavement, allows to reduce the thickness of the drainage layer (up to 20-25 cm), since in this situation the main source of water supply to this layer is eliminated. Foam glass ceramics are practically waterproof, which reduces the phenomenon of frost heaving and freezing of the roadbed. In the absence of freezing, the soil does not swell and its further shrinkage does not occur during spring melting with the outflow of water into the drainage layer [14].

Figure 3 shows the graphical dependence of the state of the layers of the highway on the depth of soil freezing. The data is presented as a curve.

As can be seen from the data presented in Figure 3, on the highways of the Republic of Kazakhstan there is a systematic increase in the density of layers of pavement during freezing of the soil. Such a situation is temporary, because with a change in the situation and the release of the soil from the frozen state, the soil density parameters return to their original values. In addition, it should be noted a sharp increase in the densifiability of the layers of the highway at the depth of freezing of the soil in the construction sites of the roadway. This situation is typical for the Republic of Kazakhstan as a whole, since there is a widespread problem of soil erosion in the country. To date, up to a quarter of the country's soil covers are subject to wind erosion, which, in turn, is an indirect reason for a significant increase in the parameters of compaction of the layers of the highway at the depth of soil freezing. The lower layers of the soil are denser than the upper ones, which are subject to erosion, when the soil freezes at the locations of the roadbed, the density indicators increase significantly.

In areas with seasonal freezing of the soil, it is necessary to arrange frost-proof layers on the sections of the location of highways. Thin layers of insulating material, foam or foam glass ceramics provide a high-quality solution to such a problem while maintaining the thickness and parameters of the layers of road clothes. The composition of the layers of the highway does not undergo significant changes.

Significant changes in the composition of the layers of road clothing are noted when motor vehicles move along a frozen section of the highway. In this case, the probability of destruction of the roadway in places of freezing under high loads on the road-

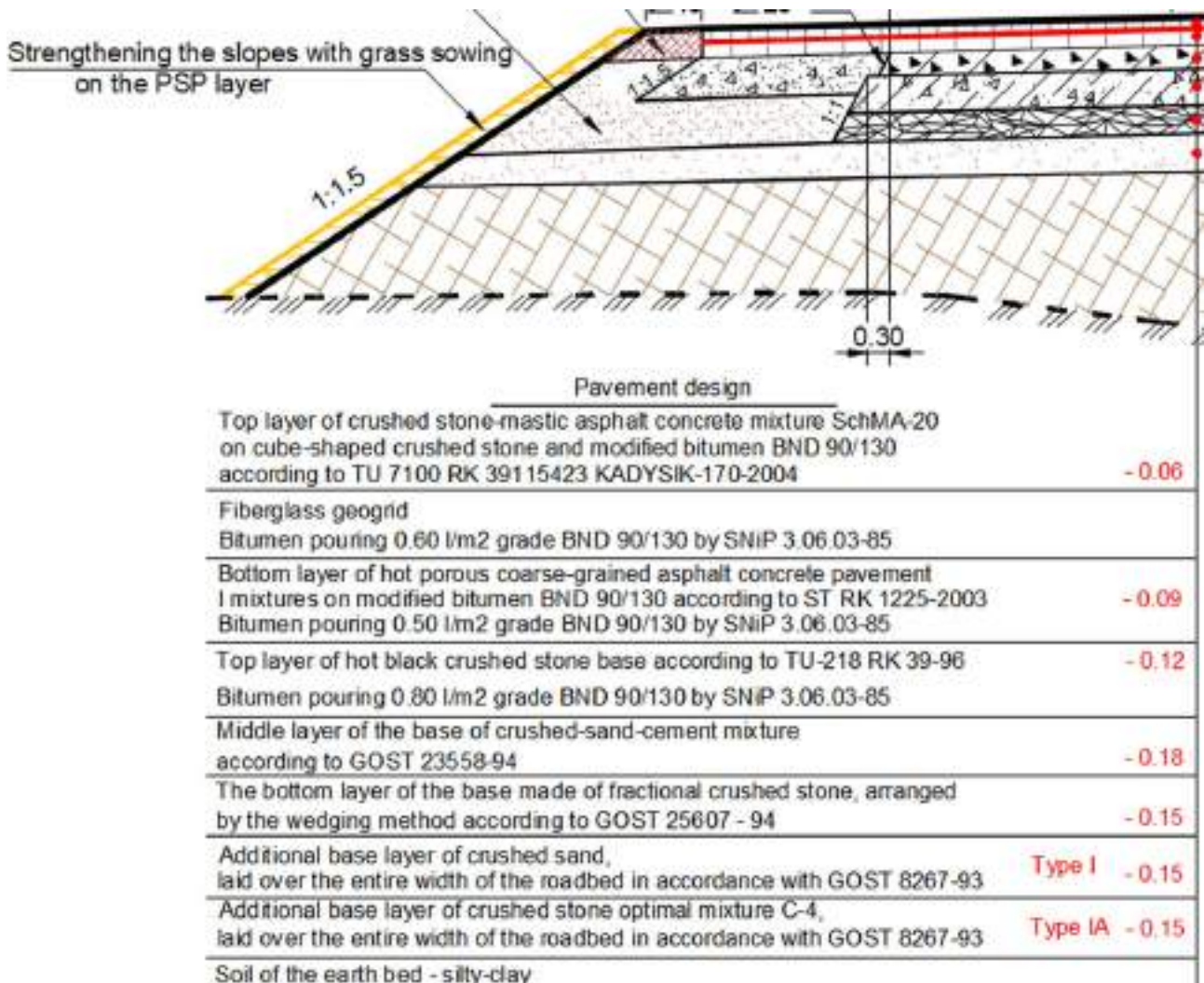


Figure 2 – Construction of non-rigid road clothing

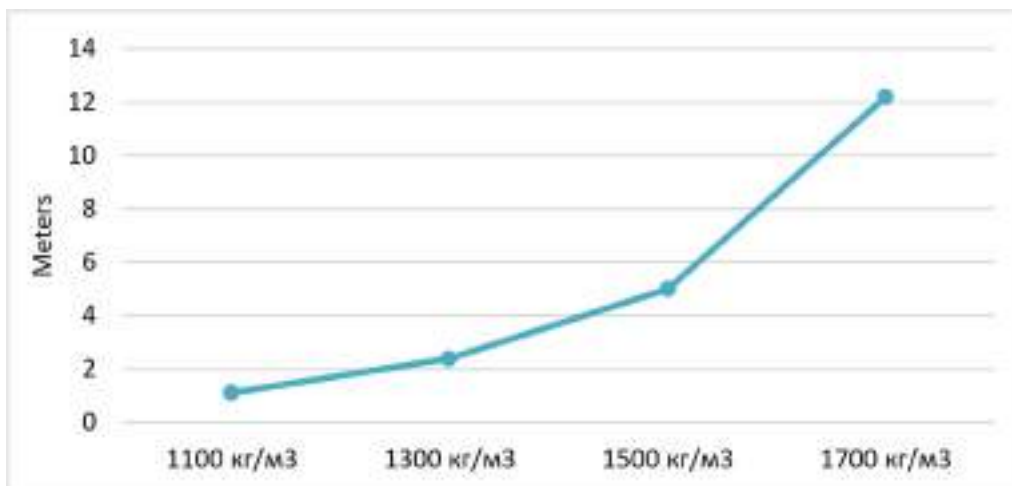


Figure 3 – Dependence of the density of the layers of the highway on the depth of soil freezing in the Republic of Kazakhstan

way itself increases significantly. The destruction of the surface layer of the soil due to wind erosion only worsens the situation. Also, it causes structur-

al changes in the layers of the pavement. In general, they boil down to the following:

- increased wear of the surface protective layer

- with possible crumbling in some areas;
- the appearance of cracks in the upper layer (layer package);
 - increased wear of the surface layers of the road in places of soil erosion;
 - shrinkage of the lower layer.

The more significant the change is, the higher the depth of seasonal freezing of the soil in the areas of roadway placement. In general, deformations of road structures in Kazakhstan (a decrease in the evenness of the road surface and a decrease in the density of embankments) are typical problems of road construction for the territory of various road-climatic zones (all areas with seasonal soil freezing) of the country under consideration. The destruction of transport structures caused by heaving due to exposure to low temperature is very difficult to carry out repair work and involves an increase in the cost of road maintenance. Thus, preventing the destruction of the roadbed due to frosty heaving of soils is relevant for 90% of the area of the modern Republic of Kazakhstan.

A particular danger for the layers of the highway in Kazakhstan is represented by ice, which can both interfere with the movement of vehicles and negatively affect the condition of the layers of the roadway. Ice is most widespread in the area of permafrost soils, but they are typical for areas of deep seasonal freezing. Icing areas range from tens and hundreds of square meters to hundreds of square kilometers or more. The fight against the spread of ice by placing layers of thermal insulation materials simultaneously solves two main tasks: protection from the effects of thawing of the ice body of ice and the elimination of freezing of water in the ground. The fight against ice may differ depending on the coating, but basically mixtures based on salts and sands are used. There are also anti-icing compounds that, by forming a protective layer on the surface, prevent the icing of the roads [15].

Table shows the parameters of an experimental study of the condition of a section of roadway when the ground freezes to a depth of up to 3 meters.

The data presented in Table indicate a significant

water saturation of the frozen section of the roadway and an increase in the coefficient of water resistance, as well as the volume weight of the layers during freezing. This is a clear evidence of the change in the properties of the layers of the pavement during the freezing of the soil at its location, and also proves the existence of a direct relationship between the parameters of the depth of freezing of the soil and the properties of the layers of the roadway. The time period of soil freezing is also important, since this parameter is directly related to the change in the properties of the layers of the highway, as well as their composition.

The intensity of the development of the destructive consequences of deep freezing at transport infrastructure facilities is directly determined by the strength of multilayer structures and foundation soils to freezing/thawing cycles.

In the case of deep freezing, there are significant changes in the soil-water-air matrix. Moisture in the pores of the soil freezes, causing frosty heaving of the roadbed soils. Therefore, the arrangement of thermal insulation in places of seasonal freezing of the soil is of great importance from the point of view of ensuring the safety of automobile traffic and both the properties and composition of the layers of the highway and the safety of operation of these sections of highways depend on the timely and qualitative practical resolution of this issue in the future.

With regard to the highway network of the Republic of Kazakhstan, it should be noted that the soils in the country are mainly (except for the northern regions of the country) oversaturated with salts and poor in mineral elements, while there is serious contamination with heavy metals. In such a situation, the depth of freezing of the soil directly affects the condition of the layers of the highway, since the contamination present in the soil cover can become an additional factor negatively affecting the quality of the pavement in places of seasonal soil freezing. This requires the development and implementation of a set of measures for the rational use of soils in the country, as well as improving the condition of soils in the construction sites of highways.

Parameters of an experimental study of the condition of a section of the roadway when the ground freezes to a depth of up to 3 meters, as applied to the highways of the Republic of Kazakhstan

Time of the test, hour	Compressive strength at temperatures, °C, MPa				Water saturation, % by volume	Swelling, % by volume	Long-term water saturation, % by volume	Water resistance coefficient Kv	Volume weight, g/cm ³
	in a dry stay		in a water-saturated state						
	20°C R ₂₀	50°C R ₅₀	0°C R ₀	20°C R ₂₀					
0	3.4	1.4	12.0	4.9	1.8	0.83	3.5	0.80	3.56
180	3.4	1.4	11.5	5.5	2.35	0.76	2.8	0.65	3.46
360	3.5	1.3	11.5	6.7	1.5	0.58	3.4	0.77	2.28
540	4.2	1.35	11.5	4.5	1.4	0.54	4.0	2.0	3.86
720	4.4	1.4	11.5	4.4	1.0	0.60	3.4	1.0	3.1

Conclusion

One of the main layers of road clothing is a frost-proof layer, which consists of coarse-grained crushed stone mixture. But the article suggests the use of new materials in the form of foam-glass ceramic particles for frost-proof layers of pavement, which has low thermal conductivity, good drainage, and sufficient strength. This circumstance must be taken into account when carrying out road repair work on open sections of the highway, as well as in places of seasonal precipitation. In any case, seasonal freezing

of the soil in the locations of the road surface is the cause of violation of operating conditions and premature failure of the road surface.

Thus, when designing a highway and at all stages of its construction, it is necessary to take into account the climatic conditions in the construction region in order to avoid problems in the operation of highways associated with deep freezing of the soil in the future. This is necessary to preserve the integrity of the layers of the highway and guarantee the safety of traffic and operation of the roadway.

REFERENCES

1. Radovskiy B.C. Cement concrete coatings in the USA. Structures, highway. 2015, Volume 2. – Pp. 48-60.
2. Shakhmov Z.A., Zhussupbekov A.Zh. Frost susceptibility of soil and in-situ monitoring of frost depth in construction. 2015. – Pp. 537-540.
3. Zhussupbekov A., Shakhmov Zh., Shin E.C., Krasnikov S. Challenges for transportation geotechnics in extreme climates of Kazakhstan and Korea. 2012. – Pp. 655-660.
4. Shakhmov Z., Tleubayeva A., Smagulova E., Utebergenova L., Togabayev Y., Bazarbayev D. Analyzing of soil ground to frost heaving of structures. Proc of Conf. 2016. – Pp. 47-50.
5. Korotkov E., Ivanov K. Granulated Foam Glass Ceramics for Road Construction in the regions of the North. TIU. 2016. – Pp. 150-152.
6. Korotkov E. The effect of a frost-proof layer of granular foam glass ceramics on the frost heaving of soils of the roadbed. Moscow, 2016. – P. 22.
7. Aizman T. The effect of a frost-proof layer of granular foam glass ceramics on the frost heaving of soils of the roadbed. TIU. 2018. – Pp. 11-12.
8. Apkarian A, Christukov V, Kaminsky O. Method of manufacturing a product made of granular foam glass ceramics. Moscow, 2018. – Pp. 15-18.
9. Zamora R.M., Espejel F., Herrera I.E., Orendain V.M., Diaz G. Lopez S., Schouwenaars R. Optimization of a Cellular Glass Ceramic Produced from Water Potabilization Sludge for Structural and Chemical applications Advanced engineering materials. Vol. 19, Issue 10, 2017. – Pp. 25-37.
10. Cruz G.M., Murr C.G., Stafin G., Grzebielucka E.C., Ferreira Borges C.P., Arrua M.E.P., Souza E.C.F., Alves S.A., Antunes S.R. A novel foam glass obtained from solid waste: A sustainable strategy for application in the degradation of an environmental pollutant. Ceramics International Journal. Vol. 48, Issue 18, 2022. – Pp. 26351-26360.
11. I. Vaisman, A. Ketov, I. Ketov. Cellular glass obtained from non-powder preforms by foaming with steam. Ceramics International. Vol. 42, Issue14, 2016. – Pp. 101-115.
12. Physico-mechanical and thermophysical properties of foam glass ceramics based on silica-containing rock – the topic of a scientific article on materials technologies read for free the text of a research paper in the electronic library <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-mehanicheckie-i-teploffizicheskie-svoystva-penosteklokeramiki-na-osnove-kremnezemsoderzhaschey-porody>
13. Ivanov K. Protection Of The Heaving Soil From Seasonal Freezing Of Granular Foam Glass Ceramics. Foundations. Journal Foundations and Soil Mechanics. Vol. 1, 2020. – Pp. 29-32.
14. Ivanov K. Investigation of the Effect of a layer of granular foam glass ceramics on the temperature regime of the freezing ground of the foundation. Journal of foundations and Soil Mechanics. Issue 5, 2017. – P. 11.
15. Lukranov R., Dyusembinov D., Shakhmov Z., Tsygulov D., Aibuldinov Y., Vatin N.I. Impregnating Compound for Cement-Concrete Road. Pavement Crystals. Vol. 12, Issue. 2, 2022. – P. 161.
16. O.A. Fomina, A.Y. Stolboushkin. Firing of cellular ceramics from granulated foam-glass. Materials Science Forum. Vol. 992, 2020. – Pp. 265-270.
17. K.S. Ivanov. Structure Formation in the SiO₂-Na₂O-H₂O System during the Fabrication of Foam Glass Ceramics by Extrusion. Inorganic Materials. Vol. 55, Issue 3, 2019, pp. 277-283.

Мұздату тереңдігінің автомобиль жолдары қабаттарының құрамына әсері

¹ШАХМОВ Жанболат Ануарбекович, PhD, қауымдастырылған профессор, zhanbolat8624@mail.ru,

¹*ТЛЕУЛЕНОВА Гүлшат Толеувна, PhD, доцент м.а., gulshattleulenova23@mail.ru,

¹ХАФИЗ Кайрат Нурлыбекулы, докторант, Kairat_40@mail.ru,

¹«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Ғылыми зерттеудің мәлімделген тақырыбының өзектілігі топырақтың қату тереңдігі мен жол қауіпсіздігін сақтау тұрғысынан маңызды маңызы бар автомобиль жолдарының қабаттарының құрамы арасында айқын тәуелділіктің болуына байланысты. Бұл ғылыми зерттеудің мақсаты-автомобиль жолының

астындағы топырақтың қату тереңдігінің оның қабаттарының соңғы құрамына әсер ету сипаты тұрғысынан осындай тәуелділікті теориялық және практикалық анықтау. Жұмыстың нәтижелері қозғалған мәселелердің маңыздылығын айқын көрсетеді, өйткені олар автомобиль жолының тәсемінің тығыздығы мен қабатының параметрлері оның құрылыс аудандарындағы топырақтың қату тереңдігіне тікелей тәуелділігінің дәлелі болып табылады, бұл автомобиль көлігі қозғалысының қауіпсіздігін қамтамасыз ету тұрғысынан айтарлықтай маңызға ие. Осы ғылыми зерттеудің нәтижелері мен қорытындылары жол құрылысы орындарындағы топырақ қабаттарының қатып қалуынан туындаған олардың зақымдануы немесе тозуы себебінен автомобиль жолының қабаттарын жөндеу және ішінара не толық ауыстыру проблемаларын уақтылы шешуге міндетті қызмет түрі бойынша жол-жөндеу қызметтерінің қызметкерлері, сондай-ақ жол құрылысымен айналысатын автомобиль жолдарын ғылыми әзірлеушілер мен жобалаушылар үшін айтарлықтай практикалық маңызға ие. жол қабаттарының құрамына топырақтың қату тереңдігінің байланысы мен әсері мәселелерін әзірлеу.

Кілт сөздер: жол қабаттары, топырақтың қату тереңдігі, жол беті, жолдарды жөндеу, жол қабаттарының құрамы, топырақтың қатуы, жылу оқшаулағыш қабат.

Влияние глубины промерзания на состав слоев автомобильной дороги

¹**ШАХМОВ Жанболат Ануарбекович**, PhD, ассоциированный профессор, zhanbolat8624@mail.ru,

^{1*}**ТЛЕУЛЕНОВА Гульшат Толеувна**, PhD, и.о. доцента, gulshattleulnova23@mail.ru,

¹**ХАФИЗ Кайрат Нурлыбекулы**, докторант, Kairat_40@mail.ru,

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Актуальность заявленной тематики научного исследования обуславливается наличием выраженной зависимости между глубиной промерзания грунта и составом слоёв автомобильной дороги, которая имеет существенное значение с точки зрения соблюдения безопасности дорожного движения. Целью данного научного исследования является теоретическое и практическое определение подобной зависимости, в контексте характера влияния глубины промерзания грунта под полотном автомобильной дороги на конечный состав её слоёв. Результаты работы наглядно демонстрируют важность затрагиваемых вопросов, поскольку выступают свидетельством наличия прямой зависимости параметров плотности и состава слоёв полотна автомобильной дороги от глубины промерзания грунта в районах её строительства, что имеет существенное значение с точки зрения обеспечения безопасности движения автомобильного транспорта. Результаты и выводы данного научного исследования имеют существенное практическое значение для работников дорожно-ремонтных служб, по роду деятельности обязанных своевременно решать проблемы ремонта и частичной либо полной замены слоёв автомобильной дороги по причине их повреждения или износа, вызванного влиянием промерзания слоёв грунта в местах дорожного строительства, а также научных работников и проектировщиков автомобильных дорог, занимающихся разработкой проблем взаимосвязи и влияния глубины промерзания грунта на состав слоёв автомобильной дороги.

Ключевые слова: дорожная одежда, дорожный ремонт, состав слоёв автомобильной дороги, промерзание грунта, теплоизоляционный слой.

REFERENCES

1. Radovskiy B.C. Cement concrete coatings in the USA. Structures, highway. 2015, Volume 2. – Pp. 48-60.
2. Shakhmov Z.A., Zhussupbekov A.Zh. Frost susceptibility of soil and in-situ monitoring of frost depth in construction. 2015. – Pp. 537-540.
3. Zhussupbekov A., Shakhmov Zh., Shin E.C., Krasnikov S. Challenges for transportation geotechnics in extreme climates of Kazakhstan and Korea. 2012. – Pp. 655-660.
4. Shakhmov Z., Tleubayeva A., Smagulova E., Utebergenova L., Togabayev Y., Bazarbayev D. Analyzing of soil ground to frost heaving of structures. Proc of Conf. 2016. – Pp. 47-50.
5. Korotkov E., Ivanov K. Granulated Foam Glass Ceramics for Road Construction in the regions of the North. TIU. 2016. – Pp. 150-152.
6. Korotkov E. The effect of a frost-proof layer of granular foam glass ceramics on the frost heaving of soils of the roadbed. Moscow, 2016. – P. 22.
7. Aizman T. The effect of a frost-proof layer of granular foam glass ceramics on the frost heaving of soils of the roadbed. TIU. 2018. – Pp. 11-12.
8. Apkarian A, Christukov V, Kaminskay O. Method of manufacturing a product made of granular foam glass ceramics. Moscow, 2018. – Pp. 15-18.
9. Zamora R.M., Espejel F., Herrera I.E., Orendain V.M., Diaz G. Lopez S., Schouwenaars R. Optimization of a Cellular Glass Ceramic

■ Труды университета №4 (93) • 2023

- Produced from Water Potabilization Sludge for Structural and Chemical applications Advanced engineering materials. Vol. 19, Issue 10, 2017. – Pp. 25-37.
10. Cruz G.M., Murr C.G., Stafin G., Grzebielucka E.C., Ferreira Borges C.P., Arrua M.E.P., Souza E.C.F., Alves S.A., Antunes S.R. A novel foam glass obtained from solid waste: A sustainable strategy for application in the degradation of an environmental pollutant. *Ceramics International Journal*. Vol. 48, Issue 18, 2022. – Pp. 26351-26360.
 11. I. Vaisman, A. Ketov, I. Ketov. Cellular glass obtained from non-powder preforms by foaming with steam. *Ceramics International*. Vol. 42, Issue 14, 2016. – Pp. 101-115.
 12. Physico-mechanical and thermophysical properties of foam glass ceramics based on silica-containing rock – the topic of a scientific article on materials technologies read for free the text of a research paper in the electronic library <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-mehanicheskie-i-teplofizicheskie-svoystva-penosteklokeramiki-na-osnove-kremnezemsoderzhaschey-porody>
 13. Ivanov K. Protection Of The Heaving Soil From Seasonal Freezing Of Granular Foam Glass Ceramics. *Foundations. Journal Foundations and Soil Mechanics*. Vol. 1, 2020. – Pp. 29-32.
 14. Ivanov K. Investigation of the Effect of a layer of granular foam glass ceramics on the temperature regime of the freezing ground of the foundation. *Journal of foundations and Soil Mechanics*. Issue 5, 2017. – P. 11.
 15. Lukpanov R., Dyusembinov D., Shakhmov Z., Tsygulov D., Aibuldinov Y., Vatin N.I. Impregnating Compound for Cement-Concrete Road. *Pavement Crystals*. Vol. 12, Issue. 2, 2022. – P. 161.
 16. O.A. Fomina, A.Y. Stolboushkin. Firing of cellular ceramics from granulated foam-glass. *Materials Science Forum*. Vol. 992, 2020. – Pp. 265-270.
 17. K.S. Ivanov. Structure Formation in the SiO₂-Na₂O-H₂O System during the Fabrication of Foam Glass Ceramics by Extrusion. *Inorganic Materials*. Vol. 55, Issue 3, 2019, pp. 277-283.

Проект технологической линии для избирательного дробления и гидрофобизации дорожно-строительного щебня из доменного шлака

¹*КУНАЕВ Вячеслав Александрович, PhD, постдокторант, доцент, kunaev91@list.ru,

²ТИМУХИНА Елена Николаевна, д.т.н., зав. кафедрой, ETimuhina@usurt.ru,

¹НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан, Темуртау, пр. Республики, 30,

²Уральский государственный университет путей сообщения, Россия, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Статья посвящена вопросу повышения физико-механических характеристик дорожно-строительного щебня из доменного шлака. Цель исследования – обоснование и моделирование в лабораторных условиях технологической линии для избирательного дробления и гидрофобизации данного материала. Для достижения цели использованы экспериментальные методы, такие как избирательное дробление, гидрофобизация, испытания щебня на морозостойкость, водопоглощение, дробимость. Представлен проект технологической линии для избирательного дробления и гидрофобизации шлакового щебня, описан принцип ее работы. Представлены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния избирательного дробления в шаровой мельнице и гидрофобизации шлакового щебня, его, физико-механические характеристики. Выполнена оценка эффективности предлагаемого технологического процесса.

Ключевые слова: обогащение, избирательное дробление, гидрофобизация, прочность, водопоглощение, морозостойкость, шлаковый щебень, дорожное строительство, доменный шлак.

Введение. Надежность и долговечность автодорог зависят от ряда факторов, среди которых одним из самых важных является устойчивость к воздействию внешней среды, долговечность и прочность материалов, использованных при их строительстве [1]. Широкое применение в дорожном строительстве находят материалы, получаемые из техногенных отходов, в том числе из отходов черной металлургии, таких, например, как отвальный доменный шлак, который может применяться в качестве заполнителя подстилающих слоев дорожной одежды. Однако широкое применение отвального доменного шлака в дорожном строительстве ограничено его разнородным (по основным физико-механическим характеристикам) составом. Отдельные зерна шлакового щебня сильно отличаются друг от друга по прочности, водопоглощению, морозостойкости, плотности. В каждой пробе встречаются как прочные зерна, пригодные для использования в строительстве, так и хрупкие, не пригодные для этих целей. Прочность, плотность, водопоглощение, морозостойкость шлакового щебня напрямую зависят от его пористости, на которую, в свою очередь, влияют такие факторы, как химический

состав доменного шлака (сильно варьируемый в зависимости от исходного сырья, используемого при выплавке чугуна), условия застывания и др. В этой связи важной и актуальной задачей является повышение физико-механических характеристик шлакового щебня перед его использованием в дорожном строительстве.

В работе [2], являющейся предпосылкой к настоящему исследованию для повышения плотности, прочности и водопоглощения шлакового щебня предлагается метод обработки данного материала, включающий следующие этапы:

- 1) смешивание предварительно увлажненного щебня с жидкой смесью, содержащей цемент, микрокремнезем и измельченный доменный шлак;
- 2) заполнение пор полученного материала порошкообразным заполнителем аналогичного состава;
- 3) удаление излишков порошкообразного заполнителя с поверхности зерен щебня;
- 4) увлажнение шлакового щебня для схватывания смеси в порах.
- 5) просушка шлакового щебня с заполненными порами;
- 6) пропитка полученного материала водоот-

талкивающим составом (гидрофобизация) [2].

В результате такой обработки поры зерен шлакового щебня оказываются заполнены порошкообразным составом, а поверхностная пленка, обладающая водоотталкивающими свойствами, препятствует проникновению влаги внутрь материала. Практическая реализация данного метода позволяет добиться значительного снижения водопоглощения шлакового щебня (с 5-6% до 1-1,5%), повысить плотность материала (за счет заполнения пор), но при этом не оказывает существенного влияния на его прочностные характеристики и влечет за собой дополнительные расходы, обусловленные использованием цемента и микрокремнезема.

Помимо описанного выше, общеизвестны такие методы обогащения разнопрочных каменных материалов, как гидравлическая [3] и воздушная [4] отсадка, обогащение в тяжелых средах (жидкостях, имеющих плотность выше плотности воды) [1], обогащение на плитных и барабанных механических классификаторах, обогащение на фрикционном сепараторе [5-6], избирательное дробление [7]. Основной целью применения данных методов является отделение малопористых (более плотных) зерен каменного материала от высокопористых (менее плотных) для последующего использования первых (называемых обогащенными) в дорожном строительстве.

Развивая положительный опыт, полученный по результатам исследований [1-7] и учитывая выявленные недостатки, была определена цель настоящего исследования – обоснование и моделирование в лабораторных условиях технологической линии для избирательного дробления и гидрофобизации дорожно-строительного щебня из доменного шлака.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- определение требований и предложение возможного варианта комплектования технологической линии для обогащения и гидрофобизации шлакового щебня;

- имитация технологического процесса, реализуемого предлагаемой технологической линией, в лабораторных условиях;

- экспериментальная оценка эффективности технологического процесса обработки шлакового щебня, включающего избирательное дробление и пропитку наиболее прочных зерен водоотталкивающим составом.

Последняя из перечисленных задач была реализована путем сравнения физико-механических характеристик шлакового щебня до и после обработки предлагаемым способом.

Научная новизна исследования заключается:

- в предложенном варианте комплектования технологической линии для обогащения и гидрофобизации дорожно-строительного шлакового щебня;

- в полученных результатах апробации пред-

лагаемого технологического процесса обработки шлакового щебня в лабораторных условиях;

- в результатах испытаний нового материала (обогащенного гидрофобизированного шлакового щебня) на водопоглощение, дробимость и морозостойкость.

Методы исследования

Для достижения поставленной цели исследования использовались следующие общетехнические и специализированные методы:

1) 3D-моделирование в программной среде КОМПАС-3D (для построения компьютерных моделей оборудования, входящего в состав предлагаемой технологической линии);

2) лабораторный эксперимент (для имитации работы предлагаемой технологической линии с применением упрощенного инструментария в лабораторных условиях);

3) метод избирательного дробления (для отделения малопористых (более прочных) зерен шлакового щебня от высокопористых (менее прочных));

4) метод гидрофобизации (для пропитки водоотталкивающим составом обогащенных (малопористых) зерен шлакового щебня, выделенных в результате избирательного дробления, с целью дополнительного снижения их водопоглощения и повышения морозостойкости);

5) метод ускоренного определения морозостойкости щебня, при котором циклы замораживания/оттаивания имитируются посредством насыщения испытываемой пробы раствором сернокислого натрия и последующего высушивания;

6) метод определения водопоглощения щебня;

7) метод испытания щебня на дробимость в цилиндре;

8) метод определения насыпной плотности щебня.

Порядок испытаний щебня перечисленными методами представлен в ГОСТ 8269.0-97 [10].

Научные результаты. По результатам предварительных исследований [1, 7] для обогащения шлакового щебня по прочности зерен выбран метод избирательного дробления, как наиболее экономичный и позволяющий наиболее точно отделять прочные зерна от хрупких. Для дополнительного снижения водопоглощения предлагается пропитывать более прочные (обогащенные) зерна щебня водоотталкивающим составом. Для реализации данного процесса может быть использована технологическая линия (рисунок 2), работающая следующим образом. Шлаковый щебень необходимой фракции (10-20, 20-40 или 40-70 мм) загружается в шаровую мельницу, в которой происходит избирательное дробление в течение времени $t = 35$ мин, установленного по результатам предварительных экспериментальных исследований [1, 7]. По результатам избирательного дробления более хрупкие зерна шлакового щеб-

ня полностью или частично разрушаются, а более прочные сохраняют свою целостность. Для отделения разрушенных зерен от целых используется вибрационный грохот.

Высокопористые зерна, разрушенные в результате избирательного дробления (рисунок 2, а), могут использоваться в дальнейшем при производстве шлакопортландцемента, а малопористые зерна (рисунок 2, б), сохранившие свою целостность – поступают на следующий этап обработки, на котором осуществляется их пропитка водоотталкивающим составом (поверхностная гидрофобизация).

Пропитка водоотталкивающим составом производится в установке для гидрофобизации, включающей 2 резервуара: верхний (где непосредственно производится пропитка) и нижний (куда сливается гидрофобизатор после завершения цикла пропитки). Выгрузка готовой продукции (гидрофобизированного шлакового щебня) осуществляется путем опрокидывания пропиточного резервуара (после предварительного слива гидрофобизатора, по аналогии с кузовом автомобиля-самосвала). Гидрофобизатор после слива и фильтрации используется повторно в последующих циклах пропитки водоотталкивающим

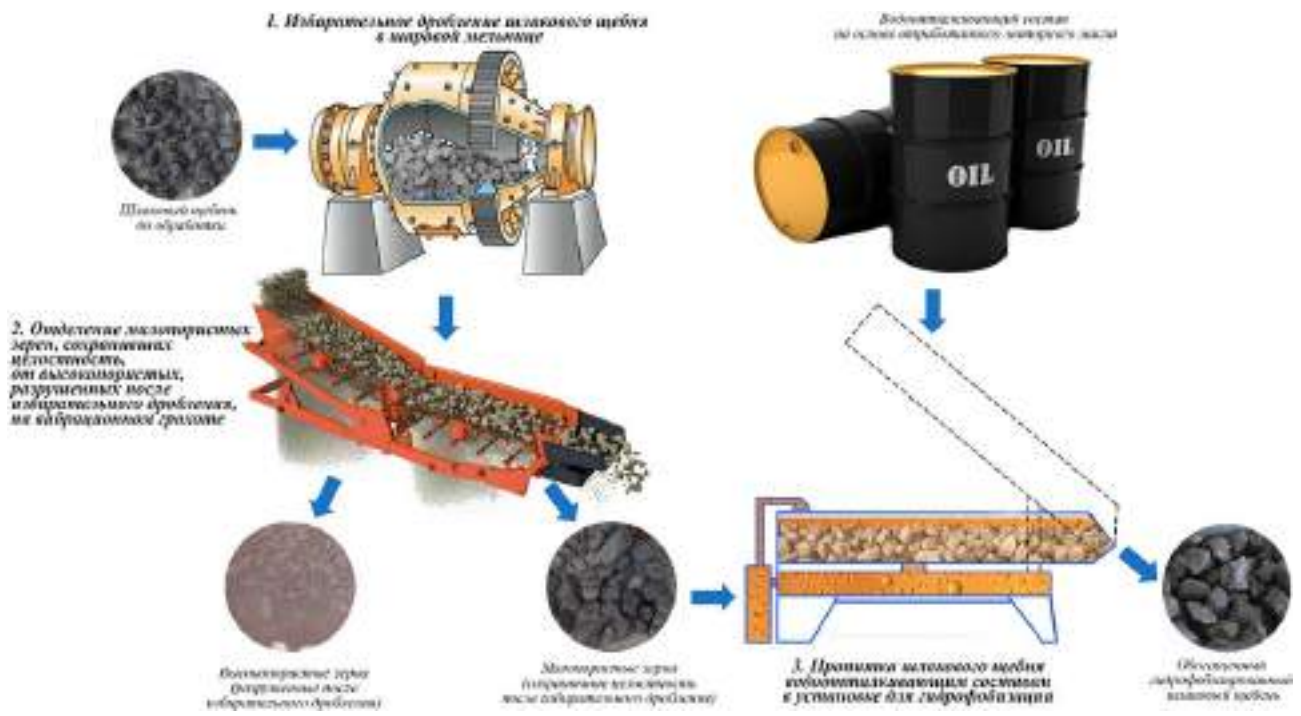


Рисунок 1 – Предлагаемая технологическая линия для обогащения и гидрофобизации шлакового щебня



а



б

а – разрушенные в результате избирательного дробления; б – сохранившие целостность

Рисунок 2 – Зерна шлакового щебня после избирательного дробления

составом.

В лабораторных условиях была смоделирована работа предлагаемой линии для обогащения и гидрофобизации шлакового щебня. Для снижения затрат на изготовление автоматизированного оборудования апробация технологического процесса осуществлялась с использованием более простого (но достаточного для лабораторных исследований) ручного инструментария, обеспечивающего, тем не менее, полное соответствие требованиям, предъявляемым к качеству и точности технологического процесса. Так, вместо грохота использовалось лабораторное сито с размером

ячеек 20 мм, а вместо установки для гидрофобизации щебня – металлический резервуар. Наиболее важные параметры оборудования, использованного в лабораторных исследованиях при физическом моделировании работы предлагаемой линии, и технологического процесса обработки шлакового щебня приведены в таблице 1.

Примеры зерен шлакового щебня фракции 20-40 мм после обогащения и гидрофобизации представлены на рисунке 3. В таблице 2 представлены основные физико-механические характеристики шлакового щебня до и после обогащения и гидрофобизации в лабораторных условиях.

Таблица 1 – Основные параметры оборудования и технологического процесса обогащения и гидрофобизации шлакового щебня, апробированного в лабораторных условиях

Параметр, ед. изм.	Значение
Избирательное дробление	
Частота вращения барабана шаровой мельницы, об/мин	50
Тип мелющих тел	шары и ципбельсы
Количество мелющих тел:	
шары	2
ципбельсы	2
Масса мелющих тел, кг	
шар	3.3
ципбельс	4.85
Диаметр мелющих тел, мм	
шар	100
ципбельс	100
Время избирательного дробления, мин	35
Диаметр отверстий контрольного сита после выхода с шаровой мельница, мм	20
Диаметр барабана мельницы, мм	600
Масса пробы щебня перед началом избирательного дробления, кг	4.5
Пропитка водоотталкивающим составом (гидрофобизация)	
Тип водоотталкивающего состава	отработанное моторное масло
Время пропитки, мин	20
Время просушки после гидрофобизации, сут	2
Температура водоотталкивающего состава, °С	+20

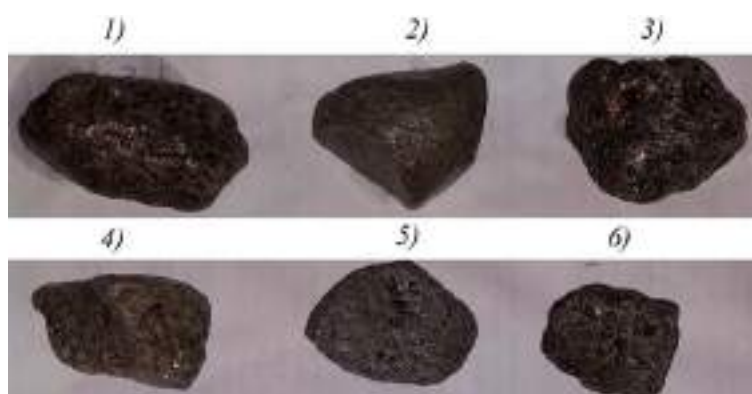


Рисунок 3 – Образцы гидрофобизированного обогащенного шлакового щебня

Таблица 2 – Характеристики шлакового щебня до и после обработки методом избирательного дробления и гидрофобизации

Характеристика	Обычный шлаковый щебень до обработки	Гидрофобизированный обогащенный шлаковый щебень (после обработки)
Насыпная плотность, кг/м ³	1124	1312
Водопоглощение, %	4,45	1,22
Дробимость, %	30,71	19,85
Марка по морозостойкости	F150	F300

Выводы

1) Предложен проект технологической линии для обогащения шлакового щебня по прочности зерен и пропитки водоотталкивающим составом. Предлагаемая линия отличается от аналогов тем, что обогащение осуществляется методом избирательного дробления в шаровой мельнице, а пропитка производится в установке для гидрофобизации с опрокидывающимся резервуаром.

2) В лабораторных условиях смоделирован технологический процесс обогащения и гидрофобизации шлакового щебня предлагаемым методом.

3) Обогащенный гидрофобизированный шлаковый щебень имеет в 1,17 раза более высокую насыпную плотность (1312 кг/м³), в 3,65 раза более

низкое водопоглощение (1,22%), в 1,55 раза более низкую дробимость по сравнению с обычным шлаковым щебнем. Также материал, прошедший обработку предлагаемым способом, имеет более высокие показатели по морозостойкости (марка F300) по сравнению с обычным шлаковым щебнем (марка F150). Это подтверждает эффективность предлагаемой технологической линии для обогащения и гидрофобизации шлакового щебня.

Сведения о финансировании.

Данная работа выполнена в рамках исследования, финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP15473081).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кунаев В.А., Тавшанов И.С., Четын А. Анализ оборудования и технологий обогащения щебня из промышленных отходов для строительства объектов транспортной инфраструктуры // Труды университета. – 2023. – № 2 (91). – С. 206-211.
- Georgiadi I., Kadyrov A., Kunaev V. Development of the universal working equipment of the excavator for preparation of materials based on waste during the road building // Commun. – Sci. Lett. Univ. Zilina. – 2023. – 25 (2). – Pp. B62-B76. <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.022>
- Gschwenter V.L.S., Tubino R.M.C., Ambrós W.M., Miltzarek G.L., Sampaio C.H., Moncunill J.O. и др. Production of high-quality coarse recycled aggregates through a two-stage jiggling process // Minerals. – 2022. – 12 (5). – 532. <https://doi.org/10.3390/min12050532>
- Ambros W.M., Sampaio C.H., Cazacliu B.G., Miltzarek G.L., Miranda L.R. Usage of air jiggling for multi-component separation of construction and demolition waste // Waste Management. – 2017. – 60. – 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.029>
- Анохин П.М., Афанасьев А.И., Казаков Ю.М., Потапов В.Я. Рабочий процесс полочного фрикционного сепаратора с криволинейным трамплином переменной кривизны // Известия УГГУ. – 2016. – 2 (42). – С. 70-72.
- Potapov V.Y., Makarov V.N., Potapov V.V., Makarov N.V. Analysis of particle motion in friction separator, Mining Informational and Analytical Bulletin. – 2018. – 4. – Pp. 197-203.
- Kunaev V., Bazarov V., Tavshanov I., Kadyrov A., Abdugaliyeva G., Kydyrbayeva S. Evaluation of the effect of enrichment of slag aggregate for pavement subbase by grains density on its physical and mechanical characteristics // Results in Engineering. – 2023. – 18. – 101181. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101181>
- ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. – М.: Стандартинформ, 2018. – 56 с.

Домна қожынан жасалған жол-құрылыс қиыршық тастарын іріктеп ұсақтауға және гидрофобизациялауға арналған технологиялық желі жобасы

¹*КУНАЕВ Вячеслав Александрович, PhD, постдокторант, доцент, kunaev91@list.ru,

²ТИМУХИНА Елена Николаевна, т.ф.д., кафедра меңгерушісі, ETimuhina@usurt.ru,

¹«Қарағанды индустриялық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Теміртау, Республика даңғылы, 30,

²Орал мемлекеттік жолдар хабарламалар университеті, Ресей, Екатеринбург, Колмогоров көшесі, 66,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақала домендік қождан жасалған жол-құрылыс қиыршық тастарының физика-механикалық сипаттамаларын арттыру мәселесіне арналған. Зерттеудің мақсаты – зертханалық жағдайда осы материалды іріктеп ұсақтау және гидрофобизациялау үшін технологиялық желіні негіздеу және модельдеу. Мақсатқа жету үшін селективті ұсақтау, гидрофобизация, қиыршық тасты аязға төзімділікке, суды сіңіруге, ұсақтауға сынау сияқты эксперименттік әдістер қолданылды. Қожды қиыршық тасты іріктеп ұсақтауға және гидрофобтауға арналған технологиялық желінің жобасы ұсынылған, оның жұмыс принципі сипатталған. Шар диірменіндегі селективті ұсақтаудың және қожды қиыршық тастың гидрофобизациясының оның физика-механикалық сипаттамаларына әсерін бағалау бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Ұсынылған технологиялық процестің тиімділігін бағалау жүргізілді.

Кілт сөздер: байыту, селективті ұсақтау, гидрофобизация, беріктік, суды сіңіру, аязға төзімділік, қож қиыршық тас, жол құрылысы, домна шлактары.

Project of a Technological Line for Selective Crushing and Hydrophobization of Road Subbase Aggregate from the Blast Furnace Slag

¹*KUNAEV Vyacheslav, PhD, Postdoctoral Researcher, Docent, kunaev91@list.ru,

²TIMUKHINA Elena, Dr. of Tech. Sci., Head of Department, ETimuhina@usurt.ru,

¹NPJSC «Karaganda Industrial University», Kazakhstan, Temirtau, Republic Avenue, 30,

²Ural State University of Railway Transport, Russia, Yekaterinburg, Kolmogorov Street, 66,

*corresponding author.

Abstract. The paper is devoted to the issue of increasing the physical and mechanical characteristics of road-building crushed stone from blast furnace slag. The purpose of the study is to substantiate and simulate in laboratory conditions a technological line for selective crushing and hydrophobization of this material. To achieve this purpose, the experimental methods such as selective crushing, hydrophobization, testing of the slag aggregate for frost resistance, water absorption, and crushing were used. A project of a technological line for selective crushing and hydrophobization of the slag aggregate is presented, the principle of its operation is described. The results of experimental studies on the evaluation of the effect of selective crushing in a ball mill and hydrophobization of the slag aggregate on its physical and mechanical characteristics are presented. The efficiency of the proposed technological process was evaluated.

Keywords: enrichment, selective crushing, hydrophobization, strength, water absorption, frost resistance, slag aggregate, road construction, blast furnace slag.

REFERENCES

1. Kunaev V.A., Tavshanov I.S., Chetyn A. Analiz oborudovaniya i tekhnologij obogashcheniya shchebnya iz promyshlennyh othodov dlya stroitel'stva ob'ektov transportnoj infrastruktury // Trudy universiteta. – 2023. – No. 2 (91). – Pp. 206-211.
2. Georgiadi I., Kadyrov A., Kunaev V. Development of the universal working equipment of the excavator for preparation of materials based on waste during the road building // Commun. – Sci. Lett. Univ. Zilina. – 2023. – 25(2). – P. B62-B76. <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.022>
3. Gschwenter V.L.S., Tubino R.M.C., Ambrós W.M., Miltzarek G.L., Sampaio C.H., Moncunill J.O. i dr. Production of high-quality coarse recycled aggregates through a two-stage jigging process // Minerals. – 2022. – 12 (5). – 532. <https://doi.org/10.3390/min12050532>
4. Ambros W.M., Sampaio C.H., Cazacliu B.G., Miltzarek G.L., Miranda L.R. Usage of air jigging for multi-component separation of construction and demolition waste // Waste Management. – 2017. – 60. – 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.029>
5. Anohin P.M., Afanas'ev A.I., Kazakov YU.M., Potapov V.YA. Rabochij process polochnogo frikcionnogo separatora s krivolinejnym tramplinom peremennoj krivizny // Izvestiya UGGU. – 2016. – 2 (42). – Pp. 70-72.
6. Potapov V.Y., Makarov V.N., Potapov V.V., Makarov N.V. Analysis of particle motion in friction separator, Mining Informational and Analytical Bulletin. – 2018. – 4. – Pp. 197-203.
7. Kunaev V., Bazarov V., Tavshanov I., Kadyrov A., Abdugaliyeva G., Kydyrbayeva S. Evaluation of the effect of enrichment of slag aggregate for pavement subbase by grains density on its physical and mechanical characteristics // Results in Engineering. – 2023. – 18. – 101181. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101181>
8. GOST 8269.0-97. SHCheben' i gravij iz plotnyh gornyh porod i othodov promyshlennogo proizvodstva dlya stroitel'nyh robot. Metody fiziko-mekhanicheskikh ispytaniy. – Moscow: Standartinform, 2018. – 56 p.

Development of Recommendations on the Design of the Grader Based on the Use of Multivariate Parametric Analysis

SULEYEV Bakhtiyar, PhD, Director of Department, culeev_bakhtiyar@mail.ru, NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56.

Abstract. The principle of operation, purpose and scope of the grader are considered. The main brands and manufacturers of equipment operated on the territory of the Republic of Kazakhstan are described. Parametric information is collected and systematized. A factor analysis was carried out to determine the relationship of indicators. Cluster analysis was performed to determine homogeneous groups. The structure of the technical level coefficient has been formed. To estimate the coefficient of the technical level, a program for processing statistical data StatGraphicsCenturion was used. A graphical explanation of the results obtained is presented and promising indicators of the machine are determined, which must be taken into account when designing.

Keywords: grader, knife, working body, central trend, measure of variability, traction calculation.

Introduction

Road machines perform both basic work (excavation, improvement of lightweight and transitional road surfaces, construction of asphalt concrete roads, laying cement concrete pavements) and auxiliary (preparatory), and are also used in the maintenance and repair of roads.

Today's equipment market has a fairly wide range of such machines, in this regard, the contractor is faced with the need to choose a greater variety of them.

Not the last place in the construction of highways is occupied by cars called a grader. A grader is a machine equipped with a main blade and additional equipment such as a bulldozer blade, a pickaxe, a snowplow.

Graders are needed for moving, leveling soils and other materials. The design features of these machines allow them to perfectly level the surface in a small number of passes. The classification of graders is carried out depending on the volume of construction work (light, medium and heavy).

With the help of the grader blade, the alignment and planning of the slopes of the roadway is carried out, along with this, the grader uses additional equipment, such as a pickaxe for preliminary loosening, and snow-clearing equipment for cleaning roads in winter, the general view of the grader is shown in Figure 1.

Taking into account the importance of developing grader designs, it is necessary to carry out an expert assessment of the proposed technical solutions. The existing methods of expert evaluation do not give a complete answer to the question of the need

to replace a particular node, and also do not provide information about the technical level of products that must be provided for a better solution to the task. In this regard, it is necessary to conduct a more detailed multifactorial analysis of the machine design.

The purpose of the study is to develop recommendations on the design of the grader based on the obtained coefficient of technical level.

The scientific novelty of the work consists in determining the coefficient of the technical level on the basis of a multivariate analysis of parametric data.

Literary review

In the work of the authors [1], the principles of developing the design of security systems based on the use of new automated control technologies are presented. The authors propose the use of modern control systems based on artificial intelligence. In the work of the authors [2], an assessment is given of the use of intelligent control systems for the operation of a hydraulically driven grader. The effectiveness of the use of such systems is presented. The article [3] describes the principle of operation and develops the design of an electrohydraulic control system for the operation of the machine. In a number of other studies [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], much attention is paid to the design of earthmoving machines. This allows us to judge the high importance of conducting research on the development of recommendations for the construction of the machine.

Materials and methods of research

In order to develop recommendations on the design of the grader, the use of StatGraphicsCent-

turion software is proposed. Multivariate analysis of parametric data was carried out in the software environment.

Research results

The indicator of the coefficient of technical level characterizes the trends and prospects for the devel-

opment of technology, the ability to accurately assess the indicator of technical level allows you to create more competitively capable models of machines, justify the failure or continuation of production, machines, modernization or improvement of the design of working equipment.

Table 1 presents statistical data on the indicators



a) grader; b) grader with snow-clearing equipment

Figure 1 – Grader

Table 1 – Statistical data on the indicators of earthmoving machines (graders)

No	Brand of the earthmoving machines	Weight of the machinery, t	Power of the main unit, kW	Speed of movement equipment, km/h	Width of working mechanism, m	Height of working mechanism, m
1	Volvo G960	17,55	175,5	45,8	3,66	0,63
2	Komatsu GD8	26,5	209,5	44,7	4,88	0,899
3	Komatsu GD675	15,7	149,2	42,1	3,67	0,712
4	Bell 772d	21,2	172,2	41,5	4,28	0,611
5	770 dolaroj	17,8	171,5	41,6	4,26	0,62
6	Mitsuba GR215	17,1	162,2	38,1	4,28	0,61
7	Bell 672d	20,4	138,8	40,2	4,27	0,611
8	GR-180	15,5	128,2	38,1	3,9	0,61
9	XCMG GR165	15,1	125,2	38,8	3,9	0,61
10	GR-165	15,1	114,1	38,1	3,9	0,61
11	Volvo G930	15,89	145,2	45,78	3,6	0,64
12	CAT 24M	61,97	373,3	37,8	7,33	1,07
13	Raŭpo 160	14,61	147,1	40,8	4,28	0,69
14	Volvo G940	16,5	160,4	43,5	3,66	0,73
15	Komatsu GD705A	17,7	149,2	43,2	3,67	0,667
16	Volvo G946	17,2	175,2	43,4	3,66	0,73
17	CAT 20M	11,32	104,2	42,5	3,67	0,62
18	Bell 872d	19,1	194,1	41,1	4,31	0,69
19	GS-18.05	16,35	128,2	40,1	3,67	0,64
20	DZ-98	20,61	173,1	41,2	4,11	0,71
21	BELL 670d	17,15	148,5	41,4	4,28	0,61
22	CMG 618	8,12	95,1	27,5	3,0	0,48

of earthmoving machines (graders) for carrying out work to determine the main links.

To obtain more accurate data, in order to form an equation for determining the technical level of products, we apply the values obtained as a result of processing in the software.

As a result of checking the statistical data on the parameters of the grader, the following was revealed:

- the mass of equipment directly depends on the indicator of the working power of the engine, the coefficient is 0.95;

- the parameter power generated by the engine has a very strong correlation with the height of the main working body of the machine (blade), and the coefficient is 0.88;

- the parameter power generated by the engine also has a very strong relationship with the width of the blade of the machine, and the coefficient is 0.95.

The analysis well describes the relationship of

these machine parameters, which is explained by the fact that in order to increase the mass of the machine, the height and width of the blade, it will be necessary to increase the power generated by the internal combustion engine.

Cluster analysis revealed classificationally homogeneous groups of machines. This will allow us to draw conclusions with confidence from the histograms of the distribution. The histogram of the distribution of grader indicators is shown in Figure 3, and the characteristics of the modal intervals of grader indicators are shown in Table 4.

After making calculations and forming indicators, an analysis was formed that provides information about a selection of objects. The values obtained in this case provide us with the opportunity to build histograms of the distribution of indicators. Information on the distribution histogram is shown in Figure 3, and the values of the indicators from the sample

Table 2 – Multivariate analysis on the indicators of earthmoving machines (graders)

	Weight of the grader	Motor grader power	Grader speed	Blade height	Blade width
Quantity	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Average	19,5995	165,1	41,4	0,67	4,18
Standard deviation	10,7188	56,71	2,6	0,11	0,83
Coefficient of variation	54,6%	34,3%	6,3%	17,5%	19,8%
Minimum	11,358	104,0	37,7	0,6	3,6
Maximum	61,970	373,0	45,7	1,06	7,3
Range	50,592	269,0	8,0	0,4	3,6
Asymmetry	6,70	5,10	0,02	4,2	5,7
Excess	13,60	9,40	-0,90	5,4	10,8

Table 3 – Checking multicollinearity of indicators of earthmoving machines (grader)

	Weight of the grader	Motor grader power	Grader speed	Blade height	Blade width
Weight of the grader		0,95	-0,25	0,85	0,95
		(19)	(19)	(19)	(19)
		0	0,29	0	0,
Motor grader power	0,9537		-0,10	0,88	0,89
	(19)		(19)	(19)	(19)
	0		0,68	0	0
Grader speed	-0,25	-0,1		0,03	-0,40
	(19)	(19)		(19)	(19)
	0,29	0,6834		0,89	0,08
Blade height	0,85	0,8806	0,03		0,78
	(19)	(19)	(19)		
	0	0	0,89		
Blade width	0,95	0,89	-0,4	0,78	
	(19)	(19)	(19)	(19)	
	0	0	0,08	0	

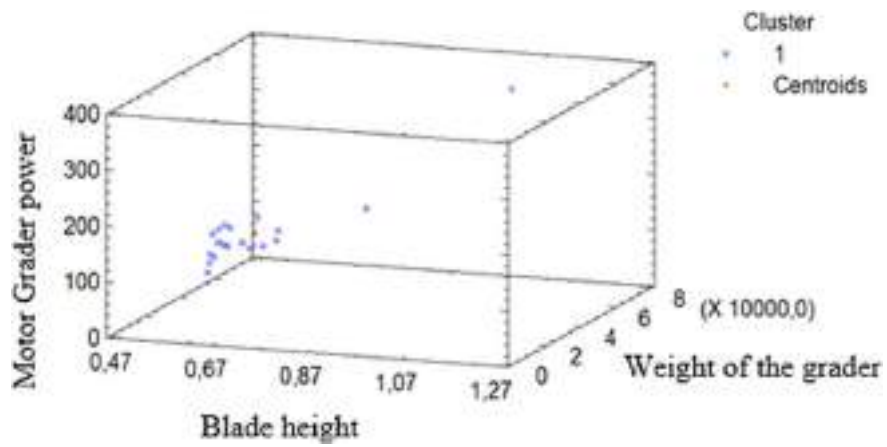
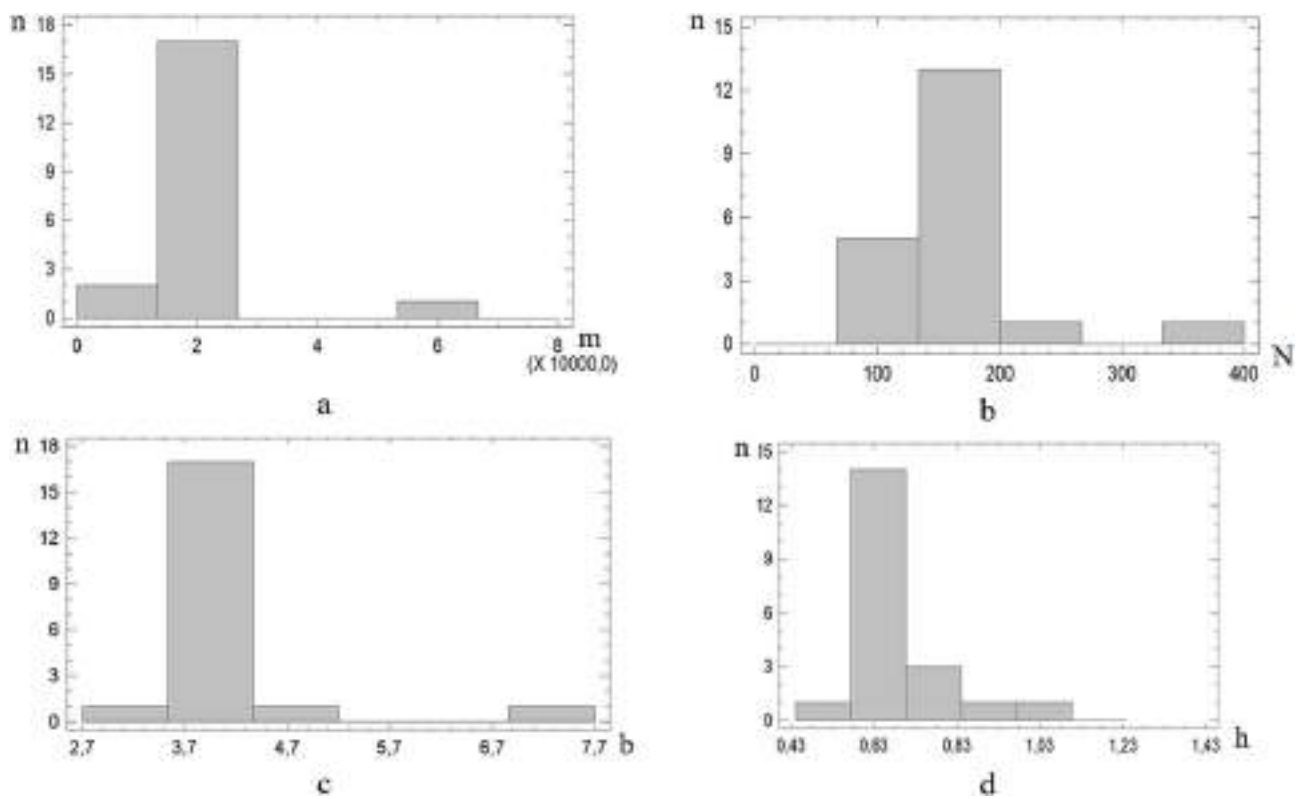


Figure 2 – Cluster analysis of graders



a) the mass of the grader, tons; b) the power developed by the grader kW; c) the width of the grader blade, m; d) the height of the grader blade, m
Figure 3 – Histogram of the distribution of grader indicators

Table 4 – Characteristics of modal intervals of motor grader indicators

The name of the indicator	Characteristics of the interval with the highest frequency			The number of cars in the interval
	restrictions left	restrictions center	restrictions right	
Weight of the grader, tons	13,3	20	26,6	13
Power, kW	133,3	166,6	200	13
Blade width, m	3,53	3,95	4,36	17
Blade height, m	0,57	0,64	0,76	14

are presented in Table 4. To determine the K_{TLA} (coefficient of the technical level of the autograder), we will use the known equations.

$$K_{TL} = \gamma_b \frac{b_i}{b_{bi}} + \gamma_N \frac{N_i}{N_{bi}} + \gamma_h \frac{h_i}{h_{bi}} + \gamma_m \frac{m_i}{m_{bi}}, \quad (1)$$

where $\gamma_b, \gamma_N, \gamma_h, \gamma_m$ – accordingly, the weighting coefficients of the indicators are the width of the blade, power, height of the blade, mass; $b_{bi}, N_{bi}, h_{bi}, m_{bi}$ – accordingly, the basic values of the indicators are blade width, power, blade height, mass. The values of the basic indicators, criteria of significance and the weighting coefficient of the grader are presented in Table 5, and the calculated values are presented in Table 6.

Conclusion and discussion of the results obtained

As a result of the conducted research, statisti-

cal data characterizing the relationship between the parameters of the machine were obtained. Based on cluster analysis, statistically homogeneous groups of the machine are determined. Based on the histograms of the distribution, modal intervals are obtained. As a result, the coefficient of the technical level was calculated and promising values of the technical parameters of the machine were obtained.

For motor graders, promising models with a high KTLA index include the following models:

1. CBC MG618;
2. Caterpillar 160M;
3. Bell 872D.

Promising indicators of the motor grader are the following:

- the engine power should be 95 kW with an overall weight of 8.1 tons, a blade width of a meter and a blade height of 0.475 meters;
- the engine power should be 147 kW with the

Table 5 – The value of the basic indicators of the grader

No	Indicator	Basic value	Significance criterion	Weighting factor
1	Weight, tons	20	0,95	0,264
2	Power, kW	166,6	0,75	0,208
3	Blade width, m	3,95	0,95	0,264
4	Height, tons	0,64	0,95	0,264

Table 6 – Calculated values of the motor grader's K_{TLA} indicator

Brand	K_{TLA} (m)	K_{TLA} (N)	K_{TLA} (b)	K_{TLA} (h)	K_{TLA} (gen)
CBC MG618	0,65	0,118	0,200	0,195	1,166
Caterpillar 160M	0,36	0,183	0,285	0,282	1,113
Bell 872D	0,27	0,242	0,287	0,282	1,088
Caterpillar 20M	0,46	0,129	0,244	0,251	1,093
Volvo G940	0,32	0,199	0,244	0,304	1,0702
Volvo G946	0,305	0,218	0,244	0,304	1,072
Bell 670D	0,308	0,184	0,285	0,251	1,030
Volvo G960	0,3008	0,218	0,244	0,261	1,0257
Komatsu GD675A	0,338	0,186	0,245	0,293	1,062
Komatsu GD705A	0,3	0,186	0,244	0,272	1,002
Д3-98	0,25	0,215	0,274	0,288	1,035
Volvo G930	0,33	0,181	0,244	0,261	1,021
XCMG GR165	0,35	0,156	0,265	0,251	1,024
Mitsuber GR-165	0,35	0,142	0,265	0,247	1,006
Mitsuber GR-180	0,342	0,159	0,265	0,247	1,015
Mitsuber GR-215	0,31	0,202	0,285	0,247	1,045
Bell 770D	0,29	0,213	0,285	0,251	1,048
Bell 772D	0,25	0,214	0,285	0,251	1,001
ГС-18.05	0,323	0,159	0,244	0,259	0,988
Bell 672D	0,25	0,173	0,285	0,251	0,968

overall dimensions of the mass of 14.6 tons, the blade width of 4.27 meters and the blade height of 0.686 meters;

- the engine power should be 194 kW with an overall weight of 19.4 tons, a blade width of 4.3 meters and a blade height of 0.686 meters.

REFERENCES

1. Yanjie Xue, Zhiqiang Hou, Research on design method of safety components in grader control system // Journal of Physics: Conference Series 1635 (2020). – Pp. 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/1635/1/012038
2. Shao Shanfeng, Li Yuhe, Wang Wenbo, Wu Guoxiang, Research on Intelligent Control System of Fully Hydraulic Grader // Control technology, 4-2016, pp. 72-74.
3. Liang Yuhong, Design of Electro-Hydraulic Control System for Automatic Leveling of Grader // Mechanical Engineers, 4-2014, pp. 73-75.
4. Kozbagarov, R.A., Taran, M.V., Zhussupov, K.A., Kanazhanov, A.E., Kamzanov, N.S., Kochetkov, A.V. Increasing the efficiency of motor graders work on the basis of working elements perfection (2021) News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 1 (445), pp. 98-105.
5. Ogai, V.A., Dovbysh, V.O., Medvedev, E.V. (2015) Slippage from the Controlled Movement of Road Construction Vehicles under the Influence of External Forces. Thermophysical and Technological Aspects of Improving the Efficiency of Machine-Building Production: Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference, pp. 455-457.
6. Shevchenko, V., Chaplyhina, O., Pimonov, I., Reznikov, O., Ponikarovska, S. Mathematical model of a motor-grader movement in the process of performing working operations (2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 985 (1), article no. 012009, DOI: 10.1088/1757-899X/985/1/012009
7. Ignatov, S., Portnova, A. Methods for solving the problem of controllability of road machinery (2013) Materials of Int. Congr. SibADI Architecture. Construction. Transportation. Technology. Innovations, 1, pp. 51-57.
8. Stroganov, Yu.N., Lukashuk, O.A., Akulova, A.A. Movement stability of tractor unit (2018) ACM International Conference Proceeding Series, Part F137690, pp. 117-120.
9. Troyanovskaya, I.P., Zhakov, A.O., Starunova, I.N. Mathematical model of passive withdrawal of a tractor unit (2021) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 659 (1), article no. 012081. DOI: 10.1088/1755-1315/659/1/012081
10. Aliev, S.B. Suleev, B.D., Study and calculation of the disk-milling tool Ugol', 2018, (11), pp. 32-34.

Көп факторлы параметрлік талдауды қолдану негізінде автогрейдер дизайны бойынша ұсыныстар әзірлеу

СУЛЕЕВ Бахтияр Даниярович, PhD, департамент директоры, culeev_bahtiyar@mail.ru, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56.

Аңдатпа. Автогрейдердің жұмыс принципі, мақсаты және қолдану саласы қарастырылады. Қазақстан Республикасының аумағында пайдаланылатын техниканың негізгі маркалары мен өндірушілері қаралды. Параметрлік ақпарат жиналды және жүйеленді. Көрсеткіштердің өзара байланысын анықтау үшін факторлық талдау жүргізілді. Біртекті топтарды анықтау үшін кластерлік талдау жасалды. Техникалық деңгей коэффициентінің құрылымы қалыптасты. Техникалық деңгей коэффициентін бағалау үшін StatGraphicsCenturion статистикалық деректерін өңдеуге арналған бағдарлама пайдаланылды. Алынған нәтижелерге графикалық түсініктеме берілген және жобалау кезінде ескеру қажет машинаның перспективалық көрсеткіштері анықталған.

Кілт сөздер: автогрейдер, пышақ, жұмыс органы, орталық тенденция, өзгергіштік өлшемі, тарту есебі.

Разработка рекомендаций по конструкции автогрейдера на основе применения многофакторного параметрического анализа

СУЛЕЕВ Бахтияр Даниярович, PhD, директор департамента, culeev_bahtiyar@mail.ru, НАО «Карагандинский технический университет имени Абылқаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56.

Аннотация. Рассмотрены принцип работы, назначение и область применения автогрейдера. Описаны основные марки и производители техники, эксплуатируемой на территории Республики Казахстан. Собрана и систематизирована параметрическая информация. Проведен факторный анализ для определения взаимосвязи показателей. Выполнен кластерный анализ для определения однородных групп. Сформирована структура коэффициента технического уровня. Для оценки коэффициента технического уровня использована программа для обработки статистических данных StatGraphicsCenturion. Представлено графическое пояснение к полученным результатам и определены перспективные показатели машины, которые необходимо учитывать

при проектировании.

Ключевые слова: автогрейдер, нож, рабочий орган, центральная тенденция, мера изменчивости, тяговый расчет.

REFERENCES

1. Yanjie Xue, Zhiqiang Hou, Research on design method of safety components in grader control system // Journal of Physics: Conference Series 1635 (2020). – Pp. 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/1635/1/012038
2. Shao Shanfeng, Li Yuhe, Wang Wenbo, Wu Guoxiang, Research on Intelligent Control System of Fully Hydraulic Grader // Control technology, 4-2016, pp. 72-74.
3. Liang Yuhong, Design of Electro-Hydraulic Control System for Automatic Leveling of Grader // Mechanical Engineers, 4-2014, pp. 73-75.
4. Kozbagarov, R.A., Taran, M.V., Zhussupov, K.A., Kanazhanov, A.E., Kamzanov, N.S., Kochetkov, A.V. Increasing the efficiency of motor graders work on the basis of working elements perfection (2021) News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 1 (445), pp. 98-105.
5. Ogai, V.A., Dovbysh, V.O., Medvedev, E.V. (2015) Slippage from the Controlled Movement of Road Construction Vehicles under the Influence of External Forces. Thermophysical and Technological Aspects of Improving the Efficiency of Machine-Building Production: Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference, pp. 455-457.
6. Shevchenko, V., Chaplyhina, O., Pimonov, I., Reznikov, O., Ponikarovska, S. Mathematical model of a motor-grader movement in the process of performing working operations (2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 985 (1), article no. 012009, DOI: 10.1088/1757-899X/985/1/012009
7. Ignatov, S., Portnova, A. Methods for solving the problem of controllability of road machinery (2013) Materials of Int. Congr. SibADI Architecture. Construction. Transportation. Technology. Innovations, 1, pp. 51-57.
8. Stroganov, Yu.N., Lukashuk, O.A., Akulova, A.A. Movement stability of tractor unit (2018) ACM International Conference Proceeding Series, Part F137690, pp. 117-120.
9. Troyanovskaya, I.P., Zhakov, A.O., Starunova, I.N. Mathematical model of passive withdrawal of a tractor unit (2021) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 659 (1), article no. 012081. DOI: 10.1088/1755-1315/659/1/012081
10. Aliev, S.B. Suleev, B.D., Study and calculation of the disk-milling tool Ugol', 2018, (11), pp. 32-34.

О влиянии показателей глинистых грунтов на сжимающие напряжения в свае при забивке

БЕКБАСАРОВ Исабай Исакович, д.т.н., профессор, зав. лабораторией, bekbasarov.isabai@mail.ru, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Казахстан, Тараз, ул. Сулейменова, 7.

Аннотация. Изложены результаты исследований, выполненных с целью оценки влияния показателей глинистых грунтов на сжимающие напряжения, возникающие в голове свай при забивке. Проведены эксперименты с применением тензометрических железобетонных свай длиной 10 м на площадке, сложенной суглинками и глинами. Установлено, что с увеличением показателя текучести грунтов в 1,78-2,61 раза сжимающие напряжения в свае уменьшаются на 9,1-52,4%. Выявлено, что увеличение коэффициента пористости, угла внутреннего трения, удельного сцепления и модуля деформации грунтов сопровождается повышением, а затем, после достижения определенных значений – понижением динамических сжимающих напряжений в сваях. Сравнением результатов испытаний и расчетов показано, что в зависимости от показателей грунтов экспериментальные сжимающие напряжения в голове свай могут быть на 1,3-6,6% больше или на 6,8-10,7% меньше, чем расчетные напряжения. Влияние показателей грунтов на динамические сжимающие напряжения в голове свай предложено учитывать посредством коэффициента g , который устанавливается с помощью корреляционных зависимостей, полученных на основе результатов исследований. Предложена упрощенная формула для инженерного прогноза сжимающих напряжений в голове свай при их погружении молотами ударного действия.

Ключевые слова: грунт, свая, молот, забивка, напряжение, показатель текучести, коэффициент пористости, угол внутреннего трения, удельное сцепление, модуль деформации.

Введение

Забивка железобетонных свай в грунты строительных площадок нередко сопровождается недопогружением, повреждением или разрушением их верхней части. При этом потери железобетона при возведении свайных фундаментов достигают до 7-35% от общего объема свай [1]. Такого ущерба, вероятно, можно было бы избежать, если на стадии проектирования, производилась оценка напряженного состояния свай от ударов молотов с учетом инженерно-геологических условий площадок строительства. К сожалению, действующие строительные правила [2, 3] не предусматривают проведение такой оценки, и не позволяют устанавливать влияние вида грунтов и их показателей на напряженное состояние свай при забивке.

Существует ряд методов, позволяющих проводить прогноз напряжений, возникающих в головной части свай при забивке с учетом некоторых факторов, характеризующих грунтовые условия. Анализ этих методов, представленных в работе [4] показывает, что они предусматривают определять сжимающие напряжения в голове свай с учетом расчетного сопротивления грунта, залегающего под нижним концом сваи и вида прослоек некоторых прочных грунтов. Из этого следует, что перечень факторов, учитывающих существующими методами, довольно таки ограничен и не включает в себя ряд основных физиче-

ских и деформационно-прочностных показателей грунтов.

Исходя из изложенных доводов, можно утверждать, что для разработки достоверного метода определения напряжений в сваях при забивке, актуальным является исследование влияния вида грунтов и показателей их свойств на напряжения, возникающие в сваях при забивке.

Цель исследований – экспериментальная оценка влияния физических и деформационно-прочностных показателей глинистых грунтов на сжимающие напряжения, возникающие в железобетонных сваях при ударах молота.

Условия и методы исследований

Эксперименты проводились на строительной площадке, сложенной суглинками и глинами с различными показателями физических и деформационно-прочностных свойств. Сведения о грунтах и показатели их свойств представлены в таблице 1.

Эксперименты включали в себя забивку железобетонных свай с размерами поперечного сечения 30×30 см и длиной 10 м. Сваи изготавливались по заводской технологии и предварительным размещением в них тензометров, которые крепились к элементам каркаса свай. Тензометры размещались в 5-ти точках по длине свай, включая их головную часть и острие. Конструктивные особен-

ности тензометров и измерительная аппаратура, использованная в исследованиях, описаны в работе [4]. Динамические усилия в тензометрических сваях измерялись через каждый метр их погружения, начиная с глубины 4 м. Глубина забивки свай составила 9 м.

Забивка свай производилась трубчатым дизель-молотом с весом ударной части 18 кН. В качестве амортизатора в наголовнике молота использовались сосновые доски с первоначальной толщиной 15 см.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 2.

Для оценки влияния физических и деформационно-прочностных показателей грунтов на напряженное состояние свай результаты исследований, представленные в таблице 2, проанализированы во взаимосвязи с показателями грунтов, указанных в таблице 1.

На рисунках 1-5 представлены графики изменения напряжений, возникающих в теле свай (на различном расстоянии от торца), по мере повышения значений показателей грунтов, залегающих

щих под их острием.

Из рисунка 1 следует, что максимальные напряжения в свае имеют место при показателе текучести $I_L = 0,18$ (в прослойке полутвердой глины, на глубине 4,0 м), а минимальные – при показателе текучести $I_L = 0,47$ (в слое тугопластичного суглинка, на глубине 9,0 м). С уменьшением показателя текучести I_L от 0,18 до 0,47 сжимающие напряжения в свае снижаются на 9,1-52,4%. В диапазоне изменения показателя текучести I_L от 0,18 до 0,42 характерно равномерное снижение напряжений по длине свай, а в диапазоне изменения показателя текучести от 0,42 до 0,47 – более прогрессирующее.

В отличие от показателя текучести грунтов I_L влияние их коэффициента пористости e на сжимающие напряжения в свае более сложное. Как видно из рисунка 2, наибольшие значения напряжений в свае соответствуют коэффициенту пористости $e = 0,70$. С уменьшением коэффициента пористости e от 0,7 до 0,62 уровень напряжений снижается на 9,1-12,32%.

Увеличение коэффициента пористости e от 0,7 до 0,79 также приводит к снижению напряжений в свае, но уже на 18,9-52,4%. При этом ха-

Таблица 1 – Грунты площадки и их показатели

Номер слоя	Наименование грунта	Толщина слоя, м	Глубина отбора образцов грунта, м	Физические показатели		Деформационно-прочностные показатели		
				I_L	e	φ	c , МПа	E , МПа
1	Суглинок мягкопластичный	3,1	1	0,65	0,81	13°	0,012	5,3
			2	0,56	0,80	14°	0,017	6,7
2	Глина полутвердая	1,4	4	0,18	0,70	19°	0,032	19,3
3	Суглинок тугопластичный	4,0	5	0,32	0,74	18°	0,029	16,2
			6	0,47	0,79	15°	0,021	12,3
			7	0,44	0,78	16°	0,024	13,4
			8	0,42	0,76	17°	0,027	14,7
4	Суглинок полутвердый	-	9	0,25	0,62	22°	0,051	24,2

Примечание: I_L – показатель текучести; e – коэффициент пористости; φ – угол внутреннего трения; c – удельное сцепление; E – модуль деформации.

Таблица 2 – Сжимающие напряжения в сваях при их ударном погружении в грунты

№ п/п	Глубина погружения свай, м	Значения сжимающих напряжений в свае, МПа, на расстояние от верха головной части, м				
		0,25	2,65	5,05	7,45	9,85
1	4	23,82	22,96	20,20	17,61	14,20
2	5	19,33	17,83	15,68	13,67	11,22
3	6	13,05	11,35	9,62	8,67	7,12
4	7	16,58	14,83	12,73	10,97	9,28
5	8	17,58	16,21	14,07	12,32	10,10
6	9	21,65	20,15	17,72	15,44	12,57

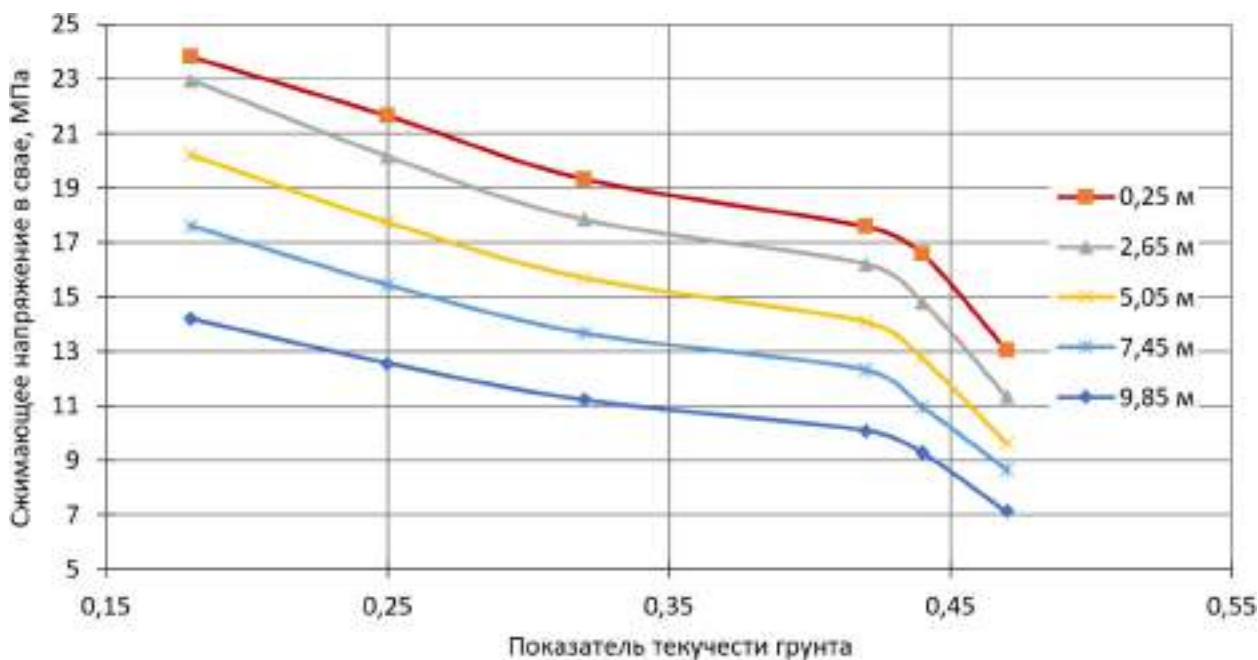


Рисунок 1 – Изменение напряжений в свае с увеличением показателя текучести глинистого грунта под ее острием

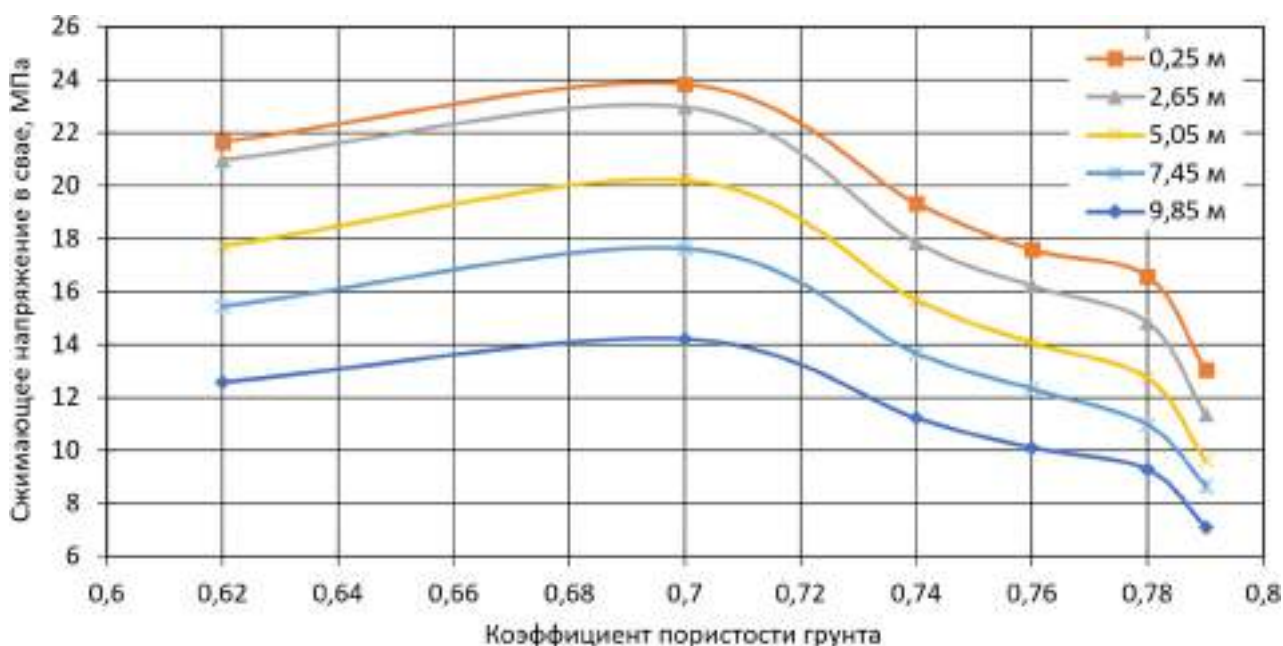


Рисунок 2 – Изменение напряжений в свае с увеличением коэффициента пористости глинистого грунта под ее острием

рактически равномерный с резким спадом при коэффициенте пористости e более 0,78.

Существенная изменчивость напряженного состояния в свае наблюдается и при увеличении угла внутреннего трения глинистых грунтов φ (рисунок 3). Так, с увеличением данного показателя от 15° до 19° сжимающие напряжения в свае увеличиваются в 1,26-2,09 раза. Дальнейшее повышение угла внутреннего трения φ до 22° приводит

к снижению напряжений 1,1-1,17 раза.

Из рисунка 4 видно, что наибольшие сжимающие напряжения в свае имеют место при удельном сцеплении грунта $s = 0,032$ МПа. В диапазоне изменения удельного сцепления s от 0,021 до 0,032 МПа сжимающие напряжения увеличиваются в 1,83-2,1 раза. Увеличение удельного сцепления s от 0,032 до 0,051 МПа сопровождается уменьшением сжимающих напряжений на 9,1% в голове сваи и на 11,5% в острие сваи.

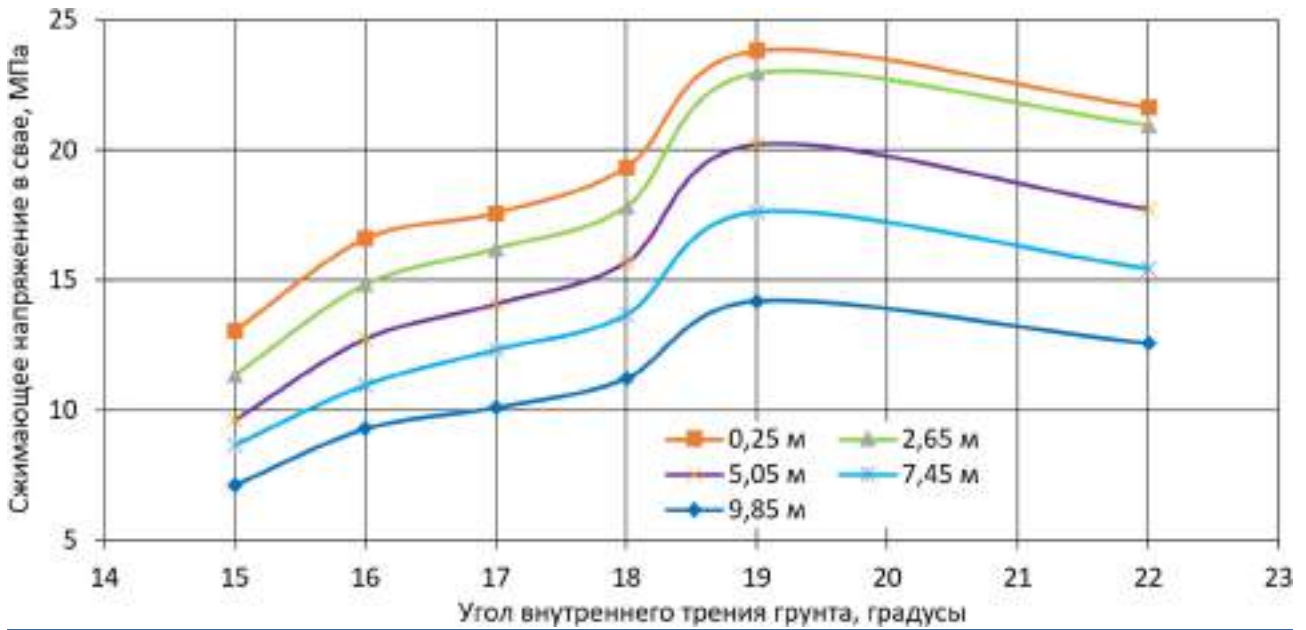


Рисунок 3 – Изменение напряжений в свае в зависимости от угла внутреннего трения под острием сваи

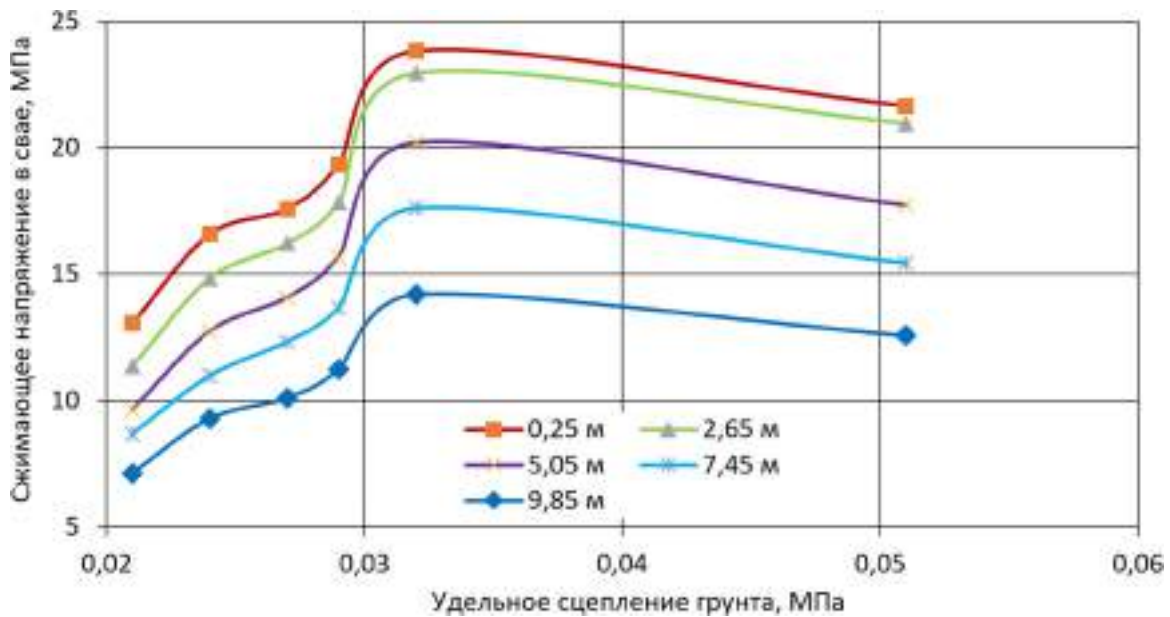


Рисунок 4 – Изменение напряжений в свае в зависимости от удельного сцепления грунта под острием сваи

Экспериментальные кривые, представленные на рисунке 5, по очертанию близки к кривым, показанным на рисунках 3 и 4. С ростом модуля деформации от 12,3 до 19,3 МПа (в 1,57 раза) наблюдается увеличение сжимающих напряжений в голове сваи в 1,83 раза, а в острие – в 1,99 раза. Повышение модуля деформации от 19,3 до 24,2 МПа приводит уже к уменьшению сжимающих напряжений в свае.

Для сравнения экспериментальных значений сжимающих напряжений в сваях с их расчетными значениями выполнен прогноз напряжений в голове свай с использованием метода, представленного в работе [1]. В соответствии с этим методом,

расчет напряжений в голове свай производился по следующей формуле

$$\sigma = \left\{ \frac{[E_d(1 - \alpha_g)]}{A \left[\frac{l_{sh}}{E_{sh}} + \frac{l_{va}}{E_{va}} + \frac{l_n}{E_n} + \frac{l_{na}}{E_{na}} + M \frac{L_s}{E_{b,d}} \right]} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Обозначения параметров, входящих в состав формулы (1) соответствуют обозначениям, изложенным в работе [1]. Значения этих параметров устанавливались в соответствии с рекомендациями, указанными в данной работе. Основные исходные данные и результаты расчета сжимающих напряжений в голове свай представлены в таблице 3.

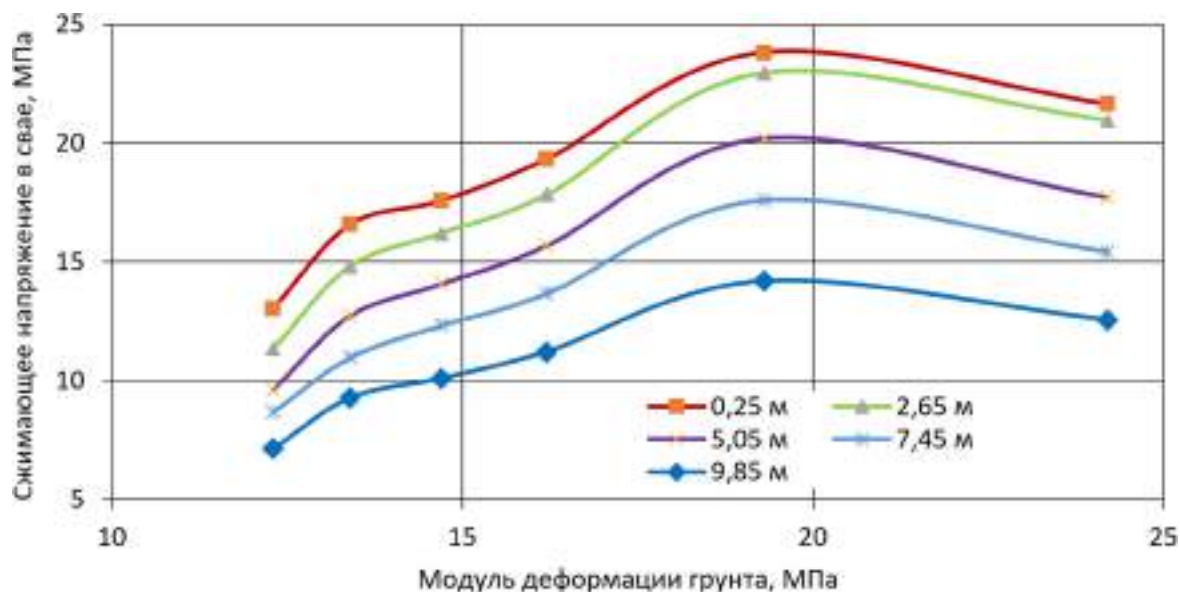


Рисунок 5 – Изменение напряжений в свае в зависимости модуля деформации грунта под острием сваи

Таблица 3 – Исходные данные и результаты определения сжимающих напряжений в голове свай

№ п/п	Глубина погружения сваи, м	Высота подъема ударной части молота, м	Остаточный отказ сваи, м	Полная энергия удара молота, E _d , кДж	Коэффициент α _g	Сжимающее напряжение в голове сваи, МПа
1	4	1,99	0,008	27,67	0,087	22,77
2	5	1,89	0,011	22,97	0,098	19,08
3	6	1,75	0,016	17,25	0,134	14,62
4	7	1,79	0,015	22,12	0,126	18,16
5	8	1,84	0,012	22,49	0,111	18,86
6	9	1,88	0,010	24,62	0,095	20,31

Оценка соответствия экспериментальных и расчетных значений напряжений в голове свай, производилась с помощью коэффициента g, определяемого в виде отношения расчетного значения напряжения (таблица 3) к его экспериментальному значению (таблица 2). Установлено, что значения коэффициента g изменяются от 0,938 до 1,12. Это свидетельствует о том, что в зависимости от показателей грунтов экспериментальные сжимающие напряжения в голове свай могут быть на 1,3-6,6% больше или на 6,8-10,7% меньше, чем расчетные напряжения.

Анализ значений коэффициента g во взаимосвязи с данными таблицы 1 позволил выявить, что зависимость между этим коэффициентом и показателями грунтов достаточно хорошо описывается следующими полиномиальными функциями второго порядка

$$g_L = 1,7757I_L^2 - 0,5111I_L + 0,9711, \quad (2)$$

$$g_c = 10,267e^2 - 13,378e + 5,2858, \quad (3)$$

$$g_e = 0,0039\varphi^2 - 0,1721\varphi + 2,8494, \quad (4)$$

$$g_c = 444,73c^2 - 38,765c + 1,7565, \quad (5)$$

$$g_E = 0,0018E^2 - 0,0834E + 1,8771, \quad (6)$$

Величина достоверности аппроксимации данных R² по формулам (2)-(6) составляет 0,9119-0,9983, что свидетельствует об их достаточно высокой точности.

Учитывая наличие коэффициента g и формул (2)-(6) по его определению для расчета сжимающих напряжений в голове свай можно рекомендовать следующую формулу

$$\sigma' = \frac{1}{g}\sigma, \quad (7)$$

где σ – сжимающее напряжение в голове сваи, МПа, определяемое по формуле (1), без учета влияния показателей глинистого грунта, залегающего под острием сваи.

Выводы

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) Глубина залегания, характер напластования и показатели свойств глинистых грунтов, прорезаемых сваями, оказывают существенное влияние на распределение сжимающих напряжений в сваях при забивке;

2) Корреляционные зависимости (2)-(6) позволяют учитывать влияние физических и деформационно-прочностных показателей глинистых грунтов на сжимающие напряжения в голове свай при забивке;

3) Формула (7) приемлема для грунтовых условий, близких или схожих с условиями, описанными в настоящей публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекбасаров И.И. Основы рациональной забивки железобетонных свай в грунты: Монография. – М.: Электронно-библиотечная система «Znanium», 2021. Постоянный адрес размещения в сети Интернет: <http://znanium.com/catalog/product/1242478>
2. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Москва: Минэнерго РФ, 2016. – 67 с.
3. СП РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила. – Астана: Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства МНЭ РК, 2016. – 130 с.
4. Бекбасаров И.И. Методологическое обеспечение рационального устройства фундаментов гидротехнических сооружений: Дис. ... доктора технических наук по специальности 05.23.02 «Гидротехническое строительство». – Тараз: Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2007. – 276 с.

Қағу кезінде қададағы қысу жүктемелеріне сазды топырақ көрсеткіштерінің әсері туралы

БЕКБАСАРОВ Исабай Исақұлы, т.ғ.д., профессор, зертхана меңгерушісі, bekbasarov.isabai@mail.ru, М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан, Тараз, Сүлейменов көшесі, 7.

Аңдатпа. Сазды топырақ параметрлерінің қағу кезінде қада басында пайда болатын қысу жүктемелеріне әсерін бағалау мақсатында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері берілген. Ұзындығы 10 м тензометрлік темірбетонды қадаларды пайдалана отырып, тәжірибелер саздақ пен саздан тұратын учаскеларде жүргізілді. Топырақтың өтімділік индексінің 1,78-2,61 есе артуымен қатар қададағы қысу жүктемелері 9,1-52,4%-ға төмендейтіні анықталды. Кеуктілік коэффициентінің, ішкі үйкеліс бұрышының, меншікті ілінісу мен топырақтың деформация модулінің артуы қадалардағы динамикалық қысу жүктемелерінің ұлғаюымен, содан кейін белгілі бір мәндерге жеткеннен кейін азаюымен қатар жүретіні анықталды. Сынақ және есептеу нәтижелерін салыстыру, топырақ параметрлеріне байланысты қада басындағы тәжірибелік қысу жүктемелері есептелген жүктемелерден 1,3-6,6% артық немесе 6,8-10,7% кем болуы мүмкін екенін көрсетеді. Топырақ көрсеткіштерінің қада басындағы динамикалық қысу жүктемелеріне әсерін зерттеу нәтижелері негізінде алынған корреляциялық тәуелділіктерді пайдалана отырып белгіленетін g коэффициенті арқылы есепке алу ұсынылады. Жеңілдетілген формула соққылы қаққыштармен қағылған кезде қадалардың басындағы қысу жүктемелерін инженерлік болжау үшін ұсынылған.

Кілт сөздер: топырақ, қада, қаққыш, қағу, жүктеме, кірістілік көрсеткіші, кеуктілік коэффициенті, ішкі үйкеліс бұрышы, меншікті ілінісу, деформация модулі.

On the Influence of Indicators of Clay Soils on Compressive Stresses in a Pile During Driving

BEKBASAROV Isabai, Dr. of Tech. Sci., Professor, Head of Laboratory, bekbasarov.isabai@mail.ru, M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Kazakhstan, Taraz, Suleymenov Street, 7.

Abstract. The results of studies carried out with the aim of evaluating the influence of clay soil parameters on compressive stresses arising in the pile head during driving are presented. Experiments were carried out using tensometric reinforced concrete piles 10 m long on a site composed of loams and clays. It has been established that with an increase in the soil fluidity index by 1.78-2.61 times, the compressive stresses in the pile decrease by 9.1-52.4%. It was revealed that an increase in the porosity coefficient, the angle of internal friction, specific adhesion and soil deformation modulus is accompanied by an increase, and then, after reaching certain values, a decrease in dynamic compressive stresses in piles. Comparison of test and calculation results shows that, depending on the soil parameters, the experimental compressive stresses in the pile head can be 1.3-6.6% more or 6.8-10.7% less than the calculated stresses. The influence of soil indicators on dynamic compressive stresses in the pile head is proposed to be taken into account by means of the coefficient g , which is established using correlation dependencies obtained on the basis of research results. A simplified

formula is proposed for engineering prediction of compressive stresses in the head of piles when they are immersed by impact hammers.

Keywords: *soil, pile, hammer, driving, stress, yield index, porosity coefficient, internal friction angle, specific cohesion, deformation modulus.*

REFERENCES

1. Bekbasarov I.I. Osnovy ratsional'noy zabivki zhelezobetonnykh svay v grunty [Fundamentals of rational driving of reinforced concrete piles into soils]: Monograph. – Moscow: Electronic library system «Znaniy», 2021. URL: <http://znaniy.com/catalog/product/1242478> [In Russ].
2. SP 24.13330.2021. Svaynyie fundamenty [Pile foundations]. Updated edition of SNiP 2.02.03-85. – Moscow: Ministry of Energy of the Russian Federation, 2016. – 67 p. [In Russ].
3. SP RK EN 1997-1:2004/2011. Geotekhnicheskoye proyektirovaniye. Chast' 1. Obshchiye pravila [Geotechnical design. Part 1. General rules]. – Astana: Committee for Construction, Housing and Communal Services of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan, 2016. – 130 p. [In Russ].
4. Bekbasarov I.I. Metodologicheskoye obespecheniye ratsional'nogo ustroystva fun-damentov gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Methodological support for the rational arrangement of the foundations of hydraulic structures]. Thesis for the degree of Doctor of Technical

Педагогика высшей школы. Экономика



DOI 10.52209/1609-1825_2023_4_261

UDC 15.31.35

Reflection Influence on the Thought Process of Students with Distance Learning

¹ABDYROV Aitzhan, Dr. of Ped. Sci., First Vice-rector, abdyrov@rambler.ru,

¹ALDABERGENOVA Saule, PhD, Head of Department, ass_1982@mail.ru,

¹AYAZBAYEVA Aizhan, Master, Senior Lecturer, ayzhan_tta@mail.ru,

¹*AKIZZHANOVA Assiya, Master, Senior Lecturer, assiya_alibaeva@mail.ru,

¹ALDABERGENOVA Ainur, Master, Senior Lecturer, ass_1982@mail.ru,

¹NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

*corresponding author.

Abstract. The issues of reflection and its relevance as a tool in the student education system for rethinking their activities and changing the direction of the students' thought process, prerequisites and advantages of using reflection in the education system and its influence on the students' thought process are given. The final result (product) of education (knowledge, skills, abilities, personal qualities) is created jointly by the teacher and the student, since the basis for the successful learning of the material is cooperation between them and a conclusion made by the student independently or with the teacher's help. In the course of the learning process, there increases the information flow for educational purposes (the World Wide Web, databases and electronic libraries, forums, conferences, computer models, indicators and simulators, network applications that facilitate organization of «virtual» collaboration, etc.). A description of the «portfolio» technology is given, that plays an important role in organizing the educational process and establishing connections between the teacher and the student and is the most important assessment tool. In the course of studying, reflection was considered as a phenomenon in the student's mind that arose after rethinking his activities and changing the direction of the thought process.

Keywords: reflection, education, educational process, distance learning, self-analysis, experiment.

Introduction

In the regulatory document «On Education» [3], one of the important points is forming the necessary

conditions for obtaining quality education aimed at the formation, development and professional development of the individual on the basis of national and

universal values, achievements of science and practice, as well as the development of creative, spiritual and physical capabilities of the individual, the formation of strong foundations of morality and a healthy lifestyle, enrichment of the intellect by forming the conditions for the development of individuality.

Reflection in the learning process refers to the information of the state of the controlled object, the student at each specific moment of its activity. Reflection is, first of all, a characteristic of the student's state (readiness for classes, mood, attentiveness, his answers to questions, psycho-physiological state, etc.), on the basis of which the teacher selects management tactics, reacting flexibly to changes in the student's state. Implementation of reflection in the learning process can be considered in two aspects: content and emotional ones. The first type of reflection allows obtaining the information of the degree of the material assimilation being explained. In emotional terms, reflection is perceived by the teacher through the general emotional atmosphere of the class: the external behavior of students, their eyes, facial expressions, enthusiasm, interest, etc. The interaction of the content and emotional sides creates the effect of reflection and provides the information to the teacher of the level of the material perception and the cognitive value of the class [1].

Research methods

When developing a quality management system at a university, it is first of all necessary to determine the «outputs» of the main processes. Let's focus on the distance learning technologies. In a narrow sense, the result of the education received can be considered the acquired knowledge, abilities, skills and competencies. However, they cannot be presented separately from the professionally significant personal qualities of a graduate. The main consumer of the final products of universities is the state that needs highly qualified specialists and intellectuals with a certain civic position. So, the quality product of an education institution is not an educational service but a graduate with his own professional competencies and personal qualities. The educational process should be aimed at developing these qualities in each graduate: its content, teaching methods, forms of organization, methods of monitoring and assessing students' knowledge, as well as forms of educational work and socializing activities.

In the educational process as a system, there is a natural and purposeful change in the qualitative state of its components and, above all, the teachers and students. At the same time, measuring, accounting and rational use of these changes in distance learning is a very complex and difficult task [3].

The term «reflection» means turning the student's attention to himself, to his consciousness, to his activities and the products of his own activity, as well as their rethinking. The term «reflection» is used in many sciences, such as philosophy, psychology, ethics, and pedagogy. Without setting the task

of analyzing various interpretations of the concept of «reflection», let's consider the meaning of this phenomenon in the pedagogical sense.

This definition represents the student's self-assessment and self-analysis, with the help of which he determines the scope of his knowledge, his capabilities and prospects for expanding them.

Thus, in the learning process, reflection acts as a certain mechanism that forms the student's consciousness, ensures self-determination and is the basis for the student's fulfillment of assigned tasks during the educational process. Reflection is the basis of the student's independent activity, and it is known that independent activity is carried out through interaction between the subjects of the educational process. This is a very important process in distance learning, since the student is outside the group, he is alone, he completes independently all the tasks.

To be more precise, the interaction of the teacher and the student, supposes the formation of the student's independent activity with himself, namely in the process of self-learning, while he uses technical means: computer equipment, specialized programs, etc.

It is known that the educational process is of the verbal and activity nature based on communicative and practical interaction. Communicative interaction is ensured by establishing mutual understanding between the teacher and the student: this is interpersonal (communicative) reflection. Practical interaction is realized through independent cognitive activity, when the student masters the content of the discipline. However, this knowledge will be effective only if it is meaningful, conscious, namely, it is implemented through intellectual (cognitive) reflection.

In the process of research, the authors developed an elective course for the bachelor's level «Ensuring the quality of the educational process», certain elements of which were used in practical classes.

The experiment on applying the reflection method to students was carried out in three stages.

The first stage of the experiment included:

- defining the goals and objectives of the course;
- developing a syllabus, a course of lectures, that is, all the required elements of the elective course;
- selecting experimental and control groups;
- conducting incoming control among students on the issues of organizing and ensuring the quality of the educational process.

The second stage of the experiment includes solving the above-mentioned problems of the elective course. According to the content of the elective course, the syllabus is divided into topics for 2 credits, which amounts to 15 lectures and 15 practical classes. Since the main objective of the elective course is to teach students to relate consciously and constructively to their ongoing (educational) and upcoming professional activities, for this purpose the method of cognitive reflection was used at the end of each practical class.

In the course of the experiment, the main task of

the teacher is to develop students' abilities for cognitive needs in the educational process, awareness of their role in the acquisition of professional skills and competencies, analysis and comprehension of the educational process meaning.

During the experiment, there was determined the level of collective, communicative reflection, and then the level of personal reflection of each student. Determining these levels is necessary for constructing the educational process and selecting the direction for the development of reflection. There was selected cognitive, personal reflection since considering each student as an individual is more effective.

It is important that the relationship between students and teachers be built on mutual trust and open dialogue to create a positive atmosphere that ensures the successful development of reflection. It is the trust between the subjects of the educational process that makes it possible to apply in full the method of reflection to develop self-awareness skills in students. The relationship between the teacher and the student built on trust becomes a stronghold for the success of implementing the reflection method.

To develop successfully the reflection function, the author used the «portfolio» technology that plays an important role in organizing the educational process, establishing connections between teacher and student, and is also the most important assessment tool.

The «portfolio» technology in this research provides implementing the following functions:

- goal setting (sets goals and allows them being achieved);
- diagnostic (allows determining the dynamics of changes in indicators and achievements of students);
- developmental (implemented through the continuous process of developing skills, knowledge and abilities of students);
- motivational (ensures students are encouraged to achieve their goals and improve results);
- corrective (allows making adjustments to the process of self-assessment and self-analysis of the student in the process of developing the reflection function).

During the experiment, two main types were used: a portfolio of achievements and a portfolio of self-assessment. Thus, before starting the elective course, each teacher filled out a portfolio that included the following:

- the input data of the student (full name, specialty, course of study);
- the information of the selected specialty (it served as the main factor in choosing a university and specialty, characteristics of the student's specialty, whether the student plans to work in this direction, etc.);
- the information of what the student wants to receive from the proposed elective course;
- the information of the student's achievements in the field of mastering the specialty being studied;
- the information of the students' self-assessment

in mastering the content of the educational program.

The portfolio technology allows developing not only the ability to collect, to analyze, to structure and to present the information but also reaching a new level of intellectual development of metacognitive skills.

In the process of mastering the elective course, students constantly adjusted their portfolio, and the obligatory condition was to retain the previous materials. At the end of studying the elective course, in class, each student analyzed his portfolio, how much his goal setting and mastery of the specialty had changed, and the student's self-assessment was also performed by studying the content of his own portfolio. It is worth noting that the students were very amazed by the result obtained, which allowed considering the experiment as successful.

At the end of studying the elective course in experimental groups of 3 universities, a survey was conducted regarding the benefits of portfolios for students; the majority of them said that this technology allowed them reassessing the information that was collected at the beginning of the experiment.

The results of the analysis of the educational process in the research databases has shown that today it is not enough for students to just attend lectures, to take notes on the information provided and, on the basis of this, to pass midterm and final tests. The basis for future success in the profession is a constant interest in the future profession, in studying the material and in realizing the need to obtain high-quality knowledge. The information obtained during training should be projected onto students' future professional activities, and they should be aware of the importance of the knowledge gained, which provides motivation for developing the competencies of a future specialist. With distance learning, the educational process can also be successfully complemented by work activity; online learning makes it possible to be more independent.

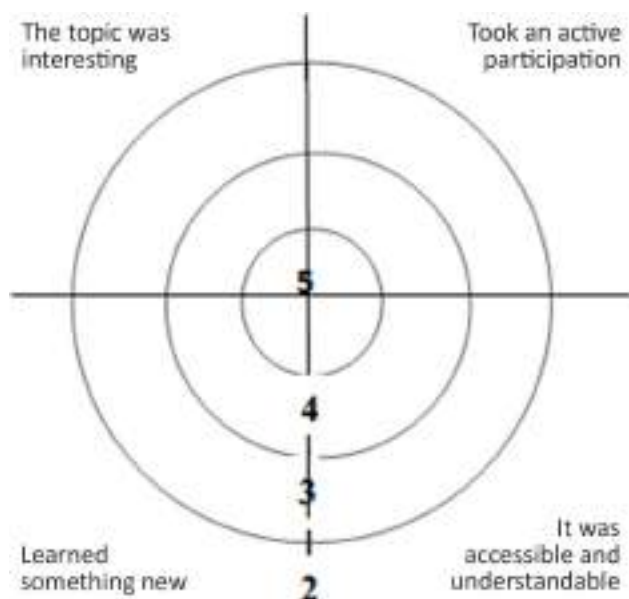
In the course of experiment, several types of training were used, including distance learning technologies, which ensured the formation and development of reflexive abilities. Methods of lecturing in control and experimental groups were analyzed. So, when the lectures were given using interactive tasks with visual aids, the students' thinking ability developed more than just in a lecture on the same topic. For example, in the course on the topic «Resource support for the educational process», the opinion was expressed that, in principle, the presence or absence of resources does not affect the quality of education, there is a teacher and a student, that's enough. In class in the experimental group, active students immediately received opinions to refute this judgment. The teacher tried to involve all the students, making them interested in this issue.

The next method used is the contractive conversation method that ensures the launch of reflection. In class, the teacher questions certain information, the concept or program in the subject area being studied

but he does not provide the correct answer, thereby involving students in the space of reflection.

During the experiment, there was analyzed the interaction between the teacher and students, so at the end of some classes, for example, in the types of resource support for the educational process, the reflective target method was used. A target is depicted on a sheet of A3 paper (Figure) that is conventionally divided into four sectors. Each sector has its name: the 1st one: the topic is interesting, the 2nd one: took an active part, the 3rd one: learned something new, the 4th one: it was accessible and understandable. Moreover, each sector reveals a certain meaning. So the 1st sector determined how the student assessed the content of the topic, the 2nd one meant an assessment of the interaction of participants in the educational process, the 3rd sector was intended to determine whether the student learned something new during the learning process, thereby assessing the activities of the teacher and 4th sector indicated the student's self-assessment.

Each student used a marker to mark in each sector the level of implementation, in his opinion, of the process; after the entire group had made marks, this target was put on public display in the classroom. The results in the experimental groups showed on average the following: 82% rated the topic of the classes as 5, 12% as 4, the remaining 6% considered the topic interesting as 3 points. In the sector «took an active part», 58 students took part with a score of 5, 64% took part with a score of 4 points. 14% of students rated it 3 points. For the sector, it was accessible and understandable by 5 points for 87%, the accessibility of the information presented was rated 4 points by 63%, and rated 3 points by 8% of students. In the «learned something new» sector, 94% indicated 5 points and 7% of students rated it 4 points. This entire process was also successfully implemented in online platforms, such as Zoom, Kahoot, etc.



Reflective target

The authors developed cognitive personal reflection by interviewing each student at the end of the lesson; Table was used, defining knowledge as ignorance of a concept.

Assimilation of the material		
Has understood	Yes	No
Knew before		
Has learned		
Would like to know		

Filling out the above Table 1 by students served to develop reflection and to conduct self-analysis of the material assimilation. After receiving the results, the analysis of the mastery of the topic was carried out, and the subsequent class and the structure of the presentation of the material were adjusted.

During the experiment, the reflective circle method was also used. At the end of the class, all the students and the teacher stand in a circle in which the teacher asks questions of the following nature:

- emotional state of students during and at the end of the class;
- what skills and knowledge were acquired during the training;
- the role of each student in the class;
- whether the acquired knowledge in the field of quality is applicable to mastering the other subject areas.

After receiving each student's response, the teacher summarizes the class drawing conclusions.

The third stage of work consisted of processing the results and summing up implementation of the elective course.

Scientific results

Based on the results of a repeated survey of students in the experimental and control groups, the authors can confidently say that this phenomenon is applicable to ensure the quality of the educational process and this is important when learning using distance educational technologies. If during all the classes the student is taught the meaning of quality, its role in the formation of future competencies of a specialist, what parameters make up the quality of the educational process, the role of resource provision and the importance of factors, and at the same time, at the end of each class, the student is guided to cognitive reflection, this contributes to the deeper understanding of the studied material. So, the most effective mechanism for developing personality in the learning process, as well as solving problem and conflict situations during joint activities in groups, is cognitive reflection. During the study, reflection was considered as a phenomenon in the student's mind that arose after rethinking his activities and changing the direction of the thought process.

Conclusions

With any methodological approach to distance learning, it is important to organize reflection with students. When using interactive teaching methods, the process of summing up an online class must be discussed with students in the group at the end of the class. At this stage, the teacher needs to evaluate how successful the group was in completing the task.

This research was funded by the Committee of Science and the Ministry of Higher Education and Science of the Republic of Kazakhstan within the framework of the scientific project «Scientific and methodological foundations for organizing the educational process in distance learning at an agricultural research university». IRN: No. AR09260956.

REFERENCES

1. Vajndorf-Sysoeva M.E. Metodika distancionnogo obuchenija. Uchebnoe posobie dlja vuzov. Moscow: Jurajt, 2017. – P. 195.
2. Zajchenko T.P. Osnovy distancionnogo obuchenija: teoretiko-prakticheskij bazis: uchebnoe posobie / T.P. Zajchenko. Saint Petersburg: RGPU im. A.I. Gercena, 2014. – P. 167.
3. Zakon Respubliki Kazahstan. Ob Obrazovanii: prinjat 27 ijulja 2007 goda, no. 319 III (dopolnenija 2023g.).

Қашықтықтан оқыту кезінде оқушылардың ойлау процесіне рефлексияның әсері

¹**ӘБДІРОВ Әйтжан Мұжаметжанович**, п.ғ.д., бірінші проректор, abdyrov@rambler.ru,

¹**АЛДАБЕРГЕНОВА Сауле Салимжановна**, PhD, кафедра меңгерушісі, ass_1982@mail.ru,

¹**АЯЗБАЕВА Айжан Бакытбековна**, магистр, аға оқытушы, ayzhan_tta@mail.ru,

¹***АКИЖАНОВА Асия Анваровна**, магистр, аға оқытушы, assiya_alibaeva@mail.ru,

¹**АЛДАБЕРГЕНОВА Айнура Салимжановна**, магистр, аға оқытушы, ass_1982@mail.ru,

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, 62,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Рефлексия мәселесін және оның өзектілігін, студенттерді оқыту жүйесінде өз қызметін қайта қарау және студенттердің ойлау процесінің бағытын өзгерту құралы ретінде қарастырады, оқыту жүйесінде рефлексияны қолданудың алғышарттары мен артықшылықтары және оның студенттердің ойлау процесіне әсері келтірілген. Білім берудің түпкілікті нәтижесі (өнімі) (білім, дағдылар, қабілеттер, тұлғалық қасиеттер) педагог пен білім алушы арасында бірлесіп құрылады, өйткені материалды табысты игерудің негізі олардың арасындағы ынтымақтастық және білім алушының өз бетінше немесе педагогтың көмегімен жасаған қорытындысы болып табылады. Оқу процесінің мақсатында ақпараттық ағынның ұлғаюы байқалады (Дүниежүзілік желі, мәліметтер базасы және электрондық кітапханалар, форумдар, конференциялар, компьютерлік модельдер, индикаторлар мен тренажерлер, «виртуалды» бірлескен жұмысты ұйымдастыруға ықпал ететін желілік қосымшалар және т.б.). Оқу процесін ұйымдастыруда және оқытушы мен білім алушының арасында байланыс орнатылуы маңызды рөл атқаратын және бағалау құралы болып табылатын «портфолио» технологиясының сипаттамасы келтірілген. Зерттеу барысында, рефлексия оқушының санасында өз қызметін қайта ойластырғаннан кейін пайда болған және ойлау процесінің бағытын өзгерткен құбылыс ретінде қарастырылған.

Кілт сөздер: рефлексия, білім беру, білім беру процесі, қашықтықтан оқыту, интроспекция, эксперимент.

Влияние рефлексии на мыслительный процесс обучающихся при дистанционном обучении

¹**АБДЫРОВ Айтжан Мұжаметжанович**, д.п.н., первый проректор, abdyrov@rambler.ru,

¹**АЛДАБЕРГЕНОВА Сауле Салимжановна**, PhD, зав. кафедрой, ass_1982@mail.ru,

¹**АЯЗБАЕВА Айжан Бакытбековна**, магистр, старший преподаватель, ayzhan_tta@mail.ru,

¹***АКИЖАНОВА Асия Анваровна**, магистр, старший преподаватель, assiya_alibaeva@mail.ru,

¹**АЛДАБЕРГЕНОВА Айнура Салимжановна**, магистр, старший преподаватель, ass_1982@mail.ru,

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены вопросы рефлексии и ее актуальность как инструмента в системе обучения студентов для переосмысления своей деятельности и изменения направления мыслительного процесса обучающихся, приведены предпосылки и преимущества применения рефлексии в системе обучения и ее влияние на мыслительный процесс обучающихся. Конечный результат (продукт) образования (знания, навыки, умения,

личностные качества) создается совместно между педагогом и обучающимся, так как основой успешного усвоения материала является сотрудничество между ними и вывод, сделанный обучающимся самостоятельно или при помощи педагога. В процессе обучения происходит увеличение информационного потока в учебных целях (Всемирная паутина, базы данных и электронные библиотеки, форумы, конференции, компьютерные модели, индикаторы и тренажеры, сетевые приложения, способствующие организации «виртуальной» совместной работы, и т.п.). Приведено описание технологии «портфолио», которая играет важную роль в организации учебного процесса и установлении связей между преподавателем и обучающимся и является наиболее важным оценочным инструментом. В ходе исследования рефлексия рассматривалась как явление в сознании обучающегося, возникшее после переосмысления своей деятельности и изменения направления мыслительного процесса.

Ключевые слова: рефлексия, образование, образовательный процесс, дистанционное обучение, самоанализ, эксперимент.

REFERENCES

1. Vajndorf-Sysoeva M.E. Metodika distancionnogo obuchenija. Uchebnoe posobie dlja vuzov. Moscow: Jurajt, 2017. – P. 195.
2. Zajchenko T.P. Osnovy distancionnogo obuchenija: teoretiko-prakticheskij bazis: uchebnoe posobie / T.P. Zajchenko. Saint Petersburg: RGPU im. A.I. Gercena, 2014. – P. 167.
3. Zakon Respubliki Kazahstan. Ob Obrazovanii: prinjat 27 ijulja 2007 goda, no. 319 III (dopolnenija 2023g.).

Техникалық мамандықтар үшін тілдергі оқытудың өзіндік ерекшеліктері (кәсіби қазақ, орыс және ағылшын тілдері)

¹ЖЕКЕЕВА Кенжетай Омаровна, филол.ф.к., доцент, kenzhe_2000@mail.ru,

¹НУРГУЖИНА Гулара Мауленовна, п.ф.к., доцент, gularanurg56@mail.ru,

²*ХАМЗИНА Карлыгаш Мауеновна, филол.ф.к., доцент, jako199473@mail.ru,

¹«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126/1,

²«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада «Ғарыштық техника және технологиялар» және «Ғарыштық инженерия» мамандықтары үшін ағылшын, орыс және қазақ тілдеріндегі аутенталды мәтіндерді дайындау үшін түпнұсқа мәтіндерді таңдау қағидаттары: ең жаңа ғылыми-техникалық ақпараттардан тұратын мәтіндерді таңдауды қамтитын жаңалық қағидаты, деректер, жаңалықтар қарастырылған. Сенімді дереккөздерден ғылыми-техникалық ақпараттық мәліметтер ұсынылатын мәтіндерді таңдауды болжайтын ғылыми сипат қағидаты көрсетілген. Тіл оқушының ана тілі мен лексикалық-грамматикалық және логикалық-композициялық күрделіліктің тиісті көлемі мен деңгейіндегі түпнұсқа мәтіндерді таңдауды көздейтін шет тілін білу деңгейінің әсерін ескеру принциптері сарапталған. Студенттердің тіл курсымен қатарлас оқыған пәндерінің материалымен үйлесімді мәтіндерді таңдауды көздейтін пәнаралық байланысты ескеру әдісі қарастырылды. Қазақ тілін орыс және ағылшын тілдерін ұштастыра отырып оқыту тәсілі ескерілген.

Кілт сөздер: теңтүпнұсқалы мәтін, мамандық тілін оқыту, ағылшын тілі, орыс тілі, қазақ тілі, ғарыштық техника және технологиялар, ғарыштық инженерия.

Кіріспе. Соңғы жылдары шет тілдерін оқыту әдістемесіндегі шынайылық мәселесіне көп көңіл бөлінуде. Түпнұсқалық емес мәтіндер – шет тілін үйренушілерге ана тілі емес ретінде арнайы жазылған мәтіндер. Олар белгілі бір грамматикалық тақырыпты, лексикалық материалды бекіту үшін оқу үдерісіне енгізіледі. Түпнұсқа дәстүрлі түрде бастапқыда білім беру мақсатында бейімделмеген мәтін болып саналады.

Сондай-ақ, мақалада Қазақстанның техникалық университетінде арнайы мақсаттағы тілдік пәндерді оқыту тәсілдерінің өзгерістері көрсетілген. «Ғарыштық техника және технологиялар» және «Ғарыштық техника» мамандықтары үшін ағылшын, орыс және қазақ тілдеріндегі оқулықтар мәтіндерін дайындау үшін түпнұсқа мәтіндерді таңдау принциптері қарастырылды. Түпнұсқа мәтіндердің заманауи көздері көрсетілген.

Зерттеу әдістері. Қазіргі Қазақстан – бұл Орталық Азияның экономикалық, ғылыми-техникалық ландшафтына елеулі әсер ететін қарқынды дамып келе жатқан мемлекет. Міне, жұмыс істеп

жатқан Байқоңыр ғарыш айлағы, ол жерден ғарышқа алғашқы адам ұшты және қазіргі уақытта әсерлі ғарыштық жобалар жүзеге асырылуда.

Қазақстанның орналасуы – Еуразияның жүрегі, мәдениеттер тоғысы. Дәл осы жерде әр түрлі өркениеттердің тілдік әсері айқын байқалады. Бүгінгі таңда Қазақстанда үштілділік саясаты жүзеге асырылуда: елде үш тіл қолданылады – мемлекеттік тіл ретінде қазақ тілі, ұлтаралық қатынас тілі ретінде орыс тілі және халықаралық тіл ретінде ағылшын тілі. Тіл саясаты Қазақстандағы білімге үлкен әсер етеді. Сондықтан Қазақстанның үш негізгі тілін оқыту проблемалары, әсіресе жоғары технологияларға байланысты мамандықтарды зерттеу саласында бірінші кезектегі мәселе болып табылады.

Инженерлік мамандықтар бойынша маманның сапалы кәсіби дайындығының маңызды шарты – мамандық тілін, кәсіби сөйлеуді меңгеру. Сондықтан «Кәсіби бағытталған ағылшын тілі», «Кәсіби орыс тілі» және сияқты пәндерді оқытудың маңызы өте зор.

Болашақ маман өзінің ғылыми бейініне сәйкес ғылыми мәтінді тез және түсініп оқып, оның жалпы мазмұнын ауызша немесе жазбаша түрде көбейтуі керек. Сонымен қатар, студенттерге кәсіби тақырыптар бойынша сұхбатты еркін жүргізе білуге, олардың кәсіби құзыреттілігі шеңберінде әр түрлі стильдер мен жанрлардың мәтіндерін құра білуге үйрету маңызды. Бұл оқушыны дайындаудың маңызды бөлігі және білімді маман тәрбиелеу нәтижесі.

Соңғы уақытқа дейін Қазақстандық жоғары оқу орындарында мамандықтың ғылыми стилі мен тілі оқытылмады. Бұл маман инженердің кәсіби шеберлігі тізіміне енген. Бұл мәселені шет тілінде өз мамандығын игерген студенттер ерекше сезінді. 2012 жылдың қыркүйегінен бастап «Кәсіби бағытталған ағылшын тілі», «Кәсіби орыс тілі», «Кәсіби қазақ тілі» пәндері енгізілді. Бұл дер кезінде жасалған қадам болды және студенттердің мамандық тілін меңгеру қарқынын едәуір жеделдетті.

Тәрбиешілер үшін осы жаңа оқу пәндерінің пайда болуы нағыз қиын болды. Оларға ғылыми-техникалық сөйлеу саласындағы білімдерін кеңейтуге және тереңдетуге, ғылыми коммуникация үшін кейбір іргелі мәселелерді зерттеуге тура келді: ғылыми-техникалық мәтіннің ерекшеліктері, ғылыми-техникалық тіл грамматикасының ерекшеліктері, ғылыми-техникалық лексика мен терминологияның ерекшеліктері, ғылыми-техникалық сөйлеу фразеологиясының мәселелері және т.б. Филологиялық емес университетте техникалық мамандықтар тілін оқытудың өзіндік ерекшелігі бар екеніне біз өз тәжірибемізден көз жеткіздік.

Мамандық тілін оқытудағы негізгі бөлім ғылыми-техникалық мәтін болып табылады. Бұл бірқатар фундаменталды лексика-семантикалық шектеулерге ие, ерекше грамматикасы бар, ерекше композициялық және жанрлық ерекшеліктері бар мәтіннің ерекше түрі. Мұнда жалпы тілдің және тиісті мәтіндік құралдардың басқа жиынтығы берілген. Міне, біз тек ғылыми мәтінді емес, мамандықтың тілі жүзеге асырылатын мәтінді зерттеп отырмыз. Бұл жағдайда біз түпнұсқа мәтіндерге ерекше назар аударамыз.

Мамандық тілін зерттеу барысында шынайы мәтінді қолдану мәселесі жоғары оқу орындарының лингводидактикасында ерекше орын алады, көптеген зерттеушілер бұған назар аударады [1], [4]. Оқу мен тыңдауды оқытуда мамандандырылған мәтіндер түпнұсқасы басымдыққа ие. Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті үшін бұл өте маңызды, өйткені 2016 жылдан бастап университетте қазақ, ағылшын және орыс тілдерін ғылыми-техникалық байланыс тілдері ретінде меңгеруді көздейтін үштілді білім беру бағдарламасы жүзеге асырылуда.

Түпнұсқа мәтін деп біз қысқартуға болатын, бірақ студенттердің тілдік дайындығын ескере

отырып, мазмұны мен құрылымын жеңілдету ретінде бейімделмеген мамандандырылған көздерден (бұл жағдайда ғарыштық техника, ғарыштық технологиялар мен технологияларға қатысты дерек көздерінен) оқуға жатпайтын мәтінді айтамыз [3].

Мамандандырылған мәтін – арнайы мақсаттағы тілді оқытудағы негізгі бірлік. Ол үшін университетіміздің тіл білімдері кафедрасының оқытушылары арнайы мәтіндік жаттығулар дайындайды. Олардың фонетикалық, лексикалық және грамматикалық жаттығулардан айырмашылығы – сөйлеу әрекеті нәтижесінде мәтінге баса назар аударылады. Мәтіндік жаттығулардың лингвистикалық негізін қазіргі мәтін теориясы, сөйлеу теориясы және мәтін синтаксисі құрайды.

Аудиторияда студенттер мамандық бойынша дайын шынайы мәтіндермен жұмыс істейді: мәтінді тілдік талдау, мәтіннен суперфразалық бірлікті шығару және олармен жұмыс, мәтінде кездесетін тілдік бірліктерді олардың мағынасы мен қолданылуы тұрғысынан талдау, мәтінді түрлендіру (қысу, прогрессия), жоспарларын құру, мәтінді қайта баяндау және жазбаша ұсыну.

Сонымен қатар студенттерге мәтінді өз бетінше құруға, оның тақырыбын анықтауға, эссе, реферат, т.б. Мысалы, белгілі бір мәтін түріне (сипаттама, баяндау, пайымдау), стильге (ғылыми-көпшілік, нақты ғылыми, ғылыми және білім беру) және жанрға (мақала, сұхбат және т.б.) эссе жазу ұсынылуы мүмкін. Мәтіндер ауызша және жазбаша түрде, дәрісханада немесе үй тапсырмасында, ұжымдық немесе жеке жұмыс үшін қолданыла алады [2].

Ғылыми нәтиже. Оқу-әдістемелік оқулықтарды дайындауда оқытушылар шынайы мәтіндерді таңдаудың қандай принциптерін ескеруі керек?

1. Жаңалық принципі «Ғарыштық техника және технологиялар» және «Ғарыштық инженерия» мамандықтарының 1-2 курс студенттерінің түсінуі үшін қол жетімді ғылыми және техникалық ақпараттарды қамтитын мәтіндерді таңдауды көздейді.

2. Ғылыми қағида сенімді дереккөздерден алынған сенімді ғылыми-техникалық ақпаратты қамтитын мәтіндерді таңдауды көздейді.

3. Студенттің ана тілі мен лексикалық-грамматикалық және логикалық-композициялық күрделіліктің тиісті көлемі мен деңгейіндегі шынайы мәтіндерді таңдауды көздейтін шет тілді меңгеру деңгейінің әсерін ескеру принципі.

4. Пәнаралық байланысты ескеру принципі, бұл студенттердің тілдік курстармен қатар оқыған пәндерінің материалымен үйлесімді мәтіндерді іріктеуді көздейді.

Жоғарыда аталған қағидаларды қанағаттандыратын шынайы мәтіндердің қайнар көздері NASA, ESA, Роскосмос [9] сияқты ұйымдардың сайттары, Қазақстан Республикасы Цифрлық Даму, Қорғаныс және Аэроғарыштық Өнеркәсіп Министрлігінің Аэроғарыш комитетінің сайты [6]

және т.б. Ғарышты игеру саласындағы патенттері бар мәліметтер базасы тамаша көздер болды: Web of Science [8], Қазақстандық патенттік мәліметтер базасы [7] және т.б.

Мамандықтың тілін оқып-үйрену, тыңдау барысында студент түйінді сөздерді танып, негізгі идеяны түсінуі керек, мағынаны білдірудің вербалды емес құралдарына (мимика, ым-ишара, интонация) назар аударуы керек, алынған ақпаратты өзінің білімімен байланыстыруы, естімеген немесе түсініксіз сөздердің мағынасын болжауға тырысуы керек. Контекст бойынша, естігендерін (жазбаша немесе оның ойында) өзі түсінетін сөйлемдерге тұжырымдауы керек. Мұндай жағдайларда студенттерге өзі оқып отырған тілде диктант мәтіндері ұсынылады.

Жоғарыда айтылған барлық жайлар оқытушының сабақты тыңдаумен өткізуге дайындығын білдіреді.

Техникалық университет студенттерін кәсіби қызметке даярлау жүйесінде диалогтық немесе монологтық формаларда болуы мүмкін ауызша кәсіби қарым-қатынасты оқыту ерекше орын алады.

Кәсіби саладағы монологтық сөйлеудің екі түрі болуы мүмкін: алдын-ала белгіленген мазмұнмен (мақала, монография, диссертация, дәріс және т.б.) және стихиялық (пікірталас, полемика). Сөйлеу формасы ретінде монолог оқу мен сөйлеуге байланысты. Мұнда студенттер мәтінді қалыпты қарқынмен оқу үдерісінде жеке сөйлемдердің мазмұнын түсінуі керек (мысалы, слайдтан), бірінші презентациядан бастап дәйекті мәтіннің мазмұнын түсінуі керек, мазмұнды жылдам қарастырып, ашылатын тақырыпқа қатысты нәрсені табуы керек, мәтін мазмұнын қысқаша жазып, оның мазмұнын беруі керек.

Кәсіби қарым-қатынас саласындағы тыңдау есту қабілеттерін дамытуды қамтиды, өйткені кәсіби сөйлеу тек оқуға ғана емес, сонымен бірге тыңдалған материалға да негізделген. Университетте оқытудың жетекші түрлерінің бірі-дәріс. Арнайы дәрісті тыңдау үдерісінде студенттер ықтималдылықты болжау, ішкі сөйлеу, семантикалық бағдарлау, эквивалентті ауыстыру, есте сақтау механизмдерін қолданады. Сондықтан біздің университетке арнайы қонақтар, тіл иелері шақырылады, олар дәрістер оқып, кәсіби тақырыптар бойынша әңгімелесулер өткізеді. 2019 жылдың 5 қарашасында Алматы энергетика және байланыс университетінде Ғұмарбек Дәукеев атындағы жылжымайтын мүлік «қонақ дәрісі» жобасы аясында «Қазақстан Республикасындағы ғарыш саласының дамуындағы Байқоңырдың орны» тақырыбында дәріс өткізілді. Дәрісті орыс тілінде «Байқоңыр» кешеніндегі «Бәйтерек» ҒЗК БК АҚ филиалы директоры – Бас директордың орынбасары (2007-2010 жж.), «қазақстандық ғарыштық технологиялар «ғылыми техникалық орталығы» бас директоры (2010-2012 жж.) Александр Эдуардович Таряник жүргізді. Ол Байқоңыр кешені,

Қазақстандағы ғарыш саласының дамуы, ғарыш зымыран кешендерінің мақсаты мен құрамы, ғарыш қызметтерінің әлемдік нарығындағы жағдай, тәжірибе алмасу қажеттілігі, өзінің қоғамдық жұмысы және басқа да көптеген мәселелер туралы айтып берді. Ғарыштық технологиялар кеңінен қолданылады және ел экономикасының түрлі салаларына әсер етеді. Ғарыш жүйелері ауыл шаруашылығы, төтенше жағдайлар, экология, геодезия, табиғатты пайдалану, қорғаныс, ұлттық қауіпсіздік және басқа да салалардағы міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. «Ғарыштық технологиялар ел экономикасының түрлі салаларында кеңінен қолданылады. Ғарыштан алынған барлық ақпарат экономиканың түрлі салаларының тиімділігін арттыру үшін қолданылады. Цифрлық революция технологиялар дамуының жана көкжиектерін ашады, индустриядағы инновациялар жас ұрпаққа қауіп төндіреді, жаңа мүмкіндіктер сіздің алдыңызда ашылады және олардан қорқудың қажеті жоқ, бірақ алға ұмтылу және даму керек» – делінген қонақтың дәрісінде. Кездесу соңында әр студент қонаққа сұрақ қойып, естелік суретке түсуге мүмкіндік алды. Студенттер ғарыштық мақсаттағы зымырандарды ұшыруды қамтамасыз ететін зымырандар мен жүйелердің қалай құрылғаны, ғарыш аппараттарын басқару қалай жүзеге асырылатыны, Байқоңыр кешенінде де, «Қазғарыштың» басқа ұйымдарында да студенттердің алған білімдерін қолдану перспективалары, сондай-ақ мамандығы бойынша жұмысқа орналасу үшін өз түйіндемелерін ұсыну тәртібі туралы белсенді түрде қызығушылық танытты.

Мамандық тілін оқытуда диалогтар маңызды рөл атқарады. Диалогтың негізгі бірлігі-сұрақ-жауап бірлігі: ынталандырушы реплика (сұрақ) және оған реакция (жауап). Диалогтың ерекшелігі – оның эллиптикалық және синтаксистік құралдардың салыстырмалы бүктелуі, яғни аз сөздерден тұратын қарапайым құрылымды сөйлемдерді қолдану. Әдетте бұл қысқа мерзімді жадты шамадан тыс жүктемейтін және тұжырымның мазмұндық жағына назар аударуға мүмкіндік беретін қысқа қарапайым тіркестер. Диалогтармен жұмыс істеу барысында студенттер сөйлеудің ғылыми стиліне тән өрнек формаларын қолдана отырып, белгілі бір типтегі репликаларға жауап беру (жауап беру) қабілеттерін, диалогты бастай білу, стилистикалық барабар сөйлеу құралдарын қолдана отырып, мәселелерді талқылауға кірісу, диалог өрісін кеңейту қабілеттерін, соның ішінде талқылауға қосымша сұрақтар қоюға жаттығады. Біздің университет өз студенттерімізге қызықты мүмкіндіктер ұсынады. Сонымен, NASA астронавты Шэннон Уокердің сапары ұмытылмас әсер қалдырды. Ол АҚШ-тың Алматыдағы Бас консулдығының қолдауымен ғарыш-2019 апталығына қатысу үшін Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінде болды. Доктор Шэннон Уокер – NASA-ның 2004 жылғы 19 ғарышкерлер тобының мүшесі. Ол

2004 жылы Байқоңырдан ұшырылған МКС бортындағы 25/2010 экспедициясына ұшу инженері ретінде қатысты. Доктор Уокер біздің студенттерге астронавт болғанын, ұшуға дайындалып, МКС-да алты ай өмір сүргенін, NASA 2004 жылы қалай таңдалғанын айтты. 2010 жылы ол МКС-да бортинженер ретінде 163 күн өткізді. Уокер ханым физика бойынша гуманитарлық ғылымдар бакалавры, ғылым магистрі және ғарыштық физика саласындағы философия докторы дәрежесіне ие. Уокер – ұшақтар мен ұшқыштар қауымдастығының мүшесі және халықаралық ұшқыштар ұйымының тоқсан тоғызыншы мүшесі. Бос уақытында астронавт тамақ дайындауды, футболды, жүгіруді, күш жаттығулары мен серуендеуді жақсы көретінін студенттер қауымына айтып берді. NASA астронавтымен қарым-қатынас ағылшын тілінде өтті [10].

Қорытынды. Ғылыми-техникалық мәтіндердің аталған көздерін тіл кафедрасының оқытушылары оқу құралдарына арналған түпнұсқалық текстотеканы дайындау мақсатында қолданған, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінде «Ғарыштық техника және технологиялар» және «Ғарыштық техника» мамандықтары үшін ағылшын, қазақ және орыс тілдерін оқыту процесінде тиімді пайдаланылады.

Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінде және Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінде ағылшын, қазақ және орыс тілдерін оқыту процесінде өнімді қолданылатын оқулықтарға арналған түпнұсқа оқулықтар дайындау үшін, тілдер кафедрасының оқытушылары аталған ғылыми-техникалық мәтіндердің дерек

көздерін пайдаланады.

Қорыта келе айтарымыз, өзге ұлт өкілдеріне мемлекеттік тілді оқыту әдістерін анықтау оны міндетті тіл дәрежесіне көтеруді мақсат етеді. Алайда, қазақ тілін өзге ұлт аудиторияларында оқыту әдістері басқаша болатынын ескеру қажет. Мемлекеттік тілді оқытудың негізгі міндеті, біріншіден, студенттің сауаттылығын, ойлау қабілетін дамыту барысында жаттығу жұмыстарымен дәлелденіп отырса, екіншіден, студенттердің еркін сөйлеу дағдыларын қалыптастыру болып табылады. Ендеше үйренушінің тілін дамыту мақсатында өз бетімен жұмыс істеуге, ойын еркін жеткізуге дағдыландыру қажет. Өйткені өзге ұлт өкілдерін қазақша, орысша сөйлей білуге, жаза білуге, өз ойын айта білуге үйрету – басты мақсаттардың бірі [5].

Осылайша, өзге ұлт өкілдеріне қазақ (орыс) тілін үйретудің негізгі тұстарын бөліп көрсетуді:

- сөздік жұмысына және мәтінмен жұмыс істеуге, атап айтқанда, мәтіннен сөздерді және шағын үзінділерді, диалогтарды жаттауға көп көңіл бөлуді;

- тыңдауға мәтінге сүйене отырып үйрету керек;

- үй тапсырмасы өздігінен оқу және дайындық үшін алдын-ала берілуі керек;

- грамматиканы оқыту кезінде визуализация әдісін қолдануды;

- грамматикалық категорияларды оқытқан кезде тыңдаушылардың ана тілімен және/немесе бірінші шет тілімен параллельдерді жүргізуді;

- аудиториядан тыс жұмыстарға, тыңдаушылардың қазақ, орыс мәдениетіне бейімделуіне көп көңіл бөлуді ұсынамыз.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Nostrand, H.L. (1989) «Authentic texts and cultural authenticity: an editorial», The modern language journal, vol. 73, no. 1, pp. 49-52.
2. Жекеева К.О., Қазақ тілі. В1 деңгейі. Оқу құралы. – Алматы: АЭЖБУ, 2020. – 83 б.
3. Нурходжаева Х.А., Сергеева Л.Д. Английский язык. Астрономия. Космическая техника и технологии. Оқу құралы. – Алматы: АУЭС, 2012. – 123 б.
4. Павлова И.П. Как сделать аутентичный текст доступным для студентов // Мәскеу мемлекеттік лингвистикалық университетінің хабаршысы. Білім және педагогикалық ғылымдар. – № 14 (725). – 2015.
5. Смирнова Ю.Г. Русский язык. Изучаем научный текст. Оқу құралы. – Екатеринбург: «Издательские решения», 2016. – 96 б.
6. Қазақстан Республикасы цифрлық даму, қорғаныс және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігінің Аэроғарыш комитеті URL: <https://kazcosmos.gov.kz/kz>
7. Қазақстанның патенттер базасы, URL: <https://kzpatents.com/13-1021-kosmicheskijj-modul-dlya-zahoroneniya-radioaktivnyh-othodov.html>
8. Web of Science базасы, URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/3047730/>
9. «Роскосмос», URL: <https://www.roscosmos.ru/29542/>
10. «NASA», URL: <https://www.nasa.gov/subject/7782/earth-research-findings/>

Специфические особенности обучения языкам для технических специальностей (профессиональный казахский, русский и английские языки)

¹**ЖЕКЕЕВА Кенжетай Омаровна**, к. филол. н., доцент, декан, kenzhe_2000@mail.ru,

¹**НУРГУЖИНА Гулара Мауленовна**, к. п. н., доцент, gularanurg56@mail.ru,

²***ХАМЗИНА Карлыгаш Мауеновна**, к. филол. н., доцент, jako199473@mail.ru,

¹НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», Казахстан, Алматы, ул. А. Байтурсынова, 126/1,

²НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены принципы отбора оригинальных текстов для подготовки аутентичных текстов на английском, русском и казахском языках для специальностей «Космическая техника и технологии» и «Космическая инженерия»: принцип новизны, данные, новости, включающие в себя подбор текстов, содержащих новейшую научно-техническую информацию. Показан принцип научного характера, предполагающий выбор текстов, в которых представлены научно-технические информационные данные из достоверных источников. Проанализированы принципы учета влияния уровня владения иностранным языком, предполагающие выбор родным языком и аутентичными текстами соответствующего объема и уровня лексико-грамматической и логико-композиционной сложности. Рассмотрен метод учета междисциплинарных связей, предполагающий выбор студентами текстов, совместимых с материалом изучаемых дисциплин параллельно с курсом языка. Учен подход к обучению казахскому языку в сочетании с русским и английским языками.

Ключевые слова: аутентичный текст, обучение языку специальности, английский язык, русский язык, казахский язык, космическая техника и технологии, космическая инженерия.

Specific Features of Language Teaching for Technical Specialties (Professional Kazakh, Russian and English Languages)

¹**ZHEKEEVA Kenzhetai**, Cand. of Philol. Sci., Associate Professor, kenzhe_2000@mail.ru,

¹**NURGUZHINA Gulara**, Cand. of Ped. Sci., Associate Professor, gularanurg56@mail.ru,

²***KHAMZINA Karlygash**, Cand. of Philol. Sci., Associate Professor, jako199473@mail.ru,

¹NPISC «Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev», Kazakhstan, Almaty, A. Baitursynova Street, 126/1,

²NPISC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The article considers the principles of selection of original texts for the preparation of authentic texts in English, Russian and Kazakh for the specialties «Space engineering and technology» and «Space engineering»: the principle of novelty, data, news, including the selection of texts containing the latest scientific and technical information. The principle of scientific character is shown, which assumes the choice of texts in which scientific and technical information data from reliable sources are presented. The principles of accounting for the influence of the level of foreign language proficiency are analyzed, which presuppose the choice of the native language and authentic texts of the appropriate volume and level of lexical-grammatical and logical-compositional complexity. The method of accounting for interdisciplinary connections is considered, which assumes the choice of texts by students compatible with the material of the studied disciplines in parallel with the language course. The approach to teaching the Kazakh language in combination with Russian and English is taken into account.

Keywords: authentic text, specialty language teaching, English language, Russian language, Kazakh language, space technologies and technology, space engineering.

REFERENCES

1. Nostrand, H.L. (1989) «Authentic texts and cultural authenticity: an editorial», *The modern language journal*, vol. 73, no. 1, pp. 49-52.
2. Zhekeeva K.O. Qazaq tili. B1 dengeyi. Oqu quraly. [Kazakh language. Level B1] – Almaty: AEzhBU, 2020. – 83 p.
3. Nurhodzhaeva H.A., Sergeeva L.D. Angliyskiy yazyk. Astronomiya. Kosmicheskaja tehnika i tehnologii. [English language. Astronomy. Space technology and technology] Oqu quraly. – Almaty: AUES, 2012. – 123 p.
4. Pavlova I.P. Kak sdelat' autentichnyj tekst dostupnym dlja studentov [How to make authentic text accessible to students]. Maskeu memlekettik lingvistikalıq universitetinin habarshysy. Bilim zhane pedagogikalıq gylymdar. – No. 14 (725). – 2015.
5. Smirnova Ju.G. Russkij jazyk. Izuchaem nauchnyj tekst. [Russian language. We study the scientific text.]. Oqu quraly. – Ekaterinburg: «Izdatel'skie reshenija», 2016. – 96 p.
6. Qazaqstan Respublikasy cıfrlyq damu, Qorganys zhane aeroqarysh onerkasibi ministriginin Aerogarysh komiteti [Aerospace committee of the Ministry of digital development, Defense and aerospace industry of the Republic of Kazakhstan]. URL: <https://kazcosmos.gov.kz/kz>
7. Qazaqstannyn patentter bazasy [Patent database of Kazakhstan]. URL: <https://kzpatents.com/13-1021-kosmicheskijj-modul-dlya-zahoroneniya-radioaktivnyh-othodov.html>
8. Web of Science bazasy [Web of Science database]. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/3047730/>
9. «Roskosmos», URL: <https://www.roscosmos.ru/29542/>
10. «NASA», URL: <https://www.nasa.gov/subject/7782/earth-research-findings/>

Формирование духовных потребностей студенческой молодежи в системе высшего образования

¹КАЗБЕКОВ Нурлан Абдилович, к.филос.н., доцент, Abnur2017@mail.ru,

²HAYATI Beşirli, PhD, профессор, hayati.besirli@hbv.edu.tr,

^{1*}ГОТТИНГ Валентина Владимировна, к.п.н., доцент, gotttingv@mail.ru,

¹КАЗБЕКОВА Надежда Александровна, к.и.н., и.о. доцента, nak2002@mail.ru,

¹СМИРНОВА Галина Михайловна, к.п.н., доцент, smirnova_gm@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Университет Анкары имени Хаджи Байрам Вели, Турция, Анкара, Чанкая, Ючетепе Махаллеси, 85-я улица, 8,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Статья посвящена философскому осмыслению особенностей формирования и развития духовных потребностей студенческой молодежи. Обоснованы выводы о том, что отношение студентов к профессии зависит не только от уровня соответствия представлений о ней, но и от ее социальной значимости. Авторы утверждают также, что отношение студентов к профессии, зависит от динамики оценки их профессиональной зрелости. Система духовных потребностей рассматривается как важнейший компонент жизнедеятельности общества, отражающий избирательное отношение студенческой молодежи к социальным ценностям. Они определяют линию их поведения, направленную на достижение этих ценностей. Авторами обоснована идея о том, что высшее профессиональное образование должно стать не только инструментом профессиональной подготовки будущих специалистов, их социализации и адаптации к жизнедеятельности в рыночном обществе, но и равноправным компонентом формирования духовных потребностей молодежи.

Ключевые слова: потребность, духовность, ценность, молодежь, деятельность, высшее образование, духовная жизнь.

Введение

Потребности являются основными побудителями деятельности человека, источником его активности. Они раскрывают внутренние мотивы индивида, его желание овладеть определёнными структурами внешней среды или же стремлением придать им какие-то конкретные формы и качества. Проявляются они в виде поисковых реакций, притязаний, спроса и характеризуют способности индивида к усвоению и созиданию. Однако системный кризис в современных условиях, резко снизил возможности удовлетворения как материальных, так и духовных потребностей молодежи как социальных субъектов.

Вся человеческая деятельность, порождённая необходимостью удовлетворения потребностей, выступает в качестве процесса изменения субъекта и объекта, процесса и изменения человеческой личности. Поэтому, говоря о потребности и деятельности, следует подчеркнуть, что, с одной сто-

роны, потребность с необходимостью приводит человека к деятельности, но, с другой стороны, именно только в деятельности формируются и проявляются её способности. Потребности, процесс их удовлетворения не только ведут к образованию новых видов деятельности, но и формируют деятельные способности человека [1]. В этом процессе особая роль принадлежит организациям высшего образования, которые выступают как базовая среда по духовно-преобразовательной деятельности молодежи. Ибо потребность возникает в результате взаимодействия человека и среды, поэтому, в контексте целостного духовного развития нашего общества, проблема формирования и развития духовных потребностей студенческой молодежи выдвигается как важнейшая задача. Актуальность темы обусловлена исследованием процесса формирования духовных потребностей студенчества в условиях очередного этапа эволюции нашего общества.

Целью нашего исследования выступает социально-философский анализ процесса формирования духовных потребностей студентов в условиях действующей системы высшего образования.

Методология исследования

При изучении духовных потребностей студенческой молодежи методологические аспекты социальной философии выступают основой для исследования. Анализ темы духовных потребностей человека в контексте духовной жизни общества в современной философии, педагогике и психологии базируется на применении в качестве фундаментальной категории «деятельность», которую мы использовали. Категория «деятельность» лежит в основе понимания сущности человека как субъекта исторического творчества. Кроме того, использованы социокультурный подход и элементы аксиологического подхода. Теоретической основой данной статьи являются исследования авторов в области социальной философии, культурологии, психологии и педагогики.

Философская категория «духовность» сопряженная с понятием «потребность» в совокупности образуют важнейшую базисную характеристику личности и могут определяться как её устремленность к избранным целям, ценностным проявлениям сознания. В сочетании данные дефиниции составляют основу личности, где духовность – вектор её движения, является основой нравственного становления. Фундаментальные идеи о духовном становлении личности высказаны представителями немецкой классической философии: И. Кантом, И.Г. Фихте, Г.В.Ф. Гегелем.

Результаты и обсуждение

Базовыми целями социальной политики Республики Казахстан являются достижение равновесия, стабильности, целостности и динамизма при наличии материальных и духовных ресурсов. Однако социальные изменения последних лет в нашей республике стали источником возникновения противоречий в духовной сфере. Системный кризис в современных экономических условиях резко снизил возможности удовлетворения как материальных, так и духовных потребностей молодежи. В силу особой восприимчивости и высокой социальной мобильности студенческой молодежи возникновение новых духовных запросов и девальвация прежних идеалов затронули данную социальную группу в большей степени, чем иные слои общества. В этой связи обращение к формированию духовных потребностей у студенчества отнюдь не случайно. Потому что духовные потребности являются мощными регуляторами личностного поведения студенческой молодежи, которые, как известно, напрямую зависят от противоречий.

Противоречия являются своеобразным способом существования и развития потребностей, интересов и ценностей. Знание противоречий

позволяет понять причины и смысл социальных, духовных и иных требований современных социальных субъектов. Поэтому политика общества должна быть направлена не только на управление социальным его развитием, но и на формирование духовных потребностей, особенно студенческой молодежи. Уровень освоения духовных ценностей и благ, формирование и удовлетворение духовных потребностей и интересов во многом определяется культурной средой. Следовательно, исходным моментом формирования духовных потребностей является социальная обусловленность положения социальных субъектов в системе среды, необходимость и возможность удовлетворения возникших потребностей. Это дает нам возможность констатировать, что в условиях развития современного общества отечественная система высшего профессионального образования неизбежно вынуждена совершенствоваться с учетом тенденций модернизации [2]. Однако, наряду с этими процессами, во многом связанными с технологическими изменениями, должны также учитываться и социокультурные ориентиры развития студенчества, нравственные запросы, духовные потребности и социальные ожидания. Как известно, каждым обществом порождаются свои духовные потребности, отражающие уровень развития его производства, общественных отношений, культуры, идеологии. Поэтому исследование различных аспектов теории духовных потребностей имеет давнюю традицию в философии.

Процесс духовного становления молодежи, ее потребностей анализировали в своих трудах А. Камю, Ж.П. Сартр, Э. Фром, М. Хайдегер, О. Шпенглер, Тейяр де Шарден и др. [3]. Проблема формирования духовных потребностей молодежи была и остается в сфере интересов современных исследователей, анализирующих разные аспекты данного процесса. Тем не менее, при всем разнообразии направлений научных изысканий духовных потребностей молодежи, проблема потребностей сохраняет свою актуальность в связи с объективными изменениями в системе жизнедеятельности нашего общества в условиях трансформации.

В сфере духовной жизни общества сказывается значительное ослабление роли государственной поддержки необходимого уровня культуры и снижение возможности формирования и удовлетворения духовных потребностей студенческой молодежи. В духовном и культурном развитии человека, как мы уже озвучивали, исключительная роль принадлежит системе высшего образования. Оно является базовым для оценки уровня и типа культурной информации и всеобщим показателем качества духовной культуры любого общества. Оно закладывает фундаментальные основы развития социального человека, раскрывает его способности, наклонности, таланты. Высшее образование наиболее унифицированный и всеобщий показатель уровня творческой культуры

как отдельной личности, так и современного общества в целом. На основе познавательных способностей развёртывается духовно-творческая деятельность человека, раскрывается его созидательная сущность. Поэтому, всеобщая, единая в своих основах система высшего образования – один из важнейших устоев, социальных институтов современного общества. Как мы уже замечаем сейчас, на основе первых впечатлений можно сказать, что в массовой культуре эмоциональное начало довлеет над рациональным, ситуативное знание – над логическим, поведенческие навыки – над интеллектуально осмысленным поведением. Если это так, то современное образование с его рациональной и логической самодисциплиной, ориентацией на знание, обогащение памяти уже оказывается недостаточным, перестаёт быть основной формой культурной преемственности. В самосознании общества, тем более отдельных индивидов эти тенденции осмысливаются недостаточно. У таких индивидов знание приобретает клиповое и стереотипное выражение.

Как нам представляется, решение такой проблемы предполагает изменение самого человеческого менталитета, т.е. не столько смену способов мышления, сколько изменение культуры эмоциональных переживаний и ценностных ориентаций, а тем более способов деятельности, поведения и образа жизни как в индивидуально-личностном, так и в общественном масштабе. Этот процесс в целом также предполагает изменение самосознания общества и активизацию защитных функций культуры и образования по отношению к духовному и физическому здоровью общества к «экологии человека». Образование – это ведь, по сути, придание образа человеческого.

Реформы идут уже несколько лет, но до сих пор ещё нет обстоятельного описания реального противоречивого состояния образовательной системы, мониторинга и коррекции негативных последствий преобразований. Несмотря на обилие новых форм, инициатив, педагогических инноваций, количественные и качественные показатели снижаются слишком в больших масштабах, чтобы остаться незамеченными. В этой связи актуализируется проблема дальнейшего внедрения государственных образовательных стандартов, основное назначение которых состоит в определении чётких контуров образовательного пространства. Сегодня нельзя не видеть, что спрос на высшее образование среди молодёжи в современных условиях выражает ориентацию на потенциальный спрос, а не на реальный. Этим можно объяснить высокий уровень безработицы среди выпускников вузов. По нашему мнению, данный вывод обусловлен тем, что для многих высшая школа взяла на себя функции социальной защиты – от непосредственной угрозы безработицы, от службы в армии и т.д. Например, «Программа «Серпін» выделяет гранты молодым жителям южных регионов страны для обучения и трудоу-

стройства на севере страны. Разница между 2016 и 2020 годами также показывает, что молодые люди сегодня более позитивно оценивают свои шансы на рынке труда» [4]. Об этом свидетельствует также тенденция профессиональной ориентации молодёжи на приобретение престижных специальностей. Однако при этом следует отметить, что образование не всегда является терминальной или целевой смысложизненной ценностью. Поэтому среди молодёжи преобладает отношение к образованию как к инструментальной ценности, то есть общественно значимому способу достижения других важных социальных и индивидуальных целей. Причём инструментальный характер ценности образования вообще и высшего образования в частности придаёт то, что здесь определяющую роль играют не интеллектуально-духовные и социально-профессиональные, а социально-материальные и социально-экономические мотивы и установки, как приобретение профессии, трудоустройство на престижное место работы, высокооплачиваемую должность и успешная карьера. «Студентов университетов больше беспокоит конкуренция на рынке труда и возможности трудоустройства, которые напрямую зависят от качества их образования» [4].

Перестройка обыденного сознания людей за короткое время – дело важное и абсолютно необходимое в качестве предпосылки для эффективного решения перспективных социальных проблем системы высшего образования. Как известно, в деле духовного воспитания, формирования общественного сознания большая роль принадлежит всей системе образования. Высшее образование должно прежде всего ориентироваться на потребности общества. При этом должны учитываться не только национальные, местные особенности, но и тенденции современного научно-технического и общекультурного прогресса. Поэтому, если общее образование предназначено для удовлетворения личных духовных потребностей человека, повышение его общей культуры и в конечном счёте для всестороннего развития личности, то профессиональное образование – для удовлетворения потребностей общественного производства и дипломированных специалистов необходимого уровня и профиля квалификации, то есть для удовлетворения потребностей не непосредственно личности, а общества в целом. По статистике, 22% казахстанцев работает не по специальности, а около 7% вообще не получали профессиональное образование [5]. С одной стороны, это явление можно связать с утратой актуальности образовательных программ к моменту выпуска студента из организации образования, что является острой и насущной проблемой в Казахстане. Другим же фактором может являться неудовлетворенность студентов полученной ими специальностью и нежелание продолжать развитие в этой профессиональной области. Для решения описанных проблем проведенное нами исследование показало

ло, что целевыми установками развития системы высшего профессионального образования должны выступать:

- возвращение ответственности государства в образование;

- обеспечение целостного развития личности студентов и их оптимальной подготовки к новым условиям жизни общества;

- внедрение в содержание образовательного процесса регионального компонента, позволяющего интегрировать духовные и материальные потребности студенчества с учетом специфики региона;

- формирование готовности и способности к социальной, культурной, политической, межэтнической и межконфессиональной коммуникации;

- формирование социальной ответственности личности перед собой, обществом, государством.

К сожалению, эти принципиально новые тенденции пока еще недостаточно нашли свое отражение в содержании деятельности системы высшего профессионального образования региона.

На наш взгляд, система духовных потребностей является важнейшим компонентом жизнедеятельности общества, отражающим избирательное отношение студенческой молодежи к социальным ценностям и определяющим линию его поведения, направленную на достижение этих ценностей. В целом концептуальное решение этой задачи лежит как в методологической плоскости, так и в основе научно-практической разработки проблем совершенствования образовательной деятельности в каждом вузе. Таким образом, высшее профессиональное образование должно стать не только инструментом профессиональной подготовки будущих специалистов, их социализации и адаптации к жизнедеятельности в современном обществе, но и равноправным компонентом формирования духовных потребностей молодежи.

Выводы

Данное исследование подводит нас к следующим предложениям:

1) Возрастающая роль высших профессиональных учебных заведений по развитию личности профессионала, должна включать в себя формирование духовных потребностей;

2) Единство понятий «духовность» и «потребность», содержание которых проявляется в реальной жизни, обеспечивается не абстрактной детерминацией, а возникает в процессе жизнедеятельности студенчества;

3) Ведущая духовная потребность студенческой молодежи состоит в получении высшего профессионального образования, соответствующего интеллектуальным потребностям личности, позволяющего достойно состязаться на рынке профессионального труда и эффективно самореализоваться в избранной сфере деятельности.

В настоящее время значительные изменения приоритетов в социокультурном пространстве страны и ее регионов существенным образом сказываются на расширении ценностного фундамента системы высшего профессионального образования. Динамично и параллельно развивающиеся экономика и духовная жизнь казахстанского общества предъявляют новые повышенные требования к студенчеству, не только как главной производительной силе в ближайшем будущем, но и как особой социально-демографической группе, которая уже определяет и в значительной степени будет влиять в будущем на духовную жизнь общества, его ценности и потребности. В этом смысле происходит повышение роли организаций высшего и послевузовского образования, в рамках обучающих и культурно-просветительских задач, не только в формировании грамотного профессионала, но и в становлении духовной личности с разносторонними потребностями.

Важно доказательно сформировать у студенчества представление о том, что достижение жизненного успеха в значительной степени связано с ростом духовных потребностей. В соответствии с этим целесообразно проведение в организациях высшего и послевузовского образования диагностики духовных потребностей студенческой молодежи с анализом пути их формирования в учебно-воспитательном процессе. В русле происходящих в масштабе нашей республики преобразований отечественная система высшего образования подошла к необходимости восстановления и воспроизводства своих социальных и духовно-нравственных функций.

Данное исследование финансируется Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19678453).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бережной Н.М. Человек и его потребности // LIB.VVSU.RU: Ресурсный информационно-аналитический центр ВГУЭС. – URL: https://www.studmed.ru/view/berezhnoy-nm-chelovek-i-ego-potrebnosti_obf5ed8fd68.html (дата обращения: 25.02.2023).
2. Национальный доклад по развитию системы высшего образования Республики Казахстан. – URL: http://old.unesco.kz/education/he/kazakh/kazakh_ru.htm (дата обращения: 26.02.2023).
3. Ницше Ф., Фрейд З., Фромм Э., Камю А., Сартр Ж.П.М. Сумерки богов. – М.: Политиздат, 1990. – 403 с.
4. Молодежь в Казахстане: оценка ценностей, ожиданий и стремлений 2021. – URL: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kasachstan/18456.pdf> (дата обращения: 27.02.2023).
5. Расчеты Ranking.kz на основе данных Бюро национальной статистики АСПИР РК 2021 – <https://inbusiness.kz/ru/last/mnogielikazahstancy-rabotayut-po-specialnosti-poluchennoj-pri-uchebe> (дата обращения: 27.02.2023).

Жоғары білім беру жүйесінде студент жастардың рухани қажеттіліктерін қалыптастыру¹ҚАЗБЕКОВ Нұрлан Әбділұлы, филос.ф.к., доцент, Abnur2017@mail.ru,²HAYATI Beşirli, PhD, профессор, hayati.besirli@hbv.edu.tr,^{1*}GOTTING Валентина Владимировна, п.ф.к., доцент, gottingv@mail.ru,¹КАЗБЕКОВА Надежда Александровна, тар.ф.к., доцент м.а., nak2002@mail.ru,¹СМИРНОВА Галина Михайловна, п.ф.к., доцент, smirnova_gm@mail.ru,¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,²Хажы Байрам Вели атындағы Анкара университеті, Түркия, Анкара, Чанкая, Ючетепе Махаллесі, 85 көшесі, 8,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақала студент жастардың рухани қажеттіліктерін қалыптастыру және дамыту ерекшеліктерін философиялық тұрғыдан түсінуге арналған. Студенттердің мамандыққа деген көзқарасы мамандық туралы идеялардың сәйкестік деңгейіне ғана емес, сонымен бірге оның әлеуметтік маңыздылығына да байланысты деген тұжырымдар негізделген. Авторлар сонымен қатар студенттердің мамандыққа деген көзқарасы олардың кәсіби жетілуін бағалау динамикасына байланысты деп санайды. Рухани қажеттіліктер жүйесі студент жастардың әлеуметтік құндылықтарға таңдаулы көзқарасын көрсететін қоғам өмірінің маңызды құрамдас бөлігі ретінде қарастырылады. Олар осы құндылықтарға қол жеткізуге бағытталған мінез-құлық бағытын анықтайды. Авторлар жоғары кәсіптік білім болашақ мамандарды кәсіби даярлау, оларды әлеуметтендіру және нарықтық қоғамдағы өмірге бейімдеу құралы ғана емес, сонымен қатар жастардың рухани қажеттіліктерін қалыптастырудың тең компоненті болуы керек деген идеяны негіздеді.

Кілт сөздер: қажеттілік, руханият, құндылық, жастар, қызмет, жоғары білім, рухани өмір.

Formation of Spiritual Needs of Students in the Higher Education System¹KAZBEKOV Nurlan, Cand. of Philos. Sci., Associate Professor, Abnur2017@mail.ru,²HAYATI Beşirli, PhD, Professor, hayati.besirli@hbv.edu.tr,^{1*}GOTTING Valentina, Cand. of Ped. Sci., Associate Professor, gottingv@mail.ru,¹KAZBEKOVA Nadezhda, Cand. of Hist. Sci., Acting Associate Professor, nak2002@mail.ru,¹SMIRNOVA Galina, Cand. of Ped. Sci., Associate Professor, smirnova_gm@mail.ru,¹NPISC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,²Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey, Ankara, Çankaya, Yüce-tepe Mahallesi, 85th Street, 8,

*corresponding author.

Abstract. The article is devoted to the philosophical understanding of the peculiarities of the formation and development of the spiritual needs of students. The conclusions are substantiated that the attitude of students to the profession depends not only on the level of conformity of ideas about the profession, but also on its social significance. The authors also claim that the attitude of students to the profession depends on the dynamics of the assessment of their professional maturity. The system of spiritual needs is considered as the most important component of the life of society, reflecting the selective attitude of students to social values. They determine the line of their behavior aimed at achieving these values. The authors substantiate the idea that higher professional education should become not only a tool for the professional training of future specialists, their socialization and adaptation to life in a market society, but also an equal component of the formation of the spiritual needs of young people.

Keywords: need, spirituality, value, youth, activity, higher education, spiritual life.

REFERENCES

1. Berezhnov N.M. Chelovek i ego potrebnosti // LIB.VVSU.RU: Resursnyiy informatsionno-analiticheskiy tsentr VGUES. – URL: https://www.studmed.ru/view/berezhnov-nm-chelovek-i-ego-potrebnosti_Obf5ed8fd68.html (data obrascheniya: 25.02.2023).
2. Natsionalniy doklad po razvitiyu sistemyi vysshogo obrazovaniya Respubliki Kazahstan. – URL: http://old.unesco.kz/education/he/kazakh/kazakh_ru.htm (data obrascheniya: 26.02.2023).
3. Nitsche F., Freyd 3., Fromm E., Kamyu A., Sartr Zh.P.M. Sumerki bogov. – Moscow: Politizdat, 1990. – 403 p.
4. Molodezh v Kazahstane: otsenka tsennostey, ozhidaniy i stremleniy 2021. – URL: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kasachstan/18456.pdf> (data obrascheniya: 27.02.2023).
5. Raschetiy Ranking.kz na osnove daniyih Byuro natsionalnoy statistiki ASPIR RK 2021 – <https://inbusiness.kz/ru/last/mnogie-li-kazahstancy-rabotayut-po-specialnosti-poluchennoj-pri-uchebe> (data obrascheniya: 27.02.2023).

Исследование факторов и барьеров, негативно влияющих на развитие креативного потенциала личности

АЛЬСИТОВА Асемгуль Бахтыгалиевна, докторант, assemgul_alsitova@bk.ru,
НАО «Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова», Казахстан, Актобе,
пр. А. Молдагуловой, 34.

Аннотация. Понятие негативной креативности и негативных факторов, влияющих на креативность, еще мало изучена, что указывает на ее научную и практическую значимость. Цель исследования заключается в анализе факторов и барьеров, блокирующих или негативно влияющих на проявление креативности педагогов. Теоретическая значимость заключается в том, что был проанализирован феномен негативной креативности и выявлены внешние и внутренние факторы, негативно влияющие на развитие креативности личности. Основными методами являются анализ и обобщение научных трудов по теме исследования, анкетирование, интервью среди педагогов. В результате практического исследования обнаружили барьеры развития креативного потенциала учителей, такие как психоэмоциональное состояние, недостаточное количество учебно-методических и технологических, а также материально-технических ресурсов, а также недостаточный уровень развития креативной среды.

Ключевые слова: креативность, позитивная и негативная креативность, креативный потенциал, барьеры развития креативного потенциала.

Введение

Исследования креативности в сфере образования как психологического феномена (креативное мышление, креативная деятельность, креативные способности и т.д.), а также ее проявление в педагогической науке (креативная педагогика, креативные технологии обучения и др.), несомненно, направлены на позитивные результаты. Креативность в идеале имеет всесторонне положительные характеристики. По общепринятому определению, креативность понимается как процесс создания нового продукта, идеи или решения того или иного вопроса. Также креативность рассматривают через результаты, которые проявляются через высокую положительную мотивацию, повышение производительности, разработку способов экономии затрат, проявление гибкости мышления в нестандартных ситуациях – все это называют позитивной креативностью [1]. Однако не всегда продукты креативной деятельности могут привести к положительным результатам или быть полезным человеку. Неслучайно данный факт подтверждают преимущественно современные исследования 2010-2020-х годов: «Креативность рассматривается преимущественно как позитивное и полезное свойство, однако в последнее время все больше авторов обращаются к изучению негативных аспектов творчества и креативности» [2]. Наряду с исследованиями позитивных сторон

креативности в современном научном сообществе изучаются вопросы негативной ее стороны, возможных последствий и факторах, влияющих на ее проявление.

Данная работа посвящена анализу позитивных и негативных сторон креативности. А также для нас представляет интерес проявление негативных факторов влияющих на развитие креативного потенциала личности.

Цель предлагаемого исследования как раз и заключается в поиске факторов и барьеров, блокирующих или негативно влияющих на проявление креативности педагогов.

В соответствии с поставленной целью исследование было сконцентрировано по следующим направлениям:

- анализ состояния изученности проблемы позитивной и негативной сторон креативности;
- выявление связей и факторов, оказывающих негативное влияние на креативность;
- выявление барьеров, блокирующих креативный потенциал педагогов.

Материалы и методы

Объектом анализа служат научные труды по проблеме исследования, результаты анкетирования и интервью учителей начальных классов общеобразовательных школ Актюбинской области. Соответственно основными методами иссле-

дования являются: анализ и обобщение научных трудов по теме исследования, анкетирование, интервью.

Данный объект исследования направлен на поиск ответов на следующие вопросы исследования:

1. Какие внешние и внутренние факторы негативно влияют на креативность?
2. Какие барьеры влияют на развитие креативного потенциала учителей?

Методы исследования позволили рассмотреть результаты научных трудов в области позитивной и негативной креативности, а также позволили выявить наиболее актуальные проблемы развития и совершенствования креативного потенциала учителей начальных классов в личностном и профессиональном планах.

Обсуждение и результаты

1. В рамках нашего исследования, мы опираемся на классификацию M.Rhodes (1961) 4P, которая является наиболее признанной моделью креативности и включает четыре аспекта: творческая личность (person), творческий процесс (process), творческий продукт (product) и творческая среда (press). Эффективность этой модели подтверждается многими учеными в своих исследованиях (Jordanus, 2015; Aleksandra Gruszka and Min Tang, 2017 и др.) «модель креативности 4P может быть эффективно использована для решения вопросов в контексте проблем развития креативности в образовании, решения проблем в любой отрасли, содействия развитию экономики и т. д.»

Для изучения негативных аспектов креативности модель креативности (M.Rhodes) вновь становится центром внимания уже современных исследователей (Kapoor, H., & Khan, A., 2018): «Such research has implications for developing and sustaining environments that support positive rather than negative creativity [3] «Такие исследования имеют значение для создания и поддержания среды, способствующей позитивному, а не негативному творчеству» (перевод А.А.).

Дискуссии об асоциальной (негативной и злонамеренной / антисоциальной) креативности разворачивались преимущественно в контексте постановки и решения проблемы взаимодействия креативности и морали/нравственности (McLaren R.B., 1993, 2012 и др.), выявления ее психологических компонентов (Keith James, Karla Clark & Russell Cropanzano, 1999) [1].

Современные дискуссии продолжают раскрывать новые стороны негативной креативности.

Новые стороны негативной креативности в научной литературе характеризуются как «темные» (McLaren R.B., F.Suralaga&N.Tresniasari, 2021; A.Furnham, 2015; H.Kapoor & A. Khan, 2016) [1-8] и проявляются при наличии следующих связей:

- 1) Связь между креативностью и нечестностью / ложью [1];
- 2) Связь между креативностью и девиантностью (обход морали и нравственности, макиавел-

лизм, средняя способность самоконтроля, высокая агрессивность и др.) [7,8];

3) Связь между креативностью и личностными расстройствами [5];

4) Связь между креативностью и гендерными различиями в ее выражении [3].

Вышеуказанные связи креативности, приводящие к негативным последствиям, связаны с внутренними факторами, а именно с личностными особенностями (психологическими, физиологическими и т.д.)

Анализ выявил причины проявления новых сторон негативной креативности. Главная причина состоит во влиянии таких внешних факторов на креативность, как:

- 1) организационные структуры, культуры, процессы и бюрократии [8];
- 2) организационный климат и организационная культура [4];
- 3) организованная безответственность [5];
- 4) широкое неприятие открытого признания рисков и неудач.

Согласно исследованиям зарубежных ученых организационный климат, культура организации процесса являются внешними факторами, влияющими на негативную и позитивную креативность (L. van der Laan, J. Yap, 2016, F. Suralaga&N. Tresniasari, 2021) [4,8]. Ученые подтверждают что организационная культура координации командной работы и ориентации на учащегося оказывает значительное влияние на позитивную креативность, а организационный климат с нюансами формальных отношений оказывает значительное влияние на негативную креативность. Экспериментально доказано, что эмоциональная организация педагогической ситуации, отношение педагога к учащимся, к характеристике их деятельности и поведения накладывают отпечаток на процесс и результат творческой деятельности [9].

Проведенный литературный обзор, позволил сделать вывод о том, что понятие креативности имеет позитивную и негативную стороны. В некоторых случаях негативные стороны креативности могут быть непроизвольными или результаты могут проявляться со временем. Для поддержки среды и процессов, влияющих на личность, которые приводят к положительным результатам, важно учитывать перечисленные причины и факторы.

2. Выявление барьеров, негативно влияющих на развитие креативного потенциала личности.

Чтобы узнать уровень креативности учителей начальных классов, а также выяснить факторы и барьеры, влияющие на развитие их креативного потенциала, нами было проведено анкетирование и интервью среди учителей начальных классов.

2.1. Анкетирование проводилось среди учителей начальных классов Актюбинской области: всего участвовало 112 учителей сельской и городской местности, разных возрастных групп, квалификационной категории, с разным стажем работы.

Анкета состояла из трех блоков вопросов: 1) моя личность; 2) мой подход к решению проблем; 3) моя рабочая среда. Креативный потенциал оценивался суммой баллов по трем блокам.

Анализ первых 5 вопросов анкеты, касающихся социально-демографических характеристик респондентов, показал:

1) 51 человек (45,5%) составили учителя городских школ.

2) 17% педагогов, участвовавших в анкетировании, находились в возрасте 20-30 лет, 17% – 31-40 лет, 31,2% – 41-50 лет, 34,8% – 51-60 лет, соответственно количество учителей с большим стажем работы был выше: 20,5% – 21-30 лет, 30,4% – 31 год и больше.

3) По квалификационной категории показатели распределились следующим образом: педагогов – 21,4%, педагогов-модераторов – 22,3%, педагогов-исследователей – 31,3%, педагогов-экспертов – 24,1%, педагогов-мастеров – 0,9%.

На рисунке представлены средние результаты по трем блокам вопросов: 1) Моя личность; 2) Мой подход к решению проблем; 3) Моя рабочая среда, а также суммарное количество баллов, определяющих уровень развития креативного потенциала учителей начальных классов. В целом по результатам анкеты уровень креативного потенциала (КП) учителей начальных классов показал средние баллы (149 баллов).

По результатам обработки анкеты по первому блоку вопросов – Моя личность (см. рисунок) – все респонденты показали средние результаты развития креативного потенциала (53,5 баллов) т.е. креативный потенциал достаточно развит, но не всегда проявляется, так как этому препятствуют некоторые особенности личности самого педагога. По второму блоку ответов – Мой подход к решению проблемы – также у всех респондентов наблюдались средние показатели (47 баллов), подход к решению проблем иногда отличается ригидностью и может приводить к стандартным решениям, которые больше, чем следует, опираются на прошлые решения подобных проблем.

По третьему блоку вопросов – Моя рабочая среда – показатели также были средними (49 баллов), что говорит о некоторых трудностях проявления креативности в рабочей среде.

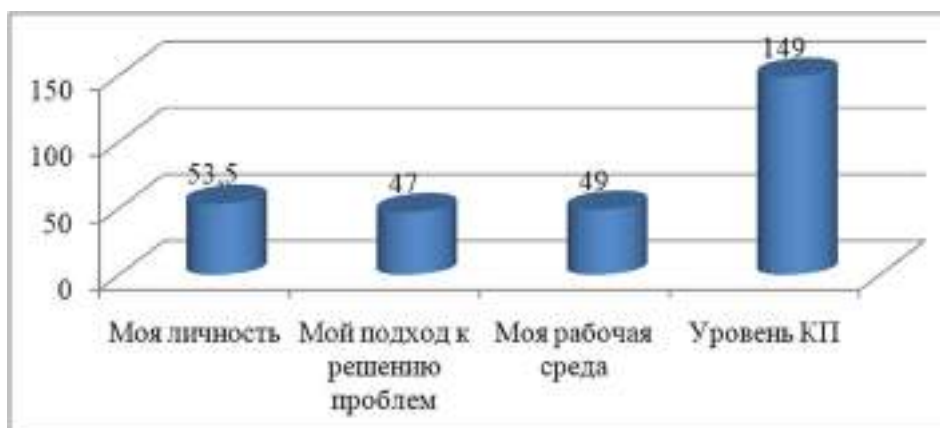
2.2. Так как результаты анкетирования показали средние результаты, а также некоторые трудности в проявлении креативности педагогов, для уточнения негативных факторов и барьеров развития креативного потенциала нами было проведено интервью среди учителей.

Так, на вопрос «Какое эмоциональное состояние вы испытываете при решении новых, незнакомых задач, требующих творческого подхода?» большинство учителей ответили, что испытывают тревогу, беспокойство, волнение, если сроки выполнения задачи сжатые. Один учитель, отвечал, что «вначале переживаю, но затем, опираясь на прошлый опыт, спокойно выполняю задачу». Большое количество ответов на этот вопрос подтверждает, что на развитие креативности влияют такие внешние условия, как обеспечение психологической безопасности, свободы, эмоциональные факторы.

На вопрос «С какими трудностями вы сталкиваетесь при подборе задач на развитие креативных способностей учащихся?» в основном были ответы «недостаточное количество задач творческого характера в книгах», «иногда недоступность ИКТ», «затраты на распечатку раздаточных материалов», «необходимость поиска дополнительных материалов и ресурсов».

Следующий вопрос был связан с характеристикой условий, оказавшись в которых возникает желание созидать/совершенствоваться/творить. Такими условиями учителя назвали «взаимную поддержку, мотивацию со стороны руководства», «благоприятный психологический климат, положительное эмоциональное состояние и настрой», «наличие необходимых материально-технических ресурсов (интерактивных досок, электронных обучающих приложений и др.)», «условия для эффективной коммуникации, обмена опытом».

На вопрос «Какие ресурсы для повышения



квалификации, совершенствования профессионального мастерства, творческого потенциала вам доступны?», учителя отвечали, что регулярно проходят курсы повышения квалификации в следующих организациях: АО НЦПК «Өрлеу», ЦПМ АОО «НИШ», структурных подразделениях ПК ОВПО и др., где они участвуют в методических семинарах, курсах, мастер-классах, посещают лекции приглашенных ученых. Другими словами недостатка в ресурсах повышения квалификации у учителей не наблюдалось.

В результате исследования среди респондентов был выявлен средний показатель развития креативного потенциала и обнаружены следующие барьеры его развития:

- Психоэмоциональное состояние (регуляция эмоционального состояния, напряженность и др.)

- Недостаточное количество учебно-методических и технологических, а также материально-технических ресурсов, направленных на развитие креативности у учащихся.

- Недостаточный уровень развития креативной среды, обеспечивающей благоприятную творческую атмосферу, взаимную коммуникацию, обмен креативными идеями, творческий поиск и т.д.

Заключение

Таким образом, проведенный литературный обзор и экспериментальное исследование, позволили сделать вывод о том, что помимо положительных сторон креативности в современном научном сообществе изучаются вопросы негативной ее стороны, возможных последствиях и факторах, влияющих на ее проявление.

Были выявлены причины и факторы, влияющие на негативную креативность. Они связаны с а) внутренними факторами, а именно с личностными особенностями (психологическими, физиологическими и т.д.) – проявлением нечестности, девиантности, высокой агрессией, низкой моральной и нравственной нормативности и т.д. б) внешними факторами, такими как организационный климат и организационная культура, низкий уровень организационных процессов и бюрократия, эмоциональный климат и т.д.

Выявленные в ходе опроса учителей начальных классов причины и барьеры развития креативного потенциала дали возможность в дальнейшем осмыслить и совершенствовать модель развития креативного потенциала учителей начальных классов в системе высшего и дополнительного образования.

Источники финансирования

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант ИРНАР13068325).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. James K. Positive and negative creativity in groups, institutions, and organizations: A model and theoretical extension / K. James, K. Clark, R. Cropanzano // Creativity Research Journal. – 1999. – Vol. 12 (3). – Pp. 211-226. DOI: 10.1207/s15326934crj1203_6
2. Богачева, Н.В. Компьютерные игры и креативность: позитивные аспекты и негативные тенденции / Н.В. Богачева, А.Е. Войскунский // Современная зарубежная психология. – 2017. – Т. 6. № 4. – С. 29-40.
3. Kapoor, H., & Khan, A. (2018). Creators and Presses: The Person-Situation Interaction in Negative Creativity. The Journal of Creative Behavior. doi:10.1002/jocb.346
4. F. Suralaga, M.S. Dewi, N. Tresniasari. Positive and Negative Creativity: Individual and Environmental Influences on Government and Private Employees / F. Suralaga, M.S. Dewi, N. Tresniasari // TAZKIYA (Journal of Psychology). – 2021. – Vol. 9 (1). – Pp. 40-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/tazkiya.v9i1.19522>
5. A. Furnham (2015). The Bright and Dark Side Correlates of Creativity: Demographic, Ability, Personality Traits and Personality Disorders Associated with Divergent Thinking, Creativity Research Journal, 27:1, 39-46.
6. Meshkova, N. & Enikolopov, S. (2017). Negative Creativity in Education: Features, Threats and Research Perspectives. Psychological Science and Education. 22. 67-76. 10.17759/pse.2017220508.
7. Бочкова, М.Н. Поведенческие особенности негативной и антисоциальной креативности на примере подростков / М.Н. Бочкова, Н.В. Мешкова // Психолого-педагогические исследования. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 93-106. – DOI 10.17759/psyedu.2019110108. – EDN ZDJQFF.
8. L. van der Laan, J. Yap, Foresight & Strategy in the Asia Pacific Region, Management for Professionals, DOI 10.1007/978-981-287-597-6_7
9. Барышева, Т.А. Психология творчества: учебник для вузов / Т.А. Барышева. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – С. 96-99.

Тұлғаның креативті әлеуетін дамытуға негативті әсер ететін факторлар мен кедергілерді зерттеу

АЛЬСИТОВА Асемгуль Бахтыгалиевна, докторант, assemgul_alsitova@bk.ru,

«Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті» КеАҚ, Қазақстан, Ақтөбе, Ә. Молдағұлова даңғылы, 34.

Аңдатпа. Креативтілік кедергілері мен креативтілікке негативті әсер етуші факторлар ұғымы әлі де аз зерттелген, бұл оның ғылыми және практикалық маңыздылығын көрсетеді. Зерттеудің мақсаты – мұғалімдердің креативті әлеуетіне кедергі келтіретін немесе негативті әсер ететін факторлар мен кедергілерді талдау. Теориялық маңыздылығы-негативті креативтілік құбылысы талданды және жеке тұлғаның креативтілігінің дамуына кері әсер ететін сыртқы және ішкі факторлар анықталды. Негізгі әдістер-зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми еңбектерді талдау және жалпылау, сауалнама жүргізу, мұғалімдер арасындағы сұхбат. Практикалық зерттеу нәтижесінде мұғалімдердің креативті әлеуетін дамытудағы кедергілер анықталды: психоэмоционалды жағдай, оқу-әдістемелік және технологиялық, сондай-ақ материалдық-техникалық ресурстардың жеткіліксіздігі, сондай-ақ креативті ортаның даму деңгейінің жеткіліксіздігі.

Кілт сөздер: креативтілік, позитивті және негативті креативтілік, креативті әлеуеті, креативті әлеуетті дамытудағы кедергілер.

The Study of Factors and Barriers That Negatively Affect the Development of the Creative Potential of the Individual

ALSITOVA Assemgul, Doctoral Student, assemgul_alsitova@bk.ru,

NPJSC «K. Zhubanov Aktobe Regional University», Kazakhstan, Aktobe, A. Moldagulova Avenue, 34.

Abstract. The concept of negative creativity and negative factors affecting creativity is still poorly understood, which indicates its scientific and practical significance. The purpose of the study is to analyze the factors and barriers that block or negatively affect the manifestation of creativity of teachers. The theoretical significance lies in the fact that the phenomenon of negative creativity was analyzed and external and internal factors that negatively affect the development of personal creativity were identified. The main methods are the analysis and generalization of scientific papers on the topic of research, questionnaires, and interviews among teachers. As a result of practical research, barriers to the development of the creative potential of teachers were found, such as a psycho-emotional state, an insufficient number of educational, methodological, and technological, as well as material and technical resources, as well as an insufficient level of development of the creative environment.

Keywords: creativity, positive and negative creativity, creative potential, barriers to the development of creative potential.

REFERENCES

1. James K. Positive and negative creativity in groups, institutions, and organizations: A model and theoretical extension / K. James, K. Clark, R. Cropanzano // *Creativity Research Journal*. – 1999. – Vol. 12 (3). – Pp. 211-226. DOI: 10.1207/s15326934crj1203_6
2. Bogacheva, N.V. Komp'yuternye igry i kreativnost': pozitivnye aspekty i negativnye tendencii / N.V. Bogacheva, A.E. Vojskunskij // *Sovremennaya zarubezhnaya psihologiya*. – 2017. – Т. 6. No. 4. – Pp. 29-40.
3. Kapoor, H., & Khan, A. (2018). Creators and Presses: The Person-Situation Interaction in Negative Creativity. *The Journal of Creative Behavior*. doi:10.1002/jocb.346
4. F. Suralaga, M.S. Dewi, N. Tresniasari. Positive and Negative Creativity: Individual and Environmental Influences on Government and Private Employees / F. Suralaga, M.S. Dewi, N. Tresniasari // *TAZKIYA (Journal of Psychology)*. – 2021. – Vol. 9 (1). – Pp. 40-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/tazkiya.v9i1.19522>
5. A. Furnham (2015). The Bright and Dark Side Correlates of Creativity: Demographic, Ability, Personality Traits and Personality Disorders Associated with Divergent Thinking, *Creativity Research Journal*, 27:1, 39-46.
6. Meshkova, N. & Enikolopov, S. (2017). Negative Creativity in Education: Features, Threats and Research Perspectives. *Psychological Science and Education*. 22. 67-76. 10.17759/pse.2017220508.
7. Bochkova, M.N. Povedencheskie osobennosti negativnoy i antisocial'noj kreativnosti na primere podrostkov / M.N. Bochkova, N.V. Meshkova // *Psihologo-pedagogicheskie issledovaniya*. – 2019. – Т. 11. No. 1. – Pp. 93-106. – DOI 10.17759/psyedu.2019110108. – EDN ZDJQFF.
8. L. van der Laan, J. Yap, Foresight & Strategy in the Asia Pacific Region, *Management for Professionals*, DOI 10.1007/978-981-287-597-6_7
9. Barysheva, T.A. *Psihologiya tvorchestva: uchebnik dlya vuzov* / T.A. Barysheva. – Moscow: Publ. YUrajt, 2023. – Pp. 96-99.

Перспективы развития международной составляющей в государственном Грозненском нефтяном техническом университете

¹***ВОРОБЬЕВ Александр Егорович**, д.т.н., профессор, aidarasp@mail.ru,

¹**ГАЙРАБЕКОВ Ибрагим Гиланиевич**, д.т.н., доцент, aidarasp@mail.ru,

¹**МАДАЕВА Марета Зайдиновна**, к.т.н., доцент, aidarasp@mail.ru,

²**ВОРОБЬЕВ Кирилл Александрович**, аспирант, aidarasp@mail.ru,

¹Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Россия, Чечня, Грозный, пр. Х.А. Исаева, 100,

²Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлены перспективные направления развития международной составляющей в Грозненском государственном нефтяном техническом университете. Авторы в основном исследуют существующие современные тенденции интернационализации высшего образования, наблюдаемые в Грозненском государственном нефтяном техническом университете, других вузах Российской Федерации и за рубежом, а также возможные перспективы их развития. Раскрыты особенности существующей классификации международной деятельности вузов. Показан кадровый и интеллектуальный потенциал Грозненского государственного нефтяного технического университета, где образовательный процесс (для 6500 студентов) на 37 кафедрах осуществляют свыше 550 преподавателей (в числе которых – 15 докторов наук, 70 кандидатов наук, 30 профессоров и 75 доцентов). Международная деятельность Грозненского государственного нефтяного технического университета должна осуществляться по следующим основным направлениям: привлечение как иностранных граждан к обучению, так и зарубежных профессоров (визитинг-профессоров), обучение студентов в зарубежных университетах и прохождение преподавательско-профессорского состава зарубежных стажировок, а также проведение совместных международных конференций и симпозиумов.

Ключевые слова: международная деятельность, высшее образование, образовательный процесс, интеллектуальный потенциал, обучение студентов, технические университеты, студенты, зарубежные стажировки.

Введение. Международная деятельность в высшем образовании способствует улучшению взаимопонимания между разными людьми, нациями и культурами; решению проблем предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [3, 4, 8], а также конкурентоспособности и экономического роста отдельных университетов, регионов и стран; более активному развитию и обучению студентов и в целом – содействовать транснациональному обмену национальными культурными и интеллектуальными ценностями. Кроме того, вошедшие в статью результаты исследований должны способствовать разработке эффективной «дорожной карты», служащей для полноценного вывода ГГНТУ на арену рынка международного высшего образования (с учетом принятой его миссии, основных целей и задач,

а также текущих возможностей и будущих перспектив), с раскрытием четкого механизма реализации этих процессов [5].

Методология исследования заключалась в обзоре, абстрагировании, анализе и синтезе данных, выявленных в профильной литературе, а также собранных авторами данных исследований по международной деятельности ГГНТУ и других российских и зарубежных образовательных организаций [2, 6, 7].

Оригинальность / ценность материалов статьи заключается в научной систематизации существующих аспектов университетского международного сотрудничества и в выработке соответствующих ответов высших учебных заведений на имеющиеся и возникающие вызовы.

Базовое определение. В Докладе ЮНЕСКО

(Altbach, Reisberg, and Rumbley, 2009) международная деятельность в высшем образовании определяется как совокупность разнообразия принятых университетами политик и специализированных программ, которые они осуществляют в ответ на имеющиеся процессы глобализации и постоянно возникающие вызовы.

Существующая классификация международной деятельности вузов [10]. В настоящее время выделяют пять категорий международной деятельности университетов: национальные университеты (работающие только в местном, национальном контексте); империалистические университеты (имеющие довольно большой набор иностранных студентов, но с плохими условиями для них); международно-ориентированные университеты (пытающиеся создать международный профиль, но до сих пор ещё не вовлеченные в массовый зарубежный набор студентов и выраженное иностранное партнерство); международные университеты (полноценно работающие на международной арене, посредством выраженного институционального партнерства и массового набора иностранных студентов и сотрудников).

Основная часть. Грозненский государственный нефтяной технический университет, основанный в 1920 г., обладает вполне достаточным кадровым и интеллектуальным потенциалом для своего дальнейшего (в том числе – международного) развития. Так, образовательный процесс (для 6500 студентов) в ГГНТУ на 37 кафедрах осуществляют свыше 550 преподавателей (в числе которых – 15 докторов наук, 70 кандидатов наук, 30 профессоров и 75 доцентов).

С помощью правильно выстроенного и активного международного сотрудничества ГГНТУ способен решать следующие задачи [1]: эффективную профессиональную технико-технологическую подготовку и переподготовку кадров для Чеченской республики и стран-партнеров; привлечение дополнительных источников финансирования своей деятельности; институциональное продвижение университета (через международную аккредитацию образовательных программ, признание дипломов ГГНТУ в партнерских вузах и т.д.); создание должной профессиональной репутации ГГНТУ, путем постоянного участия его ППС в международных конференциях, а также публикациями результатов исследований в международных научных изданиях, с одновременными публикациями зарубежных ученых в научных изданиях университета (следует отметить, что в мире каждая пятая научная статья написана в международном соавторстве); расширение членства в профильных международных научно-образовательных организациях.

Эти и другие позитивные трансформации ГГНТУ не смогут быть эффективно развернуты без принципиального изменения его международной деятельности. При этом дальнейшее развитие международной составляющей в ГГНТУ

должно соответствовать современной мировой парадигме, постоянно осуществляемой в РФ, – обеспечение многополярности, национальной безопасности, денацификации и должной толерантности в области личностных, межнациональных и конфессиональных отношений, создавая объективные конкурентные преимущества и укрепляя свою репутацию и позиции в различных секторах международного рынка образовательных и исследовательских услуг и товаров.

В настоящее время ГГНТУ имеет договоры различной формы сотрудничества с университетами 5 стран (Южной Кореи, Ирака, Турции, Сирии и Казахстана), что явно недостаточно для обеспечения должного прорыва в существующей академической и научной деятельности.

Во-первых, целесообразно заключить дополнительные договоры (по различным формам сотрудничества) с ведущими университетами основных нефтедобывающих стран мира, близкими по основному профилю обучения студентов: Алжира, Венесуэлы, Вьетнама, Индии, Индонезии, Ирана, Ирака, Китая, Кувейта, Ливии, Мексики, Нигерии, Саудовской Аравии, Сирии, Эквадора и др.

Во-вторых, исходя из имеющихся особенностей геополитического положения Чеченской республики (территория Северного Кавказа), необходимо заключить договоры и соглашения с техническими университетами стран СНГ (для обеспечения дальнейшего развития влияния российского образования): Азербайджана, Армении, Белоруссии, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана.

В-третьих, важное значение имеет заключение договоров и соглашений с университетами и научными организациями, занимающими передовые места в области исследований нанотехнологий, «умных» и «зеленых» технологий: Network for computational nanotechnology (NCN) и nanoMFG (University of Illinois), Engineered nanoBIO (Indiana University), NEEDS (Purdue University), Support Center for microsystems education, Birck Nanotechnology Center (Discovery Park), GoodNanoGuide, Sustainable Nanotechnology Organization, Eindhoven University of Technology, University of Adelaide (Australia), Smart Structures Technology Laboratory (University of Illinois), National University of Technology (Islamabad), Delft University of Technology (Netherlands), Hefei University of Technology (China) и др.

Кроме того, значительным представляется увеличение количества международных грантов и других форм осуществления совместных НИР. Это может быть достигнуто, например, через участие ППС ГГНТУ в открытом конкурсе по поддержке российско-китайских научных коллективов, гранты на проведение научных исследований совместно с организациями стран БРИКС, конкурс заявок Исследовательского совета Норвегии, конкурс по поддержке российско-тайваньских научных кол-

лективов, гранты для участия в профессорско-исследовательской схеме ВАДЖРА (совместных перспективных исследованиях с индийскими учеными) и др. Определенный практический интерес представляет возможность участия ППС ГНТУ в объявленных проектах Института экономического развития Всемирного банка по подготовке преподавателей в области проектного анализа, проектах TEMPUS-TACIS в области экономико-экологического образования и эффективного управления качеством в высшем техническом образовании, а также в исследовательских проектах ИК «ИНТАС», в проекте «REAP» (региональное академическое сотрудничество) Министерства международного развития Великобритании, проекте Немецкого общества технического сотрудничества (GTZ) и проекте НАТО по долгосрочной оценке почвообразования (особенно в условиях поствоенного на них воздействия). Получение внешнего финансирования на НИР возможно и путем создания и укрепления устойчивых отношений с Токийским университетом (Япония), в уставе которого предусмотрена такая позиция.

Возможны следующие механизмы, обеспечивающие мобильность студентов ГНТУ [9]: Международный семестр в зарубежном университете-партнере. Такие программы, как правило, рассчитаны на студентов ГНТУ 3-4 курса бакалавриата и 1 курса магистратуры. Этими программами предполагается обучение студентов ГНТУ в течение одного семестра на языке страны или на английском языке, прохождение итоговой аттестации и получение соответствующего сертификата от зарубежного университета.

В рамках данной программы ГНТУ приглашает преподавателей (визитинг-профессоров) из иностранных университетов, которые проводят свои авторские занятия со студентами непосредственно в г. Грозный; Летние школы. Учебная программа большинства летних школ предполагает занятия по направлению подготовки (семинары, студии, лабораторные практикумы и т.п.), языковые курсы и культурную программу (как в ГНТУ, так и за рубежом).

Определенный высокий интерес имеют программы-близнецы [9], когда в обоих университетах (ГНТУ и зарубежном) студенты проходят одни и те же курсы, занимаются по одинаковым учебникам и сдают одинаковые экзамены, при этом преподают им обычно местные педагоги.

Для увеличения набора в ГНТУ иностранных граждан целесообразны следующие мероприятия (таблица 1): увеличение количества англоязычных программ; проведение виртуальных «Дней открытых дверей ГНТУ» для поступающих в бакалавриат, магистратуру и аспирантуру на русскоязычные и англоязычные программы, а также вебинаров «Выбираем ГНТУ!» и вебинаров по продвижению англоязычных магистерских программ; использование института международных послов университета (например, вклю-

читься в сеть университетов-партнеров Посольства Франции в РФ), с помощью которых будет осуществляться распространение корпоративной информации для иностранных абитуриентов Алжира, Венесуэлы, Вьетнама, Индии, Индонезии, Ирана, Ирака, Китая, Кувейта, Ливии, Мексики, Нигерии, Саудовской Аравии, Сирии, Эквадора и др.

- реализация совместных образовательных программ с иностранными организациями: расширение работы с зарубежными рекрутинговыми агентствами; презентации ГНТУ в очном формате на международных выставках.

К основной деятельности по набору иностранных студентов необходимо отнести работу с рекрутинг-агентствами, в том числе – онлайн-овыми, т.к. онлайн-рекрутинг в настоящее время стал весьма важным инструментом (на официальном сайте университета, специализированных образовательных ресурсах и в различных социальных сетях), служащим для привлечения в вузы иностранных студентов.

Необходимо также осуществлять работу по вхождению в различные профильные международные альянсы университетов. Один из них представляет «Глобальный альянс транснационального образования» – международное объединение, включающее правительственные структуры, национальные бизнес-организации и университеты, профессионально занимающиеся вопросами обеспечения должного качества, аккредитации и сертификации различных университетских программ, предлагаемых за пределами своей страны [9]. Определенный интерес представляет и Сеть международного сотрудничества в области науки и техники для стран Восточной Европы и Центральной Азии (IncoNet EESA). В рамках подобных альянсов возможно проведение переговоров с руководством ГНТУ, представление научно-образовательного потенциала университета и проведение открытых лекций для сотрудников и студентов.

В отношении международной аккредитации применяющихся в ГНТУ программ и учебных направлений (96 единиц), то кроме уже имеющейся аккредитации экспертами Независимого агентства аккредитации и рейтинга 5 программ целесообразно пройти аккредитацию, принятую в странах базирования университетов – возможных партнеров: International Network for quality assurance agencies in higher education, European Association for quality assurance in higher education (ENQA), National Academic recognition information centre, National board of accreditation Индии, Института аккредитации, сертификации и обеспечения качества ACQUIN (Германия), Комиссии Объединенных Арабских Эмиратов по академической аккредитации и т.д.

При этом необходимо осознавать, что в настоящее время во-многом изменились требования к компетенции ППС – участников процесса (табли-

ца 1).

Для обобщенной оценки результативности международной деятельности университета могут быть использованы различные количественные индикаторы: общее число иностранных студентов (в среднем по РФ на каждый вуз приходится около 330 иностранных студентов), их доля в общей численности студентов университета, число стран приёма, доход университета от обучения иностранных студентов и т.д. Мы предлагаем определиться с существующими и возможными количественными показателями оценки международной деятельности ГНТУ, следующим образом (таблица 2).

Анализ выявления возможных направлений интернационализации высшего образования позволяет определить следующие их основные области:

- политическая: в виде проявления на международной арене «мягкой силы», воздействующей на иностранных граждан, ставших студентами ГНТУ, через идеологию получаемого высшего профессионального образования;

- экономическая: усиление международных экономических процессов (через приток в национальные вузы иностранных студентов и через выпускников, убивших на работу на родину) и усиление конкурентоспособности национальных

Таблица 1 – Изменение компетенций ППС в процессе международной деятельности университетов [11]

2015	2022
Комплексный подход к проблемам	Комплексный подход к проблемам
Умение работать в команде	Критическое мышление
Управление персоналом	Креативность
Критическое мышление	Управление персоналом
Навыки ведения переговоров	Умение работать в команде
Контроль качества	Эмоциональный интеллект
Сервисная ориентация	Умение оценивать ситуацию и принимать решения
Умение оценивать ситуацию и принимать решения	Сервисная ориентация
Умение активно слушать	Навыки ведения переговоров
Креативность	Когнитивная гибкость

Таблица 2 – Количественные показатели международной деятельности ГНТУ на 2023-2024 гг.

Наименование показателя	Достигнутый показатель	Плановый показатель
Количество международных договоров	4	10
Количество образовательных программ, имеющих международную аккредитацию	5 – аккредитация Независимого агентства аккредитации и рейтинга	10
Процент обучения иностранных студентов	0,5% общей численности	3% общей численности
Число стран приема	1	5
Количество международных научно-образовательных мероприятий (круглых столов, симпозиумов, конференций и др.)	2	12
Международная выставочная деятельность	-	5
Прием международных делегаций	1	4
Количество поданных заявок на международные гранты	-	7 – по числу факультетов и институтов
Количество зарубежных визитинг-профессоров	-	2-3
Количество образовательных программ на иностранном (английском) языке	-	7 – по числу факультетов и институтов
Количество зарубежных публикаций	-	12-15
Количество зарубежных журналов, в редколлегии которых вошли ППС ГНТУ	-	10

экономик;

- демографическая: представляющая глобальный фактор миграции абитуриентов, студентов и выпускников;

- культурная: сближение национальных культур и рост межнациональной толерантности, че-

рез формирование новой социальной среды.

Выводы. Практическая реализация рассмотренных аспектов развития ГНТУ приведет к существенному раскрытию его имеющегося потенциала в сфере международной деятельности и увеличению количества иностранных студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багирова С.Р. Концепция международного сотрудничества вуза // Вестник КазНПУ. 2012.
2. Воробьев А.Е., Ваккер О.В., Забусов В.В., Гулан Е.А. Высшее профессиональное образование в XXI веке / Под ред. член-корр. РАН Опарина В.Н. Норильск: НИИ, 2010. 289 с.
3. Воробьев А.Е., Муса Тахир. Целесообразность международной кооперации усилий для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в странах Африки. «Экология и нефтегазовый комплекс»: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Атырау: Атырауский университет нефти и газа, 2018. С. 124-138.
4. Воробьев А.Е., Плющиков В.Г., Кочофа А.Г. Необходимость международной кооперации усилий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в странах Африки и юго-восточной Азии. М.: РУДН, 2016. 47 с.
5. Воробьев А.Е., Ташкулова Г.К. Высшее профессиональное образование в Кыргызстане: роль национальной и международной составляющих // Материалы XII международной научно-практической конференции «Педагогика и психология: тренды, проблемы, актуальные задачи». 2017. С. 1-15.
6. Воробьев А.Е., Ташкулова Г.К. Особенности и перспективы развития международного сотрудничества Кыргызско-Российского славянского университета // Вестник Донецкого национального технического университета. № 1 (7). 2017. С. 3-10.
7. Воробьев А.Е., Торобеков Б.Т. Модернизация российского высшего инженерного образования в ответ на вызовы современности. М.: КноРус, 2014. 230 с.
8. Воробьев А.Е., Абдурахмонов Г.А. и др. Международное сотрудничество и связь с производственными предприятиями как факторы, определяющие качество подготовки специалистов // Материалы VI Международной конференции «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое образование в XXI веке» (Москва-Кызыл-Кия). – Кызыл-Кия: Изд-во КИПИГ. 2011. – С. 94-95.
9. Модели международного сотрудничества в области образования и их потенциальные возможности. <http://vuzru.ru/modeli-mezhdunarodnogo-sotrudnichestva-v-oblasti-obrazovaniya-i-ih-potentsialnye-vozmozhnosti>.
10. Bayramov Sh.V., Abdrazakova A. Internationalisation of higher education: challenges, strategies, and policies. Central Asian Economic Review. 2016.
11. Wiedmann T., Lenzen M. Environmental and social footprints of international trade. Nature Geoscience N 11 (5), 2018. P. 314.

Грозный мемлекеттік мұнай техникалық университетінде халықаралық компонентті дамыту перспективалары

¹***ВОРОБЬЕВ Александр Егорович**, т.ф.д., профессор, aidarasp@mail.ru,

¹**ГАЙРАБЕКОВ Ибрагим Гиланиевич**, т.ф.д., доцент, aidarasp@mail.ru,

¹**МАДАЕВА Марета Зайдиновна**, т.ф.к., доцент, aidarasp@mail.ru,

²**ВОРОБЬЕВ Кирилл Александрович**, аспирант, aidarasp@mail.ru,

¹Академик М.Д. Миллионщиков атындағы Грозный мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Ресей, Шешенстан, Грозный, Х.А. Исаев даңғылы, 100,

²Патрис Лумумба атындағы Ресей халықтар достығы университеті, Ресей, Мәскеу, Миклухо-Маклай көшесі, 6,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Грозный мемлекеттік мұнай техникалық университетінде халықаралық құрамдас бөлікті дамытудың перспективалық бағыттары ұсынылған. Авторлар негізінен Грозный мемлекеттік мұнай техникалық университетінде, Ресей Федерациясының басқа университеттерінде және шетелде байқалған жоғары білімнің интернационализациясының қазіргі заманғы тенденцияларын, сондай-ақ олардың даму перспективаларын зерттейді. Жоғары оқу орындарының халықаралық қызметін жіктеудің ерекшеліктері ашылды. Грозный мемлекеттік мұнай-техникалық университетінің кадрлық және зияткерлік әлеуеті көрсетілген, онда білім беру процесін (6500 студент үшін) 37 кафедрада 550-ден астам оқытушы жүзеге асырады (оның ішінде – 15 ғылым докторы, 70 ғылым кандидаты, 30 профессор және 75 доцент). Грозный мемлекеттік мұнай-техникалық университетінің халықаралық қызметі мынадай негізгі бағыттар бойынша жүзеге асырылуы тиіс: шетелдік азаматтарды да, сондай-ақ шетелдік профессорларды (визитинг-профессорларды) оқытуға, студенттерді шетелдік университеттерде оқытуға және оқытушы-профессорлар құрамынан шетелдік тағылымдамалардан өтуге, сондай-ақ олардың бірлескен ғылыми жұмысына (оның ішінде-алынған нәтижелерді бірлесіп жариялауға). халықаралық конференциялар мен симпозиумдар өткізу.

Кілт сөздер: халықаралық қызмет, жоғары білім, білім беру процесі, зияткерлік әлеует, студенттерді оқыту, техникалық университеттер, студенттер, шетелдік тағылымдамалар.

Prospects for the Development of the International Component at the Grozny State Petroleum Technical University

¹*VOROBYEV Alexander, Dr. of Tech. Sci., Professor, aidarasp@mail.ru,

¹GAYRABEKOV Ibrahim, Dr. of Tech. Sci., Associate Professor, aidarasp@mail.ru,

¹MADAEVA Mareta, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, aidarasp@mail.ru,

²VOROBYEV Kirill, Graduate Student, aidarasp@mail.ru,

¹Grozny State Petroleum Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov, Russia, Chechnya, Grozny, Kh.A. Isaev Avenue, 100,

²Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Russia, Moscow, Miklukho-Maclay Street, 6,

*corresponding author.

Abstract. Perspective directions of development of the international component at Grozny State Oil Technical University are presented. The authors mainly investigate the current trends in the internationalization of higher education observed at the Grozny State Oil Technical University, other universities of the Russian Federation and abroad, as well as possible prospects for their development. Features of the existing classification of international activities of universities are disclosed. The personnel and intellectual potential of the Grozny State Petroleum Technical University is shown, where the educational process (for 6500 students) at 37 departments is carried out by more than 550 teachers (including 15 doctors of sciences, 70 candidates of sciences, 30 professors and 75 associate professors). The international activities of the Grozny State Petroleum Technical University should be carried out in the following main areas: attracting both foreign citizens to study and foreign professors (visiting professors), teaching students at foreign universities and undergoing teaching and professorship of foreign internships, as well as their joint scientific work (including joint publication of the research results) and holding joint international conferences and symposia.

Keywords: international activity, higher education, educational process, intellectual potential, student training, technical universities, students.

REFERENCES

1. Bagirova S.R. Concept of international cooperation of the university // Bulletin of KazNPU. 2012.
2. Vorobyov A.E., Wacker O.V., Zabusov V.V., Gulan E.A. Higher professional education in the 21st century / Ed. Corresponding Member. RAS Oparina V.N. Norilsk: RESEARCH INSTITUTE, 2010. 289 p.
3. Vorobiev A.E., Musa Tahir. Feasibility of international cooperation of efforts for prevention and elimination of emergency situations in African countries. «Ecology and oil and gas complex»: Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference. – Atyrau: Atyrau University of Oil and Gas, 2018. Pp. 124-138.
4. Vorobyov A.E., Plyushchikov V.G., Kochofa A.G. The need for international cooperation in the prevention and elimination of emergency situations in Africa and Southeast Asia. Moscow: RUDN UNIVERSITY, 2016. 47 p.
5. Vorobyov A.E., Tashkulova G.K. Higher professional education in Kyrgyzstan: the role of national and international components // Materials of the XII international scientific and practical conference «Pedagogy and psychology: trends, problems, urgent problems». 2017. Pp. 1-15.
6. Vorobyov A.E., Tashkulova G.K. Features and prospects for the development of international cooperation of the Kyrgyz-Russian Slavic University // Bulletin of Donetsk National Technical University. No. 1 (7). 2017. Pp. 3-10.
7. Vorobyov A.E., Torobekov B.T. Modernization of Russian higher engineering education in response to the challenges of our time. Moscow: KnoRus, 2014. 230 p.
8. Vorobyov A.E., Shamshiev O.Sh., Abdurakhmonov G.A. Inter-industry cooperation and communication with production enterprises kak factorys, odredeleyuchie kodgotovki spetsialistov // Materials of VI Mechi international conference «Mining, oil, geological and geoecological education in the XXI century» (Moscow-Kyzyl-Kyya). – Kyzyl-Kyya: Publishing House of KIPIG. 2011. – Pp. 94-95.
9. Model of international cooperation in the field of education and their potential development. <http://vuzru.ru/modeli-mezhdunarodnogo-sotrudnichestva-v-oblasti-obrazovaniya-i-ih-potentsialnye-vozmozhnosti>.
10. Bayramova S.V., Abdrazakova A. Internationalization of higher education: challenges, strategies, and policies. Central Asian Economic Review. 2016.
11. Wiedmann T., Lenzen M. Environmental and social footprints of international trade. Nature Geoscience N 11 (5), 2018. P. 314.

Модель проектирования и дизайна образовательных программ

¹**ПОБЕЖУК Наталья Юрьевна**, магистр, комплаенс академ офицер, pobezhuk.natalya@gmail.com,

²***ПОГРЕБИЦКАЯ Марина Владимировна**, к.п.н., директор департамента, mpogrebitskaya@ku.edu.kz,

¹НАО «Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова», Казахстан, Костанай, ул. А. Байтурсынова, 47,

²НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева», Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлена модель проектирования и дизайна программ высшего образования с учетом рекомендаций ESG на примере Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева. Основной целью исследования было определение ряда организационно-методических этапов, обеспечивающих соответствие разрабатываемых образовательных программ требованиям всех стейкхолдеров. Особое внимание уделено этапу формирования модели выпускника университета. Представлены показатели оценки образовательных программ, демонстрирующие результативность внедренной модели.

Ключевые слова: качество высшего образования, внутренняя система обеспечения качества, стандарты, образовательная программа, разработка образовательной программы, компетенция, результаты обучения, стейкхолдеры.

Введение

Современное состояние системы высшего образования Республики Казахстан характеризуется повышенным вниманием к проблемам качества образования со стороны общества, уполномоченного органа и самих вузов. Обеспечение качества высшего образования является требованием Болонского процесса, запросом стейкхолдеров (работодатели, общественность, обучающиеся и др.) и условием конкурентоспособности казахстанских организаций высшего и послевузовского образования.

Как было отмечено авторами [1], категория «качество высшего образования», с одной стороны, является конечным результатом образовательной деятельности. С другой стороны, представляет «комплексный процесс, направленный на достижение запланированных результатов». Обеспечивать качество высшего образования требуемого уровня – это значит выстроить результативную систему из множества составляющих образовательного процесса. В 2017 году впервые в Типовых правилах деятельности организаций образования, реализующих образовательные программы высшего и послевузовского образования, Министерством образования и науки Республики Казахстан были регламентированы требования к созданию внутренней системы обеспечения качества вуза, которая должна быть основана на Международных стандартах и руководствах для

обеспечения качества высшего и послевузовского образования в европейском пространстве высшего образования (ESG). В 2018 году в связи с расширением академической свободы казахстанских вузов вопросы обеспечения качества приобрели новую значимость. В новой редакции Типовых правил деятельности организаций высшего и послевузовского образования с декабря 2020 года требование «о создании» дополнено требованием «об обеспечении соблюдения» системы внутреннего обеспечения качества [2]. С этого момента казахстанские вузы стали нести ответственность за результативность своих внутренних систем обеспечения качества.

К этому периоду Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева (СКУ им. М. Козыбаева) накопил богатый опыт по созданию и развитию внутривузовской системы обеспечения качества. Уже с 2010 года в основу этой системы были положены рекомендации Ассоциации агентств гарантии качества Европейского пространства высшего образования (ENQA), а в дальнейшем Международные стандарты и руководства для обеспечения качества высшего и послевузовского образования в европейском пространстве высшего образования (ESG) [3]. Официально основные принципы и механизмы системы внутреннего обеспечения качества были определены и задекларированы в 2016 году в Политике и Стандартах внутреннего обеспечения качества университета. При этом

университет имплементировал стандарты ESG в культуру качества, закрепил обеспечение качества в ценностях университета и отразил развитие системы в стратегиях и программах развития. И мы согласны с авторами [4], что «современная реальность свидетельствует о том, что система обеспечения качества университетов является результативной только в том случае, если становится неотъемлемой частью вузовской культуры качества».

В данной статье авторы акцентируют внимание на результативности реализации одного из стандартов ESG «Разработка и утверждение программ» на примере SKU им. М. Козыбаева. Университет осуществляет подготовку кадров по образовательным программам бакалавриата, магистратуры и докторантуры. В портфеле бакалавриата 86 образовательных программ по 10 областям образования, из которых 37% составляют программы области «Педагогические науки», 16% – области «Инженерные, обрабатывающие и строительные отрасли» и 12% – области «Естественные науки, математика и статистика».

Методология исследования

В 2019 году в рамках внутренней системы обеспечения качества была разработана, внедрена и получила свое развитие новая модель проектирования и дизайна образовательных программ высшего образования, которая продемонстрировала свою эффективность и устойчивость. Особенностью модели является разработка образовательных программ на основе педагогического дизайна, позволяющего создавать комплексные и эффективные программы, максимально соответствующие потребностям и интересам обучающихся и с фокусом на результат.

Процесс разработки образовательных программ SKU им. М. Козыбаева с 2019 года включает следующие этапы: 1) определение стратегических и концептуальных подходов к разработке образовательных программ (уровень Департамента академической деятельности); 2) определение модели выпускника (уровень Департамента академической деятельности); 3) разработка внутренней нормативной документации, регламентирующей процесс проектирования, разработки, утверждения и внедрения образовательной программы (уровень Департамента академической деятельности); 4) изучение потребностей рынка труда с целью открытия новых образовательных программ (уровень Департамента академической деятельности и Департамента стратегии и развития); 5) создание Академических комитетов (уровень Департамента академической деятельности, кафедр); 6) изучение нормативно-правовых актов, рекомендаций (Стандарты и рекомендации для гарантии качества в Европейском пространстве высшего образования (ESG), Европейский подход к оценке качества совместных программ, внутренней нормативной документации, регла-

ментирующей проектирование и разработку, утверждение образовательных программ (уровень Академических комитетов); 7) изучение опыта разработки образовательных программ передовых зарубежных вузов, вузов Казахстана и вузов-партнеров (уровень Академических комитетов); 8) изучение национальной и отраслевой рамки квалификаций, профессиональных стандартов и предложений работодателей региона (уровень Академических комитетов); 9) определение целей, компетенций и результатов обучения по образовательной программе (Major) на основе модели выпускника университета (уровень Академических комитетов); 10) составление профиля программы (паспорта) (Major) (уровень Академических комитетов); 11) определение структуры программы, распределение кредитов по модулям и дисциплинам программы (Major) (уровень Академических комитетов); 12) определение методов и критериев оценки (внешней экспертизы) основных образовательных программ (Major) (уровень Департамента академической деятельности); 13) разработка дополнительной образовательной программы (Minor) по аналогии с основной образовательной программой (уровень Академических комитетов, кафедр); 14) экспертиза основной образовательной программы (Major) (уровень внешних экспертов из числа представителей работодателей); 15) экспертиза дополнительной образовательной программы (Minor) (уровень внешних экспертов из числа представителей работодателей); 16) пересмотр основной образовательной программы (Major) с учетом результатов экспертизы (уровень Академических комитетов); 17) пересмотр дополнительной образовательной программы (Minor) с учетом результатов экспертизы (уровень Академических комитетов); 18) согласование основной образовательной программы (Major) с работодателями; 19) рассмотрение основной образовательной программы (Major) и дополнительных образовательных программ (Minor) на заседании Ученого Совета, рекомендация к утверждению на заседании Правления; 20) утверждение основной образовательной программы (Major) и дополнительных образовательных программ (Minor) на заседании Правления; 21) внесение основной образовательной программы (Major) в Реестр образовательных программ, включение основной образовательной программы (Major) в Реестр.

На этапе определения стратегических и концептуальных подходов к разработке образовательных программ Департаментом академической деятельности на основании Руководства по использованию Европейской системы переноса и накопления зачетных единиц (ECTS) и современных тенденций развития высшего образования определяются основные подходы к разработке программ. В качестве стратегических подходов к разработке программ определены: ориентированность программы на региональный и респу-

бликанский рынок труда и профессиональные сообщества; конкурентоспособность программы; интернационализация образования; студентоориентированность и студентоцентрированность; прозрачность принятия решений; управление образовательными программами; ориентация на компетенции / результаты обучения; STEM образование; междисциплинарность и мультидисциплинарность; применение инновационных технологий обучения. В качестве концептуальных подходов определены компетентностный и модульный подходы. В основе компетентностного подхода заложены: ориентация программы на результаты обучения; формирование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности; вариативность, нелинейность, индивидуальная направленность образовательной программы. Модульный подход предполагает прозрачность с точки зрения результатов обучения, достаточную гибкость для удовлетворения индивидуальных запросов обучающихся и работодателей, нахождение баланса между результатами обучения и трудозатратами обучающегося, необходимыми для достижения этих результатов, выраженных в кредитах.

Модель выпускника СКУ им М. Козыбаева разработана исходя из анализа ожиданий и ценностей общества, предложений работодателей, ключевых трендов высшего образования, лучших образовательных практик вузов-партнеров. Ожидания и ценности общества на момент разработки модели были определены на основе анализа наиболее востребованных компетенций к 2020 году, обозначенных в Отчете «The Future of Jobs» всемирного экономического форума в Давосе 2016 года [5] и компетенций профессий будущего, обозначенных в «Атласе новых профессий 2020-2030 года», разработанном специалистами московской школы «СКОЛКОВО» и Автономной некоммерческой организации «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» [6].

Топ-10 наиболее востребованных компетенций у крупнейших работодателей к 2020 году согласно отчету «The Future of Jobs» составили: когнитивная гибкость; креативность; критическое мышление; взаимодействие с другими; эмоциональный интеллект; сервисная ориентация, управление людьми; здравомыслие и принятие решений; комплексное решение проблем. В «Атласе новых профессий 2020-2030 года» определены следующие необходимые компетенции: системное мышление; межотраслевая коммуникация; мультиязычность и мультикультурность; управление проектами; клиентоориентированность; бережливое производство; экологическое мышление; программирование / робототехника / искусственный интеллект; работа с людьми; работа в условиях неопределенности; навыки художественного творчества.

В 2020 году была разработана «Атлас новых профессий и компетенций Казахстана», который в

качестве надпрофессиональных компетенций определил: бережливое производство; клиентоориентированность; мультиязычность и мультикультурность; межотраслевую коммуникацию; художественное творчество; программирование / робототехника / искусственный интеллект; системное мышление; управление проектами и процессами; экологическое мышление [7].

Ожидания работодателей региона были определены на основании отчета о результатах анкетирования работодателей [8]. Разработанная модель выпускника СКУ им. М. Козыбаева, учитывающая тренды, ценности общества и запросы работодателей, включает четыре вида компетенций (общекультурные, ключевые, общепрофессиональные и профессиональные).

Под общекультурными компетенциями понимается «социальное ожидание того, что молодой специалист, вступая в социальную жизнь, разделяет ценности ... общества: патриотизм и гражданственность, высокие морально-нравственные характеристики, общая языковая, правовая культура, ценности гуманизма и экологическое сознание» [9]. Общекультурные компетенции включают запросы общества к каждому выпускнику независимо от выбранной области подготовки, направления или образовательной программы. Запросы общества, выраженные в виде общекультурных компетенций, определены уполномоченным органом в государственном общеобязательном стандарте высшего образования в виде требований к дисциплинам обязательного компонента и вузовского компонента или компонента по выбору цикла общеобязательных дисциплин. Общекультурные компетенции являются общими для всех образовательных программ. Например, знание, понимание и применение базовых ценностей национальной и мировой культуры; приверженность этическим ценностям, приверженность здоровому образу жизни, навыки толерантного взаимодействия, владение культурой общения на казахском, русском, иностранном языках, ценностно-смысловая ориентация, личностная и предметная рефлексия, способность к личностному взаимодействию.

Под ключевыми компетенциями понимаются soft skills или так называемые мягкие (гибкие) навыки, универсальные компетенции, которые являются ключевыми в успешной профессиональной деятельности. В качестве ключевых университетом определены следующие компетенции: креативность; критическое мышление; взаимодействие с другими; эмоциональный интеллект; способность работать в команде; навыки приобретения новых знаний; социальная ответственность за свои результаты труда; гибкость и мобильность в профессиональной деятельности. Ключевые компетенции, как и общекультурные, являются основополагающими для выпускников СКУ им. М. Козыбаева и формируются у обучающихся всех образовательных программ.

Общепрофессиональные компетенции являются общими на уровне области образования и направлений подготовки. Общепрофессиональные компетенции позволяют выполнять обобщенные трудовые функции для области (сферы) профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции формируются на основе обобщенных трудовых функций профессиональных стандартов, отражают конкретную направленность (профиль) образовательной программы и позволяют выпускнику выполнять трудовые функции, решать профессиональные задачи.

Совокупность определенных университетом компетенций, являющихся основой модели выпускника, обеспечивает способность выпускника успешно осуществлять профессиональную деятельность, его гибкость и мобильность в профессиональной сфере.

На основании Стандартов и рекомендаций для гарантии качества в Европейском пространстве высшего образования (ESG), нормативно-правовых актов уполномоченного органа СКУ им. М. Козыбаева разработаны и внедрены внутренние нормативные документы, регламентирующие процесс разработки и утверждения программ: Политика и стандарты внутреннего обеспечения качества; Академическая политика; Правила по разработке и оформлению образовательных программ; Требования и методические рекомендации по оформлению и разработке учебно-методической документации.

Анализ потребностей рынка труда Северо-Казахстанской области и Республики Казахстан позволяет университету определять актуальность и востребованность действующих образовательных программ, а также формировать перечень программ, необходимых для разработки, ребрендинга или закрытия. На данном этапе анализа Департаментом академической деятельности определяется необходимость открытия новой образовательной программы, направление и область подготовки, к которой она будет относиться, определяется тип программы (новая или инновационная).

Разработка образовательных программ в СКУ им. М. Козыбаева с 2017 года осуществляется Академическими комитетами. Целью работы Академических комитетов является проектирование программ с учетом требований профессиональных стандартов, отраслевых рамок, рынка труда, современного уровня развития науки и производства. В состав академических комитетов наряду с опытными преподавателями и обучающимися входят практики с производства. Деятельность Академических комитетов регламентируется Положением об Академическом комитете. Комитетами проводится предварительная работа по изучению внешних и внутренних нормативно-правовых актов, рекомендаций; опыта разработки образовательных программ передовых

зарубежных вузов, вузов Казахстана и вузов-партнеров; национальной и отраслевой рамки квалификаций, профессиональных стандартов и предложений работодателей.

Далее Академические комитеты приступают к составлению профиля (паспорта) основной образовательной программы. Паспорт образовательной программы включает описание программы и разделы: код и классификация области образования; код и классификация направления подготовки; наименование программы; цель программы; уровень образования; уровень квалификации в соответствии с Международной стандартной классификацией образования, Национальной рамкой квалификаций, Отраслевой рамкой квалификаций; присуждаемая степень; область профессиональной деятельности (секция согласно Общему классификатору экономической деятельности Республики Казахстан); перечень должностей; виды профессиональной деятельности; объекты профессиональной деятельности; особенности программы; сроки обучения; языки обучения; объем кредитов / академических часов; информация о менеджере программы; информация о профессиональных стандартах и отраслевых рамках, на основе которых разработана программа.

Академическими комитетами в 2019 году был применен единый подход к разработке целей образовательных программ. Так, например, целью программы 6B01601 «История» (область образования 6B01 «Педагогические науки») является формирование высокообразованной личности, способной к профессиональному росту и мобильности, обладающей ключевыми и профессиональными компетенциями в области преподавания истории, а также способной решать профессиональные задачи учителя истории» [10]. Цель образовательной программы 6B07101 Машиностроение (область образования 6B07 «Инженерные, обрабатывающие и строительные отрасли») – формирование высокообразованной личности, способной к профессиональному росту и мобильности, обладающей ключевыми и профессиональными компетенциями инженера, способного принимать эффективные управленческие решения в различных отраслях машиностроения [10].

Важной составляющей процесса разработки программы является определение набора компетенций и результатов обучения. Набор компетенций формируется по четырем видам (общекультурные, ключевые, общепрофессиональные и профессиональные) в соответствии с моделью выпускника. На основании компетенций и Дублинских дескрипторов Академическими комитетами формируются результаты обучения.

Результаты обучения представляют совокупность знаний, умений и опыта их применения на практике, интегрированных в профессиональные и универсальные компетенции, которыми должны обладать выпускники в момент окончания об-

учения по программе. Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе достигаются в результате освоения дидактических единиц – модулей, которые определяют содержание программы.

Дисциплины, профессиональные практики, имеющие единство целей и схожие компетенции, формируются в единые модули на основании ожидаемых результатов обучения. Так, например, Академическим комитетом по направлению «Социальные науки, экономика и бизнес» при разработке программ бакалавриата «Экономика», «Учет и аудит», «Финансы» на основании общепрофессиональных компетенций были сформированы единые общепрофессиональные модули (ПМ 1 – ПМ 3), которые включают базовые дисциплины: «Экономическая теория», «Микроэкономика», «Макроэкономика», «Государственное регулирование экономики / Государство и бизнес», «Статистика / Введение в эконометрику», «Основы бухгалтерского учета / Основы финансового учета», «Экономика предприятия», «Введение в финансы / Финансовые рынки и посредники», «Маркетинг / Управление рынком», «Менеджмент».

В связи с обновлением содержания начального и среднего образования, в соответствии с профессиональным стандартом «Педагог», на основании общепрофессиональных компетенций в программы направления «Образование» в 2019 году были разработаны и внедрены модули, включающие восемь новых элективных дисциплин: «Диагностика и коррекция в педагогической деятельности» / «Педагогическая диагностика», «Исследовательская и проектная деятельность в организации образования» / «Проектная деятельность педагога и обучающихся», «Эффективное обучение» / «Стратегии преподавания и учения», «Технология коучинг в образовании» / «Тьюторство в образовательном процессе».

При разработке образовательной программы Академическим комитетом предусматриваются различные виды деятельности, соответствующие результатам обучения как по дисциплине, так и по модулю, в который входит данная дисциплина: аудиторные формы работы (лекционные, практические занятия, лабораторные занятия), самостоятельная работа, подразделяющаяся на самостоятельную работу обучающегося и самостоятельную работу под руководством преподавателя. С учетом результатов обучения по дисциплинам определяются и формы экзаменов: письменная форма, творческий экзамен, компьютерное тестирование и др.

Результатом работы Академических комитетов является готовый документ в виде образовательной программы, состоящий из следующих элементов: введение; термины, определения, сокращения и обозначения; паспорт программы; матрица (профиль компетенций); характеристика модулей программы; критерии оценки резуль-

татов обучения; типичный учебный план; каталог элективных дисциплин.

По завершении разработки программы Академическим комитетом осуществляются процедура оценки программы экспертами из числа деловых партнеров университета, участвующих в подготовке кадров и являющихся работодателями для выпускников данной программы; пересмотр программы с учетом предложений и замечаний экспертов. Как правило, экспертизу образовательных программ проводят ведущие работники или руководители организаций и предприятий, образование которых соответствует профилю программы.

Экспертное заключение оформляется по единой форме, содержит оценку соответствия образовательной программы профессиональному стандарту, запросам работодателей, уровню развития реальных секторов производства, а также предложения, направленные на совершенствование программы.

Наряду с основной образовательной программой Академическим комитетом разрабатываются дополнительные программы, которые также проходят процедуру экспертизы. Особенностью дополнительных программ является то, что данные программы представляют собой взаимозаменяемый модуль, который может изучаться без учета пререквизитов.

После внесения изменений на основе экспертизы и согласования с работодателями образовательные программы как основные, так и дополнительные, проходят процедуру утверждения. До 2020 года процедура утверждения включала следующие уровни коллегиальных органов: Учебно-методический совет университета (рассмотрение и рекомендация к утверждению), Ученый совет университета (утверждение). В связи с преобразованием университета в некоммерческое акционерное общество в соответствии с Уставом университета процедура утверждения образовательных программ несколько изменилась: Академический совет университета (рассмотрение), Ученый совет университета (рассмотрение и рекомендация к утверждению), Правление (утверждение).

После процедуры утверждения образовательные программы вносятся в Реестр образовательных программ и внедряются в образовательный процесс.

Результаты и выводы

Результативность внедрения в СКУ им. М. Козыбаева собственной модели по разработке образовательных программ подтверждается следующими показателями.

Программы бакалавриата ежегодно занимают высокие позиции в рейтинге Национальной палаты предпринимателей «Атамекен». При этом 40% от итоговой оценки составляет экспертная оценка содержания программы и 15% – уча-

стие стейкхолдеров в проектировании программы. В первую десятку рейтинга вошли: в 2019 году 25 из 40 участвующих программ, в 2020 году 20 из 31, в 2021 году 16 из 31, в 2022 году 27 из 44. По оценке всех программ в целом СКУ им. М. Козыбаева каждый год входит в десять лучших вузов Казахстана.

С 2019 года более 90% программ при включении в Реестр образовательных программ Респу-

блики Казахстан проходят экспертизу с первого раза.

С 2019 по 2022 год в различных агентствах прошли аккредитацию все 58 заявленных образовательных программ бакалавриата, из которых 56 были аккредитованы сроком на пять и более лет.

Описанная модель является устойчивой основой для дальнейшей трансформации процесса разработки образовательных программ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пак Д.Ю., Пономарева М.В., Погребницкая М.В., Алпысбаева Н.А. Качество образования в Болонском измерении // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1. – С. 692-696, С. 693.
2. Типовые правила деятельности организаций образования, реализующих образовательные программы высшего и послевузовского образования и (или) послевузовского образования, утвержденные Приказом Министерства образования и науки Республики Казахстан от 30 октября 2018 года № 595 // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1800017657>
3. Ашимов У.Б., Погребницкая М.В. Внутривузовская система обеспечения качества как основа аккредитации образовательных программ многопрофильного вуза // Академическая мобильность в контексте Болонского процесса: материалы Межд. семинара, 13-15 мая 2010 г. – Талдыкорган: ЖГУ им. И. Жансугурова, 2010. – С. 90-97.
4. Омирбаев С.М., Побезжук Н.Ю. Предпосылки имплементации принципов академической честности в образовательную среду Казахстана // Высшая школа Казахстана. – 2019. – № 2. – С. 7-11.
5. The Future of Jobs. Global Challenge Insight Report. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (дата обращения: 18.08.2023).
6. Атлас новых профессий 2.0 / Под ред. Павла Лукши. 2-е изд., испр. и доп. М.: Олимп-Бизнес Posted, 2016.
7. Атлас новых профессий и компетенций Казахстана // URL: <https://atlas.bts-education.kz/> (дата обращения: 18.08.2023).
8. Погребницкая М.В., Брындина Е.Ю. Интеграционный подход к оценке компетенций выпускников университета // Труды университета. 2021. № 2. С. 15-20.
9. Баринаова О.В. Формирование ключевых компетенций (общекультурные и профессиональные). URL: <https://novainfo.ru/article/1942> (дата обращения: 18.08.2023).
10. Реестр образовательных программ. URL: https://epvo.kz/#/register/education_program (дата обращения: 18.08.2023).

Білім беру бағдарламаларын жобалау және үлгілеу моделі

¹**ПОБЕЖУК Наталья Юрьевна**, магистр, комплаенс академ офицері, pobezhuk.natalya@gmail.com,

²***ПОГРЕБИЦКАЯ Марина Владимировна**, п.ф.к., департамент директоры, mpogrebetskaya@ku.edu.kz,

¹«А. Байтұрсынов атындағы Қостанай Өңірлік университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қостанай, А. Байтұрсынов көшесі, 47,

²«Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, Қазақстан, Петропавл, Пушкин көшесі, 86,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің мысалында ESG ұсынымдарын ескере отырып, жоғары білімнің бағдарламаларын жобалау және үлгілеу моделі келтірілген. Зерттеудің негізгі мақсаты әзірленіп жатқан білім беру бағдарламаларының барлық стейкхолдерлердің талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ететін бірқатар ұйымдастырушылық-әдістемелік кезеңдерді анықтау болды. Университет түлегі моделін қалыптастыру кезеңіне ерекше назар аударылды. Мақалада енгізілген модельдің тиімділігін көрсететін білім беру бағдарламаларын бағалау көрсеткіштері келтірілген.

Кілт сөздер: жоғары білім сапасы, сапаны қамтамасыз етудің ішкі жүйесі, стандарттар, білім беру бағдарламасы, білім беру бағдарламасын әзірлеу, құзыреттілік, оқыту нәтижелері, стейкхолдерлер.

Model of Design and Engineering of Educational Programs

¹**POBEZHUK Natalya**, Master, Compliance Academic Officer, pobezhuk.natalya@gmail.com,

²***POGREBITSKAYA Marina**, Cand. of Ped. Sci., Director of Department, mpogrebetskaya@ku.edu.kz,

¹NPLC «A. Baitursynov Kostanay Regional University», Kazakhstan, Kostanay, A. Baitursynov Street, 47,

²NPLC «Manash Kozybayev North Kazakhstan University», Kazakhstan, Petropavl, Pushkin Street, 86,

*corresponding author.

mentations of ESG on the example of the North Kazakhstan University named after M. Kozybayev. The main purpose of the study was to determine a number of organizational and methodological stages that ensure compliance of the developed educational programs with the requirements of all stakeholders. Special attention is paid to the stage of formation of the university graduate model. The evaluation indicators of educational programs are presented, demonstrating the effectiveness of the implemented model.

Keywords: *quality of higher education, internal quality assurance system, standards, educational program, educational program development, competence, learning outcomes, stakeholders.*

REFERENCES

1. Pak D.YU., Ponomareva M.V., Pogrebickaya M.V., Alpysbaeva N.A. Kachestvo obrazovaniya v Bolonskom izmerenii // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2015. – No. 1. – Pp. 692-696, P. 693.
2. Tipovye pravila deyatel'nosti organizacij obrazovaniya, realizuyushchih obrazovatel'nye programmy vysshego i poslevuzovskogo obrazovaniya i (ili) poslevuzovskogo obrazovaniya, utverzhennyye Prikazom Ministra obrazovaniya i nauki Respubliki Kazahstan ot 30 oktyabrya 2018 goda no. 595 // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1800017657>
3. Ashimov U.B., Pogrebickaya M.V. Vnutrivuzovskaya sistema obespecheniya kachestva kak osnova akkreditatsii obrazovatel'nykh programm mnogoprofil'nogo vuza // Akademicheskaya mobil'nost' v kontekste Bolonskogo processa: materialy Mezhd. seminar, 13-15 maya 2010 g. – Taldykorgan: ZHGU im. I. Zhansugurova, 2010. – Pp. 90-97.
4. Omirbaev S.M., Pobezhuk N.YU. Predposylki implementatsii principov akademicheskoy chestnosti v obrazovatel'nuyu sredu Kazahstana // Vysshaya shkola Kazahstana. – 2019. – No. 2. – Pp. 7-11.
5. The Future of Jobs. Global Challenge Insight Report. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (data obrashcheniya: 18.08.2023).
6. Atlas novykh professij 2.0 / Pod red. Pavla Lukshi. 2-e izd., ispr. i dop. Moscow: Olimp-Biznes Posted, 2016.
7. Atlas novykh professij i kompetencij Kazahstana // URL: <https://atlas.bts-education.kz/> (data obrashcheniya: 18.08.2023).
8. Pogrebickaya M.V., Bryndina E.YU. Integratsionnoj podhod k ocenke kompetencij vypusnikov universiteta // Trudy universiteta. 2021. No. 2. Pp. 15-20.
9. Barinova O.V. Formirovanie klyuchevykh kompetencij (obshchekul'turnye i professional'nye). URL: <https://novainfo.ru/article/1942> (data obrashcheniya: 18.08.2023).
10. Reestr obrazovatel'nykh programm. URL: https://epvo.kz/#/register/education_program (data obrashcheniya: 18.08.2023).

Некоторые аспекты военно-патриотического воспитания

¹ОШАНОВ Нурлан Зетханович, магистр, старший преподаватель, noshanov@mail.ru,

^{1*}НУРЛИГЕНОВА Зауреш Нуркеновна, магистр, старший преподаватель, sauresch_nur@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрена содержательная роль батыров в воспитании национального патриотизма. Верховая езда, поединки, завоевания, любовь к военному делу выработали особый «институт батыров», который решал практически все сложнейшие проблемы, возникавшие в традиционном тюрко-казахском обществе. Военная история играла одну из важных функций в процессе воспитания молодых воинов. Морально-этические нормы, сложившиеся в кочевом обществе дают полное основание считать, что институт великих богатырей служил основным источником вдохновения молодежи и выполнял важную функцию воспитания подрастающего поколения. Именно военно-патриотическое воспитание является одним из главных элементов обеспечения военной безопасности, особенно в условиях тех изменений, которые происходят в современном мире. Во всех вузах, где есть военные кафедры, необходимо ввести предмет «Военная история». Студенты, обучающиеся на военных кафедрах, должны знать теорию и практику создания Вооруженных Сил, теоретические основы военного дела и военного искусства, научиться мыслить по-военному и получить воспитание в духе уважения и дружбы народов. Внешнеполитическая обстановка в мире требует огромной ответственности молодежи за укрепление обороноспособности страны. Изучение военной истории, национальных духовных и нравственных ценностей, накопленных с древнего периода – обязательное условие среди других направлений в военно-патриотическом воспитании студентов высших учебных заведений. Раскрыта огромная роль военной истории казахов, где честь и достоинство были главным фактором выработки гражданской позиции будущего Казахстана.

Ключевые слова: батыры, патриотизм, доблесть, боевой дух, военная тактика, честь, мужество, верность, военная история, вооружение, воспитание.

Введение

В настоящее время отечественная историческая наука находится на новом этапе своего развития, освобождается от тенденциозности, идеологической ограниченности и необъективности в освещении общественных событий и явлений. Знание теоретического и практического наследия конкретных личностей приобретает особое значение. Изучение важных аспектов «военной истории» занимает главное направление в воспитании подрастающего поколения обучающихся в вузах РК. В нашей стране происходит попытка сформировать новую общественную модель, в основу которой будут заложены ценности национально-патриотизма. Сейчас стали появляться новые определения термина патриотизма, которые отражают явления, не зависящие от времени, страны, социально-экономической и политической ситуации. Мы считаем, что в национально-патриотическом воспитании важное место занимает знание истории родного края, для понимания и осмысления роли предков в истории и культуре

прошлого. Правильное обучение и воспитание студентов поможет понять роль привязанности к отчому дому, окружающим, вырабатывает чувство долга, отказ от личного блага которое выражается в готовности самопожертвования для своего народа.

Теория вопроса

Важнейшим фактором, обеспечивающим безопасность и процветание страны, является национально-патриотическое воспитание. В современном мире происходят кардинальные изменения, связанные с внешне-политическими амбициями ведущих государств мира. Также отметим территориальные претензии между странами постсоветского государства: геополитическая война двух братских народов – России и Украины, территориальные претензии между Арменией и Азербайджаном, Грузии и Осетии, Таджикистана с Узбекистаном и Кыргызстаном. Через возрождение национального мировоззрения необходимо сформировать духовные истоки, историческое со-

знание, составляющие сущность истории и культуры. История связана с прошлым, человеческой памятью и социальным сознанием. Возродить историческое сознание можно только через познание прошлого, путем изучения самобытной истории. К огромному сожалению, встречаясь и беседуя с выпускниками и юношами призывного возраста, мы замечаем, что служить в армии никакого желания они не имеют. В Советском Союзе идеологическая работа была поставлена во главу угла. Для молодежи 70-х, 80-х годов XX в. не отслужить в Советской Армии два года считалось унижением. Надо признать, статус военнослужащего Вооруженных Сил РК не является особенно почетным. Многие призывники не имеют необходимых физических параметров для службы в Армии: недовес, состояние здоровья и т.д. Для благополучия будущего стране нужен здоровый, смелый, образованный юноша с чувством гордости и достоинства, знающий военную историю предков. На наш взгляд, в средних школах надо увеличить количество часов, отведенных на начальную военную подготовку, усилить идеологическую работу. Молодые люди призывного возраста не могут сдать элементарные нормативы по физической подготовке: бег на 3 км – 6 км, кросс по времени на 1000 метров, подтягивание на турнике минимум 10 раз. Для поколения советского времени эти нормативы были легко выполнимы. Современная молодежь основное время сжигает на компьютерные интернет-игры, сотовую связь, не оставляет времени на физическую подготовку. Мы считаем что необходимо Службу в рядах Вооруженных Сил РК сделать обязательной и почетной. Во-первых, отслужившие должны получать льготы при поступлении в вузы через беседу-собеседование. Такая форма применялась и в советское время. Во-вторых, иметь первоочередное право при трудоустройстве на госслужбу. В-третьих, отслужившие студенты в вузах, где есть военные кафедры, пройдя летом месяц сборы-учения военной кафедры, должны получить возможность представления им офицера запаса. В-четвертых, сделать 20-процентную скидку при покупке жилья по определенной программе государства. В-пятых, нужно отменить коммерческие 40-дневные сборы выпускников, за счет которых они могут откупиться, заплатив за сборы, и получить военный билет, дающий равное право с отслужившими в действующей армии. Таким образом, изучение военной истории Казахстана, национальных, духовных и нравственных ценностей, накопленных с древнего периода, – обязательное условие среди других направлений в военно-патриотическом воспитании студентов.

Описание материалов и методов анализа

Методологической основой работы являются исследования отечественной историографии, выработанные в ней принципы изучения различных аспектов военной исторической науки, имеющих

прямое отношение к воспитанию национального патриотизма. Рассмотрены некоторые взгляды ученых, исследующих вопросы по военному делу и военно-патриотическому воспитанию молодежи. Используются описательный, сопоставительный и аналитические методы, также применен историко-хронологический метод изучения.

Обсуждение результатов

Введение специального курса «Военная история Казахстана» дает возможность получить слушателям необходимые знания по военной истории своей страны, рассматривать ее как особую науку. В нашей дисциплине раскрываются проблематика военно-исторической науки, основные теоретические понятия военной истории, показана роль военного исторического опыта в развитии военной теории, а также реконструкции исторического процесса, в котором отражены основные пути развития военного искусства. Значение данного курса в процессе вузовского образования очень высоко. Это связано с тем, что военная история на архивных документах исследует историю войн с древнейших времен до современности на территории Казахстана. Рассматривает развитие военной науки и искусства в прошедших битвах и военных конфликтах, дает реальную оценку событиям прошлого. Для решения актуальных вопросов, возникших перед нашим государством, мы должны готовить не только грамотных инженеров, но и знающих военную историю специалистов.

Современное общественное развитие страны остро поставило задачу духовного возрождения культурного наследия нации. Республика Казахстан может стать высокоразвитой страной, только имея профессионально подготовленные Вооруженные Силы.

Внешнеполитическая обстановка в мире требует нашему поколению быть ответственными за укрепление обороноспособности страны. «Патриотизм – это не только любовь народов и народностей к своей Родине, к своему государству, но и все усилия для сохранения мира и спокойствия мирового развития» [1]. В военных училищах, а также в вузах Казахстана где есть военные кафедры, ведущие подготовку молодых офицеров, необходимо должным образом прививать верность боевым традициям народа. В Стратегии «Казахстан-2050» «патриотизм, нормы морали, нравственности, межнациональное согласие и толерантность, физическое и духовное развитие, законопослушание должны прививаться во всех учебных заведениях, независимо от форм собственности», – подчеркнул Первый Президент Казахстана Н.А. Назарбаев. Введение курса «Военная история Казахстана» должна стать ключевым фактором военно-патриотического воспитания студентов в вузах. Авторами был составлен силлабус и введен элективный курс под названием «История военного искусства Казахстана», который был включен в образовательный процесс

КарГТУ в 2010 г., и его изучали студенты, обучающиеся по специальности НВП и ПО, два года. По инициативе старшего преподавателя кафедры «История Казахстана» Ошанова Н.З. на базе симулятора «История военного искусства Казахстана», изучаемого в КарГТУ, данный курс был введен в образовательный процесс КарГУ имени Е.А. Буке-това на историческом факультете в 2013 г. Собранные материалы по военной истории Казахстана послужили основой для написания монографии «Военное дело Казахстана: Опыт и проблемы изучения» (авторы Алланиязов Т.К., Ошанов Н.З.), изданной в 2017 г. В 2018 г. в типографии КарГТУ была издана монография Ошанова Н.З., Алланиязова Т.К. «Қазақтың әскери ісі. Тарих және тағылым». Военная история Казахстана, к сожалению, недостаточно освещена, и считаем, что надо восполнять эти пробелы. Согласно Программе РК «Мәдени Мұра», начинаются исследования истории прошлого Великой Степи, с привлечением архивных документов различных стран, но необходимо рассматривать военную историю Казахстана как новую отдельную науку.

Молодежь, принимая эстафету доблести и героизма прошлых поколений, должна противостоять возможной захватнической агрессии со стороны других государств. «Военная история Казахстана», изучающая причины, характер войн, средства и способы их ведения, подвиги батыров, древности, выступает как историческая и как военная наука.

Формирование военной истории Казахстана как науки, начинается с эпосов – «батырлық дастан», изучения творчества жырау, пронизанных идеями борьбы кочевников против захватчиков. Эпоха Золотой Орды, становление Казахского ханства, казахско-джунгарские войны – основной период расцвета военной истории и военного дела. Заметный след в развитии данной науки, оставил и великий сын казахского народа Чокан Чингизович Валиханов, получивший признание далеко за пределами Азии. Военная история Казахстана – это военный опыт народа, изучающий форму проявления, исхода войн и закономерности, которыми они управляются.

Вторая мировая война открыла новый этап в развитии военно-исторической науки. После войны было создано Военно-историческое Управление СССР. Главным источником в воспитании национального патриотизма можно считать жизнь и военную деятельность великого патриота страны «Полководца Победы» Б. Момышұлы. Во время боевых действий он впервые применил тактику наших предков батыров, «отступая – нападать». После войны Бауржан Момышұлы преподавал в Военной Академии в Москве и читал неординарные лекции по психологии войны. Позже им была издана книга под одноименным названием «Психология войны», которая стала основой воинской стратегии для всех офицеров в военных

отметил: «Источник героизма – национальное воспитание, сохранение и популяризация ценностей национальных обычаев. Не уважать свою нацию, не гордиться ею – это предательство» [2]. Халық Қахарманы Бауыржан Момышұлы также дал определение: «Патриотизм – любовь к родине, государству, осознание того, что благополучие личности напрямую зависит от общественной, государственной безопасности, признание, что ты зависишь от государства, укрепление государства – это укрепление твоей личности. Героизм – это патриотизм, стремление к обеспечению безопасности соотечественников для выполнения гражданского долга, осознанный риск» [2]. Формирование Вооруженных Сил стало главной задачей после приобретения Независимости Казахстана. 22 сентября 1992 года Верховный Совет принял закон «О Вооруженных Силах и Обороне Республики Казахстан». В своем докладе: «Уроки истории и современность» Н.А. Назарбаев сказал: «Независимость – результат борьбы и гибели миллионов наших предков за свободу, имевших место в многовековой истории казахского народа». Мы не можем забыть и сотни тысяч наших соотечественников, которые боролись за победу. Наши воины, офицеры и генералы всегда должны помнить, что нужно уважать государство, имеющее армию, готовую защищать государство в любое время, обеспеченную современной военной техникой и готовой армией. Именно этот фактор работает на поддержание мира, побуждает уважать государство» [3]. Только молодежь с высоким нравственным духом имеет большие перспективы на будущее.

Выводы

Учебный курс «Военная история Казахстана», который, на наш взгляд, должен вестись во всех вузах РК, обязателен для формирования необходимых знаний в области отечественной военной истории. В статье показаны некоторые аспекты военной истории как военно-исторической науки, поэтапно изучающей историю войн с древнейших времен до современности. Патриотизм не является врожденным. «Национальный патриотизм – это чувство родной земли, единства своей нации, культуры, языка, традиций, общенациональный патриотизм – это понимание представителем каждой нации, что они являются частью народа этого государства, любовь и искренняя любовь представителей разных национальностей к своей Родине, общеказахстанский патриотизм – это понимание каждым человеком, проживающим в Казахстане, того, что он является неотъемлемой частью народа республики, чувство любви, искренняя любовь к Республике Казахстан, гражданский долг защищать интересы народа и Родины» [4]. Основным источником патриотизма подрастающего поколения – это боевой путь славных батыров, деятельность жырау и мудрых биев, богатое духовное, нравственное и военное наследие.

Казахстанцы, являясь носителями богатой культуры и истории, должны бережно относиться к наследию, которое стало фундаментом для гармоничного развития нашей родины. «Национальный патриотизм состоит в изучении национального сознания, в доминировании национальной культуры, нация и национальное сознание превы-

ше остальных политических разновидностей» [5]. Следовательно, основная цель воспитания состоит в том, чтобы помочь молодежи сохранить духовное наследие предков в духе уважения и дружбы народов, сформировать высокий нравственный боевой дух и общенациональный патриотизм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иманбаева С.Т. ҚР әлеуметтік даму жағдайында мектеп оқушыларына патриоттық тәрбие берудің ғылыми-педагогикалық негіздері: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Қарағанды. 2007. 41 б.
2. Момыш-ұлы Б. Психология войны. – Алматы: Казахстан, 1996. 258 с.
3. «Қазақстан-2050» стратегиясы – Қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты. Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы // Ақиқат. № 1, 2013, 5-27 б.
4. Изотов М. Проблемы патриотического воспитания народа в процессе формирования общеказахстанской национальной идеи // Общенациональная идея Казахстана: опыт философско-политологического анализа МОН РК. – Алматы, 2006. – С. 280-305.
5. The Historical Journal, 48, 1 (2005), pp. 151-178 f 2005 Cambridge University Press.

Әскери-патриоттық тәрбиенің кейбір аспектілері

¹**ОШАНОВ Нурлан Зетханович**, магистр, аға оқытушы, noshanov@mail.ru,

¹***НУРЛИГЕНОВА Зауреш Нуркеновна**, магистр, аға оқытушы, sauresch_nur@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада көшпенділердің қоғамдық және саяси өміріндегі батырлардың мазмұнды рөлі қарастырылған. Салт атпен жүру, жекпе-жек, жаулап алу, әскери іске деген сүйінспеншілік дәстүрлі түркі-қазақ қоғамында туындаған барлық күрделі мәселелерді шешетін ерекше «батырлар институтын» қалыптастырды. Ежелден сақталған жауынгерлік мұра, ұрпақтан ұрпаққа жалғасын тауып отырғаны жазылады. Әскери тарих жас жауынгерлерді тәрбиелеу процесінде маңызды рөл атқарды. Көшпенді қоғамда қалыптасқан моральдық-этикалық нормалар ұлы батырлар институты жастарды шабыттандырудың негізгі көзі болып, патриоттық тәрбиенің маңызды функциясын атқарды деп санауға толық негіз береді. Әскери-патриоттық тәрбие, әсіресе қазіргі әлемде болып жатқан өзгерістер жағдайында әскери қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды факторларының бірі болып табылады. Әскери кафедралары бар жоғары оқу орындарында «әскери тарих» пәнін енгізу қажет. Әскери кафедраларда оқитын студенттер Қарулы Күштер құрылысындағы теория мен практиканы, әскери іс пен әскери өнердің теориялық негіздерін білуі, әскери іс бойынша ойлауды үйренуі және халықтардың құрметі мен достығы рухында тәрбие алуы тиіс. Әлемдегі сыртқы саяси жағдай елдің қорғаныс қабілетін нығайту үшін зор жауапкершілікті талап етеді. Әскери тарихты, ежелгі кезеңнен жинақталған ұлттық рухани және адамгершілік құндылықтарды зерделеу жоғары оқу орындарының студенттерін әскери-патриоттық тәрбиелеудегі басқа бағыттар арасында міндетті шарт болып табылады. Бұл жұмыста қазақтардың әскери тарихының үлкен рөлі ашылды, онда ар-намыс пен қадір-қасиет өскелең ұрпақтың азаматтық ұстанымын қалыптастырудың басты факторы болды. Айтқанымызды түйіндеп Қазақстан әскери тарихы пәні тәрбие жүйесінде керекті орын тауып, батырлық дәстүрде данқты өткенің білуге мүмкіндік беретініне сенеміз.

Кілт сөздер: батырлар, патриотизм, жауынгерлік өнер, әскери тактика, абырой, ерлік, адалдық, рух, әскери тарих, қару-жарақ, тәрбие.

Some Aspects of Military-patriotic Education

¹**OSHANOV Nurlan**, Master, Senior Lecturer, noshanov@mail.ru,

¹***NURLIGENOVA Zauresh**, Master, Senior Lecturer, sauresch_nur@mail.ru,

¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The substantive role of batyrs in the education of national patriotism is considered. Horse riding, fights, con-

quests, love for military affairs developed a special «institute of batyrs», which solved almost all the most complex problems that arose in traditional Turkic-Kazakh society. Military history played an important role in the process of educating young soldiers. The moral and ethical norms that have developed in nomadic society give full reason to believe that the institution of great heroes served as the main source of inspiration for young people and performed an important function of patriotic education. Military-patriotic education is one of the important factors in ensuring military security, especially in the context of the changes that are taking place in the modern world. In all universities where there are military departments, it is necessary to introduce the subject of «Military History». Students studying at military departments should know the theory and practice in the construction of the Armed Forces, the theoretical foundations of military affairs and military art, learn to think about the military and get educated in the spirit of respect and friendship of peoples. The outward-political situation in the world requires enormous responsibility for strengthening the country's defense capability. The study of military history, national spiritual and moral values accumulated from the ancient period, a prerequisite among other areas in the military-patriotic education of students of Higher Educational Institutions. The huge role of the military history of the Kazakhs is revealed, where honor and dignity were the main factor in the development of the civilian position of the younger generation.

Keywords: batyrs, patriotism, justice, martial art, military tactics, honor, courage, loyalty, military history, armament, education.

REFERENCES

1. Imanbayeva S.T. Nauchno-pedagogicheskiye osnovy patrioticheskogo vospitaniya shkol'nikov v kontekste sotsial'nogo razvitiya Respubliki Kazakhstan: Avtoref. dik. ... sakhar. ped. nauka – Karaganda. 2007. 41 p.
2. Momyish-ulyi B. Psihologiya voyni. – Almaty: Kazahstan, 1996. 258 p.
3. «Qazaqstan-2050» cstrategiiacy – Qalyptacqan memlekettiń jańa caiacı baǵyty. Qazaqstan Respýblikacynyń Prezidenti N.Á. Nazarbaevtyń Qazaqstan halqyna Joldaǵy // Aqıqat. No. 1, 2013, pp. 5-27.
4. Izotov M. Problemyi patrioticheskogo vospitaniya naroda v protsesse formirovaniya obschekazahstanskoy natsionalnoy idei // Obschenatsionalnaya ideya Kazahstana: opyt filosofsko-politologicheskogo analiza MON RK. – Almaty, 2006. – Pp. 280-305
5. The Historical Journal, 48, 1 (2005), pp. 151-178 f 2005 Cambridge University Press.

DDDM Concept: Completeness and Reliability of Potato Market Data in the Republic of Kazakhstan

¹*DULAMBAYEVA Raushan, Dr. of Econ. Sci., Professor, r.dulambayeva@apa.kz,*

¹*JUMABAYEV Serik, Cand. of Phys. and Math. Sci., Professor, serik.jumabayev@apa.kz,*

¹*KUSSAINOVA Larissa, Cand. of Econ. Sci., Professor, l.kussainova@apa.kz,*

^{1*}*YESMAGAMBETOV Daulet, Doctoral Student, d.yessmagambetov@apa.kz,*

²*KHALIKOV Suyun, Cand. of Econ. Sci., Associate Professor, xalikov@mail.ru,*

¹*Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Astana, Abay Avenue, 33a,*

²*Tashkent State Agrarian University, Uzbekistan, Tashkent, Salar Village, University Street, 2,*

**corresponding author.*

Abstract. *In the context of current global challenges, the usual course of development of economic markets, including the food market, is changing. The effectiveness of management depends on the quality of decisions based on the concept of Data Driven Decision Making, which relies on the use of data. In this connection, the issue of reliability and completeness of the data used becomes relevant. The purpose of this work is to analyze the data of official statistics on the potato market in terms of their completeness and reliability for decision making. The methods of statistical and comparative analysis were applied in the course of the study. As a result, inconsistencies were revealed in the data on the volume of harvest and the share of losses, which indicates unreliability or incompleteness of information. Measures to avoid the above mistakes were proposed.*

Keywords: *Data Driven Decision Making, data, statistics, reliability, completeness, potatoes, production, losses, decision making, management.*

Introduction

In the modern business environment, more and more often you can find examples of management decisions based on comprehensive data, that is, the application of the Data Driven Decision Making (DDDM) concept.

Data Driven Decision Making is an approach for building a strategic model and making decisions based on periodically or continuously updated data that reflect the current state of the analyzed object.

Brynjolfsson and others have studied the relationship between DDDM and the productivity of 179 US public companies and have shown that the application of this concept leads to an increase in business efficiency by an average of 5-6%. At the same time, this percentage does not include the increase in efficiency from the use of traditional IT resources [1].

In the DDDM concept, an important role is played by data, their diversity, depth, timeliness of receipt, as well as reliability and completeness of data. In January 2022, the Union of Potato and Vegetable Growers of Kazakhstan questioned the reliability of national statistics on the potato market. The research conducted by this organization indicates the presence of attributions in terms of production volume by 2 times [2]. Considering their direct participation in the formation of the potato market of Kazakhstan,

such conclusions require attention.

A review of foreign literature has shown that in the context of global challenges and the simultaneous growth of transparency, the problems of the relationship between producers and consumers of food are being actualized. In the supply chain of products from the farmer to the consumer, the role of information flows on uninterrupted and sustainable food security of food supplies is increasing [3].

Continuous improvement in the quality of consumption leads to significant changes in the supply chain of agricultural goods [4]. The agricultural sector is changing as a result of the introduction of new management methods in large agricultural enterprises, in farms that introduce advanced IT technologies that contribute to the prompt and reliable transmission of information flow [5].

In foreign literature, food safety management is considered through the prism of improving its quality, monitoring safety standards [6]. There are studies on specific foods, such as dairy products.

Despite the fact that IT technologies for collecting and exchanging information in real time are being actively introduced into the business process system [7], there is still no clear description of the decision-making process or the framework of big data-based applications in the literature.

Therefore, the analysis of foreign literature has shown that there are no models for decision-making in the field of production and consumption based on big data, including data collection, storage, visualization and information exchange.

Research methods

In the course of writing the article, the authors relied on the methods of statistical and comparative analysis.

To analyze the availability of food, the authors limited themselves to one type of product – potatoes, since firstly, it is one of the main types of food, secondly, potatoes account for the greatest loss in the Republic of Kazakhstan compared to other types of agricultural production, and thirdly, when analyzing imports and exports, potatoes have almost the same data.

Official data of the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan were used for the analysis [8].

Results

About 200 thousand hectares of potatoes have been sown annually on the territory of Kazakhstan since 1999. At the same time, despite fluctuations in the area of sowing, potato yields are steadily growing.

Figure 1 illustrates the change in the acreage, gross harvest and yield of potatoes over the past 22 years. The increase in potato yield can be associated with the introduction of technologies that increase production efficiency, every year on average there is an increase in yield by 4.7 hundredweight per hectare.

The potato market can be saturated not only with its own production, but also with imports. In this regard, it is advisable to conduct a structural analysis of

the resource base.

In official statistics, the resource base of the potato market in Kazakhstan consists of 3 sources: stocks at the beginning of the year, domestic production and imports. Figure 2 clearly shows that over the past 5 years, the share of each source in the total market has remained almost unchanged. At the same time, for the analyzed period, the volume of domestic production is on average 22 times higher than the volume of imports.

The structure of potato resource use has also remained stable for 5 years. At the same time, it should be noted a large share of losses, which on average is equal to 20.6% of the total volume of the potato market (the sum of production and import volumes).

Comparing the data from Figures 2 and 3, we can conclude that despite the high proportion of losses, our own potato production fully satisfies the internal demand. Nevertheless, the presence of such losses does not allow to increase exports, which could potentially amount to at least 25% of production instead of the current 6% (the average for 5 years). In addition, an increase in supply on the domestic market will help to stabilize prices.

According to the Norms of natural loss of food products in retail trade, the rate of potato loss does not exceed 0.7% per year [9].

Potato storage losses depend on several factors:

- groups of ripeness of products (early, mid-ripe, mid-late);
- type of warehouse (cold storage or storage);
- storage method (in grids or in bulk);
- storage mode (temperature, humidity).

Until 2019, the Norms of natural loss, shrinkage, shaking, spoilage of agricultural products and products of its processing provided for a rate of natural losses during storage of potatoes not exceeding 7.8%

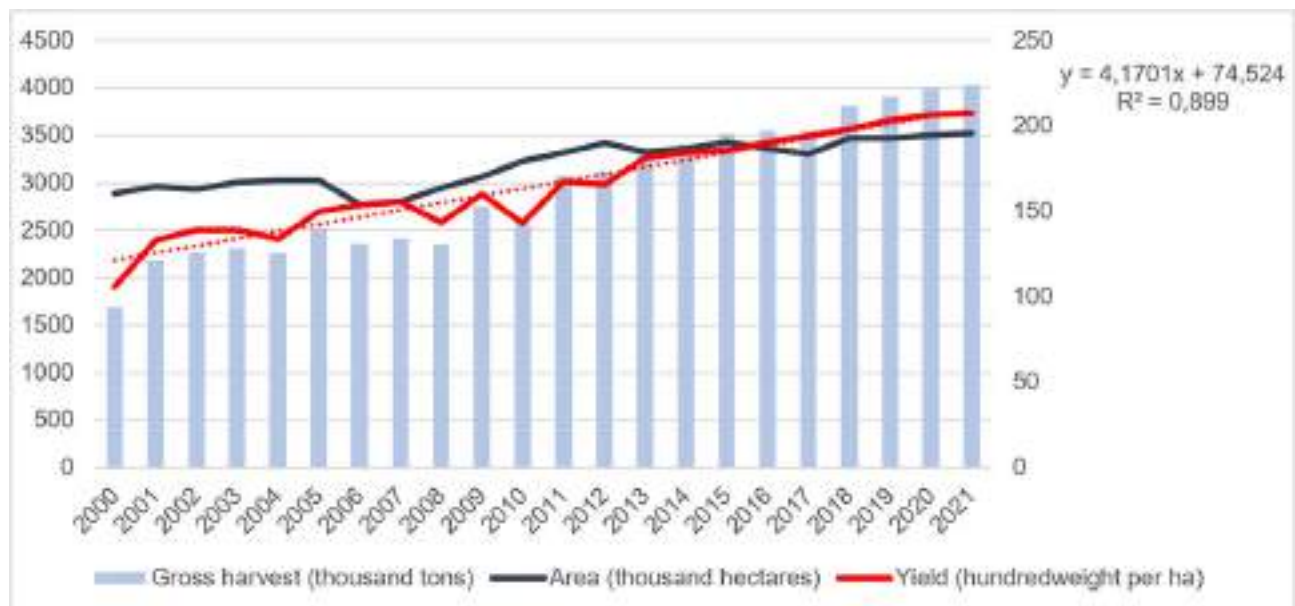


Figure 1 – Comparison of the sown area of the gross harvest and potato yield

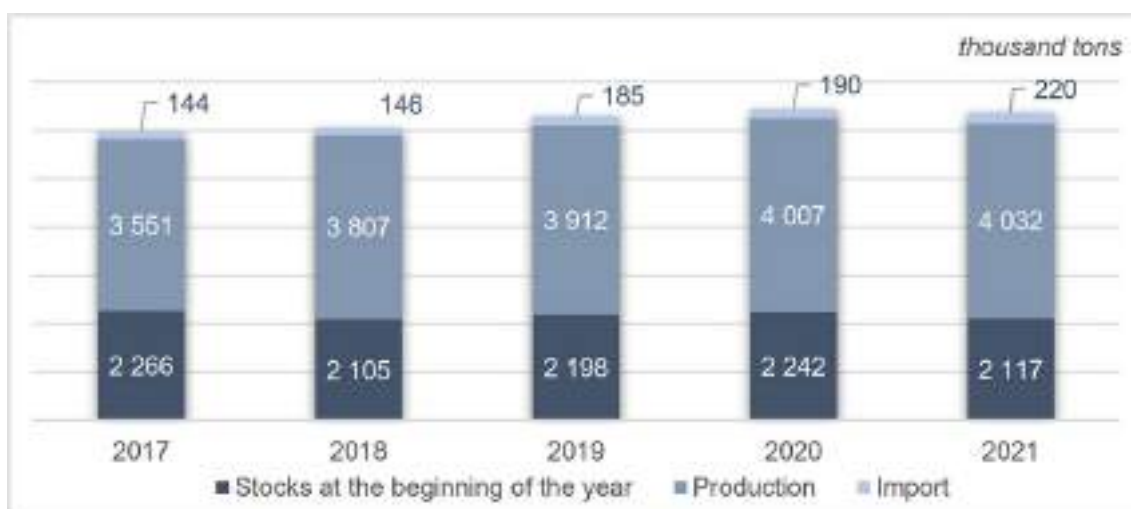


Figure 2 – Structure of the potato market resource base

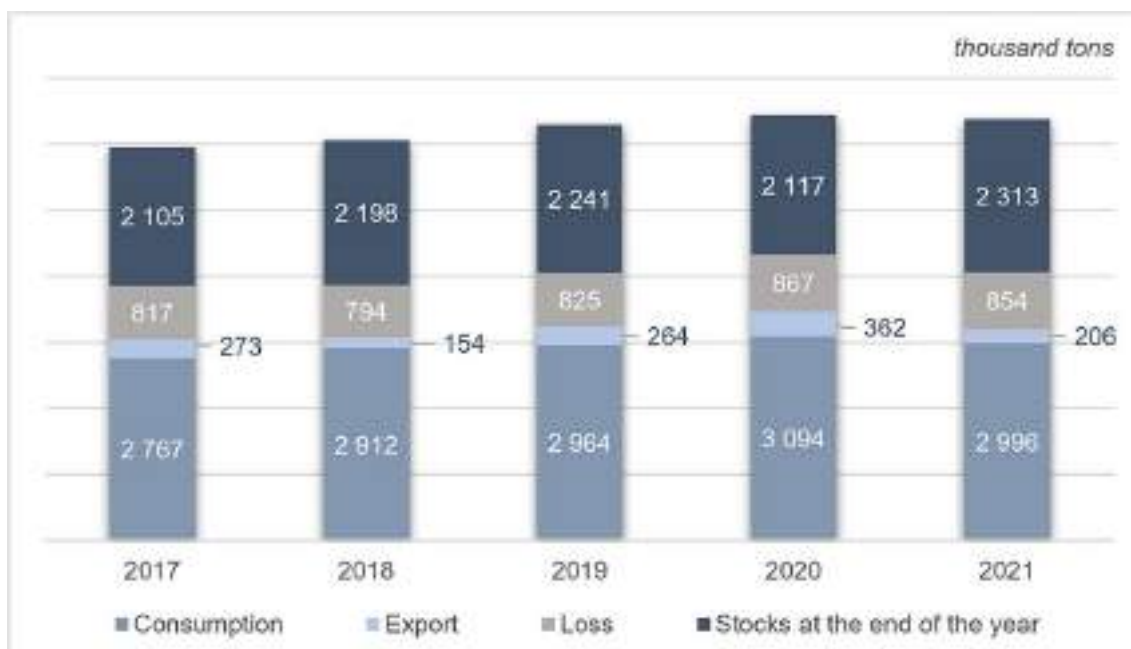


Figure 3 – Structure of potato resource use

for 9 months of storage (in the worst storage conditions). Today, the norms for potatoes have been excluded from the relevant regulatory legal act [10].

Crop losses may also occur during its transportation. However, the legislation of the Republic of Kazakhstan does not contain any acts establishing relevant norms. At the same time, the legislation of the Russian Federation provides for up to 2% of the natural loss of potatoes when transported by road up to 400 km. [11].

Thus, the sum of all possible natural losses (under the worst and longest storage conditions) along the entire supply chain of potatoes does not exceed 10.5%, which is almost 2 times lower than the average annual losses for at least the last 5 years.

Potato cultivation is associated with considerable

difficulties, one of which is the need for constant protection from diseases and pests at all stages. Potatoes can be highly affected by diseases. Almost the entire phytopathogenic potato complex is represented in Kazakhstan.

There is a direct dependence of potato losses on its diseases. Although potato diseases do not pose a direct threat to human health, they affect the shelf life of potatoes, spoil the appearance of tubers, greatly affect losses during harvesting, storage, transportation and consumption. According to the Food and Agriculture Organization, global potato crop losses from diseases annually account for 11.6% of the total gross harvest [12]. Kazakh statistics do not use data on potato losses from diseases.

Conclusion

The concept of DDDM is based on the use of data, on the reliability of which the effectiveness of decisions depends. However, according to the results of the analysis of statistical information on the potato market, the following inconsistencies were revealed:

1) Over 10 years, the volume of production has increased by 29%, despite the fact that the acreage has remained virtually unchanged;

2) The volume of losses for 5 years remains abnormally high and averages 20.6%, which is 2 times more than the norm of natural losses.

If the first discrepancy can be explained by the introduction of technologies (requiring additional resources that are not yet reflected in statistics) that increase production efficiency, then the second causes the need for additional refinement of statistical data for reliability.

Given that general statistics are generated «manually» from a variety of reports of agricultural entities, unintentional or intentional errors in data collection and processing are quite possible. In this regard, for the successful implementation of the DDDM concept, it is necessary to build an effective data collection system that eliminates the human factor as much as possible.

When analyzing losses, it is necessary to take into account the losses associated with potato disease. Introduction of an automated inventory accounting

system for food products in the regions [13], including those located in specialized storages and retail facilities (vegetables, fruits, groceries and meat and dairy products), with access to the system of the Ministry of Agriculture and the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan with a plan to ensure the share of accounting for food products in 2022 – 5%, 2023 – 20%, in 2024 – 50%. This will strengthen the digital monitoring of potato storage points with information about the location, conditions, storage volumes, and degree of contamination of the crop. It is necessary to enter an indicator – an assessment of the degree of infection with the main diseases of the volume of potatoes for storage, sale, production, loss assessment and more.

At the same time, modern technologies should be used: «Internet of things», «machine learning». For example, by means of sensors on scales, it is possible to instantly transfer weight data on the collection, storage and sale of products into a single information platform, and artificial intelligence trained on hundreds of thousands of images can identify a damaged product.

However, when implementing such technologies, the issue of confidentiality and economic feasibility arises before business entities. In this connection, a deeper study of the legal regulation of this process is necessary.

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP14871923).

REFERENCES

1. Brynjolfsson, Erik and Hitt, Lorin M. and Kim, Heekyung Hellen, 2011. Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance? // <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1819486>
2. Buyanov S. Skol'ko kartofelya proizvodit Kazahstan. Onlajn izdanie Eldala // <https://eldala.kz/specproekty/8337-skolko-kartofelya-proizvodit-kazahstan>
3. Allaoui, H., Guo, Y.H., Choudhary, A., Bloemhof, J., 2017. Sustainable agro-food supply chain design using two-stage hybrid multi-objective decision-making approach. *Comput. Oper. Res.* 89, 369-384. // <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.10.01>
4. Kiil, K., Dreyer, H.C., Hvolby, H.H., Chabada, L., 2017. Sustainable food supply chains: the impact of automatic replenishment in grocery stores. *Prod. Plann. Contr.* 29 (2), 106-116 // <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1384077>
5. Miranda-Ackerman, M.A., Azzaro-Pantel, C., 2017. Extending the scope of eco-labelling in the food industry to drive change beyond sustainable agriculture practices. *J. Environ. Manag.* 204, 814-824. // <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.02>
6. Musavi, M., Bozorgi-Amiri, A., 2017. A multi-objective sustainable hub location-scheduling problem for perishable food supply chain. *Comput. Ind. Eng.* 113, 766-778 // <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.07.039>
7. Naik, G., Suresh, D.N., 2018. Challenges of creating sustainable agri-retail supply chains. In: *IIMB Management Review* // <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.04.001>
8. Sel'skoe, lesnoe i rybnoe hozyajstvo v Respublike. Kazahstan Byuro nacional'noj statistiki / Statisticheskij sbornik Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. – 134 p. // <https://stat.gov.kz/api/getFile/?docId=ESTAT469468>
9. Prikaz i.o. Ministra nacional'noj ekonomiki Respubliki Kazahstan ot 25 noyabrya 2015 goda No. 717 «Ob utverzhdenii norm estestvennoj ubyli prodovol'stvennyh tovarov v roznichnoj trgovle» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012484>
10. Prikaz Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 27 noyabrya 2014 goda No. 3-4/617 «Ob utverzhdenii norm estestvennoj ubyli, usushki, utryaski, porchi sel'skohozyajstvennoj produkcii i produktov ee pererabotki» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V14F0010017>
11. Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii No. 3, Ministerstva Transporta Rossijskoj Federacii No. 2 ot 14 yanvarya 2008 goda «Ob utverzhdenii norm estestvennoj ubyli kartofelya, ovoshchej i bahchevyh kul'tur pri perevozkah razlichnymi vidami transporta» // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_74950/8f897f057207150ca595067f3b442e7c6c4228bf/
12. TOP gribnyh i bakterial'nyh boleznej kartofelya. «GlavAgronom», 20.04.2020 // <https://glavagronom.ru/articles/TOP-gribnyh-i-bakterialnyh-boleznej-kartofelya>

13. Ob utverzhenii Plana obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti Respubliki Kazahstan na 2022-2024 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 marta 2022 goda No. 178 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000178>

DDDM тұжырымдамасы: Қазақстан Республикасындағы картоп нарығы деректерінің толықтығы мен дұрыстығы

¹ДУЛАМБАЕВА Раушан Тілегенқызы, э.ф.д., профессор, r.dulambayeva@ara.kz,

¹ЖҰМАБАЕВ Серік Әсетұлы, ф.-м.ф.к, профессор, serik.jumabayev@ara.kz,

¹ҚҰСАЙЫНОВА Лариса Ислямқызы, э.ф.к., профессор, l.kussainova@ara.kz,

¹*ЕСМАҒАМБЕТОВ Дәулет Бекбатырұлы, докторант, d.yessmagambetov@ara.kz,

²ХАЛИКОВ Сүйін Равшанұлы, э.ф.к., доцент, halikov@mail.ru,

¹Қазақстан Республикасы Президенті жанындағы Мемлекеттік басқару академиясы, Қазақстан, Астана, Абай даңғылы, 33а,

²Ташкент мемлекеттік аграрлық университеті, Өзбекстан, Ташкент, Салар ауылы, Университетская көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Ағымдағы жаһандық сын-қатерлер жағдайында экономикалық нарықтардың, оның ішінде азық-түлік нарығының әдеттегі даму барысы өзгеруде. Басқарудың тиімділігі деректерге сүйенетін Data Driven Decision Making тұжырымдамасына негізделіп қабылданатын шешімдердің сапасына байланысты. Осыған байланысты пайдаланылатын деректердің сенімділігі мен толықтығы мәселесі өзекті болып отыр. Бұл жұмыстың мақсаты – картоп нарығы бойынша ресми статистиканың деректерін, олардың толықтығы мен шешім қабылдау үшін сенімділігі тұрғысынан талдау. Зерттеу барысында статистикалық және салыстырмалы талдау әдістері қолданылды. Нәтижесінде статистикада, ақпараттың дұрыстығына немесе толықтығына күмән тудыратын, егін жинау көлемі мен шығын үлесі бөлігінде сәйкессіздіктер анықталды. Оларды жою бойынша шаралар ұсынылды.

Кілт сөздер: деректер негізінде шешім қабылдау, деректер, статистика, сенімділік, толықтылық, картоп, өндіріс, шығындар, басқару.

Концепт DDDM: полнота и достоверность данных рынка картофеля в Республике Казахстан

¹ДУЛАМБАЕВА Раушан Тлегеновна, д.э.н., профессор, r.dulambayeva@ara.kz,

¹ДЖУМАБАЕВ Серик Асетович, к.ф.-м.н., профессор, serik.jumabayev@ara.kz,

¹КУСАИНОВА Лариса Ислямовна, к.э.н., профессор, l.kussainova@ara.kz,

¹*ЕСМАҒАМБЕТОВ Даулет Бекбатырович, докторант, d.yessmagambetov@ara.kz,

²ХАЛИКОВ Суюн Равшанович, к.э.н., доцент, halikov@mail.ru,

¹Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан, Казахстан, Астана, пр. Абая, 33а,

²Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан, Ташкент, посёлок Салар, ул. Университетская, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В условиях текущих глобальных вызовов меняется привычный ход развития экономических рынков, в том числе рынок продовольственных продуктов. Эффективность управления зависит от качества принимаемых решений на основе концепции Data Driven Decision Making, которая опирается на использование данных. В связи с этим, актуальным становится вопрос достоверности и полноты используемых данных. Целью данной работы является анализ данных официальной статистики по рынку картофеля на предмет их полноты и достоверности для принятия решений. В ходе исследования были применены методы статистического и сравнительного анализа. В результате выявлены несоответствия в части объема сбора урожая и доли потерь, указывающие на их недостоверность или неполноту информации, предложены меры по их исключению.

Ключевые слова: принятие решений на основе данных, данные, статистика, достоверность, полнота, картофель, производство, потери, управление.

REFERENCES

1. Brynjolfsson, Erik and Hitt, Lorin M. and Kim, Heekyung Hellen, 2011. Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance? // <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1819486>
2. Buyanov S. Skol'ko kartofelya proizvodit Kazahstan. Onlajn izdanie Eldala // <https://eldala.kz/specproekty/8337-skolko-kartofelya-proizvodit-kazahstan>
3. Allaoui, H., Guo, Y.H., Choudhary, A., Bloemhof, J., 2017. Sustainable agro-food supply chain design using two-stage hybrid multi-objective decision-making approach. *Comput. Oper. Res.* 89, 369-384. // <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.10.01>
4. Kiil, K., Dreyer, H.C., Hvolby, H.H., Chabada, L., 2017. Sustainable food supply chains: the impact of automatic replenishment in grocery stores. *Prod. Plann. Contr.* 29 (2), 106-116 // <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1384077>
5. Miranda-Ackerman, M.A., Azzaro-Pantel, C., 2017. Extending the scope of eco-labelling in the food industry to drive change beyond sustainable agriculture practices. *J. Environ. Manag.* 204, 814-824. // <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.02>
6. Musavi, M., Bozorgi-Amiri, A., 2017. A multi-objective sustainable hub location-scheduling problem for perishable food supply chain. *Comput. Ind. Eng.* 113, 766-778 // <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.07.039>
7. Naik, G., Suresh, D.N., 2018. Challenges of creating sustainable agri-retail supply chains. In: *IIMB Management Review* // <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.04.001>
8. Sel'skoe, lesnoe i rybnoe hozyajstvo v Respublike. Kazahstan Byuro nacional'noj statistiki / Statisticheskij sbornik Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. – 134 p. // <https://stat.gov.kz/api/getFile/?docId=ESTAT469468>
9. Prikaz i.o. Ministra nacional'noj ekonomiki Respubliki Kazahstan ot 25 noyabrya 2015 goda No. 717 «Ob utverzhdenii norm estestvennoj ubyli prodovol'stvennyh tovarov v roznichnoj torgovle» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012484>
10. Prikaz Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 27 noyabrya 2014 goda No. 3-4/617 «Ob utverzhdenii norm estestvennoj ubyli, usushki, utryaski, porchi sel'skohozyajstvennoj produkcii i produktov ee pererabotki» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V14F0010017>
11. Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii No. 3, Ministerstva Transporta Rossijskoj Federacii No. 2 ot 14 yanvarya 2008 goda «Ob utverzhdenii norm estestvennoj ubyli kartofelya, ovoshchej i bahchevyh kul'tur pri perevozkah razlichnymi vidami transporta» // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_74950/8f897f057207150ca595067f3b442e7c6c4228bf/
12. TOP gribnyh i bakterial'nyh boleznej kartofelya. «GlavAgronom», 20.04.2020 // <https://glavagronom.ru/articles/TOP-gribnyh-i-bakterialnyh-boleznej-kartofelya>
13. Ob utverzhdenii Plana obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti Respubliki Kazahstan na 2022-2024 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 31 marta 2022 goda No. 178 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000178>

"Жасыл" экономика Қазақстанның тұрақты дамуын қамтамасыз етудің маңызды құралы ретінде

^{1*}АБДИКАРИМОВА Айман Мейрамкалиевна, магистр, аға оқытушы, aiko_02-80@mail.ru,

¹ЖУМАНБАЕВА Туганай Кабикеновна, магистр, аға оқытушы, tuganaika77@mail.ru,

¹РАУАНДИНА Гулдарай Калкеновна, магистр, аға оқытушы, r-guldarai@mail.ru,

²КОЧЕРБАЕВА Айнура Анатольевна, э.ф.д., профессор, ainura-koch@rambler.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Б.Н. Ельцин атындағы Қырғыз-Ресей Славян университеті, Қырғыз Республикасы, Бішкек, Киев көшесі, 44,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазақстанның экологиялық-экономикалық дамуының негізгі бағыттары, сондай-ақ табиғи ресурстарды тиімді және жауапты пайдалану арқылы тұрақты өсуге қол жеткізуге бағытталған «Жасыл экономика» тұжырымдамасы қарастырылған. «Жасыл» экономикаға көшудің бағыттары негізделген, өйткені Қазақстанның орнықты экономикалық дамуына ықпал ете алатын жаңартылатын энергия көздерін пайдалану үшін айтарлықтай әлеуеті бар. «Жасыл экономика» ұғымы Қазақстан дамуының стратегиялық бағыттарының бірі ретінде қарастырылады. ҚР-ның «жасыл экономикаға» көшу Тұжырымдамасы, оның негізгі мақсаттары мен міндеттері зерттелді. Әлемдік экожүйенің негізгі проблемалары талданды.

Кілт сөздер: «жасыл экономика», экология, ресурстарды басқару, тиімділік, даму, инфрақұрылым, реформа, «жасыл көпір», тұжырымдама, халықтың өмір сүру сапасы, табиғи ресурстар.

Кіріспе

Қазіргі таңда «жасыл» экономика сөзінің мағынасын әртүрлі түсінуге болады. Кейбіреулер бұл елдің сипатын жақсартатын экономиканың жаңа салалары деп санайды. Басқалары бұл өрнекті жаңа технологияларға, табиғатқа көмектесуге және пайда табуға арналған экожүйенің бір түрі ретінде түсінеді. Тағы біреуі бұл дамудың жаңа кезеңіне көшу деп санайды, оның мақсаты экологиялық таза өнімдерді құру болып табылады.

Ұғымдарды анықтауға арналған барлық тәсілдер өрнектің мағынасына өте жақын. «Жасыл» экономика-бұл табиғи ресурстарды тиімді пайдалану есебінен қоғамның әл-ауқатын сақтауға, сондай-ақ түпкілікті пайдалану өнімдерін өндірістік циклге қайтаруды қамтамасыз етуге бағытталған экономика. Ең алдымен, «Жасыл» экономика қазіргі уақытта сарқылуға ұшыраған ресурстарды (пайдалы қазбалар – мұнай, газ) үнемді тұтынуға және таусылмайтын ресурстарды ұтымды пайдалануға бағытталған.

«Жасыл» экономиканың негізі – қайта өңдеу немесе «жасыл» технологиялық процестер. Сарапшылардың тұжырымдауына сәйкес, «жасыл» экономиканың қалыптасуы бұрын осындай

көлемдегі көптеген постиндустриалды елдерге әсер еткен біздің мемлекетіміздің экологиялық құлдырауын болдырмауға мүмкіндік береді.

Қазақстанда жасыл экономикаға көшу қажеттілігі бірінші рет 2012 жылы Елбасы Н.Ә. Назарбаевтың «Қазақстан – 2050» Стратегиясы Жолдауында айтылды. Тұрақталған елдің жаңа қоғамдық-саяси бағыты.

Елбасы өз сөзінде: ... «Барлық дамыған елдер баламалы және экологиялық таза энергетикалық технологияларға инвестицияларды ұлғайтуда. 2050 жылға қарай оларды пайдалану барлық тұтынылатын энергияның 50%-на дейін өндіруге мүмкіндік береді. Мен 2013 жылы «Жасыл көпір» халықаралық ұйымын құруды, сондай-ақ Алматы маңындағы төрт серіктес қаланың базасында Green4 жобасын іске асыруды бастауды ұсынамын. Астанада өтетін ЭКСПО – 2017 көрмесі елдің дамудың «жасыл» жолына көшуіне қуатты серпін беруі тиіс...» [1].

Аталып өтілген «РИО + 20» Саммитінен кейін қазақстандық қауымдастық күштері «жасыл» экономикаға өту стратегиясын жүзеге асыруға негізделген. Елбасы Н.Ә. Назарбаевтың бастамасы бойынша «жасыл» экономикаға өту жөніндегі

тұжырымдама әзірленді.

«Жасыл» экономика Қазақстан Республикасының орнықты даму парадигмасы ретінде.

«Жасыл экономика» тұжырымдамасы қоғамдық резонансқа ие болуда. Мұны сарапшылар, саясаткерлер және үкіметтік емес ұйымдар белсенді талқылауда.

«Жасыл экономика» тұжырымдамасын жақтаушылар қазіргі басым қаржы тұжырымдамасы толық емес деп санайды. Бұл жалпы қоғамның соның ішінде дара бірлестіктерінің өмір сүру жағдайын көтеруде белгілі бір қорытынды бергеніменен, бұл құрылымының жұмыс жасауының теріс салдары әсерлі: бұл экологиялық мәселелер (атмосфералық климаттың өзгеруі, шөлейттену, биоәртүрліліктің жоғалуы), табиғи ресурстардың сарқылуы, жалпы кедейлік, ауыз су, тамақ, энергия, халықпен мемлекеттердің теңсіздігі, сондай-ақ ұлттық айырмашылықтар. Мұның бәрі қазіргі мақсаттарға ғана емес, болашақ ұрпаққа да қауіп төндіреді. Қазіргі экономикалық форма «қоңыр экономика» деп аталады.

Адамзаттың өмір сүруі мен дамуы үшін «жасыл экономикаға», яғни тауарлар мен көрсетілетін қызметтерді өндірумен, бөлуден және тұтынумен байланысты экономикалық қызмет жүйесіне көшу қажет, бұл болашақ ұрпақты елеулі экологиялық тәуекелдерге немесе экологиялық тапшылыққа ұшыратпай, ұзақ мерзімді перспективада адамдардың әл-ауқатының артуына алып келеді.

Біріккен Ұлттар Ұйымының Қоршаған ортаны қорғау бағдарламасы «жасыл» экономиканы «қоршаған ортаның ауысуына және экологиялық ресурстардың тапшылығына байланысты қауіпті біршама азайту арқылы адамзаттың әл-ауқаты мен әлеуметтік теңдікті жақсартуға бағытталған экономика» ретінде қарастырады.

«Жасыл» экономика тұрақты дамудың негізі болып табылады. «Жасыл» экономиканың негізгі мақсаты экожүйелердің маңыздылығын және олардың ұлттық және әлемдік экономикадағы орнын түсіну. «Жасыл» экономика сарқылуға ұшыраған ресурстарды үнемді пайдалану және таусылмайтын ресурстарды ұтымды пайдалану үшін қолданылады.

«Жасыл» экономикаға тән белгілер:

- табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану;
- табиғи капиталды сақтау және көбейту;
- қоршаған ортаның ластануын азайту;
- көмірқышқыл газы шығарындыларының төмен деңгейі;

- экожүйелік қызметтер мен биоәртүрліліктің жоғалуын болдырмау;

- табыс пен жұмыспен қамтудың өсуі [3].

«Жасыл» экономика теориясы келесі принциптерді қолдануға бағытталған:

- өнімнің бүкіл өмірлік циклі бойында қоршаған ортаға әсерді барынша азайта отырып, тауарлар мен қызметтердің пайдалы қасиеттерін барынша арттыруды көздейтін экологиялық

тиімділік қағидаты;

- ресурстарды үнемдеу принципі табиғи ресурстарды сақтау қажеттілігін ескере отырып, басқарушылық шешімдер қабылдауды қамтиды;

- бірлік қағидаты даму процесіне тартылған ұлттық экономиканың барлық субъектілерінің іс-қимылын үйлестіруді көздейді;

- сектораралық принцип шешім қабылдау процесіне қоғамның түрлі топтарының өкілдерін тартуды білдіреді [4].

ҚР Елбасы 30.05.2013. Жарлығымен Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу Тұжырымдамасы бекітілді (10.09.2019 өзгерістермен).

Қазақстан әлемдегі алғашқы елдердің бірі болып мемлекеттік деңгейде «жасыл» экономикаға көшу жөніндегі стратегиялық құжатты қабылдады және оны 9 жыл бойы табысты іске асырып келеді. «Жасыл» экономиканың нысаналы көрсеткіштері, нормалары мен шаралары Қазақстан Республикасының заңнамалық актілеріне және бағдарламалық құжаттарына енгізілген, мемлекеттік биліктің барлық деңгейлері мен азаматтық қоғамның барлық секторлары үшін басты қағидаттар болып табылады.

Бірінші кезекте, Тұжырымдамада экономиканың тағайындалған салаларын реформалауға бағытталған басты рөлдегі жетекші міндеттердің тізімі қарастырылады.

«Жасыл» экономикаға көшу шеңберінде:

- ресурстардың пәрменділігін арттыру;
- Қазақстандық инфрақұрылымды жетілдіру;
- халықтың байлығын арттыру.

Осы Тұжырымдама мен 2050 Стратегиясында белгіленген негізгі мақсаттар:

- Гидрофиттік және аграрлық ресурстарды жандандыру, ЭБДҰ елдерімен табиғи капиталды пайдалану өнімділігінің деңгейімен салыстыру;

- 2030 жылға қарай атмосфераға шығарындылар бойынша үлгілерді еуропалық дәрежеге жеткізу.

- 2050 жылға қарай ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығын 50%-ға қысқартуға қол жеткізу.

- баламалы және жаңартылатын энергия көздері өндірісінің жалпы көлеміндегі үлесті 2050 жылға қарай 50%-ға дейін көбейту;

- үй және өнеркәсіп қалдықтарын кәдеге жарату өнеркәсібін ұйымдастыру;

- газ қызметінің құрылымына жақсы инфрақұрылыммен кепілдік беру.

Тұжырымдаманы жүзеге асыру үш кезеңде белгіленеді, оның барысында Қазақстан Республикасы экономикасының жаңартылатын және орнықты болып табылатын жағдайда, табиғи ресурстарды пайдалануға негізделген үшінші өнеркәсіптік революция қағидаттарына көшуі қамтамасыз етілуге тиіс:

- алғашқы кезең – 2013-2020 жылдар – ресурстарды пайдалануды оңтайландыру және табиғат қорғау іс-шараларының тиімділігін арттыру, сондай-ақ «жасыл» инфрақұрылым қалыптастыру;

- екінші саты – 2020-2030 жж. – табиғи ресурстарды орыңды қолдану, жоғары технологияларды пайдалана отырып қалпына келтірілетін энергетиканы кіргізу;

- үшінші кезең-2030-2050 жылдар – бұл ұлттық экономиканың табиғи ресурстарды олардың жаңғыртылуы жағдайында қолдануға бағытталған «Үшінші индустриялық революция» көзқарасына өту [5].

Тұжырымдамаға сәйкес «жасыл экономикаға» көшу жөніндегі шаралар мынадай бағыттар бойынша іске асырылады:

- су ресурстарын тұрақты пайдалану;
- орнықты және өнімділігі жоғары ауыл шаруашылығын дамыту;
- энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру;
- электр энергетикасын дамыту;
- қалдықтарды басқарудың тиімді жүйесін құру;
- ауаның ластануын азайту;
- экожүйелерді сақтау және тиімді басқару.

Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу тұжырымдамасы үш кезеңде іске асырылатын болады:

2013-2020-осы кезеңде ресурстарды пайдалануды оңтайландыру және табиғат қорғау іс-шараларының тиімділігін арттыру, сондай-ақ «жасыл» инфрақұрылым құру мемлекеттің басты басымдығы болады;

2020-2030 – қалыптасқан «жасыл» инфрақұрылым негізінде суды ұқыпты пайдалануға, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологияларын әзірлеуді және кеңінен енгізуді көтермелеу мен ынталандыруға, сондай-ақ энергия тиімділігінің жоғары стандарттарына негізделген құрылыстар салуға бағдарланған ұлттық экономиканы трансформациялау басталады;

2030-2050 – ұлттық экономиканың табиғи ресурстар жаңартылатын және орнықты болған жағдайда оларды «үшінші индустриялық революция» деп аталатын негіздерге трансформацияландыру.

Тұжырымдамаға сәйкес «жасыл экономикаға» көшу жөніндегі шаралар мынадай салаларда іске асырылатын болады: су ресурстарын орнықты пайдалану, орнықты және өнімділігі жоғары ауыл шаруашылығын дамыту, энергия үнемдеу және энергия тиімділігі, электр энергетикасын дамыту, қалдықтарды басқару жүйесі, ауаның ластануын азайту және экожүйелерді сақтау және тиімді басқару.

Есептеулерге сәйкес, 2050 жылға қарай «Жасыл экономика» шеңберіндегі өзгерістер ЖІӨ-ні 3%-ға қосымша ұлғайтуға, 500 мыңнан астам жаңа жұмыс орындарын құруға, өнеркәсіп пен көрсетілетін қызметтердің жаңа салаларын қалыптастыруға, сондай-ақ халықтың өмір сүру сапасының жоғары стандарттарын жаппай қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Елбасы Н. Назарбаев қарастырған баламалы

өсім – экономика өсімі, энергия үнемдеу және «Жасыл экономика» идеясы республикамыздағы жаңғырту тақырыбын қиындата түседі.

Әңгіме тек техникалық және технологиялық жаңартумен шектелмейді, сонымен қатар әлеуметтік-экономикалық жаңарту жайлы айтылып жатыр. Жасыл экономикаға өту үшін мемлекеттік экономиканы модификациялаудың, құрылымдық-технологиялық өзгерістердің және қазіргі экономикалық модельді әзірлеудің ұзақ мерзімі талап етіледі.

Жаңа экономикалық саясат экспорттық-шикізаттық модельден кетуге, ал «жасыл» экономикаға өту республиканы тұрақты қалыптастыру үшін бағдарлануға міндетті.

Қазақстан Республикасының инновациялық қалыптастыру міндеттерін шешу үшін экономиканы жаңғыртудың мынадай басым бағыттары айқындалды:

- энергия тиімділігін және ресурс үнемдеуді арттыру;
- Қазақстанның инфрақұрылымын жетілдіру;
- тұрғындардың өркендеуін және айналымын сапасын арттыру;
- халықтық қорғанышты арттыру [6].

Қазақстанның экономикалық дамуы қалалар мен өнеркәсіптің ірі өндіруші салаларының төңірегінде шоғырланған. Тұжырымдама өңірлік теңгерімсіздікті азайтуға жағдай жасайды.

Бірінші кезекте, аграрлық шаруашылықты жүргізудің жаңа тәсілдерін кіргізу, сондай-ақ «жасыл» технологияларды қолдануда аграрлық шаруашылығының секторының өнімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді, оған бірқатар өңірлердің экономикасы тәуелді.

Екіншіден, шалғай аудандарды жаңартылатын көздер есебінен энергиямен жабдықтау электр энергиясының төмен бағасын қамтамасыз ете отырып, жылыжайлар мен мал шаруашылығы сияқты өнеркәсіптің жаңа салаларын құруға және аумақтардың бәсекеге қабілеттілігін жоғарылата алады.

Үшіншіден, гидрофитті және ауылшаруашылық ресурстарын үнемдеу өнімділігін арттыру шегіне сәйкес балық өсіру мен мал шаруашылығы сияқты қызмет түрлері өңірлерде даму үшін жаңа ынталандырулар алады.

«Жасыл» экономикаға трансформациялану қазіргі таңда тренд болып саналады, сонымен қатар үлкен қызығушылықты туындатып жатыр. «Жасыл» экономика басты кезекте қаржылық прогреске, сондай-ақ:

- жалпы ішкі өнімнің ілгерілеуі; елдің кірісін арттыру;
- мемлекеттегі жұмыссыздық деңгейін төмендеті отырып, адамдар үшін еңбекшілер орындарын құруға мүмкіндік береді.

Бұдан басқа, «жасыл» экономикаға өту климаттың өзгеруі, пайдалы қазбалардың азаюы және судың тапшылығы сияқты әлемдік қауіпті төмендетеді.

«Жасыл» экономиканы қалыптастыру бағдарламасы төңірегінде Қазақстан экономиканың 10 негізгі секциясына инвестиция құюды қарастырағалы отыр:

- аграрлық шаруашылық;
- тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық; қуат көздері;
- балық аулау; орман шаруашылығы; өндіріс; туризм; көлік;
- қалдықтарды қайта пайдалану және қайта өңдеу; гидрофиттік ресурстарды басқару.

Тұтастай алғанда, республиканың жасыл экономикаға көшуі елеулі өзгерістерді талап етеді: бюджеттік, салықтық, экологиялық және ғылыми-техникалық саясаттың құрылымдық реформаларын жүргізу, қоршаған ортаны басқарудың теңгерімді және ресурс үнемдейтін саясатын әзірлеу және қабылдау қажет. «Жасыл» экономикаға көшудің қажетті элементтері жаңа қаржы құралдарын – экожүйелік қызметтер үшін төлемдерді, жасыл банкингі, қайта инвестициялаудың трастық экологиялық қорларын, жасыл акциялар мен облигацияларды, эко-технологияларға зияткерлік меншікті сатып алуға және сатуға арналған на-

рықтарды және т.б. әзірлеу болып табылады.

«Жасыл» экономика тұжырымдамасын іске асыру аумақтық жоспарлауды жетілдіруді, орнықты қалалық жоспарлауға және жасыл сәулетке көшуді, сондай-ақ Интернет арқылы электрондық коммерцияны, коммуникацияны, ынтымақтастықты және қашықтықтан білім беруді қолдауды талап етеді.

Қорытынды

Қазіргі заманғы шарттарда тұрақты даму дамудың бірыңғай оңтайлы тұжырымдамасы болып көрінеді. Оған жүгіну табиғи экожүйелерді экономикалық тиімділікті, әлеуметтік әділеттілікті және қоршаған ортаның сенімділігін қамтамасыз ететін деңгейге дейін бөлек қалпына келтіруді көздейді. Мемлекеттің тұрақты қалыптасуының басты құралы «Жасыл экономика» болып саналады. «Жасыл экономика» теориясы тұрақты қалыптасудың алғышарты ретінде бүгінгі Қазақстан экономикасындағы институционалдық өзгерістер призмасы арқылы ашылған. Республиканың «жасыл экономикаға» көшуін іске асырудың мәні, қағидаттары мен құралдары айқындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Есекина Б.К. Национальный отчет по использованию инструментов «зеленого роста» в Республике Казахстан. – Алматы, 2019.
2. Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399596 (дата обращения: 07.02.2015).
3. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности (обобщающий доклад для представителей властных структур), ЮНЕП, 2011. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.unep.org/greeneconomy> (дата обращения: 11.03.2016).

«Зеленая» экономика как важный инструмент обеспечения устойчивого развития Казахстана

¹*АБДИКАРИМОВА Айман Мейрамкалиевна, магистр, старший преподаватель, aiko_02-80@mail.ru,

¹ЖУМАНБАЕВА Туганай Кабикеновна, магистр, старший преподаватель, tuganaika77@mail.ru,

¹РАУАНДИНА Гулдарай Калкеновна, магистр, старший преподаватель, r-guldarai@mail.ru,

²КОЧЕРБАЕВА Айнура Анатольевна, д.э.н., профессор, ainura-koch@rambler.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б.Н. Ельцина, Кыргызская Республика, Бишкек, ул. Киевская, 44,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены основные направления эколого-экономического развития Казахстана, а также Концепция «зеленая экономика», которая направлена на достижение устойчивого роста посредством эффективного и ответственного использования природных ресурсов. Обоснованы направления перехода к «зеленой» экономике, так как Казахстан обладает значительным потенциалом использования возобновляемых источников энергии, который может способствовать устойчивому экономическому развитию. Рассматривается понятие «зеленая экономика» как одно из стратегических направлений развития Казахстана. Исследована Концепция по переходу РК к «зеленой экономике», ее основные цели и задачи. Анализируются основные проблемы мировой экосистемы.

Ключевые слова: «зеленая экономика», экология, управление ресурсами, эффективность, развитие, инфраструктура, реформа, «зеленый мост», концепция, качество жизни населения, природные ресурсы.

«Green» Economy as An Important Tool for Sustainable Development of Kazakhstan

¹***ABDIKARIMOVA Aiman**, Master, Senior Lecturer, aiko_02-80@mail.ru,

¹**ZHUMANBAYEVA Tuganay**, Master, Senior Lecturer, tuganaika77@mail.ru,

¹**RAUANDINA Guldaray**, Master, Senior Lecturer, r-guldarai@mail.ru,

²**KOCHERBAEVA Ainura**, Dr. of Econ. Sci., Professor, ainura-koch@rambler.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Kyrgyz Republic, Bishkek, Kievskaya Street, 44,

*corresponding author.

Abstract. The main directions of environmental and economic development of Kazakhstan are considered, as well as the «green economy» concept, which is aimed at achieving sustainable growth through the efficient and responsible use of natural resources. The transition to a «green» economy is justified, as there is considerable potential for the use of renewable energy sources that can contribute to Kazakhstan's sustainable economic development. The concept of «green economy» is considered as one of the strategic directions of development of Kazakhstan. The concept of the transition of the Republic of Kazakhstan to a «green economy», its main goals and objectives are studied. The main problems of the global ecosystem are analyzed.

Keywords: «green economy», ecology, resource management, efficiency, development, infrastructure, reform, «green bridge», concept, quality of life of the population, Natural Resources.

REFERENCES

1. Esekina B.K. Nacional'nyj otchet po ispol'zovaniju instrumentov «zelenogo rosta» v Respublike Kazahstan. – Almaty, 2019.
2. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 30 maja 2013 goda no. Koncepcija po perehodu Respubliki Kazahstan k «zelenoj jekonomike» [Jelektron. resurs]. – 2013. – URL: [http://online.zakon.kz/ Document/?doc_id=31399596](http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31399596) (data obrashhenija: 07.02.2015).
3. Navstrechu «zelenoj» jekonomike: puti k ustojchivomu razvitiju i iskoreneniju bednosti (obobshhajushhij doklad dlja predstavitelej vlastnyh struktur), JuNEP, 2011. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.unep.org/greeneconomy> (data obrashhenija: 11.03.2016).

Управляемая урбанизация в Казахстане в условиях цифровой экономики

¹*КОШЕБАЕВА Гаухар Капеновна, д.э.н., профессор, gauhark@bk.ru,

¹МАГРУПОВА Зульфия Мазгаровна, д.э.н., доцент, mzm68@mail.ru,

¹БИРЮКОВ Валерий Викторович, д.э.н., декан, _valera@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены современные тренды общественных пространств. Дается ответ на вопрос, какими должны быть одинаково комфортная для всех городская среда, культурный код города и с какими проблемами сейчас сталкиваются города. В обществе растет запрос на общественные пространства и комфортную среду. Определены основные направления в области урбанистики, в результате чего сформулированы приоритеты, согласно которым должна проводиться работа по созданию комфортного креативного города с развитыми индустриями, обеспечению безопасной городской среды, в том числе путем цифровизации, созданию транспортного хаба, внедрению принципов зеленой экономики и т.д.

Ключевые слова: города, моногорода, агломерация, городское пространство, городская среда, административная реформа, цифровизация, развитие городов, человеческое развитие, среда обитания, урбанизация, Казахстан.

Введение. Процесс урбанизации проходит повсюду, но в разных странах по-разному. К примеру, самыми урбанизированными странами являются Латинская Америка и Карибский бассейн (81%), страны Европы (74%), Северная Америка (82%). На сегодняшний день процент урбанизации в Азии приближается к отметке 50%. По данным 2020 года, Казахстан занимает 104-е место, также является самой урбанизированной страной в регионе Центральной Азии [1].

Изменения в структуре населения меняют экономику, создавая новые рабочие места, но одновременно с этим повышают социальную нагрузку на город. Если в 1900 году только двое из 10 человек в мире проживали в городах – всего 320 млн, то сегодня это половина населения Земли – более 3 млрд. Ожидается, что к 2025 году уже семь человек из 10 будут горожанами [2]. Становится очевидным, что города являются двигателями глобальной экономики, потому что позволяют населению быть продуктивным в долгосрочной перспективе благодаря профессиональной специализации. Это секрет мощи финансового влияния городов. Рост городской эффективности не связан напрямую с увеличением населения. Основным фактором выступает продуктивность. В этом контексте можно выделить два аспекта.

Первый аспект. Страны, имеющие продуктивные города, успешны в долгосрочном плане. Понятно, почему Китай так активно занимается

урбанизацией – он создает средний класс и помогает себе отойти от сельского хозяйства к промышленности, ориентированной на сервисы и технологии [2]. Однако создавать продуктивный и эффективный город – задача, требующая комплексного подхода. Важно то, насколько хорошо планируется городское развитие. Инфраструктура здесь – важный индикатор, который определяет качественный рост.

Второй аспект. Города конкурируют между собой в развитии производств и в создании рабочих мест, за счет которых в казну поступают налоги. Те из них, что упускают инициативу, например производственные конгломераты на севере США, теряют население, финансирование и перспективы.

А это значит, что на первый план выходит комфортность города для жизни, которая определяется культурными, социальными аспектами, безопасностью и экологией [2]. То есть вопросы урбанизации выходят на первый план при формировании общественных пространств.

Методы исследования. Объектами анализа и оценки реализации Государственной программы «Цифровой Казахстан» и также программы развития регионов является Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, материалы международных и государственных организаций, научные публикации в области раз-

вития региональной экономики и исследования научных организаций. Были использованы аналитический метод и метод систематизации для оценки факторов, влияющих на процесс урбанизации. Используются результаты количественного анализа, подкрепленные качественными данными, полученными из различных источников с использованием опросов, интервью, фотографий и консультативных семинаров.

Основные положения. За период с 1991 года Казахстан добился значительного улучшения показателей человеческого развития, что сопровождалось повышением уровней ВВП на душу населения и существенным сокращением масштабов бедности. Основными измерителями человеческого развития городов при анализе урбанизации являются два индекса: индекс человеческого развития, скорректированный с учетом урбанизации (ИЧРУ), и индекс среды обитания (ИСО) [14]. Значения ИЧРУ, рассчитанные для 16 регионов Казахстана, указывают на то, что самые высокие уровни человеческого развития отмечаются в городах Астана и Алматы и в Павлодарской области, в то время как городские районы Акмолинской, Северо-Казахстанской и Южно-Казахстанской областей характеризуются более низким уровнем возможностей. Все регионы демонстрируют относительно хорошие результаты по измерениям здоровья и доступа к знаниям и достигли весьма положительных результатов по измерению уровня жизни при высоких средних доходах и низком уровне бедности в городах. По всем регионам самые низкие результаты отмечались по измерению развития антропогенной среды (здания, качественная инфраструктура, дороги и транспортные системы, а также общественные места), поэтому улучшение антропогенной среды обеспечивает широкие возможности для повышения благосостояния людей в городских районах. Расширение доступа к качественным услугам (снабжение питьевой водой, услуги санитарии и теплоснабжения), развитие систем общественного транспорта и озеленение городов считаются приоритетными задачами, которые следует решать для обеспечения всеохватывающего и устойчивого городского развития в Казахстане.

На уровне городов ИСО позволяет ранжировать 30 городов по 19 показателям в рамках 9 измерений, связанных с 10 из 17 целей в области устойчивого развития. Методология ИСО предполагает ранжирование городов в зависимости от уровня их достижений, взятого не в абсолютном выражении, а с учетом потенциала на местах, что позволяет сделать более справедливое сравнение эффективности развития городов. Судя по последним имеющимся данным, города Степногорск, Алматы, Кокшетау и Астана занимают самые высокие позиции по ИСО [14]. Хотя Степногорску предстоит пройти долгий путь, чтобы добиться высоких оценок по различным измерениям и показателям, данный моногород в насто-

ящее время демонстрирует высокий уровень эффективности развития с учетом его потенциала. По другую сторону спектра находятся Сатпаев, Сарань, Зырянск и Актау, которые занимают самые низкие позиции по ИСО. С географической точки зрения города на востоке и западе страны испытывают больше проблем, чем в северной, центральной и южной частях. В восточной части низкие показатели эффективности развития объясняются изношенностью инфраструктуры, а на западе показатели эффективности развития ниже в связи с присутствием большого разрыва в оплате труда мужчин и женщин. В среднем, малые города испытывают более серьезные проблемы городского развития, чем крупные города. Крупные города, такие как Астана, Алматы или Шымкент, отличаются особенно хорошими показателями в части экономики, городской структуры, сетевой инфраструктуры и жилья, однако они сталкиваются с более значительными вызовами, связанными с экологическими показателями, особенно с показателями загрязнения атмосферного воздуха.

Города отражают разнообразие городских районов Казахстана с его обширной территорией, характеризующейся многообразием климатических условий, пейзажей, экономических условий, этнического состава, социальных устремлений и мировоззрений в прошлом, настоящем и будущем.

Тем не менее, обострились различия между регионами и городами, что усиливает необходимость придерживаться такой политики и практики, которые учитывали бы особенности на местах и позволяли в полной мере задействовать потенциал урбанизации. Где гражданам жить и работать? Как должны развиваться города и какие проблемы предстоит решить? Эти и многие другие вопросы требуют своего анализа. В своем Послании народу Казахстана Глава государства обратил особое внимание на обустройство жилых домов и развитие инфраструктуры городов [12]. При этом главная задача – использование современных концепций в развитии города. В первую очередь это направлено на повышение стандартов качества жизни жителей.

Растущие темпы урбанизации ставят новые вызовы перед системой по подготовке кадров. Политика управляемой урбанизации тесно связана с политикой занятости и формирования рынка труда, в связи с чем в образовательные программы за последние годы были включены 15 совершенно новых, инновационных профессий, связанных с архитектурой [12]. Кроме того, сегодняшний уровень подготовки специалистов, которых выпускают вузы для ИТ-сферы, не удовлетворяет работодателей, что привело к объединению усилий Министерства науки и высшего образования и Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности. Такое взаимодействие реализовалось через передачу 50 IT-факультетов под шефство профильным вузам

и крупным IT-компаниям.

Обзор литературы. В контексте анализа современного развития общественных пространств представляется важным остановиться на концептуальных основах категории «урбанизация» и процессов развития городского пространства.

На сегодняшний день нет четко определенного понятия урбанизации. Существуют различные представления и исследования по данному вопросу (см. таблицу).

Для каждой стадии исторического процесса надо разрабатывать свое определение урбанизации, учитывая при этом нелинейность и инерционность этого процесса. Методологические принципы анализа современной урбанизации сформулированы Яницким О.Н. [8]:

1. Принцип множественности источников информации, который определяет необходимость использовать, помимо научных источников, различные информационные базы, формирующие представление о жизни больших городов, что позволяет рассматривать явление комплексно.

2. Диалектика актора (то есть агента, активного социального субъекта) и среды его обитания. В одних процессах «среда обитания» играет пассивную роль, тогда как в других процессах среда обитания определяет активную роль социального субъекта, что способствует ускоренному социально-экономическому развитию общественного пространства. При этом среда имеет определенные ограничения, так называемую несущую спо-

собность, до достижения которой среда выступает как движитель прогресса и превышение которых приводит к появлению среды, генерирующей риски.

Он же сформулировал особенности урбанизации при переходе из фазы промышленного развития к информатизационной и цифровой фазе [8]. Главным отличием цифровой фазы урбанизации от фазы ее промышленного развития является выделение информационного производства в качестве ведущей силы социальной динамики и превращение его в социальный институт. Урбанизационные процессы становятся ведущим фактором изменения всей структуры обитаемого человеком пространства (общественного). Если продолжить тему о следующих этапах развития урбанизации, то можно обратиться к работам К.Шваба, который отметил, что сегодня развитые страны вступают в 4-ю, суперинформационную фазу развития производства и общества [10]. Суть этого процесса состоит в дальнейшем вытеснении трудящегося человека из самых разных сфер производительной деятельности и замене его на саморегуляцию мира вещей, грозящую массовой безработицей и риском выхода этой саморегулирующейся системы из-под контроля человека. Фактически происходит явочная дезурбанизация при внешнем сохранении основных форм городской жизни. Речь идет о специфической форме дезурбанизации, обусловленной как информационными технологиями, так и стремлением

Категория «урбанизация» в работах авторов	
Авторы	Определение
Асеева О.Ю.	Урбанизация представляет собой процесс развития городов, изменения в размещении производственных сил и прежде всего переселение людей из деревень в города [3]
Алаев Э.Б.	Процесс роста численности городских поселений, концентрации в них, и особенно в крупных городах, населения, сопровождающийся распространением городского образа жизни на всю сеть поселений [4, 5]
Долгий В.М., Левада Ю.А., Левинсон А.Г.	С социологической точки зрения, данное явление можно рассматривать как процесс, в котором детерминирует развитие городской культуры [6]
Маергойз И.М., Лаппо Г.М.	Крупные города и городские агломерации – вещественный результат, главная арена и носитель основных свойств урбанизации. Они – специфическая урбанизованная среда для жизни населения, для функционирования промышленного производства и многих других видов человеческой деятельности [7]
Яницкий О.Н.	Урбанизация – исторический феномен, поэтому ее единого определения не существует. Для каждой стадии исторического процесса надо разрабатывать свое определение урбанизации, учитывая при этом нелинейность и инерционность этого процесса. Процесс урбанизации имеет вероятностный характер: одни акторы сходят с исторической арены, другие усиливают свое воздействие. И сам процесс урбанизации, и наука, его изучающая, имеют свою внутреннюю логику развития [8]
Ахиезер А., Коган Л., Яницкий О.	Всемирно-исторический двуединый процесс производства и концентрации технологических и социальных инноваций в городах и их распространение во всем обществе [9]
Шваб К.	Суперинформационная фаза развития производства и общества [10]

обеспеченных горожан изолироваться от опасной среды, которую представляют собой сегодня большие города.

Все отмеченные явления проявляются при развитии общественного пространства в Казахстане.

Результаты и обсуждение. Миграционные процессы, ярко выраженные в Казахстане, связаны с формированием трудоизбыточных регионов и регионов с недостатком квалифицированной рабочей силы.

За последние полвека в Казахстане доля городских жителей превышает долю сельчан. По данным за 2018-2022 годы, доля городского населения Казахстана увеличилась на 4 процента, то есть от 57,6% до 61,5%, как показано на рисунке 1. Что означает – численность горожан страны приблизилась к показателю 12 млн человек [11].

Также за последние 5 лет численность сельского населения уменьшилась на 193 тысячи, что составило 7,5 млн человек, по причине оттока населения из аулов [11]. В 8 областях из 14 удельный вес городского населения варьируется в пределах 52,7-79,9%.

Процесс урбанизации в Казахстане идет по «народному» сценарию развития территорий страны (рисунок 2) [11].

Тенденция усиления разрыва численности между городским и сельским населением ведет к усложнению городской инфраструктуры, в том числе транспортной и жилищной, актуализации вопросов энергосбережения и экологии. Решение этих насущных вопросов требует научных подходов, стимулирующих качественное развитие,

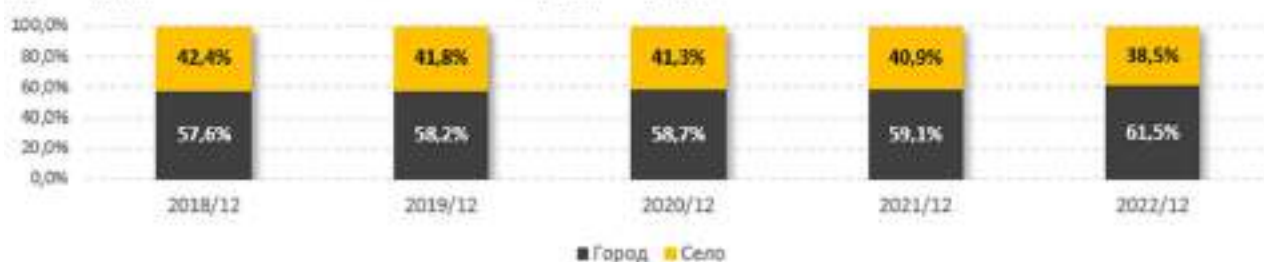
и невозможно без применения информационно-коммуникационных технологий.

Аналитический прогноз перспектив состояния на рынке труда, проведенный Центром развития трудовых ресурсов на 2023-2030 годы, подтверждает дальнейшее существование негативного сценария. Низкий спрос на рабочую силу будет на севере и востоке страны, а наиболее высокий можно ожидать в Астане, Алматы, Шымкенте.

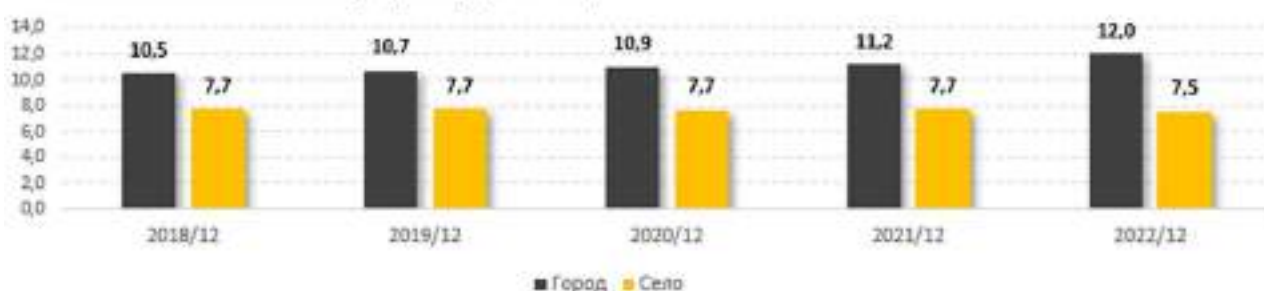
Итоги 2022 года показали, что уровень урбанизации дошел до того показателя, который был по плану развития к 2025 году. Доля городского населения в Казахстане непрерывно растет, что делает особенно актуальной необходимость формирования всесторонне развитой комфортной городской среды и эффективного управления ею. Уже 61,5 процента населения Казахстана проживает в городах. Ежегодно городское население растет на 200 тысяч человек. По прогнозам, к 2025 году уровень урбанизации достигнет 65 процентов [12]. Это обуславливается тем, что уже в настоящее время города в Казахстане растут в геометрической прогрессии. Предположительно, 5 млн человек в течение 10 лет мигрируют в мегаполисы, еще 3 млн – естественный прирост населения [13].

Главные препятствия для развития регионов. Проблема разрыва между центром и регионами в Казахстане не уникальна – аналогичные трудности наблюдаются во многих постсоветских странах. Можно выделить четыре ключевых фактора, осложняющих развитие казахстанских регионов.

Доли городского и сельского населения. Январь–декабрь (%)



Численность населения. Январь–декабрь (млн чел.)

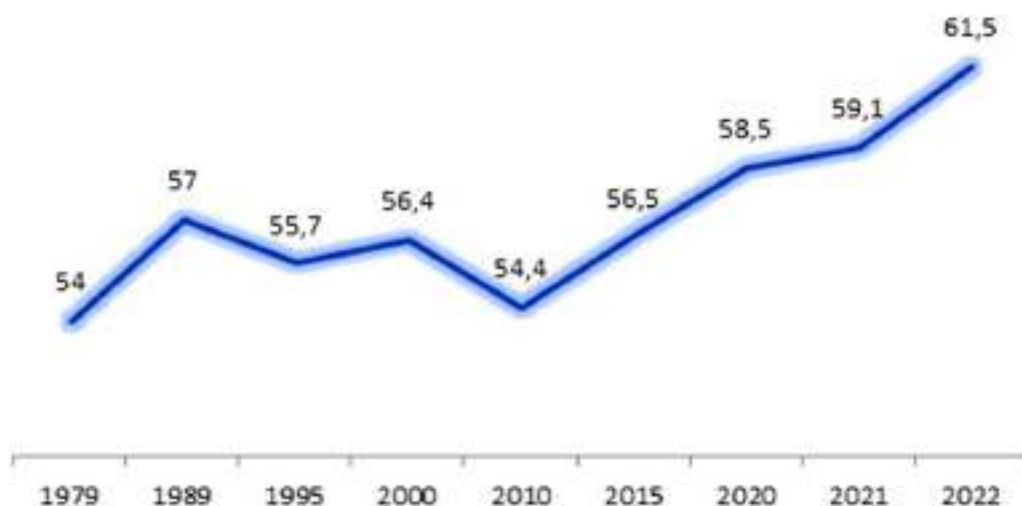


На основе данных Бюро национальной статистики АСТУР РК

Finprom.kz

Рисунок 1 – Статистика региональной миграции населения в Казахстане

Примечание: составлено авторами на основе источника [11].



Источники: Численность и состав населения СССР. По данным Всесоюзной переписи населения 1979 года. – М., 1984. Население СССР: По данным Всесоюзной переписи населения 1989 г. – М., 1990. Статистические сборники Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

Рисунок 2 – Динамика уровня урбанизации в Казахстане (%)

Во-первых, это социально-экономическое неравенство. Центрами роста остаются две столицы: южная – Алматы и северная – Астана, а также крупнейший нефтедобывающий регион РК – Атырауская область. Именно эти регионы показывают самый высокий уровень ВРП на душу населения и в совокупности дают более 40% ВВП республики. При этом в первом квартале 2022 года разрыв между долей в ВВП самого экономически развитого региона – Алматы (18,3% ВВП Казахстана) и, например, Северо-Казахстанской областью (1,6%) оказался более чем десятикратным. А по уровню ВРП на душу населения область отставала от бывшей столицы более чем в 3 раза [15]. Большое неравенство наблюдается даже между соседними регионами. Например, Астана дает 9,7% ВВП страны, а близлежащая Акмолинская область – лишь 2,9%, при двукратном разрыве в уровне ВРП на душу населения. При этом неравенство носит не только экономический, но и социальный характер. Продолжительность жизни, доступность социальных услуг, качество образования, обеспеченность жильем, наличие инфраструктуры – все эти показатели значительно отличаются в зависимости от региона [15].

Во-вторых, для Казахстана характерна слабая экономическая самостоятельность регионов. За последние 20 лет в РК можно отметить тенденцию аккумуляции бюджетных доходов на уровне правительства. Это обстоятельство позволяет обеспечить контроль над расходами госбюджета. И вместе с тем, фискальная централизация способствовала усилению зависимости регионов от республиканского бюджета, к их неспособности обеспечить собственные нужды. Так, если в 2000 году 8 регионов Казахстана были донорами, то к 2020 году их осталось уже 4, а в 2021 году – толь-

ко 3. Тройка самостоятельных регионов все та же – Атырауская область, города Алматы и Астана. Подобное неравенство уменьшает самостоятельность тех областей, чей удельный вес в ВВП не превышает 2-3%. Подавляющее большинство регионов по-прежнему остаются дотационными [15].

В-третьих, высокая централизация и слабая межрегиональная координация препятствуют устойчивому развитию. Не имея возможности и полномочий для кооперации внутри государства, многие регионы Казахстана ориентируются на внешние рынки и сотрудничество с другими странами, что ведет к ослаблению межрегиональной интеграции в РК.

Четвертая проблема – неустойчивая урбанизация. Межрегиональное социально-экономическое неравенство приводит к массовой миграции в экономические центры, в первую очередь, в крупные города: Алматы, Астана и Шымкент. Активные передвижения населения в отсутствие равномерного индустриального развития создает проблему «ложной урбанизации»: казахстанцы переезжают в города, которые не могут обеспечить их рабочими местами, жильем, социальными услугами и т.д. В этих условиях растут сопутствующие концентрации населения в крупных городах, проблемы, связанные с экологией, ростом преступности, усилением эмиграции активной и квалифицированной части населения. На фоне стремительного роста мегаполисов малые и средние города стагнируют, в связи с чем в них снижается уровень занятости, ухудшается качество жизни, устаревает инфраструктура.

Существенной проблемой остается отсутствие комплексной современной стратегии развития регионов РК. «Стратегия территориального раз-

вития Республики до 2015 года» утратила силу в 2011 году, а реализация последовавшей за ней «Прогнозной схемы территориально-пространственного развития страны до 2020 года» завершилась 3 года назад. [15]. На сегодня сложились все необходимые условия для проведения новой политики в области территориального развития. И она уже реализуется через ряд административных реформ.

Еще одним важнейшим документом, направленным на повышение экономической конкурентоспособности регионов и улучшение качества жизни населения через управляемую урбанизацию, является Государственная программа развития регионов на 2020-2025 годы, утвержденная Постановлением Правительства Республики Казахстан от 27.12.2019 г. № 990 [16]. В ходе реализации программы достигнуты определенные результаты, анализ которых позволил выявить проблемы и определить пути их устранения. После обретения независимости в Казахстане неоднократно проводились преобразования административно-территориального устройства – была перенесена столица, объединялись и разделялись регионы, сельские населенные пункты получили статус городов и наоборот. Крупная административно-территориальная реформа в РК прошла в 1997 году. Акмолинская и Северо-Казахстанская области поделили Кокшетаускую область, Талдыкурганская область стала частью Алматинской. Тургайская область перестала существовать, ее территория была включена в состав Акмолинской и Костанайской областей. Жезказганская область возвратилась в состав Карагандинской области, а Семипалатинская область стала частью Восточно-Казахстанской области. В том же году столица РК была перенесена в Акмолу, а в 1998 году ее переименовали в Астану. Эта реформа имела ряд политических и социально-экономических последствий. Регионы с преимущественно славянским населением, и области, где преобладали казахи, объединяли между собой. Перекройка границ не поменяла структуру расселения этносов мгновенно, но создала для этого благоприятные условия, учитывая высокую миграционную активность и демографический рост в среде урбанизирующихся казахов. Наряду с переносом столицы на север, это был важный стратегический ход, снимавший вопрос потенциального сепаратизма в северо-восточных регионах РК. Социально-экономические последствия преобразований оставались неоднозначными: после утраты статуса областных центров города Аркалык, Жезказган, Семей, Талдыкорган и Кокшетау столкнулись с серьезными экономическими трудностями, ростом безработицы и оттоком населения. Частично эта проблема была решена новой реформой. В 1999 году центр Акмолинской области перевели из Астаны в Кокшетау, а в 2001 году центр Алматинской области перенесли в Талдыкорган. Тем не менее, остальные города до сих пор не

преодолели утраты прежних административных функций. Именно поэтому жители Жезказгана и Семипалатинска в целом положительно оценивают административные преобразования 2022 года, по которой этим городам вернули статус областных центров [15]. В 2018 году Шымкент, население которого к тому времени выросло до миллиона человек, был выделен из Южно-Казахстанской области и получил статус города республиканского значения. Центр региона перенесли в г. Туркестан, а саму область переименовали в Туркестанскую. Эта реформа стала образцом для последующих территориальных преобразований. Последние крупные административные изменения в РК прошли совсем недавно. В 2022 году из состава Карагандинской области была выделена Улытауская с центром в Жезказгане – она заняла часть территории бывшей Жезказганской области. Кроме того, из состава Восточно-Казахстанской области была выделена Абайская (бывшая Семипалатинская) с административным центром в Семее, а из части Алматинской области – Жетысуская (бывшая Талды-Курганская) с центром в Талдыкоргане. Новым центром Алматинской области стал город Капшагай, переименованный в Кунаев [14-18].

Проведение этих реформ направлено на то, чтобы превратить областные центры в точки роста регионов. Этой же цели будут способствовать принятие Закона о развитии агломераций и разработка стандартов современной комплексной застройки городов. К числу существующих развивающихся агломераций можно отнести территории вокруг Астаны, Алматы, Актобе, Шымкента. Следует отметить, что при разработке нормативных документов, касающихся агломераций, необходимо учесть функции города-центра и функции пригородной территории. Опыт как унитарных государств (Великобритания, Франция, Китай), так и федеративных государств (США, Канада, Германия, Испания, Италия) свидетельствует о наличии специальных законов, регулирующих функционирование городских агломераций. При этом законодательство должно определять само понятие «агломерация» и его критерии [17].

Современное состояние крупных городов страны говорит о существенном дисбалансе в развитии города-центра и прилегающей к нему территории. На это повлиял неконтролируемый рост численности населения таких агломераций, как Астана, Алматы, Шымкент. К примеру, население Астаны увеличилось на 59% (с 451,5 тыс. чел. до 1,2 млн) за последнее десятилетие, Алматы – на 37% (с 1,4 млн до 2 млн), Шымкента – на 67% (с 659 тыс. до 1,1 млн) [17]. Еще одним фактором является значительный рост территории городов, влекущий за собой увеличение проблем, связанных с функционированием инфраструктуры.

Особенностью современной урбанизации является изменение подходов к управлению городами. Если ранее государство было единственным

участником градостроительства, то сейчас казахстанские города – это объекты партнерской ответственности местных исполнительных органов и городских сообществ. Вместо принципа обеспечения экономической жизнеспособности городов пришел новый принцип справедливости и пригодности для жизни. Эти позитивные выводы содержатся в отчете экспертов ПРООН, посвященном анализу индекса человеческого развития в РК за 2019 год «Урбанизация как ускоритель инклюзивного и устойчивого развития в Казахстане» [14]. Кроме того, казахстанские города являются базовыми точками цифровизации.

Важную роль в динамичном развитии городов играют проекты с применением «умных» технологий. Так, благодаря использованию концепции «Smart city» города Астана и Алматы вошли в мировые рейтинги «умных городов». Алматы занял в 2020 году 29 место из 100 в соответствии с рейтингом ООН Local Online Service Index и 177 позицию из 231 по рейтингу Mercer's Quality of Living. И Астана, и Алматы входят в топ-500 инновационных городов мира [18]. Внедрение «умных» технологий осуществляется на основе утвержденных в 2019 году эталонных стандартов «умных городов» (рисунок 3). Статус «умного города» предполагает, что приоритетными сферами жизни являются безопасность, транспорт, ЖКХ, образование, здравоохранение и управление городом.

Ряд важных государственных программ, при-

нятых в РК в последние годы, нацелен на решение актуальных проблем по повышению качества жизни населения. Так, Государственная программа «Цифровой Казахстан» предусматривает комплекс мероприятий по цифровизации отраслей экономики, по созданию «умных» городов, цифровизации деятельности государственных органов, повышению цифровой грамотности во всех уровнях образовательных структур и населения, развитию финансовых технологий и механизма безналичных платежей, а также другим направлениям, способствующим созданию цифровой экономики будущего в долгосрочной перспективе» [19].

Для перехода к цифровой экономике перечисленные мероприятия Программы сгруппированы по пяти основным направлениям (рисунок 4).

Цель принятия программы состоит в ускорении темпов экономического развития Казахстана и улучшении качества жизни населения.

Реализация этой цели предусматривает решение ряда задач, каждая из которых предполагает осуществление комплекса мероприятий. Так, стратегическое направление госпрограммы по созданию «умных» городов означает создание такой урбанизированной территории, в которой взаимодействие городских служб и частных инициатив позволит обеспечить устойчивое развитие города и создаст благоприятные условия для



Источники: Портал электронного правительства Республики Казахстан.

Рисунок 3 – Внутренний рейтинг РК по «умным» городам по итогам 2020 г.

Примечание: составлено авторами на основе источника [1].



Рисунок 4 – Основные направления государственной программы «Цифровой Казахстан»

Примечание: составлено авторами на основе источника [4].

населения посредством внедряемых цифровых технологий.

«Медицинские данные, образование, государственные базы данных, информация образовательных учреждений переводятся в цифру и надо полагать, через 50 лет у нас будут сплошные потоки цифровых данных, будь то полиция, больница или университет. Успешная реализация программы существенно повысит темпы экономического развития Казахстана и улучшит качество жизни населения, тем самым создаст условия для перехода национальной экономики на новую траекторию развития за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе согласно Постановлению Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года № 827» [19].

Программа содержит целевые индикаторы, и на ее реализацию в 2018-2022 гг. выделялось 108,68 млрд тенге средств республиканского бюджета, а также привлечение более 169 млрд тенге средств субъектов квазигосударственного сектора. Госпрограммой предусмотрено достижение 33 целевых индикаторов. Из 33 целевых индикаторов и показателей Госпрограммы «Цифровой Казахстан» на 2018-2022 гг. достигнуто 26, или 79%. Начальный этап реализации Государственной программы развития регионов на 2020-2025 годы уже пройден. В ходе реализации программы достигнуты определенные результаты, анализ которых позволил выявить проблемы и определить пути

их устранения.

«Еще одним важным нормативным актом, направленным на формирование информационного пространства в РК, является национальный проект «Технологический прорыв за счет цифровизации, науки и инноваций»» [20]. Этот важнейший документ состоит из 10 направлений, 26 заданий, 44 показателей и 211 мероприятий, реализация которых запланирована до 2025 года. Если говорить о его структуре, можно выделить два блока.

Первый – цифровая трансформация, которая включает в себя оказание услуг за 5 минут, развитие IT-сферы, создание слышащего и эффективного государства, применение инструментов цифровой экономики для комфортной жизни, развитие технологического и инновационного бизнеса, обеспечение качественного интернета и информационной безопасности.

Второй – наука, включает в себя укрепление кадрового потенциала науки, повышение конкурентоспособности научной экосистемы; внедрение достижений науки в экономику страны по системе «наука-производство-бизнес»; совершенствование администрирования науки. Были установлены ключевые показатели эффективности (KPI) для национального проекта, включая достижение уровня проникновения в сеть Интернет на уровне 95%, услуги за 5 минут, 50% онлайн-учет данных, 8% транзитных данных от общего трафи-

ка Азия-Европа (на сегодня – это 3%), ИТ-экспорт 500 млн долл. (на сегодня – это 30 млн долл.), 2,5 трлн тенге объем инновационной продукции (1,7 трлн тенге), 65 место ГИК ВЭФ «качество НИИ» (на сегодня это 82 место) (глобальный индекс конкурентоспособности всемирного экономического форума), 50% частного софинансирования проектов коммерциализации (16%).

«Одним из результатов, достигнутых в ходе реализации принятых документов, является улучшение позиции Казахстана в Индексе развития электронного правительства ООН (29 место, +10 позиций по сравнению с 2018 годом)» [21]. В рамках процесса цифровизации действует некоммерческое акционерное общество под названием Государственная корпорация «Правительство для граждан». Это общество было создано 29 января 2016 года в качестве основной инфраструктуры и информационных систем государственных органов, которые непосредственно или косвенно участвуют в предоставлении государственных услуг. Важным направлением является обеспечение цифровыми инструментами в целях комфортной жизни населения. Также широко внедряются автоматизированные услуги в сфере образования и в сфере здравоохранения.

На портале «Электронного правительства» население получает видеоконсультации, основную нагрузку на себя приняли фронт-офисы, которые участвуют в работе Единого контакт-центра 1414. Количество обращений на портал возросло с 25-30 тысяч звонков в день в допандемийный период до 600 тысяч в день в последние годы. Количество зарегистрированных в мобильной базе граждан достигло 9,5 млн человек. Это означает, что более 50% населения страны могут получать государственные услуги через свои мобильные устройства. Этот же портал отвечает и за социальные вопросы, касающиеся выплат различных пособий. В электронную форму переведено более 647 услуг и сервисов. Вместе с тем функционируют 103 специализированных ЦОН (центры обслуживания населения), оказывающих услуги по вопросам выдачи/замены водительских удостоверений и государственной регистрации, учета отдельных видов транспортных средств, созданы 69 мобильных ЦОН. На веб-портале электронного правительства создана площадка Открытого правительства.

«Одним из значимых факторов, учитываемых при анализе процесса урбанизации в РК, является развитие моногородов. В этих целях правительство одобрило проект развития моногородов до 2020 года [22]. Были отобраны 27 городов, из них с высоким потенциалом – 6, средним – 19, низким – 2 города» [23]. Под программу министерство экономического развития и торговли заложило 135 млрд с возможностью выделения дополнительных средств [23]. На 2020 год планы были амбициозны: количество объектов МСБ увеличить в 4 раза, безработицу снизить до 5 процентов [23].

В общем, предполагалось достичь серьезных и весомых результатов. Однако целый ряд объективных и субъективных причин не позволил достичь поставленных целей. В Казахстане завершили эту программу развития моногородов, причем без подведения итогов, определения, насколько правильно были потрачены деньги, какие цели достигнуты и какие – нет» [22].

Исходя из того, что сокращение населения отдельных моногородов остановить невозможно, необходимо взять под контроль миграционные процессы как внутри страны, так и внутри самих моногородов. «Мы не можем дожидаться полного истощения потенциала отдельных моногородов и только затем заниматься вопросами расселения граждан», – сказал глава государства [24]. В рамках национального проекта по развитию регионов, Президент поручил правительству включить моногорода с низким потенциалом развития в список регионов для переселения. Это будет стимулировать добровольное переселение граждан в более перспективные и развивающиеся города, которым требуются специалисты [24].

Заключение. Урбанизация – относительно новое социально-экономическое явление в Республике Казахстан, где существуют давние традиции поселений с низкой плотностью населения и редкой застройкой. Риски урбанизации, а именно: растущее неравенство, недоступность жилья по цене, перегруженность уличного движения и загрязнение – должны стать целями хорошо продуманной политики, которая позволяет воспользоваться преимуществами агломерации, включая рост производительности, диверсификацию экономики, более развитую инфраструктуру и удобства. Более того, по мере концентрации населения в городах экономика становится более продуктивной, более эффективной и более диверсифицированной, возникают новые формы производства и потребления, расширяются знания и активизируется инновационная деятельность. Города расширяют свободы и возможности людей, таким образом поддерживая развитие, ориентированное на человека. Развитие является устойчивым только в том случае, если при этом удастся найти баланс между тремя измерениями устойчивости: экономическим, экологическим и социальным.

Обеспечение устойчивого городского развития в Казахстане – это:

- развитие антропогенной среды (здания, качественная инфраструктура, дороги и транспортные системы, а также общественные места);
- расширение доступа к качественным услугам (снабжение питьевой водой, услуги санитарии и теплоснабжения);
- внедрение во все сферы жизни цифровой экономики (предоставление госуслуг, обеспечение транспортной безопасности, установка сигнализации и качественной связи).

Однако, несмотря на определенные результаты, остаются актуальными проблемы, связанные

с недостаточным уровнем открытости, клиентоориентированности и проактивности. Кроме того, ситуация с COVID-19 показала неудовлетворительное состояние дел в вопросах интеграции информационных систем госорганов, а также необходимость обеспечения качественными связью и интернетом на всей территории страны, особенно в селах, реального использования цифровых технологий в медицине, образовании и т.п.

Несмотря на то, что профильная деятельность государственных органов автоматизируется, до сих пор есть сферы деятельности, недостаточно охваченные информатизацией. Появление новых технологий дает возможность предоставлять услуги более высокого качества, чем те, которые реализованы на данный момент.

В целях реализации концепции слышащего и эффективного государства необходимо продолжить работу по реализации ряда проектов, направленных на оптимизацию процессов внутри государственного сектора, обеспечения инструментами населения для связи с госорганами (е-петиция, е-обращение), снижение документооборота.

Одной из важных проблем в Казахстане является нерегулируемая миграция населения. «С точки зрения перспектив развития республики, сложившиеся тенденции внутренней миграции неблагоприятны. Это усиливает демографические и трудовые дисбалансы. В итоге, для северных регионов страны характерен дефицит экономической активности, а в южных областях – избыток трудовых ресурсов. Инфраструктура крупных городов страдает от нерегулируемого притока населения. Эти проблемы нашли отражение в концепции миграционной политики на 2022-2026 годы [25]. В качестве одного из механизмов решения задач урбанизации может стать эффективное инфраструктурное развитие аулов, нашедшее отражение в программе «Ауыл – ел бесігі». В контексте решения рассмотренных проблем, связанных с возникновением дисбаланса вокруг крупных городов, представляется реализация направлений закона об агломерациях, в соответствии с которым будет создано пять агломераций [26]. Центрами этих агломераций станут: Астана, Алматы, Шымкент, Актөбе, Караганда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каратаева Л. Урбанизация в Казахстане: прогрессивное развитие. URL: <https://strategy2050.kz/ru/news/urbanizatsiya-v-kazakhstan-progriessivnoe-razvitiye/>
2. Татьяна Батищева / Контуры будущего: об инновациях, создающих новые рынки / 09 ноября 2019. URL: https://forbes.kz//finances/markets/konturyi_buduschego_1573038760/?utm_source=forbes&utm_medium=mlt_articles
3. Асеева О.Ю. Теоретические и практические основы развития процесса урбанизации на территории Российской Федерации / Экономика и менеджмент: от теории к практике // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. – Ростов-на-Дону, 2015. – 132 с.
4. Алаев Э.Б. Основы урбанизации в мире. – М.: Аспект-Пресс, 2009. – 253 с.
5. Коломак, Е.А. Оценка влияния урбанизации на экономический рост в России / Е.А. Коломак // Регион: Экономика и Социология, 2011. – № 4. – С. 51-69.
6. Левада Ю.А., Долгий В.М., Левинсон А.Н. Урбанизация как социокультурный процесс // Урбанизация мира. М.: Мысль, 1974.
7. Лаппо Г.М. География городов. – М.: Владос, 2000.
8. Яницкий О.Н. История городской социологии в России: эволюция идей // Социологические исследования. 2016. № 8. С. 117-126.
9. Ахиезер А.С., Коган Л.Б., Яницкий О.Н. Урбанизация, общество и научно-техническая революция // Вопросы философии. 1969. № 2. С. 43-53.
10. Шваб К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М.: «Эксмо», 2016. – 137 с. (Top Business Awards).
11. Уровень урбанизации в Казахстане достиг 61,5%. Но можно ли назвать этот процесс управляемым? 14-03-2023. URL: https://kazlenta.kz/63486-uroven-urbanizacii-v-kazhstane-dostig-615-no-mozhno-li-nazvat-etot-process-upravlyaemym.html?utm_source=yxnews&utm_medium=mobile
12. Республиканский форум урбанистов прошел в Актөбе. 02 декабря 2022. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/respublikanskiy-forum-urbanistov-proshel-v-aktobe-484994/?utm_source=yxnews&utm_medium=mobile
13. Как должны развиваться современные города? Этот вопрос обсудили участники QAZURBAN FORUM 2022 «Контуры нового Казахстана» 28.04.2022. URL: https://kapital.kz/real_estate/105040/kak-dolzheny-razvivat-sya-sovremennyye-goroda.html
14. Национальный доклад о человеческом развитии 2019 «Урбанизация как ускоритель инклюзивного и устойчивого развития в Казахстане» / Программа Развития ООН в Республике Казахстан, декабрь 2019. URL: https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2020/03/RUS_KAZ-NHDR2019_compressed.pdf
15. Артем Данков. Сильный центр, слабые области: проблемы развития казахстанских регионов. URL: <https://ia-centr.ru/experts/artem-dankov/silnyy-tsentr-slabye-oblasti-problemy-razvitiya-kazakhstanskikh-regionov/>
16. Государственная программа развития регионов на 2020-2025 годы (далее – Госпрограмма) утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 27.12.2019 г. № 990. Режим доступа: URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000990>.
17. О развитии агломераций Закон Республики Казахстан от 1 января 2023 года № 181-VII ЗПК. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2300000181/z181_1.htm
18. Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН. Исследование ООН: Электронное правительство, 2020.

- ООН. Нью-Йорк, 2020. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2020-Survey/2020%20UN%20E-Government%20Survey%20-%20Russian.pdf>
19. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года № 827. Об утверждении Государственной программы «Цифровой Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2020г.). URL: <https://zerde.gov.kz/activity/management-programs/the-state-program-digital-kazakhstan/>
 20. Технологический прорыв за счет цифровизации, науки и инноваций / МЦРИАП РК (29 октября 2021 года). URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai/press/news/details/tehnologicheskii-proryv-za-schet-cifrovizacii-nauki-i-innovaciy-b-musin-dolozhil-ob-osnovnyh-napravleniyah-nacproekta?lang=ru>
 21. Индекс развития электронного правительства ООН (29 место, +10 позиций по сравнению с 2018 годом). URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/telecom/press/news/details/79830?lang=ru>
 22. Об утверждении Программы развития моногородов на 2012-2020 годы. Утратившее силу Постановление Правительства Республики Казахстан от 25 мая 2012 года № 683. Утратило силу Постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 728. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000683>
 23. Урманов А. Зачем ставить крест на городах. URL: <https://www.caravan.kz/gazeta/zachem-stavit-krest-na-gorodakh-790195/92>
 24. Нужны стимулирующие меры – Президент о переселении жителей отдаленных моногородов. URL: <https://www.caravan.kz/news/nuzhny-stimuliruyushhie-mery-prezident-o-pereselenii-zhitelej-otdalennykh-monogorodov-787848/>
 25. Об утверждении Концепции миграционной политики Республики Казахстан на 2022-2026 годы и Плана мероприятий по реализации Концепции миграционной политики Республики Казахстан на 2022-2026 годы. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/enbek/documents/details/253886?lang=ru>
 26. Ишекенова Б. В Казахстане объединят города и села в единые агломерации 17 марта 2023 года: URL: <https://lsm.kz/v-kazahstane-royavitsya-pyat-novyh>

Қазақстандағы басқарылған урбанизация цифрлік экономика жағдайында

¹*КОШЕБАЕВА Гаухар Капеновна, э.ф.д., профессор, gauhark@bk.ru,

¹МАГРУПОВА Зулфия Мазгаровна, э.ф.д., доцент, mzm68@mail.ru,

¹БИРЮКОВ Валерий Викторович, э.ф.д., декан, _valera@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қоғамдық кеңістіктердегі заманауи үрдістер қарастырылады. Барлығына бірдей қолайлы қалалық орта қандай болуы керек, қаланың мәдени коды және қазіргі уақытта қалалар қандай мәселелермен бет-бет келіп отыр деген сұрақтарға жауап беріледі. Қоғамда қоғамдық орындар мен жайлы ортаға сұраныс артып келеді. Урбанистика саласындағы негізгі бағыттар айқындалды, соның нәтижесінде басымдықтар тұжырымдалды, соған сәйкес дамыған индустриясы бар жайлы жасампаз қала құру, қауіпсіз қалалық ортаны қамтамасыз ету, оның ішінде цифрландыру арқылы көлік торабы, жасыл экономика принциптерін жүзеге асыру және т.б.

Кілт сөздер: қалалар, моноқалалар, агломерация, қала кеңістігі, қалалық орта, әкімшілік реформа, цифрландыру, қала құрылысы, адам дамуы, тіршілік ету ортасы, урбанизация, Қазақстан.

Managed Urbanization in Kazakhstan in the Conditions of the Digital Economy

¹*KOSHEBAEVA Gaukhar, Dr. of Econ. Sci., Professor, gauhark@bk.ru,

¹MAGRUPOVA Zulfiya, Dr. of Econ. Sci., Associate Professor, mzm68@mail.ru,

¹BIRYUKOV Valery, Dr. of Econ. Sci., Dean, _valera@mail.ru,

¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Modern trends in public spaces are considered. An answer is given to the question of what should be an equally comfortable urban environment for everyone, the cultural code of the city and what problems cities are currently facing. The demand for public spaces and a comfortable environment is growing in society. The main directions in the field of urbanism were identified, as a result of which priorities were formulated, according to which work should be carried out to create a comfortable creative city with developed industries, ensure a safe urban environment, including through digitalization, create a transport hub, implement the principles of a green economy, etc.

Keywords: cities, single-industry towns, agglomeration, urban space, urban environment, administrative reform, digitalization, urban development, human development, habitat, urbanization, Kazakhstan.

REFERENCES

1. Karataeva L. Urbanizatsiya v Kazahstane: progressivnoe razvitie. URL: <https://strategy2050.kz/ru/news/urbanizatsiya-v-kazahstane-progressivnoe-razvitie/>
2. Tat'yana Batishcheva / Kontury budushchego: ob innovatsiyah, sozdayushchih novye rynki / 09 noyabrya 2019. URL: https://forbes.kz//finances/markets/konturyi_buduschego_1573038760/?utm_source=forbes&utm_medium=mlt_articles
3. Aseeva O.YU. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy razvitiya processa urbanizatsii na territorii Rossijskoj Federatsii / Ekonomika i menedzhment: ot teorii k praktike // Sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. No. 2. – Rostov-na-Donu, 2015. – 132 p.
4. Alaev E.B. Osnovy urbanizatsii v mire. – Moscow: Aspekt-Press, 2009. – 253 p.
5. Kolomak, E.A. Ocenka vliyaniya urbanizatsii na ekonomicheskij rost v Rossii / E.A. Kolomak // Region: Ekonomika i Sociologiya, 2011. – No. 4. – Pp. 51-69.
6. Levada YU.A., Dolgij V.M., Levinson A.N. Urbanizatsiya kak sociokul'turnyj process // Urbanizatsiya mira. Moscow: Mysl', 1974.
7. Lappo G.M. Geografiya gorodov. – Moscow: Vlados, 2000.
8. YAnickij O.N. Istoriya gorodskoj sociologii v Rossii: evolyutsiya idej // Sociologicheskie issledovaniya. 2016. No. 8. Pp. 117-126.
9. Ahiezer A.S., Kogan L.B., YAnickij O.N. Urbanizatsiya, obshchestvo i nauchno-tehnicheskaya revolyutsiya // Voprosy filosofii. 1969. No. 2. Pp. 43-53.
10. SHvab K. CHetvertaya promyshlennaya revolyutsiya / K. SHvab. – Moscow: «Eksmo», 2016. – 137 p. (Top Business Awards).
11. Uroven' urbanizatsii v Kazahstane dostig 61,5%. No mozno li nazvat' etot process upravlyаемym? 14-03-2023. URL: https://kazlenta.kz/63486-uroven-urbanizatsii-v-kazahstane-dostig-615-no-mozno-li-nazvat-etot-process-upravlyаемym.html?utm_source=yxnews&utm_medium=mobile
12. Respublikanskij forum urbanistov proshel v Aktobe. 02 dekabrya 2022. URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/respublikanskij-forum-urbanistov-proshel-v-aktobe-484994/?utm_source=yxnews&utm_medium=mobile
13. Kak dolzhny razvivat'sya sovremennyye goroda? Etot vopros obsudili uchastniki QAZURBAN FORUM 2022 «Kontury novogo Kazahstana» 28.04.2022. URL: https://kapital.kz/real_estate/105040/kak-dolzhny-razvivat-sya-sovremennyye-goroda.html
14. Nacional'nyj doklad o chelovecheskom razvitii 2019 «Urbanizatsiya kak uskoritel' inklyuzivnogo i ustojchivogo razvitiya v Kazahstane» / Programma Razvitiya OON v Respublike Kazahstan, dekabr' 2019. URL: https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2020/03/RUS_KAZ-NHDR2019_compressed.pdf
15. Artem Dankov. Sil'nyj centr, slabye oblasti: problemy razvitiya kazahstanskih regionov. URL: <https://ia-centr.ru/experts/artem-dankov/silnyy-tsentr-slabye-oblasti-problemy-razvitiya-kazahstanskih-regionov/>
16. Gosudarstvennaya programma razvitiya regionov na 2020-2025 gody (dalee – Gosprogramma) utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 27.12.2019g. No. 990. Rezhim dostupa: URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000990>.
17. O razvitii aglomeratsij Zakon Respubliki Kazahstan ot 1 yanvarya 2023 goda no. 181-VII ZRK. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2300000181/z181_1.htm
18. Departament po ekonomicheskim i social'nym voprosam OON. Issledovanie OON: Elektronnoe pravitel'stvo, 2020. OON. N'yuj-York, 2020. URL: <https://publicadministration.un.org/>. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2020-Survey/2020%20UN%20E-Government%20Survey%20-%20Russian.pdf>
19. Postanovleniya Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 12 dekabrya 2017 goda no. 827. Ob utverzhenii Gosudarstvennoj programmy «Cifrovoy Kazahstan» (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 01.10.2020g.). URL: <https://zerde.gov.kz/activity/management-programs/the-state-program-digital-kazahstan/>
20. Tekhnologicheskij proryv za schet cifrovizatsii, nauki i innovatsij / MCRIAP RK (29 oktyabrya 2021 goda). URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai/press/news/details/tehnologicheskij-proryv-za-schet-cifrovizatsii-nauki-i-innovatsiy-b-musin-dolozhil-ob-osnovnyh-napravleniyah-nacproekta?lang=ru>
21. Indekse razvitiya elektronnoy pravitel'stva OON (29 mesto, +10 pozitsij po sravneniyu s 2018 godom). URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/telecom/press/news/details/79830?lang=ru>
22. Ob utverzhenii Programmy razvitiya monogorodov na 2012-2020 gody. Utrativshee silu Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 25 maya 2012 goda no. 683. Utratilo silu Postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 28 iyunya 2014 goda no. 728. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000683>
23. Urmanov A. Zachem stavit' krest na gorodah. URL: <https://www.caravan.kz/gazeta/zachem-stavit-krest-na-gorodakh-790195/92>
24. Nuzhny stimuliruyushchie mery – Prezident o pereselenii zhitelej otdalennykh monogorodov. URL: <https://www.caravan.kz/news/nuzhny-stimuliruyushchie-mery-prezident-o-pereselenii-zhitelej-o-t-dalennykh-monogorodov-787848/>
25. Ob utverzhenii Konceptcii migratsionnoj politiki Respubliki Kazahstan na 2022-2026 gody i Plana meropriyatij po realizatsii Konceptcii migratsionnoj politiki Respubliki Kazahstan na 2022-2026 gody. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/enbek/documents/details/253886?lang=ru>
26. Ishekenova B. V Kazahstane ob"edinyat goroda i sela v edinye aglomeratsii 17 marta 2023 goda: URL: <https://ism.kz/v-kazahstane-poyavitsya-pyat-novyh>

Развитие международной торговли в условиях регионализации: влияние на Казахстан

¹*ПУПЫШЕВА Татьяна Николаевна, докторант, ptn7@mail.ru,

¹КУРИЛКИН Антон Александрович, докторант, smokie81@mail.ru,

¹ДОСКАЛИЕВА Баян Биккайровна, д.э.н., профессор, doskalievab@mail.ru,

¹КЕНЖЕБЕКОВ Нуржан Досович, к.э.н., проректор, kenzhebekov@mail.ru,

¹ПУНТУС Евгения Александровна, аспирант, главный эксперт, genyuua@gmail.com,

¹Карагандинский университет Казпотребсоюза, Казахстан, Караганда, ул. Академическая, 9,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В современном мире важным индикатором конкурентоспособности любого государства является развитие международной торговли. Особое влияние на внешнеэкономическую деятельность государств оказывает регионализация. Целью данной статьи является анализ влияния на Казахстан тенденций развития международной торговли в условиях регионализации. В данном исследовании использовался комплекс теоретических и эмпирических методов. На основе зарубежных баз данных проведен анализ международного товарооборота и структуры международной торговли. Авторами рассмотрены особенности региональной торговли в структуре общей мировой торговли. На базе данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан выявлено влияние регионализации на казахстанскую внешнеторговую деятельность. В целом, региональная торговля, устраняя барьеры, становится мощным фактором экономического развития, как целых регионов, так и отдельных государств.

Ключевые слова: международная торговля, регионализация, товарооборот, внешнеторговая деятельность, внешнеэкономические отношения, региональное объединение, мировая экономика, товарный поток, геополитическая ситуация, экономическое сотрудничество.

Введение

В настоящее время важным индикатором успешности и самостоятельности любого государства является развитие международной торговли, так как внешнеэкономическая деятельность напрямую сказывается на конкурентоспособности государства. Текущая внешнеэкономическая ситуация зависит от целого ряда факторов и событий, оказывающих серьезное влияние на перспективы развития мировой экономики. Мировой экономический кризис, а затем распространение пандемии Covid-19, сложная геополитическая ситуация значительно повлияли на развитие всех государств. Все увеличивающиеся торговые ограничения и санкции сказываются на состоянии товарных рынков и внешнеэкономических отношений.

В настоящее время особое влияние на развитие международной торговли оказывает регионализация. Предоставляя возможности торговли без барьеров, она становится мощным фактором экономического роста как целых регионов, так и отдельных государств в составе региональных объединений. Региональные торговые объединения содействуют доступу к желаемым рынкам и ре-

сурсам, способствуют установлению устойчивых экономических связей между их членами, тем самым повышая производственный потенциал этих членов, что, в свою очередь сформирует специальные зоны с высокой взаимной интенсивностью товарных потоков.

В этой связи актуальность приобретают исследования тенденций развития международной торговли, анализ внутренних и внешних факторов, влияющих на выбор направления интеграции тех или иных государств, а также возможностей участия в создании глобальной цепочки добавленной стоимости. В условиях нынешней геополитической ситуации данные вопросы обостряются.

Исходя из вышеизложенного, целью данной статьи является анализ влияния на Казахстан тенденций развития международной торговли в условиях регионализации. Задачами выступают: проведение анализа объема международного товарооборота и структуры международной торговли, рассмотрение особенностей региональной торговли в структуре общей мировой торговли, выявление особенностей влияния регионализации на внешнеторговую деятельности Республики Казахстан.

Методы исследования

Методологической основой исследования является комплексная система научных методов. В данном исследовании использовались методы индукции и дедукции, анализа и синтеза, анализа документов, сравнения, а также табличный и графический методы. Кроме того, был осуществлен анализ статистических материалов международных баз данных, а также данных Бюро национальной статистики Агентства по планированию и реформам Республики Казахстан.

Научные результаты

На данный момент международная торговля развивается быстрыми темпами. Несмотря на ее значительный рост, риски не только не ослабевают, но, напротив, еще больше актуализируются. Вопросам современных тенденций в международной торговле посвящены работы отечественных ученых: Алпысбаевой Н.А., Кошебаевой Г.К. [1], Дуламбаевой Р.Т., Есенжоловой Г.Д. [2], Туркеевой К.А. [3], а также зарубежных исследователей: Чжоу Х., Фан Ж. [4], Урбано Д., Апарисио С., Аудреч Д. [5], Малярец Л., Отенко В., Отенко И.,

Фатьянова Д. [6], Родыгиной Н.Ю., Молевой С.В., Мусихина В.И. и Алексеева В.И. [7] и других.

В целом, данные свидетельствуют о том, что после сокращения международного товарооборота в 2020 году ввиду последствий пандемии, в 2021 году данный объем увеличился на четверть и составил 22211,4 млрд долларов США, а в 2022 году он возрос до 24018,4 млрд долларов США (на 8,1%). Данные объема международного товарооборота представлены на рисунке 1.

Таким образом, за последние два года, несмотря на геополитические и экономические трудности, произошел рост объемов международного товарооборота. Кроме того, наметились новые тенденции. В соответствии с целями Парижского соглашения намечен курс на зеленую энергетику, а также обеспечение продовольственной безопасности. В связи с чем, произошли заметные изменения в структуре международной торговли в разрезе отраслей (см. таблицу).

Объем международной торговли с 2019 года увеличился на 16%, что составило 3 трлн долл. США. Наибольшее увеличение торговли в денежном выражении наблюдается у машиностро-



Рисунок 1 – Объем международного товарооборота, млрд долл. США

Источник: составлено авторами на основе данных International Trade Center [8].

Структура международной торговли в разрезе отраслей, в млрд долларов США

№	Отрасль	2019 год	2022 год	Изменение за 2019-2022 годы
1	Машиностроительная отрасль	5393,3	6450,8	+1056,9
2	Нефтехимическая отрасль	2591,7	2828,8	+237,1
3	Металлургическая отрасль	1859,5	2442,5	+582,9
4	Транспортные средства	2180,7	2019,9	-160,8
5	Химическая промышленность	1478,6	1853,3	+374,7
6	Пищевая промышленность	1086,2	1265,5	+179,3
7	Легкая промышленность	947,3	999,8	+52,6
8	Фармацевтическая отрасль	747,3	944,3	+197,0
9	Деревообрабатывающая и мебельная промышленность	496,5	595,9	+99,4
10	Строительные товары	202,3	239,7	+37,4
11	Прочие отрасли	1633,3	1978,5	+363,5
ИТОГО		18617,3	21618,9	+3001,6

Источник: составлено авторами на основе данных United Nations Conference on Trade and Development [9].

ительной отрасли (+1056,9 млрд долл. США), металлургической отрасли (+582,9 млрд долл. США) и химической промышленности (+374,7 млрд долл. США). Стоит отметить, что в разрезе отраслей наблюдается снижение объемов торговли транспортными средствами. При этом в структуре основных товаров международной торговли фокус мировых товаропроизводителей сместился в сторону электронно-вычислительной техники и комплектующих к ней. В частности, произошло улучшение позиций торговли запоминающими устройствами, электронными схемами, процессорами и контроллерами. Максимальное снижение зафиксировано по таким товарам, как автомобили с объемом более 1500 см³, но не более 3000 см³, легкие дистилляты и продукты, золото в необработанных формах. Позиции таких товаров, как сырая нефть, лекарственные средства и портативные вычислительные машины остались неизменными [9].

В современных условиях усиливается регионализация, ведь именно она позволяет снижать торговые барьеры и усиливать экономическое сотрудничество между членами объединений. Но

вместе с тем, данная тенденция имеет и негативные последствия, так как страны, не включенные в региональные объединения и соглашения, лишены преимуществ экономического сотрудничества и расширения торговли. Данные региональной торговли в структуре общей торговли представлены на рисунке 2.

Начиная с 2020 года доля региональной торговли в Азиатско-тихоокеанском регионе, Евразийском экономическом союзе и странах Ближнего Востока и Северной Африки увеличилась, тогда как в Европейском союзе и Североамериканском соглашении о свободной торговле, странах Африки зафиксировано незначительное снижение. Несмотря на рост, регионализация Евразийского экономического союза отстает от аналогичных торговых союзов, за исключением стран Африки.

Республика Казахстан постоянно расширяет международные торговые связи. По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам, внешнеторговый оборот Казахстана за 2022 год составил 134,4 млрд долл. США, что больше 2021 года на 32,2%. Географическая структура внешнеторгово-

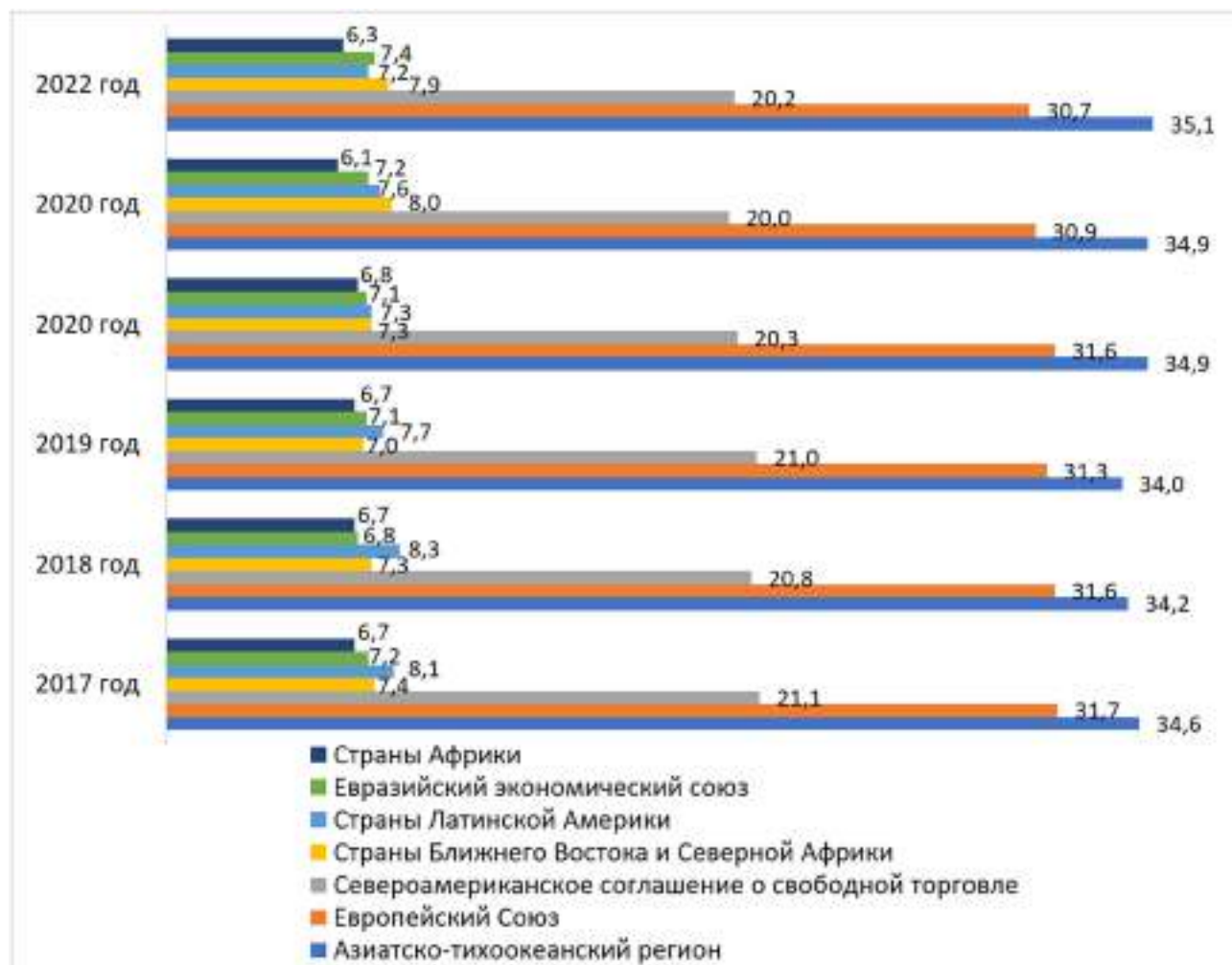


Рисунок 2 – Региональная торговля в структуре общей торговли в 2017-2022 годах, в %

Источник: составлено авторами на основе данных United Nations Conference on Trade and Development [9].

го оборота представлена на рисунке 3.

Международная торговля Казахстана в основном осуществляется в таких направлениях, как: Европейский Союз, Евразийский экономический союз, СНГ и страны Центральной Азии. Совокупный экспорт в эти страны в 2022 году составил 95% общего экспорта Казахстана. Вместе с тем, расчеты индексов внешней торговли Казахстана показали, что наибольшая интенсивность наблюдается в торговле со странами Центральной Азии, в 2017 году данный индекс составлял 33,2, а в 2022 году – 43,9. Тогда как для стран Евразийского Экономического союза он составил 8,3, стран Европейского Союза 1,4, а Китая 1,3. Усилению регионального сотрудничества способствует проведение реформ, направленных на модернизацию экономик Центральной Азии, ориентированное на интеграцию этих стран в глобальные рынки, включая Европейский Союз и другие объединения, в том числе через заключение соглашения о расширенном партнерстве и сотрудничестве.

Выводы

Таким образом, одной из актуальных тенденций развития международной торговли на сегодняшний день является изменение ее географической структуры в сторону регионализации. Региональная торговля без барьеров способствует либерализации торговых отношений, тем самым становясь мощным фактором экономического процветания государств и региональных объединений.

В мировой экономике намечен курс на экономику нулевых выборов, а также обеспечение продовольственной безопасности. Кроме того, как показывает опыт передовых развитых стран, наиболее оптимальным вариантом интеграции в международные торгово-экономические связи является включение в цепочку добавленной стоимости. Республике Казахстан также необходимо усилить свою деятельность в данном направлении.

Данное исследование финансируется Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19680334).



Рисунок 3 – Географическая структура внешнеторгового оборота Республики Казахстан в 2017-2022 годах, в %
Источник: составлено авторами на основе данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпысбаева Н.А., Кошебаяева Г.К. Анализ и перспективы развития экспортного потенциала Казахстана // Труды университета. – Караганда. – 2022. – № 4 (89). – С. 382-389.
2. Дуламбаева Р.Т., Есенжолова Г.Д. Перспективы развития внешней торговли Казахстана со странами всеобъемлющего регионального экономического партнерства // Экономика: стратегия и практика. – Алматы. – 2022. – Т.17. – № 2. – С. 162-177.
3. Туркеева К.А. Экспортные стратегии государства в условиях структурной диверсификации казахстанской экономики // Экономика: стратегия и практика. – Алматы. – 2018. – № 2. – С. 74-82.
4. Zhou H., Fan J. Export structure, import demand elasticity and export stability // The World Economy. – 2023. – 4 6(2). – Pp. 758-790.
5. Urbano D., Aparicio S., Audretsch D. Twenty-five years of research on institutions, entrepreneurship, and economic growth: what has been learned? // Small Business Economics. – 2019. – 53 (1). – Pp. 21-49.
6. Malyarets L., Otenko V., Otenko I., Fatyanov D. Monitoring the Development of the Export and Import Potential of the Regions // Montenegrin Journal of Economics. – 2022. – 18 (2). – Pp. 39-50.
7. Родыгина Н.Ю., Молева С.В., Мусихин В.И., Алексеев В.И. Инструменты поддержки экспорта за рубежом и возможности их использования в России // Российский внешнеэкономический вестник. – Москва. – 2019. – № 11. – С. 16-27.
8. Data from the International Trade Center. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intracen.org/resources/data-and-analysis/trade-statistics> (дата обращения 11.09.2023).

9. Data from the United Nations Conference on Trade and Development. [Электронный ресурс]. – URL: <https://unctad.org/statistics> (дата обращения 14.09.2023).
10. Данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/> (дата обращения 16.09.2023).

Аймақтандыру жағдайындағы халықаралық сауданың дамуы: Қазақстанға әсері

- ¹***ПУПЫШЕВА Татьяна Николаевна**, докторант, ptn7@mail.ru,
¹**КУРИЛКИН Антон Александрович**, докторант, smokie81@mail.ru,
¹**ДОСКАЛИЕВА Баян Биккайровна**, э.ф.д., профессор, doskalievab@mail.ru,
¹**КЕНЖЕБЕКОВ Нуржан Досович**, э.ф.к., проректор, kenzhebekov@mail.ru,
¹**ПУНТУС Евгения Александровна**, аспирант, бас сарапшы, genyuuu@gmail.com,
¹Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қазақстан, Қарағанды, Академическая көшесі, 9,
*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазіргі әлемде кез келген мемлекеттің бәсекеге қабілеттілігінің маңызды көрсеткіші халықаралық сауданың дамуы болып табылады. Аймақтандыру мемлекеттердің сыртқы экономикалық қызметіне ерекше әсер етеді. Мақаланың мақсаты – аймақтандыру жағдайында халықаралық сауданың даму тенденцияларының Қазақстанға әсерін талдау. Зерттеуде теориялық және эмпирикалық әдістердің жиынтығы қолданылды. Шетелдік мәліметтер базасына негізделген мақалада халықаралық сауда айналымы мен халықаралық сауда құрылымы талданады. Авторлар жалпы әлемдік сауда құрылымындағы аймақтық сауданың ерекшеліктерін қарастырды. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросының мәліметтері негізінде аймақтандырудың Қазақстанның сыртқы сауда қызметіне әсері анықталды. Жалпы, аймақтық сауда кедергілерді жою арқылы тұтас аймақтардың да, жекелеген мемлекеттердің де экономикалық дамуының қуатты факторына айналады.

Кілт сөздер: халықаралық сауда, аймақтандыру, тауар айналымы, сыртқы сауда қызметі, сыртқы экономикалық байланыстар, аймақтық бірігу, әлемдік экономика, тауар айналымы, геосаяси жағдай, экономикалық ынтымақтастық.

Development of International Trade in the Context of Regionalization: Impact on Kazakhstan

- ¹***PUPYSHEVA Tatyana**, Doctoral Student, ptn7@mail.ru,
¹**KURILKIN Anton**, Doctoral Student, smokie81@mail.ru,
¹**DOSKALIYEVA Bayan**, Dr. of Econ. Sci., Professor, doskalievab@mail.ru,
¹**KENZHEBEKOV Nurzhan**, Cand. of Econ. Sci., Vice-rector, kenzhebekov@mail.ru,
¹**PUNTUS Yevgenia**, Graduate Student, Main Expert, genyuuu@gmail.com,
¹Karaganda University of Kazpotreboysuz, Kazakhstan, Karaganda, Akademicheskaya Street, 9,
*corresponding author.

Abstract. In the modern world, an important indicator of the competitiveness of any state is the development of international trade. Regionalization has a particular impact on the foreign economic activity of states. The purpose of this article is to analyze the impact on Kazakhstan of trends in the development of international trade in the context of regionalization. This study used a combination of theoretical and empirical methods. Based on foreign databases, analyzes international trade turnover and the structure of international trade. The authors examined the features of regional trade in the structure of overall world trade. Based on data from the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, the impact of regionalization on Kazakhstan's foreign trade activities was identified. In general, regional trade, by eliminating barriers, becomes a powerful factor in the economic development of both entire regions and individual states.

Keywords: international trade, regionalization, trade turnover, foreign trade activities, foreign economic relations, regional unification, world economy, commodity flow, geopolitical situation, economic cooperation.

REFERENCES

1. Alpysbaeva N.A., Koshebaeva G.K. Analiz i perspektivy razvitija jeksportnogo potenciala Kazahstana [Analysis and prospects for the development of Kazakhstan's export potential]. Trudy universiteta [Proceedings of the University]. Karaganda, 2022, no. 4 (89), pp. 382-389.
2. Dulambaeva R.T., Esenzholova G.D. Perspektivy razvitija vneshnej torgovli Kazahstana so stranami vseobemljushhego regional'nogo jekonomicheskogo partnerstva [Prospects for the development of Kazakhstan's foreign trade with the countries of the comprehensive regional economic partnership]. Jekonomika: strategija i praktika [Economics: strategy and practice]. Almaty, 2022, Vol.17, no. 2, pp. 162-177.
3. Turkeeva K.A. Jeksportnye strategii gosudarstva v uslovijah strukturnoj diversifikacii kazahstanskoj jekonomiki [Export strategies of the state in the conditions of structural diversification of the kazakh economy]. Jekonomika: strategija i praktika [Economics: strategy and practice]. Almaty, 2018, no. 2, pp. 74-82.
4. Zhou H., Fan J. Export structure, import demand elasticity and export stability. The World Economy, 2023, no. 46 (2), pp. 758-790.
5. Urbano D., Aparicio S., Audretsch D. Twenty-five years of research on institutions, entrepreneurship, and economic growth: what has been learned? Small Business Economics, 2019, no. 53 (1), pp. 21-49.
6. Malyarets L., Otenko V., Otenko I., Fatyanov D. Monitoring the Development of the Export and Import Potential of the Regions. Montenegrin Journal of Economics, 2022, no. 18 (2), pp. 39-50.
7. Rodygina N.Ju., Moleva S.V., Musihin V.I., Alekseev V.I. Instrumenty podderzhki jeksporta za rubezhom i vozmozhnosti ih ispol'zovanija v Rossii [Tools to support export abroad and the possibility of their use in Russia]. Rossijskij vneshnejekonomicheskij vestnik [Russian Foreign Economic Bulletin]. Moscow, 2019, no. 11, pp. 16-27.
8. Data from the International Trade Center. [Electronic resource]. – URL: <https://intracen.org/resources/data-and-analysis/trade-statistics> (accessed 11.09.2023).
9. Data from the United Nations Conference on Trade and Development. [Electronic resource]. – URL: <https://unctad.org/statistics> (accessed 14.09.2023).
10. Data from the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. [Electronic resource]. URL: <https://stat.gov.kz/> (accessed 16.09.2023).

Подготовка кадров в условиях цифровой экономики

¹*АЛИМБАЕВ Абиьлда Амирханович, д.э.н., профессор, abilda_alim@bk.ru,

²САЛЬЖАНОВА Зауре Абиьдиновна, д.э.н., профессор, satname@bk.ru,

³АСАНОВА Марал Кабдрахмановна, к.э.н., доцент, massanova77@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Карагандинский университет Казпотребсоюза, Казахстан, Караганда, ул. Академическая, 9,

³НАО «Карагандинский университет имени Е.А. Букетова», Казахстан, Караганда, ул. Университетская, 28,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Целью статьи является развитие кадрового потенциала цифровой экономики на основе национальной системы квалификаций (НСК), которая обеспечивает соответствие содержания образования меняющимся требованиям к компетенциям на рынке труда. Для достижения цели в статье были использованы методы описания и анализа экономической литературы по данной проблеме. Использовалась также методология компетентностного подхода с целью определения ключевых моментов и последствий происходящих изменений, дополнений и обобщений. Рассмотрены и предложены требования к системе образования, соответствующей современным условиям, которые позволяют обеспечить единство образовательной и кадровой политики страны как сложной структуры с многообразными функциями. В рамках выделенных направлений предложены меры, позволяющие решить отдельные задачи подготовки и переподготовки кадров в условиях цифровой экономики. Выработка специальных навыков позволит человеку яснее проектировать критерии предстоящего успеха и осознанно преодолевать стратегические разрывы между исходными и искомыми компетенциями, кондиционными успешной конкуренции в перспективе. По этой причине решающее значение приобретает формирование нового качества кадров. Состояние образовательных услуг и рынок труда в Казахстане вызывают необходимость изменения системы образовательных программ на всех этапах непрерывного обучения для приведения в соответствие квалификации действующей рабочей силы требованиям современных технологий. При этом национальная система квалификаций Казахстана все еще фрагментирована и используется не в полном объеме. Формирование входящих в нее многокомпонентных и основополагающих элементов обеспечивается без их соответствующей гармонизации организационного и методологического характера.

Ключевые слова: подготовка кадров, национальная система квалификации, человеческий капитал, компетенции, знание, образование, квалифицированные кадры, человеческий капитал.

Введение

Актуальность темы исследования определяется тем, что экономика Казахстана находится в стадии становления экономического и технологического укладов. Изменилась роль знаний и человека, ставших в настоящее время основными ресурсами цифровой экономики.

Прогресс показателей производительности труда и конкурентных преимуществ в современную цифровую эпоху возможны исключительно благодаря обладанию определенными знаниями. В развитых экономиках знания преобразовались в решающий фактор производства, обусловив опережение темпов роста «знанием» услуг по сравнению с другими сферами деятельности,

всеохватность применения разрабатываемых информационно-коммуникационных технологий. Цифровые инновации выступают доминирующей детерминантой экономического роста и повышения конкурентоспособности. В результате взлетает отдача от вложений в человеческий капитал, а значит, и предпочтительности инвестирования в подготовку квалифицированных кадров. Сформированный пласт знаний в случае их неприменимости превращается в безнадёжный балласт. Трансформировать знания в продукт или услугу способен только квалифицированный их носитель, проявляющий в своих компетенциях необходимую комбинацию приобретенных в процессе образования знаний, умений и навыков.

Национальная система квалификаций (НСК) держит фокус на коренном обновлении целевых ориентиров, механизмов и принципов выделения средств и выстраивания требований к творческим возможностям кадров в векторе перехода экономики на инновационное развитие. Сказанное актуально и для построения системы мотивации и стимулов для обучения и внедрения инноваций. Такой фокус предопределяет настоятельность совершенствования качества и укрепления устойчивости институционально-правовой среды, регламентирующей развитие человеческого капитала.

Свод общепринятых в обществе норм и правил, структурирующих экономические взаимоотношения, следует переориентировать на приоритет задействования человеческих ресурсов и создание необходимой для этого среды.

Обзор литературы

Цифровая трансформация экономики предполагает изменение факторов, воздействующих на параметры социально-экономического развития. Человеческий капитал концентрирует в себе главную общественную ценность, потому как объединяет накопленный запас знаний, мотивацию, культурный уровень, навыки, творческие и мыслительные способности их моральные ценности, которые используются в целях получения дохода. На последнее из указанных свойств указывает лауреат Нобелевской премии Г.Беккер, являющийся автором микроэкономических основ теории человеческого капитала: вложения в формирование знаний, умений и навыков (посредством системы образования, подготовки и переподготовки кадров предприятий) должны создавать достойный доход как их носителю, так и работодателю (Беккер, 2003).

В работах ученых-экономистов человеческий капитал рассматривается в разном фокусе: через призму процесса экономического роста (Lucas, 1988; Romer, 1990); Нельсон и Фелпс видят в человеческом капитале и технологиях вектор экономического роста (Nelson & Phelps, 1966); Барро рассматривает человеческий капитал в тандеме с инновационной активностью (Barro, 1996).

Форсирование цифровизации экономики приводит к возрастанию ценности человеческого капитала, что трансформирует и экономическую систему, и само общество. Американский ученый П. Друкер по значимости для создания добавленной стоимости и национального богатства помещает знания в позицию важнейшей производительной силы, вытесняющей на второстепенные позиции традиционные факторы производства: труд, землю, капитал (Drucker, 1993).

В эпоху развития цифровой экономики особенно актуальным становится необходимость определения новых источников цифрового развития человеческого капитала. Среди российских ученых тема человеческого капитала в цифровой экономике стала особенно популярна только в

последние годы. Человеческий капитал как фактор развития экономического роста страны рассмотрен в работах Л.М. Борщ и А.Р. Жаровой. В частности, «человеческий капитал» выступает как система экономических отношений в системе хозяйственной деятельности и ведет к накоплениям профессиональных качеств на протяжении жизни (Борщ, Жарова, 2019).

Ученые Н.Р. Кельчевская и Е.В. Ширинкина описывают развертывание цифрового прогресса человеческого капитала в виде совокупного взаимодействия всех участников: рынка труда, предприятий и системы образования, делая акцент на целесообразности совершенствования стратегического управления человеческим капиталом в цифровой экономике (Кельчевская, Ширинкина, 2020).

Роков А.И., Белкина Е.С., Ледовская К.А. закладывают инвестиции в человеческий капитал в число параметров успешного развития предприятия в эпоху цифровой экономики (Роков и др., 2020).

Всемирный банк рассматривает квалификацию работника в виде компетенций, сложившихся в результате тренингов и обучения (World Bank, 2019).

HR-специалист Светлышева О.Ю. определяет компетенции как комбинацию требуемых для реализации запланированных целей навыков, способностей, знаний, отношений и мотивации (Светлышева О.Ю., 2017).

Выявление разрыва между требуемой компетентностью и текущей становится основой осуществления прорыва в стратегическом развитии организаций, в этом аспекте получило распространение понятие «ключевой компетентности» (Хамел Г., Прахалад К., 2002).

Представляет интерес трактовка ключевой компетентности как синергетической коллаборации в технологиях управления на основе владения знаниями о запросах потребителя, умений, маркетинговой интуиции (Фаэй, Рендел, 2002).

Различными авторами предлагаются и другие характеристики и свойства компетентности организации. Так, Т.М. Клелланд интерпретирует компетенции как важнейший человеческий атрибут, каузально сказывающийся на эффективности работы (McClelland, 2010).

Таким образом, в исследовании человеческого капитала высветился целый ряд разноаспектных подходов и классификаций данной экономической категории. На наш взгляд, научный интерес представляют теории, отображающие человеческий капитал в виде комплекса из таких компонентов, как знания, образование, научный потенциал. В частности, особую ценность для цифровой экономики приобретает эффективное сочетание и использование компетенций, позволяющих создавать конкурентоспособную НСК, востребованную как на национальном, так и мировом уровне.

Методы исследования

Методология компетентности охватывает приобретение, совершенствование и сохранение компетентности. Значимой ее отличительной чертой выступает способность нивелировать разрыв, что гарантирует ресурсность организации в удовлетворении запросов будущего.

Результаты

Цифровая экономика нуждается в высококачественном человеческом потенциале и эффективном его использовании. Поэтому развитые страны демонстрируют практику использования НСК как основы формирования требуемого качества человеческого капитала.

В Казахстане в значительной части отраслей технологического развития потребность в высококвалифицированных кадрах сильно опережает развитие человеческих ресурсов. Большинство работодателей испытывают трудности в поиске необходимых работников с соответствующими навыками и компетенциями, вынуждая их обучать кадры самостоятельно или привлекать иностранную рабочую силу, а граждане сталкиваются с барьерами при трудоустройстве. Такое положение подтверждает тот факт, что существующая система подготовки будущих кадров в Казахстане ориентирована, в первую очередь, на возможности образовательной инфраструктуры учебных заведений, а не на требования бизнеса к компетенциям.

Для преодоления данной проблемы рекомендуется разработать и реализовать эффективную НСК, обеспечивающую соответствие потенциальных трудовых ресурсов требованиям к навыкам и компетенциям на рынке труда.

Каркасом построения цифровой экономики выступает конгруэнтность располагаемой рабочей силы запросам применяемых технологий производства. Эволюция промышленных укладов, усложнение труда и повышение его производительности отсеивали одни профессии и запрашивали новые, предполагающие более продвинутую квалификацию и повышенную оплату труда.

Цифровизация казахстанской экономики вынуждает работодателей и работников адаптироваться к новым реалиям. В связи с этим формируется огромный постоянный растущий пласт цифровой экономики, взаимодействующий с экономикой традиционной. Соответственно, важнейшим условием развития цифровой экономики является ее кадровая составляющая.

Среди причин, связанных с несоответствием квалификации персонала потребностям работодателей, необходимо выделить следующие:

- разбалансированность интересов работников, работодателей и государства в вопросах подготовки кадров для современной экономики;

- у молодых кадров снижена мотивация к занятости в промышленном производстве;

- при разработке учебных программ не учитываются новые, связанные с цифровыми технологиями профессии;

- отсутствие системы подготовки специалистов для работы с «умными» производственными системами.

Укомплектование современных предприятий, все больше переходящих на Smart-технологии и цифровые форматы деятельности, немислимо без совершенствования системы подготовки кадров с охватом системы послевузовского образования, в тренде на освоение и продвижение цифровых технологий, и создание системы дополнительной подготовки преподавателей высшей школы с участием высококвалифицированных специалистов предприятий, практикующих цифровые технологии. Однако, по данным Международного исследования компетенций взрослого населения (PIAAC, 2018), 95% взрослых в Казахстане не желают повышать свои цифровые компетенции. Одновременно и казахстанские предприятия минимизируют свои затраты на обучение персонала. Здесь следует учитывать, что для большинства работников недоступно дополнительное обучение по причине недостатка средств или времени. Так, в исследованиях стратегии развития компетенции ОЭСР в Казахстане 25% взрослого населения в возрасте 25-64 лет отмечают, что не имеют свободного времени для обучения ввиду загруженности на работе, 25% граждан не располагают необходимыми средствами на дополнительное образование (Алимбаев, Битенова, 2019).

В связи с этим, представляется целесообразным выделить следующие актуальные и ключевые проблемы повышения квалификации и переквалификации кадров:

- необходимо не только создавать условия для обучения кадров, но и стратегически важным является внедрение концепции обучения всей жизни;

- требуется совершенствовать экономические и институциональные механизмы с ориентацией на гибкие и менее затратные варианты обучения.

Сегодня существенно расширилась «зона согласия» между кадровыми подразделениями промышленных предприятий и органами государственной власти относительно того, что формальная система образования не готовит в требуемом количестве, а часто и вовсе не готовит кадры, обладающие искомыми компетенциями. Поэтому предприятиям приходится переучивать и доучивать самостоятельно выпускников вузов и колледжей (исключение представляют кадры, имеющие практику работы на идентичном производстве).

Цифровая экономика вынуждает работников и работодателей адаптироваться к изменяющимся условиям. Проведенный анализ свидетельствует, что выпускники вузов не вполне соответствуют требованиям, запрашиваемым предприятиями. Так, число трудоустроенных выпускников возрос-

до на 12% в сравнении с прошлым годом, средний процент трудоустройства в 2021 году составил 77%. При этом, 68% работодателей были не довольны актуальностью и качеством образовательных программ (Всемирный банк, 2021).

Согласно практике развитых стран, фундаментом построения нового качества человеческого капитала, который формируется в результате накопления знаний и навыков, является национальная система квалификации. Целью НСК является формирование и обеспечение функционирования компетенции рынка труда вместо «рынка дипломов».

Данные Международного исследования навыков взрослого населения [PIAAC], осуществленного в Казахстане ОЭСР, обнаружили, что почти 41% работников признают, что они трудятся в рамках профессий, отличающихся от сферы приобретенного ими образования. Около 35% отмечают, что осуществляемая ими работа не адекватна уровню присвоенной им квалификации. По мнению экспертов, нестыковка навыков, в числе иных факторов, также несет серьезные потери и для дохода работников, и для экономического роста (Алимбаев, Битенова, 2019). Приведенные данные показывают, что достигает огромных масштабов несбалансированность компетенций на рынке труда, когда бытует одновременно и безработица, и нехватка квалифицированных кадров с необходимыми компетенциями.

Новые вызовы требуют новых организованных форм, понимания природы знания и компетенции как стратегических активов. Знания закладываются в основу компетенции, а компетенции становятся средством создания продуктов и услуг, выставляемым предприятием на рынок.

По нашему мнению, компетентность выступает следствием взаимообусловленного преумножения знаний, опыта и умений. Знания наращиваются в ходе обучения и повышения квалификации работника. Опыт накапливается с течением времени исходя из содержания работы. Умения отражают способность применять имеющиеся знания и опыт в практической деятельности.

Развитые страны в своем экономическом росте и повышении конкурентоспособности обязаны таким драйверам экономики, как инновации на основе цифровых технологий и рост предоставления знания «знаниемых» услуг. Это ведет к превращению человеческого капитала в важнейший фактор производства и росту заинтересованности в инвестициях в подготовку кадров. Приобретенные знания превращаются в бесполезный балласт, если они не находят применения на практике. В то же время, работник не может обладать узкоспециализированными компетенциями, если он не приобрел высокую квалификацию и не освоил систему знаний, умений и навыков.

В развитых западных странах с высоким уровнем дохода и сложности экономики, человеческий капитал в настоящее время занимает основ-

ную долю совокупного национального богатства (70%). Свыше 25% работников в этих странах трудятся в качестве специалистов категории «знание», которые заняты когнитивным нерутинным трудом (рисунок 1).

Как видим в странах с высоким уровнем дохода и сложности экономики демонстрируется ускоренный рост объема предоставления значимых услуг, стремительный рост информационно-коммуникационных технологий. И такая тенденция данного показателя будет со временем лишь увеличиваться.

В нашей стране человеческий капитал составляет только 42% от совокупного национального богатства, что сопоставимо с уровнем стран с низким доходом, при этом в сфере «экономики знаний» занято лишь 11% трудящихся (Алимбаев, Битенова, 2019). Таким образом, важным условием дальнейшего развития страны является не только создание качественных рабочих мест, но и наличие достойного количества трудовых ресурсов с необходимыми компетенциями.

Как показывают результаты исследования, обостряется несоответствие компетенции работников запросам работодателей, где решающую роль должна играть НСК, обеспечивающая соответствие потенциальных трудовых ресурсов требованиям к навыкам и компетенциям на рынке труда. Как считают исследователи (Сатыбалдин и др., 2020), основной недостаток НСК, утвержденной в сентябре 2012 года, демонстрирует ее несоответствие европейским стандартам, на которые изначально ориентировались ее разработчики.

В Казахстане работа по разработке НСК началась в 2012 г. в исполнение программной статьи Президента республики, предполагавшей соответствие профессиональных стандартов, выработанных в рамках НСК, и образовательных стандартов, применяемых в учреждениях образования (Назарбаев, 2019).

Между тем, результаты показывают, что за прошедший период НСК, несмотря на практическую значимость и актуальность, не стала определяющим механизмом взаимодействия сферы труда и сферы образования, рынков труда и образовательных услуг, играющим существенную роль в формировании нового качества человеческого капитала в условиях цифровой экономики. Это, естественно, ограничивает возможности по установлению взаимосвязей между рынком труда и образования. При этом особо следует отметить, что недостатком в разработке НСК является то, что не было учтено обостряющееся рассогласование профессионального образования и потребностей рынка труда.

В современном мире уровень саккумулированных в обществе научных знаний не выступает единственным гарантом лидирования, на передний план начинают также выходить неявные, т.е. неформализованные, знания, как правило, официально не фиксируемые. Неявные знания

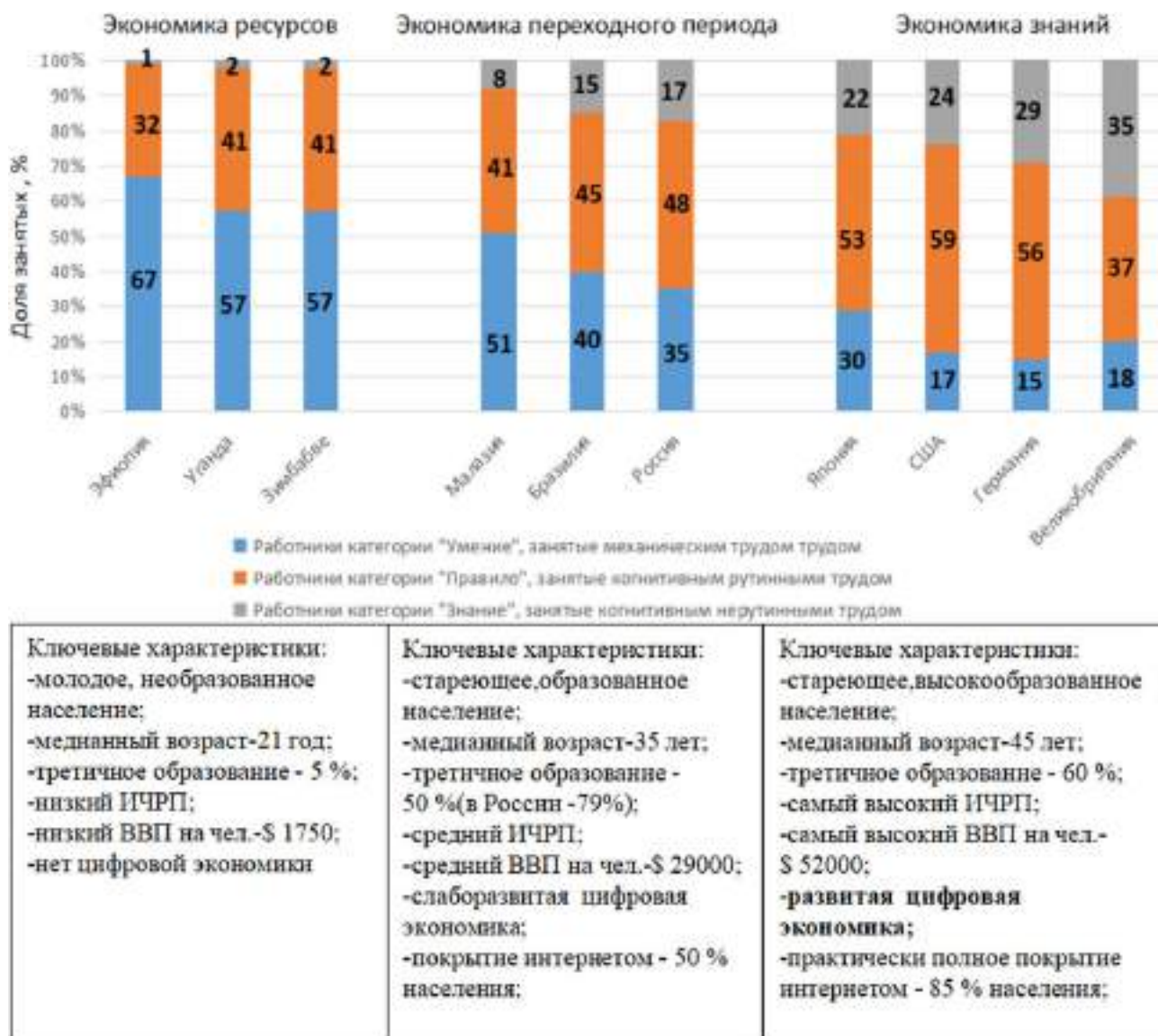


Рисунок 1 – Соотношение работников разных категорий труда и ключевые характеристики человеческого капитала стран различного уровня развития, %

Примечание – Источник (worldskills, 2019)

не предполагают занятий в учебных классах и поглощения учебников, они передаются непосредственно в совместной деятельности. Если научные знания описывают существующую объективную реальность, то неявные знания, наоборот, связаны с творческим началом человека, т.е. служат созданию несуществующих в природе объектов (например, изобретения, искусство, виртуальная и дополненная реальность и т.д.).

Уходит в прошлое установившийся порядок, при котором выпускники университетов приобретали неявные знания после окончания учебы уже в ходе их работы на предприятиях, т.е. от этого процесса вузы находились отстраненно. Сейчас актуализируется параллельность приобретения обучающимися в университете как явных, так и неявных знаний, что потребует коренных сдвигов в образовательном процессе. В цифровой эконо-

мике должна быть усилена часть учебного процесса, связанная с трансляцией неявных знаний и практикой.

Учитывая методологические просчеты при разработке НСК, правительством Республики Казахстан в 2016 году были внесены изменения и дополнения в Правила разработки ГОСО, результатом этого стала новая версия ГОСО (Постановление № 292, 2016). С целью обеспечения когерентности профессиональных стандартов с образовательным процессом МОН РК в 2017 году разработало Методические рекомендации для вузов по проектированию образовательных программ (Методические рекомендации, 2017). Однако, как показывают исследования, на данный момент они не получили практического применения по причине неоконченности формирования организационно-методического обеспечения

в области функционирования НСК. Подтверждением сказанного стал тот факт, что в 2018 году МОН РК снова утвердило очередную редакцию ГОСО (Приказ № 604).

Обоснованной и необходимой стала разработка Атласа новых профессий и компетенций с использованием технологии форсайта, основанной на методологической базе Международной организации труда. Эта технология позволяет отраслям концентрировать внимание на находящихся в стадии становления критических технологиях, которые будут доминировать и в будущем обеспечивать их качественную подготовку на всех уровнях образования, что является важным условием для эффективности занятости.

Всемирный банк в 2021 году провел опрос, согласно которому 14% производственных предприятий и 16% предприятий сферы услуг Казахстана отметили, что низкоквалифицированная рабочая сила является ключевым препятствием на пути к повышению производительности (Алимбаев, 2017). Во многих отраслях цифровизация сильно опережает развитие человеческих ресурсов. Значительное количество работодателей испытывают трудности в поиске необходимых работников с соответствующими навыками и компетенциями, вынуждая их обучать кадры самостоятельно или привлекать иностранную рабочую силу, а граждане сталкиваются с барьерами при трудоустройстве. Такая ситуация подтверждает тот факт, что существующая система подготовки будущих кадров в Казахстане ориентирована, в первую очередь, на возможности образовательной инфраструктуры учебных заведений, а не на требования бизнеса к навыкам и компетенциям.

С учетом прогнозов, определенных в Атласе новых профессий, необходимо обеспечить их качественную подготовку на всех уровнях образования согласно НСК, что является важным условием для эффективности занятости.

В отечественной экономической литературе в теории и практике существует единый подход по дальнейшему совершенствованию институционально-организационных механизмов разработки НСК. Так, А.А. Сатыбалдин и другие исследователи, проводившие исследование в работе «Совершенствование национальной системы квалификации как фактор формирования нового качества человеческого капитала», предлагают рассмотреть вопрос о формировании отдельного уполномоченного государственного органа, а именно отдельного министерства, руководитель которого будет наделен статусом заместителя Премьер-министра (Сатыбалдин и др., 2020). Аналитики Национальной палаты предпринимателей также выступают за создание независимого органа по развитию классификаций с определенными полномочиями и соответствующим финансированием со стороны государства, который бы координировал НСК в РК и был бы ответственным в целом за развитие квалификаций в стране.

Обсуждение

Рекомендации по разработке образовательных программ как основополагающего элемента НСК.

Функционирующая на сегодняшний день модель предполагает связь вузов с практикой посредством ряда каналов: экспертных работ преподавателей, контрактных работ по заказу предприятий. Этого недостаточно, более значительным фактом является обостряющееся несогласование профессионального образования и недоучет опережающего технологического развития содержания образовательных программ при их разработке.

Университеты для бизнеса выступают в качестве генератора идей, изобретений, инноваций, услуг. Частных инвесторов интересуют проекты с высокой окупаемостью и быстрым ростом. Громоздкие университеты и находящаяся под контролем государства сфера образования не представляют интереса для бизнеса как объект инвестиций, хотя бизнес является главным потребителем подготавливаемых кадров.

Приоритетами государственной политики являются поддержка национального научно-технического комплекса, создающего новые знания и изобретения, но также и оздоровление конкурентной бизнес-среды. Это две противоречивые цели, стыковка которых предполагает лавирование между двумя тонкими гранями: помощи системе науки и образования либо национальному бизнесу. В Казахстане превалирует ошибочная иллюзия, возлагающая на бизнес и рыночный механизм избыточные ожидания. Стыковка интересов сферы образования и бизнеса представляет собой взаимодействие социальных институтов кардинально различного типа, отличающихся и по целям, и по мотивации ключевого персонала, и по критериям успешности.

В настоящее время Казахстан осуществляет реформирование сферы науки и образования с акцентом на уплотнение взаимодействия с практикой и на цифровое развитие, однако данный процесс обладает недоработками.

Для соответствия современным требованиям система образования должна обеспечить выполнение следующих задач.

Во-первых, выпуск специалистов с ориентировкой на экономику знаний, нацеленных на высокотехнологичные, сложные производства с высокой долей добавленной стоимости. Такая система обучения должна быть многоуровневой, непрерывной и объединить в одном процессе ученых, инженеров, техников, менеджеров, преподавателей. Между всеми участниками данной системы должна поддерживаться постоянная прямая и обратная связь, корректирующая цели образования (рисунок 2).

Во-вторых, повышение степени экономической востребованности знаний. Необходим разворот академических исследований от фунда-



Рисунок 2 – Участники новой системы подготовки кадров

Примечание – Составлено авторами на основе (Неборский, 2012)

ментальной науки к прикладным разработкам. Требуется сближение университетской науки с местным деловым сообществом для решения реальных задач и повышения благосостояния населения.

В-третьих, практическое применение знаний и технологий в плане продвижения конкурентоспособности региональной экономики. В действительности, как правило, основная часть общественного производства осуществляется на устаревших открытиях, технологии и технике. Так, согласно опросу ВЭФ, в ближайшие пять лет изменятся 40% основных навыков сегодняшних работников, а каждому второму сотруднику придется пройти переквалификацию.

Выполнение названных задач приведет к формированию в Казахстане готовых к генерации инноваций и внедрению высококвалифицированных, компетентных кадров, готовых к активному творческому действию в динамичных условиях цифровой экономики.

Требуется кардинальный пересмотр экономических основ вложения в образование – такие затраты стоит позиционировать не как издержки на трудовые ресурсы, а как стратегические инвестиции в будущее благосостояние национальной экономики. Инновационное образование предполагает усиление взаимосвязи обучения с практикой, применение принципиально новых, современных информационных и цифровых технологий.

Всё вышеизложенное предполагает использование методологии компетентного подхода,

который требует необходимости формирования многокомпонентной информационно-образовательной среды на основе единства образовательной и кадровой политики, которую можно считать частью цифровой экономики.

Заключение

Эффективность любой экономической стратегии в конечном счете определяется улучшением качества жизни людей. Именно конкурентоспособность и других возможностей для развития человеческого капитала выступает НСК, повышение качества институтов и эффективность деятельности государства. В условиях цифровой экономики наличие подготовленных кадров становится одним из базовых условий экономического роста, которое не всегда выполняется.

Поэтому речь должна идти о создании концепции необходимых нормативных и правовых механизмов по определению перспективных направлений развития цифровой экономики. При этом, необходимо учитывать, что в экономике Казахстана многие институты уже давно морально устарели, на базе которых нельзя создать современную НСК. Здесь требуются серьезные общеэкономические реформы.

Без разработки новых образовательных программ как основополагающего элемента НСК страна не будет способна преодолеть отставание от более развитых стран, что неизбежно породит трудности при интеграции Казахстана в мировое образовательное сообщество. Принятие этой

программы – прерогатива высшего руководства страны, располагающего доступом к информации о тенденциях развития образования, испол-

нительной волей и рычагами для решительных преобразований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Drucker, P. Post-Capitalist Society. – New York, 1993. – 217 p.
2. Lucas, R.E. On the Mechanics of Economic Development / R.E. Lucas // Journal of Monetary Economics. – 1988. – No. 22. – Pp. 3-42.
3. McClelland, D.C. The Achieving Society. – Martino Fine Books, 2010. – 530 p.
4. Nelson, R.R. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth / R.R. Nelson, E.S. Phelps // The American Economic Review. – 1966. – No. 56 (1-2). – Pp. 69-75.
5. PIAAC, the OECD's program of assessment and analysis of adult skills. – 2018. – (<https://www.oecd.org/skills/piaac/>)
6. Romer, P. Endogenous Technological change // Journal of Political Economy. – 1990. – No. 98 (5). – Pp. 71-102.
7. Алимбаев, А.А. Цифровая экономика – Особенности формирования и тенденции развития / А.А. Алимбаев, Б.С. Битенова // Экономика: Стратегия и практика. – 2019. – № 1 (14). – С. 57-69.
8. Алимбаев, А.А. Реиндустриализация – ключ к технологической модернизации экономики Казахстана // Экономика: стратегия и практика. – 2017. – № 2 (42). – С. 6-14.
9. Беккер, Г.С. Человеческое поведение: экономический подход. Избранные труды по экономической теории / Пер. с англ. – М.: ВШЭ, 2003. – 672 с.
10. Борщ, Л.М. Методология развития человеческого капитала с позиции цифровой экономики / Л.М. Борщ, А.Р. Жарова // Креативная экономика. – 2019. – Том 13. – № 13. – С. 2141-2158.
11. Кельчевская, Н.Р. Институциональная модель драйверов цифрового развития человеческого капитала в стратегической перспективе / Н.Р. Кельчевская, Е.В. Ширинкина // Вопросы управления. – 2020. – № 1 (62). – С. 83-92.
12. Назарбаев, Н.А. Социальная модернизация Казахстана: двадцать шагов к Обществу Всеобщего Труда. – 2012. (<https://www.centrasia.ru/newsA.php?st=1341904080>).
13. Постановление Правительства Республики Казахстан № 292 от 13 мая 2016 г. О внесении изменений и дополнений в Постановление Правительства Республики Казахстан от 23 августа 2012 года, N1080, «Об утверждении государственных общеобязательных стандартов образования соответствующих уровней образования». (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000292/links>).
14. Роков, А.И. Инвестиции в человеческий капитал как фактор успешного развития организаций и общества в эпоху цифровой экономики / А.И. Роков, Е.С. Белкина, К.А. Ледовская // Стратегия бизнеса – 2020. – Том 8. – № 1. – С. 27-30. – (<https://doi.org/10.17747/2311-7184-2020-1-27-30>).
15. Сатыбалдин, А.А. Совершенствование национальной системы квалификаций как фактор формирования нового качества человеческого капитала / А.А. Сатыбалдин, И.Н. Дауранов, З.К. Чуланова, Н.А. Абилкайыр // Экономика: стратегия и практика. – 2020. – № 3 (15). – С. 5-18.

Цифрлық экономикада кадрларды даярлау

¹*АЛИМБАЕВ Абиьлда Амирханович, э.ф.д., профессор, abilda_alim@bk.ru,

²САЛЬЖАНОВА Зауре Абиьлдиновна, э.ф.д., профессор, satname@bk.ru,

³АСАНОВА Марал Кабдрахмановна, э.ф.к., доцент, massanova77@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 5б,

²Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қазақстан, Қарағанды, Академическая көшесі, 9,

³«Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Университет көшесі, 28,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақаланың мақсаты – білім беру мазмұнының еңбек нарығындағы құзыреттерге қойылатын өзгермелі талаптарға сәйкестігін қамтамасыз ететін ҰБЖ негізінде цифрлық экономиканың кадрлық әлеуетін дамыту. Мақсатқа жету үшін мақалада осы мәселе бойынша экономикалық әдебиеттерді сипаттау және талдау әдістері қолданылды. Сондай-ақ, негізгі ойларды және болып жатқан өзгерістердің, толықтырулар мен жалпылаудың салдарын анықтау мақсатында құзыреттілік тәсілінің әдістемесі қолданылды. Әр түрлі функциялары бар күрделі құрылым ретінде елдің білім беру және кадр саясатының біртұтастығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін заманауи жағдайларға сәйкес білім беру жүйесіне қойылатын талаптар қарастырылып, ұсынылды. Бөлінген бағыттар шеңберінде цифрлық экономика жағдайындағы кадрларды даярлау мен қайта даярлаудың жекелеген міндеттерін шешуге мүмкіндік беретін шаралар ұсынылды. Арнайы дағдыларды дамыту адамға алдағы табыстың критерийлерін нақты жобалауға және бастапқы құзыреттер мен қажетті құзыреттер арасындағы стратегиялық алшақтықтарды саналы түрде өтуге мүмкіндік береді. Осы себепті кадрлардың жаңа сапасын қалыптастыру өте маңызды. Қазақстандағы білім беру қызмет-

терінің жай-күйі мен еңбек нарығы қолданыстағы жұмыс күшінің біліктілігін заманауи технологиялардың талаптарына сәйкестендіру үшін үздіксіз оқытудың барлық кезеңдерінде білім беру бағдарламалары жүйесін өзгерту қажеттілігін туғызады. Бұл ретте Қазақстанның ұлттық біліктілік жүйесі (ҰБЖ) әлі де бөлшектелген және толық көлемде пайдаланылмайды. Оған кіретін көп компонентті және іргелі элементтердің қалыптасуы олардың ұйымдастырушылық және әдіснамалық сипатын тиісті үйлестіругіз қамтамасыз етіледі.

Кілт сөздер: кадрларды даярлау, ұлттық біліктілік жүйесі, адами капитал, құзыреттер, білім, білім беру, білікті кадрлар, адами капитал.

People Training in Terms of Digital Economy

¹*ALIMBAEV Abilda, Dr. of Econ. Sci., Professor, abilda_alim@bk.ru,

²SALZHANOVA Zaure, Dr. of Econ. Sci., Professor, satname@bk.ru,

³ASANOVA Maral, Cand. of Econ. Sci., Associate Professor, massanova77@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Karaganda University of Kazpotreboysuz, Kazakhstan, Karaganda, Akademicheskaya Street, 9,

³NPLC «Karaganda Buketov University», Kazakhstan, Karaganda, University Street, 28,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the article is to develop the human resources potential of the digital economy based on the NQS, which ensures that the content of education meets the changing requirements for competencies in the labor market. To achieve this goal, the methods of description and analysis of the economic literature on this problem were used in the article. The methodology of the competence approach was also used in order to determine the key points and the consequences of the changes, additions and generalizations that are taking place. The requirements for the education system corresponding to modern conditions, which allow ensuring the unity of the country's educational and personnel policy as a complex structure with diverse functions, are considered and proposed. Within the framework of the identified areas, there are proposed measures that allow solving certain tasks of training and retraining personnel in the digital economy. The development of special skills will allow a person to more clearly design the criteria for upcoming success and consciously overcome strategic gaps between the initial competencies and the desired competencies, conditioned by successful competition in the future. For this reason, the formation of a new quality of personnel becomes crucial. The state of educational services and the labor market in Kazakhstan make it necessary to change the system of educational programs at all stages of continuous training in order to bring the qualifications of the current workforce into line with the requirements of modern technologies. At the same time, the National Qualifications System (NQS) of Kazakhstan is still fragmented and not fully used. The formation of its multicomponent and fundamental elements is ensured without their corresponding harmonization of organizational and methodological nature.

Keywords: personnel training, national qualification system, human capital, competencies, knowledge, education, qualified personnel, human capital.

REFERENCES

1. Drucker, P. Post-Capitalist Society. – New York, 1993. – 217 p.
2. Lucas, R.E. On the Mechanics of Economic Development / R.E. Lucas // Journal of Monetary Economics. – 1988. – No. 22. – Pp. 3-42.
3. McClelland, D.C. The Achieving Society. – Martino Fine Books, 2010. – 530 p.
4. Nelson, R.R. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth / R.R. Nelson, E.S. Phelps // The American Economic Review. – 1966. – No. 56 (1-2). – Pp. 69-75.
5. PIAAC, the OECD's program of assessment and analysis of adult skills. – 2018. – (<https://www.oecd.org/skills/piaac/>)
6. Romer, P. Endogenous Technological change // Journal of Political Economy. – 1990. – No. 98 (5). – Pp. 71-102.
7. Alimbaev, A.A. Cifrovaja jekonomika – Osobennosti formirovaniya i tendencii razvitiya / A.A. Alimbaev, B.S. Bitenova // Jekonomika: Strategija i praktika. – 2019. – No. 1 (14). – Pp. 57-69.
8. Alimbaev, A.A. Reindustrializacija – ključ k tehnologičeskoj modernizacii jekonomiki Kazahstana // Jekonomika: strategija i praktika. – 2017. – No. 2 (42). – Pp. 6-14.
9. Bekker, G.S. Chelovecheskoe povedenie: jekonomičeskij podhod. Izbrannye trudy po jekonomičeskoj teorii. Per. s angl. – Moscow: VShJe, 2003. – 672 p.
10. Borshh, L.M. Metodologija razvitiya chelovecheskogo kapitala s pozicii cifrovoy jekonomiki / L.M. Borshh, A.R. Zharova // Kreativnaja jekonomika. – 2019. – Tom 13. – No. 13. – Pp. 2141-2158.
11. Kel'čevskaja, N.R. Institucional'naja model' drajverov cifrovogo razvitiya chelovecheskogo kapitala v strategičeskoj perspektive / N.R. Kel'čevskaja, E.V. Shirinkina // Voprosy upravlenija. – 2020. – No. 1 (62). – Pp. 83-92.

12. Nazarbaev, N.A. Social'naja modernizacija Kazahstana: dvadcat' shagov k Obshhestvu Vseobshhego Truda. – 2012. (<https://www.centrasia.ru/newsA.php?st=1341904080>).
13. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan No. 292 ot 13 maja 2016 g. O vnesenii izmenenij i dopolnenij v Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 23 avgusta 2012 goda, N1080, «Ob utverzhenii gosudarstvennyh obshheobjazatel'nyh standartov obrazovanija sootvetstvujushhij urovnej obrazovanija». (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000292/links>).
14. Rokov, A.I. Investicii v chelovecheskij kapital kak faktor uspehnogo razvitija organizacij i obshhestva v jepohu cifrovoj jekonomiki / A.I. Rokov, E.S. Belkina, K.A. Ledovskaja // Strategija biznesa – 2020. – Tom 8. – No. 1. – Pp. 27-30. – (<https://doi.org/10.17747/2311-7184-2020-1-27-30>).
15. Satybaldin, A.A. Sovershenstvovanie nacional'noj sistemy kvalifikacij kak faktor formirovanija novogo kachestva chelovecheskogo kapitala / A.A. Satybaldin, I.N. Dauranov, Z.K. Chulanova, N.A. Abilkajyr // Jekonomika: strategija i praktika. – 2020. – No. 3 (15). – Pp. 5-18.

"Green" Investment Risk Management

¹DEMIRAL Mehmed, PhD, Associate Professor, mdemiral@ohu.edu.tr,

^{2*}KAIRATKYZY Aidana, Doctoral Student, qairatqzy.97@gmail.com,

²KHOICH Aizhan, PhD, Associate Professor, khoich.aizhan@gmail.com,

¹Nigde Omer Halisdemir University, Turkey, Nigde, 51240,

²NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the work is to identify and analyze the risks of «green» financing. Risks play an important role for potential investors. Without the clarity of risk management of «green» investments, it is impossible to effectively monitor the implementation of projects, ensure proper control, accounting and reporting, competently assess the socio-economic efficiency of the implementation of programs and projects. As a result of the study, the risks of implementing «green» infrastructure projects were identified and classified. Classification and typology of «green» financial instruments is carried out. A study was also conducted on the risks of investing in «green» projects, in renewable energy projects from 2016 to 2020. Almost all risks, including currency risk, political risk, financial sector risk, i.e. the risk of lost investments, the risk of problems with counterparties, technical risk associated with networks showed positive dynamics. The risks associated with climate change in the cost of lending are investigated. It is proposed to stimulate the inflow of loans to regions with more environmentally friendly industries. This may contribute to a more accelerated transition to net zero emissions. State policy documents and statistical reports related to the development of the «green» economy were used in the work. General scientific research methods were used.

Keywords: green investments, risks of «green» investments, risk management, «green» bonds, green lending.

Introduction. The relevance of the study is due to the fact that the formation of a green investment market, with a competent state policy, can become an effective means to achieve the Sustainable Development Goals (SDGs) within the framework of the UN Sustainable Development Concept, which is based on the unity of three ESG factors – ecology, social issues and corporate governance.

The adoption of the concept of «sustainable development» necessitated the search for ways to achieve sustainable goals, the definition of directions for the transformation of economic relations, the emergence of a new term: «green economy», or «green economy». The transition to a green economy requires a large amount of resources, including financial ones. Such studies are devoted to the problems of the development of operations with «green» financial instruments and their impact on the effectiveness of projects, as well as the formation of a new internal management culture, including risk management, information disclosure.

In order for Kazakhstan to achieve carbon neutrality by 2060, a necessary condition is to attract «green» investments. To date, in many countries there is no specific definition of the term «green finance». This, in turn, has a negative impact on potential investors in this market. Without clarity on these issues, it is not possible to adequately manage the risks of green investments. If there is no clear risk management of

green projects, this will negatively affect the effective monitoring of project implementation, control, accounting and reporting. As well as to assess the socio-economic efficiency of the implementation of programs and projects.

Literature review. Research in the field of ecological and economic development and financing of the green investment market is conducted by a large number of theoretical scientists and practitioners both abroad and in Kazakhstan. The concept of «green» investments is interpreted as investments in environmentally friendly and resource-saving technologies. Such investments involve investments in various programs and projects, the purpose of which is usually the development of a «green» economy. Supporting the transition to a green economy and Kazakhstan's path to carbon neutrality. Emphasis on green transition is hailed as the key to economic transformation.

Issues of investment in the green economy are considered by various authors. S.I.Mishulina argues that «green» investments are considered an integral part of responsible investments and involve long-term financial investments directed to the introduction of «green» technologies [5]. Yu.A. Danilov proposes to divide «green» investments into two types:

1) investments aimed at the development and implementation of environmentally friendly production technologies (waste-free / energy-saving) with a minimum potential impact on the environment;

2) investments directed to the commissioning of environmental protection and environmental cleaning fixed production assets [6]. OECD documents refer to the «green», the following types of investments:

- investments in «green» infrastructure and greening of the existing one;
- investment in the sustainable management of natural resources, ecosystems and the services they provide;
- investments in the sector of environmental goods and services, as well as in all segments of green value chains [7].

Thus, the above definitions allow us to conclude that the interpretations of sustainable, green, and responsible investments are similar.

Findings published in earlier studies differ significantly. For example, active international technology transfer may result in a country investing less in environmental R&D at home (because it will benefit from the results of research conducted abroad). Gerlagh believes that as the level of investment increases, the accumulation of knowledge moves from energy production to energy-saving technologies and proposes to increase the degree of technological change not a unit of investment [8].

Among the Kazakhstan authors who studied this issue, one can single out A.A. Pasternak, who compared the main indicators on the example of Kazakhstan and the United States in terms of renewable sources [9]. E.V. Varavin and M.V. Kozlova proposed a methodology for assessing the degree of development of the green economy at the mesa level using

approaches to constructing the environmental and economic index of Russia. This index was calculated based on the principles of the World Bank applied in the development of the Adjusted Net Savings Index (ANSI) [10]. K.O. Nurgalieva considered foreign experience in the framework of energy-related investment needs [11]. N.B. Shamuratova, M.T. Zhetesova, K.N. Tastanbekova, and N.N. Nurlanova considered the economic growth of the country through the management of natural resources [12]. B.K. Kazbekov outlined the main problems, as well as possible solutions and mechanisms for the development of a green economy in Kazakhstan.

In the scientific literature, with the development of practical recommendations, a set of problems related to the formation of the national economy of Kazakhstan is analyzed. Also, its regions are models of sustainable growth and environmental safety. At the same time, the issues of the risks of «green investments» and «green financing», in general, still remain insufficiently studied.

The authors studied the traditional risks of implementing infrastructure projects. Based on this, additional risks of «green» projects have been identified (Table 1).

Materials and methods. In writing the article, legal documents regulating the industry, materials of the Bureau of National Statistics regarding the development of the «green» economy were used. The research consists of five stages. At the first stage, a review of the scientific literature of domestic and foreign authors was made. The review is devoted to the

Table 1 – Register of risks of implementation of «green» projects

Risks		Additional risks of implementing «green» infrastructure projects
Regulatory and Political risks	Risks associated with government policy and regulation	The absence of a state policy aimed at environmental sustainable growth and political certainty in support of «green» financing. Tariff and non-tariff barriers in relation to «green» technologies and the resources used in them. Inharmonized environmental regulation. Instability of prices for «carbon units». The practice of subsidizing the processes of extraction and production of fossil fuels, which preserves the attractiveness of «dirty» industries and projects for investors
	Legal rights and property rights	Uncertainty of the legal status and ownership rights of permits for greenhouse gas emissions
	Political and social risks	Additional forms of opposition to low-carbon technologies and processes
	Currency risk	Long-term investment horizon for the implementation of projects related to climate change and adaptation to changes
Commercial and technical risks	Technological risk	Especially high in connection with new technologies
	Risks in the construction process	Lack of experience in the examination of «green» projects
	Operational risk	Lack of experience in implementing «green» projects
	Environmental risk	
Market risks	Business risk	Technological innovations, new little-studied «green» technologies
	Reputational risk	New «green» technologies may cause rejection of local interest groups

essence of the concept of «green» investments and green financing. Since without defining the essence of a green investment, there is no need for an analysis of its risk management. In the second stage, the main problems of «green» investments are identified. After this study, the volume of the energy efficiency market in Kazakhstan, as well as the risks associated with this market. At this stage, current projects are investigated. The next stage is the credit risks of second-tier banks. Next, the author determines the level of support for «green» investments. General scientific research methods were used.

Results and discussion

Problems for «green» investments in Kazakhstan.

«Green» financial instruments are a kind of excellent opportunity to transfer the economy to a low-carbon and climate-resilient development path. The «green» theme in the field of investments will only grow in the future. Already, its share is about \$1.3 trillion of the total global market [13].

In 2021, the EBRD invested \$ 630 million in Kazakhstan, of which 40%, that is, more than \$ 250 million, falls on «green» projects. The representative offices of the International Finance Corporation (IFC) noted in their report that 30% of all funded projects should be «green». To date, there are several problems for investments in Kazakhstan.

The first is a huge amount of outdated infrastructure, outdated networks, as well as buildings that have not been energy efficient for a long time. But at the same time, the same volume also represents an opportunity for investment work. It turns out a kind of symbiosis of problems and investment opportunities at the same time. The second problem is the low energy tariff, which is not a motivating factor for investments in energy efficiency and renewable energy. The third problem is the lack of technical knowledge of potential investors in investment opportunities, in the possibilities of obtaining support for such investments and in new schemes of «green» investments.

According to the research of the International Finance Corporation, in order to expand the sustainable volume of financing in Kazakhstan, it is necessary to solve a number of interrelated issues:

- to work out the issue of improving the knowledge of employees of financial organizations to create a profitable «green» portfolio;
- create opportunities for monitoring the achievement of green financing targets;
- work on taking into account climate risks;
- attract financing to «green» instruments.

Market volume in energy efficiency in Kazakhstan and associated risks. Currently, UNDP has three projects in Kazakhstan in the field of renewable energy and «green» investments. One of them is a project being developed with the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Kazakhstan to create conditions for attracting investors, and its main task is to create a Fund to guarantee investments in green energy, energy efficiency. First of all, we are talking about bank loans, and we are also working on the topic of providing guarantees for the issue of securities.

Research by Institute for the Development of Electricity and Energy Saving for the UNDP-Kazakhstan project «Creating Conditions for the Attraction of Investors in Energy Efficiency in Kazakhstan», completed in December 2021, estimated the volume of investments required for energy efficiency modernization in a number of sectors in Kazakhstan at about USD 2,7 billion.

A risk study was also conducted on investing in «green» projects, in renewable energy projects from 2016 to 2020. Almost all risks, including currency risk, political risk, financial sector risk, i.e. the risk of lost investments, the risk of problems with counterparties, technical risk associated with networks showed positive dynamics. The study was conducted by interviewing experts in international financial organizations.

Risk for renewable energy investments Kazakh-



Figure 1 – Risk dynamics for investments in renewable energy in Kazakhstan

Source: United Nations Development Programme

stan keep falling. Interviewing the leading experts in Kazakhstan – representative of international companies and iFls – in 2016 and in 2020.9 risks (sum of probabilities multiplied by impact, on a 5 points scale), fell from 134 to 110.2 risks grew: Hardware quality and Social acceptance (a predictor of the events in January, 2022). The first risk is the risk of the quality of the devices themselves. As the expert notes, due to the increase in volume, there is a high probability of investing in low-quality equipment. The second risk is the risk of social acceptability. Investments in «green» energy indirectly affect the growth of tariffs. Experts predict that there will be no tariff growth in the next year or two and «green» investments will be subsidized.

Considering the risks associated with climate change in the cost of lending. Due to excessive lending to the «brown» sectors, Kazakhstan needs to manage the additional credit risk associated with the transition to net zero emissions and adequately reflect such risk in the cost of lending. Figure 2 shows that such carbon-intensive regions as Karaganda, Kostanay and West Kazakhstan, where the leading industries are oil, gas and coal production, receive the most loans from banks. At the same time, there is an acute shortage of loans in Zhambyl and Almaty regions – with their more environmentally friendly industrial structure.

Stimulating the inflow of loans to regions with more environmentally friendly industries could contribute to a more accelerated transition to net zero emissions. To do this, banks must reflect in their credit rates the risks associated with the «green» transition. But, as shown in Figure 3, when pricing loans, banks largely ignore these risks, which could be calculated based on current trends in greenhouse gas emissions in economic sectors.

Another problem is the lack of clear criteria for

green projects. There are criteria for green projects at the European Investment Bank (EIB). However, their direct application is impossible, due to the fact that the EIB provides «green» loans to the Development Bank of Kazakhstan or the AGRO Association, which in turn receive funds through second-tier banks. In this regard, it is necessary to develop a set of criteria for «green» projects for second-tier banks. The main risk reducing the attractiveness of loans for «green» projects on the international market is the instability of the national exchange rate of foreign currencies [15].

Support for «green» investments. The instruments of support for «green» investments were tested with the help of the «Damu» fund. The first tool is loan rates. The second tool is a subsidy of a part of the interest rate. All this shows that some tools help with solving the problem of accessibility in terms of their risk, that is, the inability to get them. For example, due to the lack of collateral. And the second guide is the high cost of financing.

According to the information posted on the Dumu website, the project «Sustainable Cities for Low-carbon Development» was launched in 2018. As part of this program, interest rate subsidies have been provided since March 2020. Also subsidizing part of the main loan on commercial loans/micro-loans provided for the project, aimed at crossing energy consumption in mountainous areas, and, as a result, reducing greenhouse gas emissions.

Conclusion. One of the attraction factors that can help Kazakhstan to mobilize more capital for the «greening» of its economy is the development of a reliable «green» policy for the financial and real sectors. The new Environmental Code and the introduction of a green taxonomy based on EU requirements are important steps in the legal sphere that will allow Kazakh economic entities to operate within a single

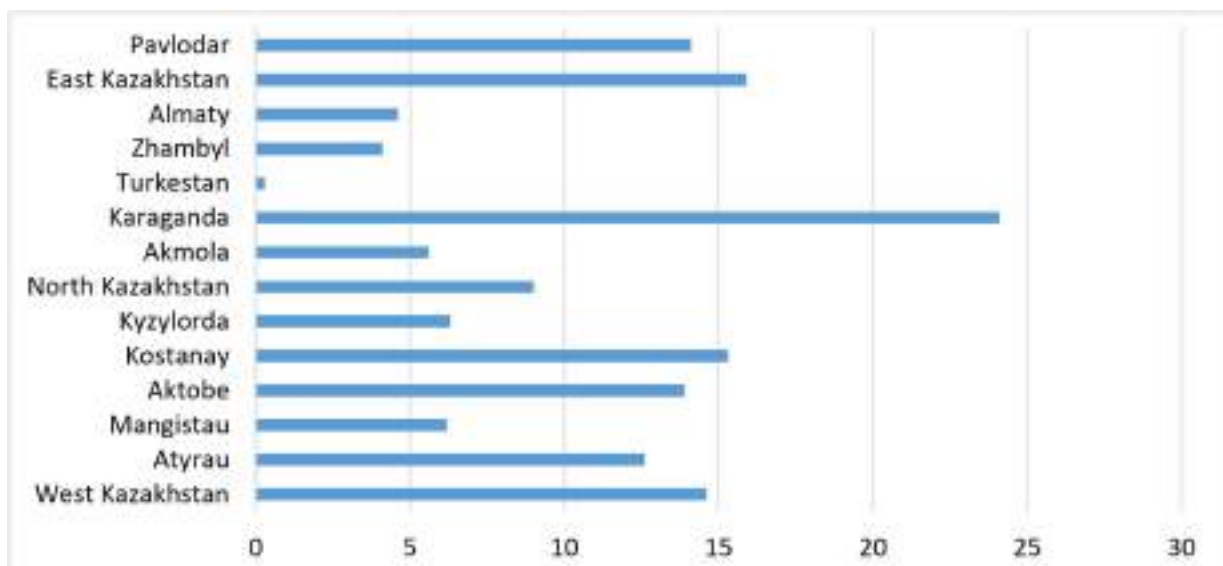


Figure 2 – The share of loans from second-tier banks to the «brown» sectors, while the «green» sector may experience a shortage of loans

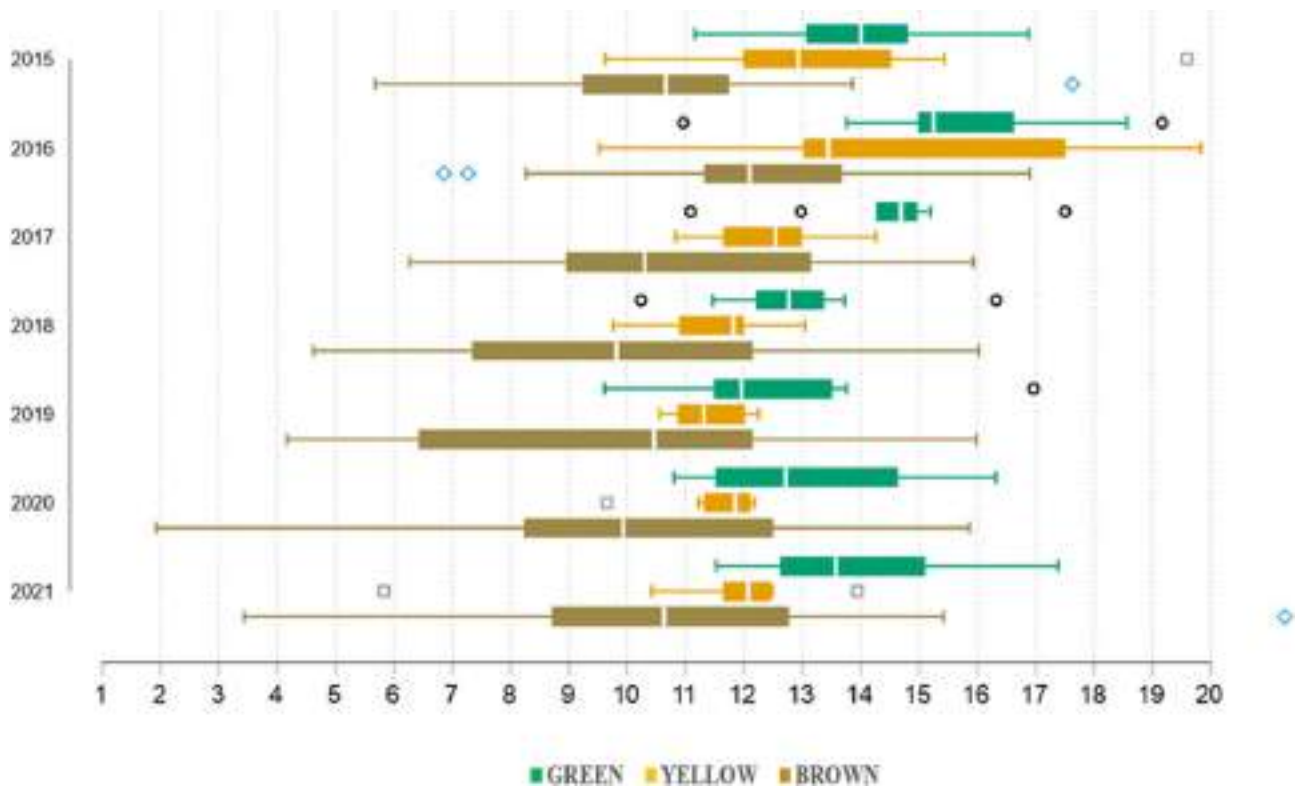


Figure 3 – The cost of financing in the domestic banking market [14]

Table 2 – Information on the cash flow of the project «Sustainable cities for low-carbon development»		
№	Description	
1	Total investment amount	17 638 466 125 KZT 53 915 531,48 USD
2	The loan will be presented to SMEs by the Damu Foundation	5 441 884 115 KZT 16 634 217,07 USD
3	At a registered interest rate, which will be subsidized by UNDP	975 157 459 KZT 2 980 765,58 USD
4	Expected CO2 reduction	57 872 tonnes
5	Expected reduction in energy consumption	From 15% up to 95%
Source: Based on EICON data		

regulatory framework defining «green» economic activities and projects. Of course, these steps will improve the climate risk management system of banks.

Kazakhstan has yet to develop a full-fledged system through which banks and other financial institutions could reliably mark their financial assets as truly stable. In such a structure, the role of banking supervisors should not be to facilitate or «direct» bank lending to decarbonize the economy, but rather to ensure reliable management by banks of risks associated with climate change. Kazakhstan's APPR needs to focus on ensuring that climate-related risks are sufficiently taken into account by banks when making decisions. This means that banks must properly identify these risks, manage, control, regulate them and report on them in all their activities. Fol-

lowing the example of countries such as Georgia or Ukraine, Kazakhstan's prudential supervision authorities can develop a strategic roadmap that complements the country's obligations to decarbonize its economy with rational management of climate-related risks in the banking sector.

How to expand the volume of sustainable financing in Kazakhstan:

Lack of knowledge among key employees of financial institutions to create a profitable green portfolio. Most market participants do not have a strategy for actions in the market of sustainable financing and the use of environmental, social and management practices (ESG).

Lack of tools to monitor the achievement of targets and identify new opportunities for green financ-

ing. Having clear definitions of what constitutes sustainable financing and rapid screening of projects.

How to integrate climate risks into the pricing

process to clearly identify potential losses. It is mandatory to include climate risks in the use of stress testing.

REFERENCES

1. G20 Green Finance Study Group, G20 Green Finance Synthesis Report. 15 July 2016. Available at: http://unepinquiry.org/wpcontent/uploads/2016/09/Synthesis_Report_Full_EN.pdf (accessed 09.10.2022).
2. McKinsey Global Institute. Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year. McKinsey&Company, January 2013. 100 p. Available at: <http://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/infrastructureproductivity> (accessed 09.10.2022).
3. Доббс Р., Мишке Я. Как сэкономить триллион долларов в год // Вестник McKinsey, 2013, № 28, С. 78-89. [Dobbs R., Mischke Ja. Kak sekonomit' trillion dollarov v god [How to Save Trillion Dollars a Year]. Vestnik McKinsey, 2013, no. 28, pp. 78-89].
4. The Centre for Policy Development and Future Business Council. Climate Change and Directors' Duties. Memorandum of Opinion. October 7, 2016. Available at: <http://cpd.org.au/wp-content/uploads/2016/10/Legal-Opinion-on-Climate-Changeand-Directors-Duties.pdf> (accessed 07.10.2022).
5. Mishulina S.I. «Green» Investments as an Element of the Mechanism of Greening the Regional Economy // Sochi Journal of Economy. – 2019. – No. 13 (2). – Pp. 155-164.
6. Данилов Ю.А. Современное состояние глобальной научной дискуссии в области финансового развития // Вопросы экономики. – 2019. – № 3. – С. 29-47.
7. OECD. Policy Framework for Investment. 2015 Edition. – OECD Publishing, Paris, 2015. – 136 p. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208667-en>
8. Gerlagh R. (2008). A climate-change policy induced shift from innovations in carbonenergyproduction to carbon-energy saving, Energy Economics 30, 425-448.
9. Пастернак А.А. Развитие возобновляемых источников энергии: сравнение основных показателей на примере Казахстана и США // Экономика. Стратегия и практика. – 2014. – № 2 (30). – С. 105-108.
10. Варавин Е.В., Козлова М.В. Оценка развития зеленой экономики в Республике Казахстан // Развитие региона. – 2014. – № 5 (4). – С. 1282-1297.
11. Нурғалиева К.О. Зарубежный опыт трансформации традиционной экономической системы в зеленую экономику // Статистика, учет и аудит. – 2018. – № 3 (70). – С. 119-123.
12. Шамуратова Н.Б., Жетесова М.Т., Тастанбекова К.Н., Нурланова Н.Н. Рост экономики Казахстана через призму управления природными ресурсами // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2015. – № 1 (16). – С. 143-148.
13. Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) // [Электронный ресурс] URL: <https://www.ebrd.com/ru/home.html>
14. PAGE (2019), Переход Казахстана к зеленой экономике: Обзорный отчет.
15. Казахстан критически отстаёт от глобальных трендов устойчивого финансирования // [Электронный ресурс] URL:<https://kazenta.kz/39784-kazakhstan-kriticheski-otstaet-ot-globalnyh-trendov-ustoychivogo-finansirovaniya.html>

«Жасыл» инвестициялардың тәуекелдерін басқару

¹ДЕМИРАЛ Мехмед, PhD, қауымдастырылған профессор, mdemiral@ohu.edu.tr,

²*ҚАЙРАТҚЫЗЫ Айдана, докторант, qairatqyzy.97@gmail.com,

²ХОЙЧ Айжан, PhD, қауымдастырылған профессор, khoich.aizhan@gmail.com,

¹Нигде Омер Халисдемир университеті, Түркия, Нигде, 51240,

²«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты – «жасыл» қаржыландырудың тәуекелдерін анықтау және талдау. Әлеуетті инвесторлар үшін тәуекелдер маңызды рөл атқарады. «Жасыл» инвестициялардың тәуекелдерін басқарудың анықтығынсыз жобалардың іске асырылуын тиімді бақылау, тиісті бақылауды, есепке алу мен есептілікті қамтамасыз ету, бағдарламалар мен жобаларды іске асырудың әлеуметтік-экономикалық тиімділігін сауатты бағалау мүмкін емес. Зерттеу нәтижесінде «жасыл» инфрақұрылымдық жобаларды жүзеге асырудың тәуекелдері анықталып, жіктелді. «Жасыл» қаржы құралдарының классификациясы мен типологиясы жүзеге асырылады. Сондай-ақ 2016-2020 жылдар аралығында «жасыл» жобаларға, жаңартылатын энергия көздері жобаларына инвестиция салудың тәуекелдері бойынша зерттеу жүргізілді. Барлық дерлік тәуекелдер, соның ішінде валюталық тәуекел, саяси тәуекел, қаржы секторының тәуекелі, яғни жоғалған инвестициялар тәуекелі, контрагенттермен проблемалар тәуекелі, желілермен байланысты техникалық тәуекелдер оң динамика көрсетті. Климаттың өзгеруіне байланысты несиелендіру құнының тәуекелдері зерттелді. Экологиялық таза өндірісі бар өңірлерге несие ағынын ынталандыру ұсынылып отыр. Бұл таза нөлдік шығарындыларға тезірек өтуге ықпал етуі мүмкін. Жұмыста «жасыл» экономиканы дамытуға қатысты мемлекеттік бағдарламалық құжаттар, статистикалық есептер пайдаланылды. Жалпы ғылыми зерттеу әдістері қолданылды.

Кілт сөздер: жасыл инвестициялар, жасыл инвестициялық тәуекелдер, тәуекелдерді басқару, жасыл облигациялар, жасыл несиелеу.

Управления рисками «зеленых» инвестиций

¹ДЕМИРАЛ Мехмед, PhD, ассоциированный профессор, mdemiral@ohu.edu.tr,

²*КАЙРАТКЫЗЫ Айдана, докторант, qairatqyzy.97@gmail.com,

²ХОЙЧ Айжан, PhD, ассоциированный профессор, khoich.aizhan@gmail.com,

¹Университет Нигде Омер Халисдемир, Турция, Нигде, 51240,

²НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Саппаева, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель работы заключается в выявлении и анализе рисков «зеленого» финансирования. Риски играют важную роль для потенциальных инвесторов. Без наличия ясности управления рисками «зеленых» инвестиций невозможно проводить эффективный мониторинг реализации проектов, обеспечивать надлежащий контроль, учет и отчетность, грамотно оценивать социально-экономическую эффективность выполнения программ и проектов. В результате исследования были определены и классифицированы риски реализации «зеленых» инфраструктурных проектов. Производится классификация и типологизация «зеленых» финансовых инструментов. Также было проведено исследование рисков по инвестированию в «зеленые» проекты, в проекты возобновляемой энергии с 2016 по 2020 год. Практически все риски, в том числе и валютный риск, политический риск, риск финансового сектора, т.е. риск недополученных инвестиций, риск проблем с контрагентами, технический риск, связанный с сетями, показали положительную динамику. Исследованы риски, связанные с изменением климата, в стоимости кредитования. Предложено стимулирование притока кредитов в регионы с более экологичными отраслями. Это может способствовать более ускоренному переходу к чистым нулевым выбросам. В работе использовались документы государственной политики, статистические отчеты, связанные с развитием «зеленой» экономики. Использовались общенаучные методы исследования.

Ключевые слова: зеленые инвестиции, риски «зеленых» инвестиций, управление рисками, «зеленые» облигации, зеленое кредитование.

REFERENCES

1. G20 Green Finance Study Group, G20 Green Finance Synthesis Report. 15 July 2016. Available at: http://unepinquiry.org/wpcontent/uploads/2016/09/Synthesis_Report_Full_EN.pdf (accessed 09.10.2022).
2. McKinsey Global Institute. Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year. McKisey&Company, January 2013. 100 p. Available at: <http://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/infrastructureproductivity> (accessed 09.10.2022).
3. Dobbs R., Mishke YA. Kak sekonomit' trillion dollarov v god // Vestnik McKinsey, 2013, no. 28, pp. 78-89. [Dobbs R., Mischke Ja. Kak sekonomit' trillion dollarov v god [How to Save Trillion Dollars a Year]. Vestnik McKinsey, 2013, no. 28, pp. 78-89].
4. The Centre for Policy Development and Future Business Council. Climate Change and Directors' Duties. Memorandum of Opinion. October 7, 2016. Available at: <http://cpd.org.au/wp-content/uploads/2016/10/Legal-Opinion-on-Climate-Changeand-Directors-Duties.pdf> (accessed 07.10.2022).
5. Mishulina S.I. «Green» Investments as an Element of the Mechanism of Greening the Regional Economy // Sochi Journal of Economy. – 2019. – No. 13 (2). – Pp. 155-164.
6. Danilov YU.A. Sovremennoe sostoyanie global'noj nauchnoj diskussii v oblasti finansovogo razvitiya // Voprosy ekonomiki. – 2019. – No. 3. – Pp. 29-47.
7. OECD. Policy Framework for Investment. 2015 Edition. – OECD Publishing, Paris, 2015. – 136 p. – DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208667-en>
8. Gerlagh R. (2008). A climate-change policy induced shift from innovations in carbonenergyproduction to carbon-energy saving, Energy Economics 30, 425-448.
9. Pasternak A.A. Razvitie vozobnovlyaemyh istochnikov energii: sravnenie osnovnyh pokazatelej na primere Kazahstana i SSHA // Ekonomika. Strategiya i praktika. – 2014. – No. 2 (30). – Pp. 105-108.
10. Varavin E.V., Kozlova M.V. Ocenka razvitiya zelenoj ekonomiki v Respublike Kazahstan // Razvitie regiona. – 2014. – No. 5 (4). – Pp. 1282-1297.
11. Nurgalieva K.O. Zarubezhnyj opyt transformacii tradicionnoj ekonomicheskoy sistemy v zelenuyu ekonomiku // Statistika, uchet i audit. – 2018. – No. 3 (70). – Pp. 119-123.
12. SHamuratova N.B., ZHetesova M.T., Tastanbekova K.N., Nurlanova N.N. Rost ekonomiki Kazahstana cherez prizmu upravleniya prirodnyimi resursami // Vestnik Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. – 2015. – No. 1 (16). – Pp. 143-148.
13. Evropejskij bank rekonstrukcii i razvitiya (EBRR) // [Elektronnyj resurs] URL: <https://www.ebrd.com/ru/home.html>
14. PAGE (2019), Perekhod Kazahstana k zelenoj ekonomike: Obzornyj otchet.
15. Kazahstan kriticheski otstayot ot global'nyh trendov ustojchivogo finansirovaniya // [Elektronnyj resurs] URL: <https://kazlenta.kz/39784-kazahstan-kriticheski-otstaet-ot-globalnyh-trendov-ustoychivogo-finansirovaniya.html>

Дуалды оқыту жүйесін жоғарғы оқу орны мен мектеп байланысының негізінде ұйымдастырудың педагогикалық шарттары

¹*СЕЙТАЛИЕВА Алима Акдилдаевна, докторант, *alima_03_90@mail.ru*,

²САПАРХОДЖАЕВ Нурбек Пажарбекович, төраға орынбасары, *alima_03_90@mail.ru*,

¹ШЫНДАЛИЕВ Нуржан Тажибаевич, доцент, оқытушы, *nurzhan-11@list.ru*,

³ЖАМАНГАРИН Дусмат Саматович, PhD, проректор, *Dus_man89@mail.ru*,

¹«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

²Жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім комитеті, Қазақстан, Астана, Қонаев көшесі, 33,

³Қазақ технология және бизнес университеті, Қазақстан, Астана, Қайым Мұхамедханов көшесі, 37а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Еліміздің инновациялық даму жолына көшу барысында мемлекеттік саясатты жүзеге асыру қажеттілігі білім беру жүйесінде елеулі өзгерістерді талап етеді. Тұжырымдамалық тұрғыдан алғанда, бұл салыстырмалы педагогиканың әсерінен отандық және шетелдік кәсіптік білім беру жүйелері негізінде теориялық зерттеулерді олардағы тарихи және болжамды жағдайлардың дамуымен қарастыру қажеттілігін тудырады. Атап айтқанда, бүгінгі таңда жұмыс берушілер, білім беру мекемелері қазіргі еңбек нарығына сай бәсекеге қабілетті, кез келген сыни өзгерістерге дайын жаңа формациядағы жоғары білікті мамандар қажет деген ортақ пікірге келеді. Соның негізінде өндірістің, жоғарғы оқу орнының және жоғарғы оқу орнының түлектерінің арасында жұмысқа орналасу мен кәсіби біліктілікті қалыптастыруға байланысты ортақ мүдделерінің сәйкес келмеу мәселелері туындауда. «Информатика» мамандығы бойынша жоғарғы оқу орны мен мектеп арасындағы сабақтастықты анықтай отырып, нәтижесінде туындаған мәселелерді дуалды оқыту жүйесінің элементтерін қолдану арқылы шешу қарастырылған.

Кілт сөздер: дуалды оқыту жүйесі, білім беру бағдарламасы, білім алушы, педагог, кәсіпорын, жоғарғы оқу орны.

Кіріспе

Қазіргі заманғы ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты заманауи мектепте үдемелі прогреспен қатар дамуда. Соған сәйкес жас ұрпақтың біліміне қоғамның үнемі өзгеріп отыратын әлеуметтік сұранысы артып отыр, ал педагогтің басты міндеті білім алушыны оқуға үйрету болып табылады. Демек, инновациялық ақпараттың осындай жылдам ағымына байланысты адам өмір бойы оқуға тура келеді. Заманауи мұғалім икемді болуы керек, үнемі туындайтын практикалық мәселелерді шешудің жаңа шығармашылық тәсілдерін табуы керек. Оқу-тәрбие процесінің осы проблемасын шешудің әдіснамалық негізі студенттердің болашақ мұғалімдерді оқытудағы кәсіби қалыптасуы болып табылады, ал оларды даярлау процесінде тәжірибеге бағытталған тәсілге жүтінбеу мүмкін емес. Қазақстан Республикасының мемлекеттік білім беру стандартында оқытудың практикалық бағытын күшейту, оны қоғамдық өмірдің, экономика мен ғылымның қазіргі заманғы өзекті мәселелерін ше-

шуге жақындату қажетті қарастырылған. Алайда, практикаға бағытталған оқытудың қажеттілігі мен айқын маңыздылығына қарамастан, әдістемелік жүзеге асыру барысында біршама қиындықтар туындайды. Мәселен, студент-мұғалімнің кәсіби қалыптасуының маңызды сипаттамалары және оған жету жолдары жеткіліксіз ашылған. Студент-педагогтың кәсіби қалыптасуы оның жалпы мәдени, жалпы кәсіптік және кәсіби құзыреттіліктерді, яғни алған мамандығы шеңберінде оқу-тәрбие процесін жүзеге асыруға дайын кәсіби қызмет тәжірибесін игеруін көздейді. Осы мәселелердің шешімдерінің бірі дуалды оқыту жүйесі болып табылады.

Дуалды оқыту жүйесі студентті оқыту мен оның өндірістегі кәсіби қалыптасуы арасындағы тығыз байланысты білдіреді. Кадрларды даярлаудың дәстүрлі жүйесімен салыстырғанда дуалды оқытуды қолданудың артықшылығы айқын. Екі жүйенің өзара әрекеттесуі нәтижесінде – білім беру және өндіріс – теория мен практика арасындағы алшақтық жойылады, яғни студент

білім беру ұйымында білім алады, ал жұмыс беруші ұйымда нақты өндірістік жағдайда дағдылар мен кәсіби құзыреттіліктерге ие болады [1]. Дуальды оқыту студенттердің құзыреттіліктерді меңгеруге жоғары ынтасын қалыптастырады, өйткені оларды даярлау сапасы жоғарғы оқу орнын бітіргеннен кейін болашақта лауазымдық міндеттерді орындаумен тікелей байланысты. Болашақ мамандарды даярлау барысында білім беру бағдарламалары жұмыс берушілермен бірлесіп жасалады. Осыған байланысты болашақ мамандарға қойылатын өндіріс талаптарын барынша ескереді. Мақаланың мақсаты-жоғары оқу орындарында білікті кадрларды даярлау сапасын арттыру мақсатында жоғары білімнің білім беру бағдарламаларын іске асыру кезінде дуальды оқытуды қолдану шарттарын негіздеу [2].

Дуалды оқыту жүйесі қазіргі таңда кең түрде Еуропа, Азия елдерінде қолданылады, ал Қазақстан Республикасында дуалды оқыту жүйесі 2012 жылдан бастап қолданыла бастады. ҚР Білім және ғылым министрлігінің мәліметінше, осы уақыт ішінде 206 мың студент дуальды оқытудан өтті. Ведомство олардың жыл сайынғы өсуін атап өтуде – егер 2013 жылы 10 мың студент оқыған болса, 2020 жылы – 58 мың [2]. Дуалды оқыту тәжірибесінің негізін қалаушы Германия болып табылады. Германиядағы дуалды оқытудың ерекшелігі оқыту саласындағы жүктеме негізінен кәсіпорындарда жатыр. Статистика деректері бойынша компаниялар жыл сайын қызметкерлердің біліктілігін арттыруға 40 млрд еуродан астам қаржы жұмсайды. Бұл сома университеттерді ұстауға кететін шығындардан едәуір асып түседі. Заңда дуальды білім беруге қатыса алатын компаниялар айқындалған [3].

Зерттеу әдістері

Зерттеуде келесі ғылыми әдістер қолданылды:

- Кәсіптік білім беру жүйесінде дуальды оқыту жүйесін енгізу тәжірибесі;

- Ғылыми әдебиеттер мен ресми есептер негізінде алынған деректерді теориялық талдау әдісі;

- Кейс-стади әдісін қолдана отырып, дуальды оқыту жүйесінің артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылды.

Қазақстан Республикасының төңірегінде дуалды оқыту жүйесін үздік жүргізетін жоғарғы оқу орындарына тоқталайық. Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінде университет пен 55 ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарды біріктіретін инновациялық-білім беру консорциумы құрылды. Онда қолданылатын «корпоративтік консорциум» моделі Интернет-технологиялар негізінде теориялық оқытуды кешке, ал күндізгі уақытта өндірісте практикалық дағдыларды алумен жүргізіледі [4]. Бұл тәсіл инженерлік-техникалық мамандықтар бойынша оқыту уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. Павлодар Инновациялық Еуразия университетінде дуалды оқытудың ерекшелігі студенттерді дуалды білім

беру жүйесіне тек үшінші курстан ауыстыру болып табылады, өйткені осы уақытқа дейін студенттер жалпы білім беру пәндерінің циклын оқып, өз мамандықтары бойынша базалық білім алады және негізгі кәсіби білімді, іскерліктер мен дағдыларды қалыптастыратын бейіндік пәндерді оқи бастайды. Бұл жағдайда дуалды жүйе студенттердің алған теориялық білімдерінің сапасын тексеруге, теориялық материалды бекітуге, оларда практикалық дағдылар мен іскерліктерді қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл мамандарды даярлаудың құзыретті моделінің талаптары контекстінде өзекті болып табылады [5] [6].

Зерттеу нәтижелері

Жоғарыда атап өткеніміздей ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты мектептің бағдарламасы да жүйелі түрде өзгеріске ұшырауда, ал жаңа бітірген түлек сол өзгерістерге тап болуы мүмкін. Сондықтан болашақ маманды даярлау барысында жоғарғы оқу орындарының басты мақсаты осы өзгерістерге жылдам бейімделетін кәсіби маман даярлау. Осы тұста 5B011100-Информатика мамандығына дуалды оқытудың элементтерін енгізу үшін ең алдымен жоғарғы оқу орны мен мектеп бағдарламаларының сабақтастығын қарастырайық.

2018-2021 о.ж. арналған 5B011100-Информатика білім беру бағдарламасы бойынша барлығы 228 кредит, оның ішінде теориялық оқыту 178 кредит, ал практикалық оқыту 47 кредитті құрайды. Практика 1 курстан бастап жүргізіледі:

- 1 курс педагогикалық практика – 1 кредит;

- 2 курс педагогикалық практика – 1 кредит;

- 3 курс педагогикалық практика – 2 кредит;

- 4 курс өндірістік практика – 6 кредит; диплом

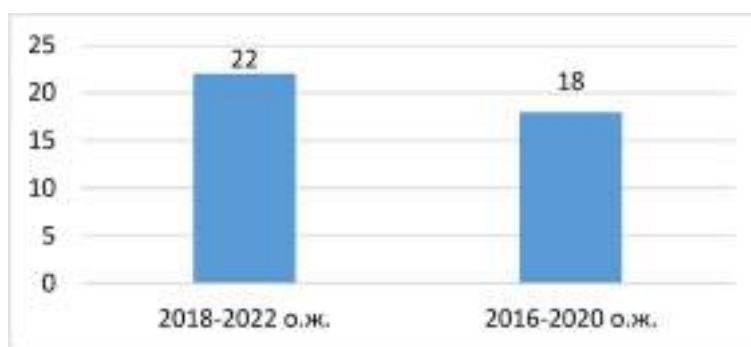
алды практика – 12 кредит.

Барлығы: 22 кредит.

Ал, 2018 жылға дейінгі 5B011100-Информатика білім беру бағдарламаларында жалпы практикалар 3-4 курстардан ғана басталып 18 кредитті ғана құрайтын. Демек, оқытудың практикаға бағытталуы 12%-ға өсті (1-сурет).

Мектептегі информатика пәнінің 5-11 сынып аралығында бағдарламаларын қарастырайық (кесте).

Көріп отырғандарыңыздай білім беру бағдарламалары арасында алшақтық бар. Солардың ішінде ең маңызды мәселелерге тоқталайық. Мысалы, мектеп қабырғасындағы мәтіндік құжат жасау, MS Excel программасы, санау жүйелері сияқты базалық тақырыптар ақпараттық-коммуникациялық технологиялар пәнінде әрбіреуі 2 сағат көлемінде ғана оқытылады. Сәйкесінше, ол мектептің жалпы білім беретін оқулықтарында көрсетілген оқу көлемін қамтымайды. Сонымен қатар, объектіге бағытталған Lazarus бағдарламалау ортасы, үш өлшемді модельдеуге арналған Sketchup бағдарламасы, MS Excell-де нейрондық желіні жобалау, Image Composite Editor программасында 3D панорама құру сияқты тақырыптар



1-сурет – 5B011100-Информатика білім беру бағдарламасының практикаға бағытталу көрсеткіші

Жоғарғы оқу орнындағы 5B011100-Информатика білім беру бағдарламасы мен мектептегі информатика пәнінің бағдарламаларын салыстыру			
№	Сынып	Негізгі қарастырылатын тақырыптар	5B011100-Информатика білім беру бағдарламасы бойынша сабақтастық (2018-2022 о.ж.)
1	5 сынып	Компьютерлік графика (Paint) Робототехника	Заманауи графикалық редакторлары – 3 семестр Білім берудегі робототехника – 5 семестр
2	6 сынып	Компьютер архитектурасы Компьютерлік желілер 3D баспа (Sketchup бағдарламасы) Python тілінде бағдарламалау Мәтіндік құжат жасау	Компьютер құрылымының арифметикалық және логикалық негізі – 4 семестр 3D баспа (Sketchup бағдарламасы) – жоқ Python-да бағдарламалау негіздері – 5 семестр АКТ – 1 семестр
3	7 сынып	Мәтіндік процессордағы кестелер Excel программасы Lazarus бағдарламалау ортасы 3D модельдеу (Sketchup бағдарламасы)	АКТ – 1 семестр Lazarus бағдарламалау ортасы – жоқ 3D модельдеу (Sketchup бағдарламасы) – жоқ
4	8 сынып	Excel программасы Lazarus бағдарламалау ортасы	АКТ – 1 семестр жоқ
5	9 сынып	Бұлтты технология Excel программасы Python тілінде бағдарламалау	Бұлтты есептеулер негіздері – 7 семестр АКТ – 1 семестр Python-да бағдарламалау негіздері – 5 семестр
6	10 сынып	Компьютерлік желілер Санау жүйелері Ақпаратты кодтау Web-программалау Деректер базасы	Компьютерлік желілерді ұйымдастыру – 7 семестр АКТ – 1 семестр Педагогикалық дизайн және Web-технологиялар – 5 семестр Деректер қоры және ақпараттық жүйелер – 7 семестр
7	11 сынып	Жасанды интеллект MS Excell-де нейрондық желіні жобалау Image Composite Editor программасында 3D панорама құру Мобильді қосымша жасау	Жасанды интеллект негіздері – 5 семестр MS Excell-де нейрондық желіні жобалау – жоқ Image Composite Editor программасында 3D панорама құру – жоқ Android платформасында мобильдік бағдарламалау – 7 семестр

мүлде қарастырылмаған. Сәйкесінше, информатика мамандығы бойынша бітірген жас маман жұмысқа орналасу барысында қандай да бір қиыншылықтарға тап болады.

Осы мәселелерді шешу мақсатында Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университетінің Информатика кафедрасы мен Астана қаласы №54 мектеп-лицейі арасында дуалды оқыту жүйесінің

элементтерін қолдану жобасы құрылды. Бұл жобаның басты мақсаты – заман талабына сай, бәсекеге қабілетті, ақпараттық, кәсіби құзыреттіліктерге ие маман даярлау. Ол үшін ең алдымен білім беру бағдарламалары арасында сабақтастықты ұйымдастыру бойынша іс-шаралар жүргізілді. Дуалды оқыту жүйесін ұйымдастыру бойынша іс-шаралар 2-ші суретте бейнеленген.

Демек кафедра тарапынан:

- Кафедрадағы мамандарды даярлау мүмкіндіктерін анықтау;
- Құзыреттіліктерді қалыптастыру;
- Білім беру бағдарламасы мен практика бағдарламаларын жаңарту;
- Пәндердің жұмыс бағдарламаларын, оқытушылардың жұмысын ұйымдастыру;
- Білім алушылардың дуалды оқыту жүйесіне байланысты жұмыс жоспарын қалыптастыру;
- Дуалды оқыту жүйесінің екі жақты шартын құру;
- Мемлекеттік аттестаттау емтихандарына кәсіпорын эксперттерін тарту сияқты жұмыстар атқарылды[5].

Ал, кәсіпорын тарапынан төмендегідей жұмыстар атқарылды:

- Мамандарды даярлау бойынша тапсырыс беру;
- Кәсіпорынның дуалды оқыту жүйесіне қаты-

сатын тәлімгерлерді тағайындау;

- Білім алушыларға арналған жеке жұмыс талаптарын, ережелерін қалыптастыру, түсіндіру;
- Білім алушыларға кәсіпорында жұмыс істеу барысында техника қауіпсіздігін ұйымдастыру;
- Әрбір білім алушыға жеке тәлімгер тағайындау;
- Мемлекеттік аттестаттау және қорытынды емтиханға эксперттерді тағайындау.

Талқылау

Осы аталған іс-шаралардың негізінде білім беру бағдарламасын ұйымдастыру бойынша семинар өткізіліп, акт жасалды және дуалды оқыту жүйесі бойынша кафедра мен кәсіпорын арасында екі жақты шарт орнатылды. Нәтижесінде, №54 мектеп-лицей тарапынан берілген сұраныс бойынша, төмендегі жылдар негізінде кафедра студенттерінің жұмысқа орналасу жағдайын көре аламыз.



1. Басықара Бексұлтан – 2017 жыл;
2. Маржігітов Әділет – 2018 жыл;
3. Оразбай Нұрдаулет – 2019 жыл;
4. Күдербек Арайлым – 2020 жыл;
5. Нәзілова Маржан – 2021 жыл.

Талдау нәтижесі бойынша жұмыс беруші ұйымдардың қазіргі заманғы материалдық базасын және олардың кадрлық әлеуетін пайдалану нәтижесінде студенттердің жұмысқа орналасу статистикасын аңғара отырып, дуалды оқыту жүйесінің анағұрлым сапалы болатындығын аңғара аламыз.

Қорытынды

Дуалды оқыту жүйесін ұйымдастыру ба-рысында мынадай міндеттер орындалу қажет: жоғарғы оқу орны мен кәсіпорын бірлесе отырып білім беру бағдарламасын құру; материалды ба-

заны қолданыла отырып, әр түрлі практикалар ұйымдастыру; студенттердің дипломдық, ғылыми-зерттеу жұмыстарына кәсіпорын тарапынан қосалқы жетекші ретінде тағайындау; оқыту құрамына кәсіпорын мамандарын тарту; жоғарғы оқу орны оқытушыларын тағылымдамадан өткізу; мемлекеттік және аттестациялық емтихан мүшелеріне кәсіпорын мамандарын тарту.

Дуалды оқыту жүйесінің артықшылығына кафедра түлегінің кепілді түрде жұмысқа орналасуы, өндірістік тәжірибеге ие болуы, ал жұмыс берушінің көзқарасы бойынша дуалды оқыту-бұл жаңа жұмыс орнында оны қайта оқытуға бейімделген және шығындарды талап етпейтін осы кәсіпорынның талаптарына сәйкес дайын кәсіби мамандандырылған маман алуы.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тешев В. Дуальное образование как фактор модернизации системы социального партнерства вузов и предприятий / В. Тешев // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2014. – № 1 (135). – С. 144-150.
2. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/search/item/ESTAT130242>
3. Грицова О.А., Носырева А.Н., Михайлова О.М., Носырев А.Н. Базовая кафедра как способ реализации дуального обучения в вузе // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 2. – С. 65-71.
4. Тастанбекова Н.Д. Жоғары кәсіптік білім беру жүйесінде дуалды оқыту жағдайында білім алушылардың кәсіби біліктілігін жетілдірудің ғылыми-педагогикалық негіздері. – Нұр-Сұлтан, 2021. – 153 б.
5. Петров А.Ю., Петров Ю.Н., Петрова Н.С. Подготовка квалифицированных кадров при дуальном обучении в профессиональной образовательной организации // Нижний Новгород: Нижегородский институт развития образования. – 2018. – 277 с.
6. M.E. Auer, T. Rüttemann. Educating Engineers for Future Industrial Revolutions. – Springer Nature Switzerland, 2021. – 98 p.
7. Кадыркулов Р.А., Нурмуханбетова Г.К. Информатика. – Алматы, 2020. – 132 с.
8. Факторович А., Сергеев И., Клиник О. Методика профессионального обучения. – М.: Юрайт, 2018. – 219 с.
9. Блинова В.И. Профессиональная педагогика. – М.: Юрайт. 2017. – 374 с.
10. Алешина А.С., Заир-Бек Е.С., Иваненко И.А., Ксенофонтова А.Н. Педагогика профессионального образования. – Орынбор, 2013. – 84 с.
11. Ajtenova E.A., Smanova A.A., Ibraimova L.N. Development of the dual form of professional education of Germany International Scientific and Practical Conference // International Trends in Science and Technology. – Warsaw; Poland, 2018, may. – Pp. 7-11.
12. Прискунов А.И. Теория и практика трудовой школы Германии (до Веймарской республики). – М., 1963.
13. Утюпова Г.Е. Развитие системы подготовки педагогических кадров Казахстана и Германии (на примере учителей начальных классов): Дис. ... док. филос. PhD. – Алматы, 2017. – С. 156-495.
14. Зеер Э.Ф. Модернизация профессионального образования в ФРГ // Педагогика. – 1993. – № 4. – С. 106-110.

Педагогические условия организации дуальной системы обучения на основе связей вуза и школы

¹*СЕЙТАЛИЕВА Алина Акдилдаевна, докторант, alima_03_90@mail.ru,

²САПАРХОДЖАЕВ Нурбек Пажарбекович, заместитель председателя, alima_03_90@mail.ru,

¹ШЫНДАЛИЕВ Нуржан Тажибаевич, доцент, преподаватель, nurzhan-11@list.ru,

³ЖАМАНГАРИН Дусмат Саматович, PhD, проректор, Dus_tan89@mail.ru,

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

²Комитет высшего и послевузовского образования, Казахстан, Астана, ул. Конаева, 33,

³Казахский университет технологии и бизнеса, Казахстан, Астана, ул. Кайым Мухамедханова, 37а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Необходимость реализации государственной политики перехода страны на инновационный путь развития предполагает существенные изменения в системе высшего образования. Концептуально это обуславливает необходимость рассмотрения теоретических исследований на основе отечественных и зарубежных систем профессионального образования под влиянием сравнительной педагогики с развитием в них исторических и прогнозных условий. На сегодняшний день потенциальные работодатели, образовательные учреждения приходят к единому мнению о том, что современному рынку труда необходимы высококвали-

фицированные специалисты новой формации, готовые к любым вызовам, которые возникают перед ними в условиях все увеличивающейся конкуренции. Существует серьезная проблема рассогласованности интересов производства, вузов и выпускников высших учебных заведений относительно трудоустройства и карьерного роста. Существует разрыв между потребностями производства в соответствующих компетенциях выпускников вузов и предложением компетенций, которые формирует вуз в соответствии с государственным образовательным стандартом. В статье рассматривается решение возникших в результате проблем с использованием элементов дуальной системы обучения с определением преемственности между вузом и школой по специальности «Информатика».

Ключевые слова: дуальная система обучения, образовательная программа, обучающийся, педагог, предприятие, вуз.

Pedagogical Conditions for the Organization of a Dual System of Education Based on University and School Connections

¹*SEITALIEVA Alima, Doctoral Student, alima_03_90@mail.ru,

²SAPARKHOJAYEV Nurbek, Deputy Chair, alima_03_90@mail.ru,

¹SHUNDALIEV Nurzhan, Associate Professor, Teacher, nurzhan-11@list.ru,

³ZHAMANGARIN Dusmat, PhD, Vice-Rector, Dus_man89@mail.ru,

¹NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

²Committee of Higher and Postgraduate Education, Kazakhstan, Astana, Konaev Street, 33,

³Kazakh University of Technology and Business, Kazakhstan, Astana, Kayim Mukhamedkhanov Street, 37a,

*corresponding author.

Abstract. The got to actualize the state approach of the country's move to an imaginative way of advancement infers noteworthy changes within the framework of higher instruction. Conceptually, this makes it necessary to consider theoretical studies based on domestic and foreign vocational education systems under the influence of comparative pedagogy with the development of historical and forecast conditions in them. To date, potential bosses and instructive educate have come to a agreement that the cutting edge labor showcase needs highly qualified specialists of a modern arrangement, prepared for any challenges that arise before them in an progressively competitive environment. There's a genuine issue of irregularity of interests of generation, colleges and graduates of higher educational institutions with respect to work and career development. There's a crevice between the requirements of generation within the important competencies of college graduates and the offer of competencies that the college shapes in agreement with the state instructive standard. The article discusses the solution to the problems that arose as a result using elements of a dual education system with the determination of continuity between a university and a school in the specialty «Informatics».

Keywords: dual training system, educational program, student, teacher, enterprise, university.

REFERENCES

1. Teshev V. Dualnoe obrazovanie kak faktor modernizacii sistemy socialnogo partnerstva vuzov i predpriyatij / V.Teshev // Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – No. 1 (135). – Pp. 144-150.
2. Byuro nacionalnoj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan <https://stat.gov.kz/search/item/ESTAT130242>
3. Gricova O.A., Nosyreva A.N., Mihajlova O.M., Nosyrev A.N. Bazovaya kafedra kak sposob realizacii dualnogo obucheniya v vuze // Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava. – 2018. – No. 2. – Pp. 65-71.
4. Tastanbekova N.D. Zhogary kasiptik bilim beru zhyjesinde dualdy okytu zhagdajynda bilim alushylardyn kasibi biliktiligini zhetildirudin gylimi-pedagogikalық negizderi. – Nur-Sultan, 2021. – 153 p.
5. Petrov A.Yu., Petrov Yu.N., Petrova N.S. Podgotovka kvalificirovannyh kadrov pri dualnom obuchenii v professionalnoj obrazovatelnoj organizacii // Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskij institut razvitiya obrazovaniya. – 2018. – 277 p.
6. M.E. Auer, T. Ruutmann. Educating Engineers for Future Industrial Revolutions. – Springer Nature Switzerland, 2021. – 98 p.
7. Kadyrkulov R.A., Nurmuhanbetova G.K. Informatika. – Almaty, 2020. – 132 p.
8. Faktorovich A., Sergeev I., Klink O. Metodika professionalnogo obucheniya. – Moscow: Yurajt, 2018. – 219 p.
9. Blinova V.I. Professionalnaya pedagogika. – Moscow: Yurajt. 2017. – 374 p.
10. Aleshina A.S., Zair-Bek E.S., Ivanenko I.A., Ksenofontova A.N. Pedagogika pfeSSIONalnogo obrazovaniya. – Orynbor, 2013. – 84 p.
11. Ajtenova E.A., Smanova A.A., Ibraimova L.N. Development of the dual form of professional education of Germany International Scientific and Practical Conference // International Trends in Science and Technology. – Warsaw; Poland, 2018, may. – Pp. 7-11.
12. Priskunov A.I. Teoriya i praktika trudovoj shkoly Germanii (do Vejmarskoj respubliky). – Moscow, 1963.
13. Utyupova G.E. Razvitie sistemy podgotovki pedagogicheskikh kadrov Kazahstana i Germanii (na primere uchitelej nachalnyh klassov): Dis. ... dok.filos. PhD. – Almaty, 2017. – Pp. 156-495.
14. Zeer E.F. Modernizaciya professionalnogo obrazovaniya v FRG // Pedagogika. – 1993. – No. 4. – Pp. 106-110.

Автоматика.
Энергетика.
ИКТ



DOI 10.52209/1609-1825_2023_4_353

UDC 621.316.9:621.315

Experimental Studies of a Universal Mathematical Model of Leakage Currents and Ground Currents Distribution on the Elements of HVPTL

¹*DAICH Leonid, Senior Lecturer, l.daych@mail.ru,

¹VOITKEVICH Sofya, PhD, Acting Associate Professor, sofiya_v@mail.ru,

¹LISSITSYN Dmitriy, Master, Senior Lecturer, dlisicyn@mail.ru,

¹IVANOV Valeriy, PhD, Senior Lecturer, v.ivanov@kstu.kz,

¹NPISC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. In Kazakhstan, the main power transmission line with a line voltage of 500 kV, geographically runs through the whole of Republic from north to south. The high-voltage power line is of strategic importance. The failure of one support leads to a halt in the technological process of transporting electricity to entire regions of the country. In order to increase reliability and reduce operating costs, various modifications of diagnostics and monitoring systems for overhead power lines are being widely introduced in the CIS countries. Currently, the introduction of a complex of diagnostics of structural elements of the 500 kV HVPL has become particularly relevant, firstly, the cost of damage in accidents has increased significantly, and secondly, due to the long service life, the reliability of the power system has decreased. For the successful implementation of the diagnostic complex, an accurate representation of the processes occurring during the operation of the supports is necessary. For this purpose, a universal model of leakage currents and spreading currents along the elements of the overhead line supports was developed.

Keywords: electrochemical corrosion, leakage currents, spreading currents, structural elements of supports, replacement circuit, method of contour currents, mathematical model, experiment.

Introduction

During the operation of the structural elements of support towers for high-voltage power transmis-

sion lines (HVPTL) located underground encounter various environments such as soil, water, and air. Additionally, they are subject to the influence

of stray currents flowing in the soil induced by the current-carrying elements of HVPTL. In addition to chemical corrosion caused by drifting ions in the soil due to current leaks and electromagnetic fields, electrochemical corrosion processes occur, leading to active destruction of HVPTL support tower elements.

The effect of electrochemical corrosion is described by equations of electrochemical reactions. However, this representation of the process does not allow for the identification of the influence of electrochemical corrosion factors for specific HVPTL support tower structures.

One of the most important causes of electrochemical corrosion is the nature and magnitude of the leakage currents through the support tower elements and the currents spreading in the soil.

An analysis conducted did not identify any models that describe the influence of leakage currents and spreading currents on the elements of HVPTL support tower structures [1-3].

Therefore, a universal mathematical model has been developed, presented in Figure 1. The developed model allows for a qualitative and quantitative assessment of leakage currents and spreading currents related to the support tower structure. The main elements of the support tower structure, considered in the model, are shown in Figure 1. Classical methods of theoretical electrical engineering fundamentals were used in the development of the universal mathematical model [4-5].

Experimental studies

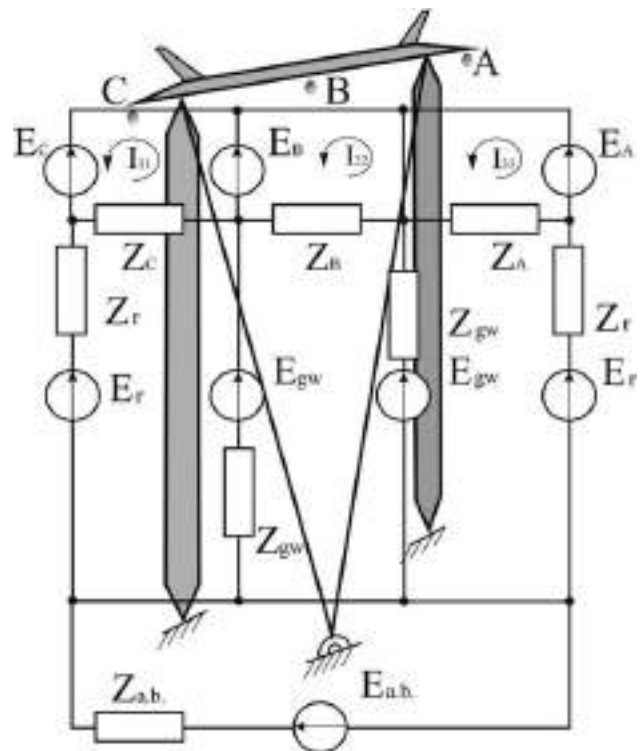
According to preliminary calculations, the currents I_{11} , I_{22} , I_{33} , flowing in the analyzed circuits are within the range of 40-50 mA. Experiments were conducted to measure the induced currents flowing through the guy wires of the support. The experiments were carried out on section no. 5138 of the Nura-Agadyr transmission line with a voltage of 500 kV. As a result of the experiment, the currents in the circuit formed by the upper cross-arm of the support and the guy wires were determined using a clamp-type ammeter.

The diagram of the experimental setup with the location of the diodes and instruments that record the average value of the current flowing through the diodes is shown in Figure 2.

The methodology for constructing the model is of a universal nature and can be applied to any designs of HVPTL [6].

To determine the possibility of using induced energy in the circuit formed by the upper traverse of the support, the guy wires, and the U-bolts for cathodic protection, experimental studies were carried out to establish the fact of opening semiconductor diodes, which are schematically located between the guy wires of the support.

Measurements of the current in the guy wires and the voltage between the guy wires were carried out in accordance with the research program. The results obtained are presented in tables 1, 2, and in Figure 2.



$E_{A,r}$, $E_{B,r}$, $E_{C,r}$, E_r , E_{gw} , $E_{a,b}$ – the induced EMF in the circuits formed by the structural elements of the tower; $Z_{A,r}$, $Z_{B,r}$, $Z_{C,r}$, Z_r , Z_{gw} , $Z_{a,b}$ – the total resistances of the corresponding circuits; I_{11} , I_{22} , I_{33} – the currents in individual circuits
Figure 1 – The equivalent circuit diagram of the support IC-500

Table 1 – The values of current in the guy wires

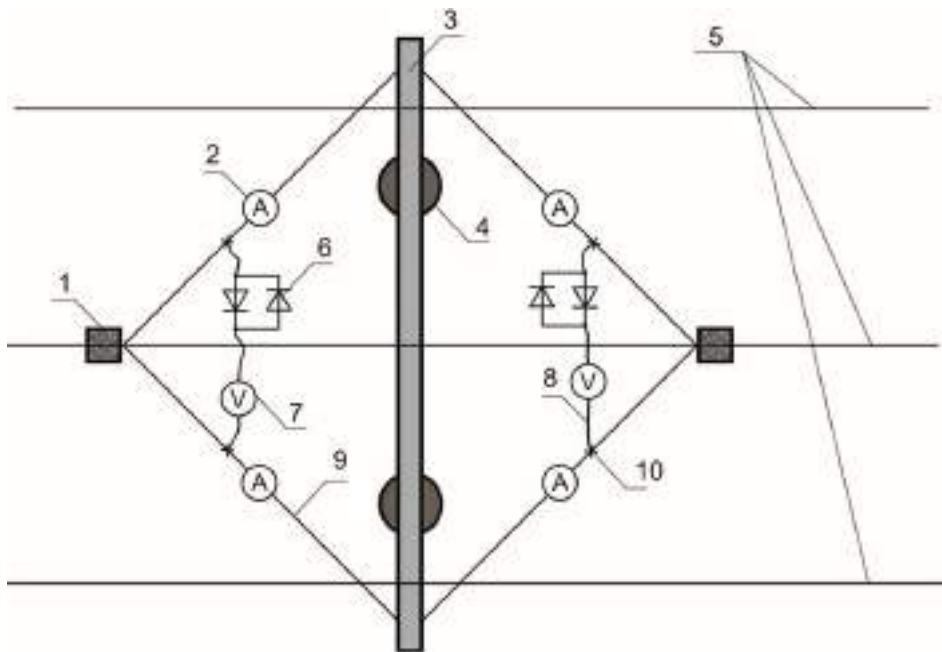
Support no.	244	252
	Currents, mA	
Guy wire no. 1	5,0/10	49/80
Guy wire no. 2	50/60	58/42
Guy wire no. 3	7,0/7,0	8,5/9,0
Guy wire no. 4	51/65	50/17

The current measurements were carried out separately in each cable of the tension rope (each tension rope on the gantry-type supports consisted of two cables).

The measurements were taken in February, during cloudy weather with a low, dense cloud cover.

The load characteristic of the current and voltage dependence formed by the upper traverse of the support and the guy wires located on one side of the support (hereinafter referred to as the circuit) has the form shown in Figure 3.

The voltage induced in the circuit formed by guy wires no. 1, no. 2, no. 3, no. 4, and the upper traverse of the support (hereinafter referred to as the circuit) increases to 0,3 V when the average current in the circuit is less than 5 mA. The voltage changes insignificantly with the current in the circuit from 10 to



1 – reinforced concrete slab for fixing guy wires; 2 – current measuring instruments; 3 – traverse; 4 – power transmission line support; 5 – conductor wires of power transmission lines; 6 – semiconductor diode; 7 – voltmeter; 8 – bridge between guy wires; 9 – guy wire; 10 – cable clamp

Figure 2 – Scheme for measuring currents in cable braces and bridge

Table 2 – The values of voltage between the guy wires located on one side of the tower

Support no.	244	252
	Voltage, V	
The voltage between the 1 and 2 guy wires	0,29	0,23
The voltage between the 3 and 4 guy wires	0,25	0,196

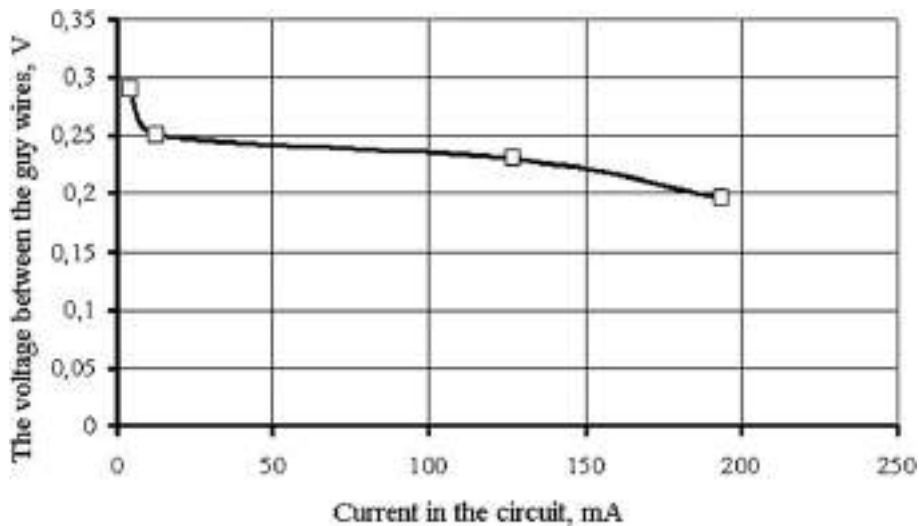


Figure 3 – Load characteristic of the current-voltage dependence in the circuit

130 mA. When the current in the circuit is increased to 130 mA, the voltage decreases to 0,23 V. Further increase in the current to 194 mA leads to a decrease

in voltage to 0,196 V.

The voltage induced in the circuit is mainly determined by its geometric dimensions, the spatial

arrangement of the circuit relative to the current-carrying wires of the power transmission lines, and the magnetic characteristics of the circuit medium. These parameters remain the same for all portal-type supports of similar construction. Therefore, it can be assumed that the voltage induced in the circuits of other supports will be very close in magnitude to the value of 0,3 V.

The dynamic characteristics of the induced electromotive force were determined by oscillography.

The oscillogram of the EMF obtained at support no. 252 between strings 1 and 2 is shown in Figure 4.

The maximum EMF in the closed circuit formed by the strings and the upper traverse of the support has a sinusoidal shape and is formed due to the electromagnetic fields created by the power transmission lines. The oscillogram shows spikes of EMF caused by corona and arc discharges on the elements of the power transmission tower construction. The amplitude of the induced EMF from corona and arc discharges does not exceed 5% of the amplitude of the EMF created by the electromagnetic fields of the power transmission line.

To identify metallic elements of the portal-type support structure with increased temperature, caused by induced electric energy currents, thermography was carried out. The obtained information allowed for clarification of the flow circuits of the induced current and a comparative analysis of the thermal power characteristics of the induced energy. The location of the thermal imager relative to the elements of the support structure is shown in Figure 5.

The results of thermography are presented in Figure 6.

The temperature increase in Celsius of the analyzed elements of the support structure were determined using equation (1)

$$\Delta T = T_s - T_a, \tag{1}$$

where T_s – the temperature of the analyzed element of the support structure, °C;

T_a – the temperature of the environment (air), °C.

The numerical values of temperature increments for the above-mentioned elements of the tower construction are presented in Table 3.

The temperature increase ΔT for the analyzed elements of the portal-type support structure (Q) relative to the air temperature is presented in Figure 7.

The highest temperature T_s is observed on the upper traverse of the support and on the lower cup of the support post. The temperature increase of the post itself is significantly lower, which can be explained by the low thermal conductivity of the concrete frame of the post. Therefore, the maximum active power consumed for heating is released in the circuit formed by the upper crossbar, two vertical support posts of the support, and the ground between the support posts.

The next element of the support structure in terms of heat energy release is the U-shaped bolt for tensioning. Its temperature increment above the surrounding environment is only 1°C less than that of the elements above the considered contour. Thus, the metallic elements of the support structure that convert induced energy into heat represent the following three contours:

- the upper traverse of the support; left and right support posts and their grounding circuits;
- the upper traverse of the support; tensioning rods no. 1 and no. 2 (figure 2) and two U-shaped bolts for tensioning on one side of the support;
- the upper traverse of the support; tensioning rods no. 3 and no. 4 (figure 2) and two U-shaped bolts for tensioning on the other side of the support.

The induced energy in the second and third contours is not only expended on heating but is also a component of the electrochemical corrosion of the metallic elements of the anchor fastening of the support located underground.

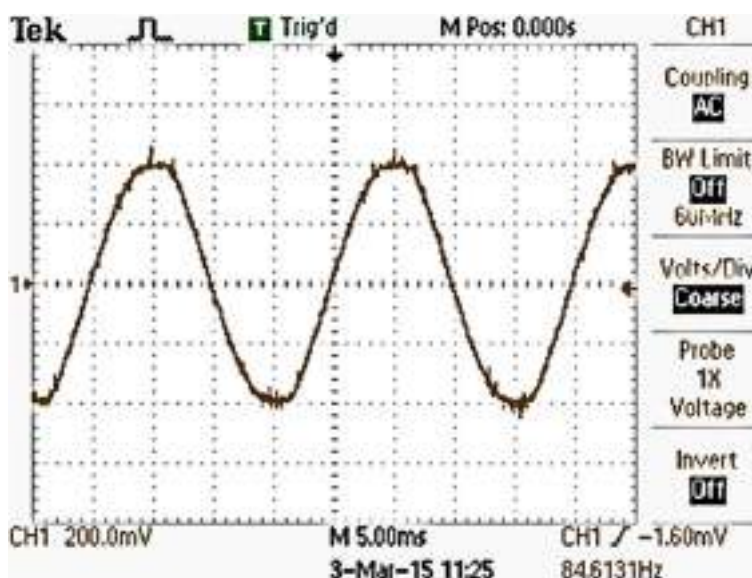
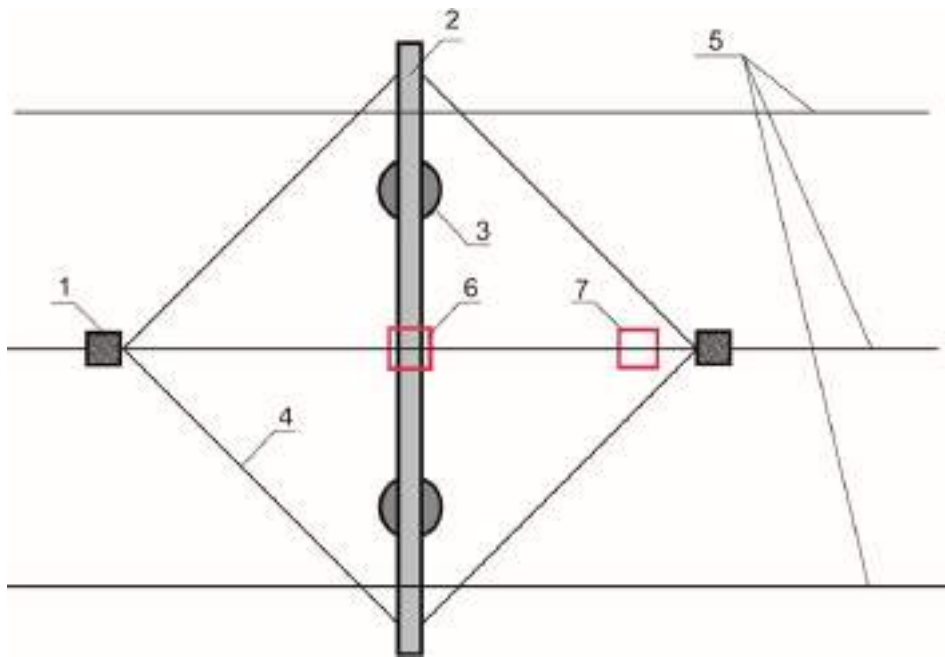
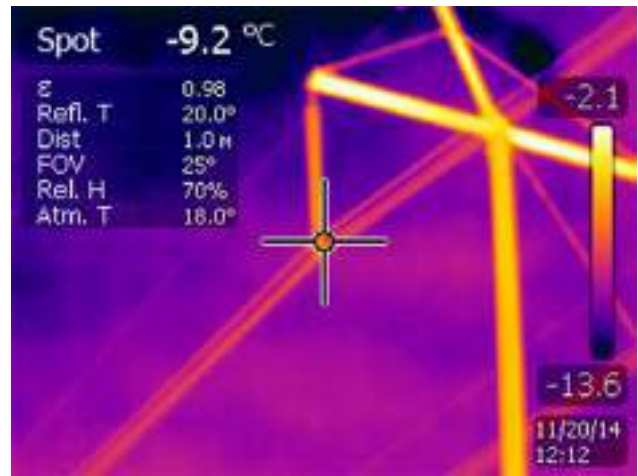
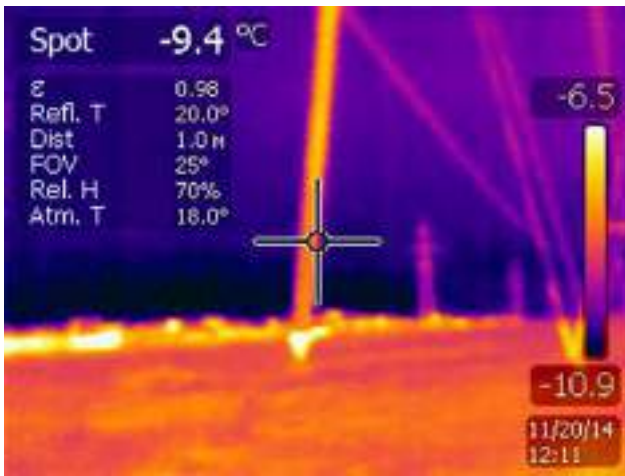


Figure 4 – The oscillogram of the voltage between guy wires no. 1 and no. 2 of support no. 252



1 – reinforced concrete slab for fixing guy wires; 2 – traverse; 3 – high-voltage transmission tower; 4 – guy wire; 5 – current-carrying wires of high-voltage power lines; 6 – the location of the thermal imager when photographing the U-shaped bolts and metal elements of the foundations; 7 – location of the thermal imager when photographing the structure of pin insulators
 Figure 5 – The diagram shows the arrangement of the thermal imager relative to the structure of the portal-type support (top view)



a) – guy wires; b) – conductor wires of high-voltage power transmission lines (HVPTL) with pin insulators

Figure 6 – Thermograms of metal elements of support structure no. 252

Table 3 – The numerical values of temperature in the metallic elements of the support structure

Support no.	Temperature of the structural element of the support., °C					
	Upper traverse	Vertical support column of the tower	Lower cup of the support post	U-shaped bolt for fixing guy wires	Pin insulator	Current-carrying wire
252	8,5	4,8	5,4	5,0	3,2	3,2

Conclusion

The developed methodology for constructing a model for the ICS-500 high-voltage tower has a uni-

versal character and can be applied to any structures of power transmission towers.

As a result of experimental research, the pres-

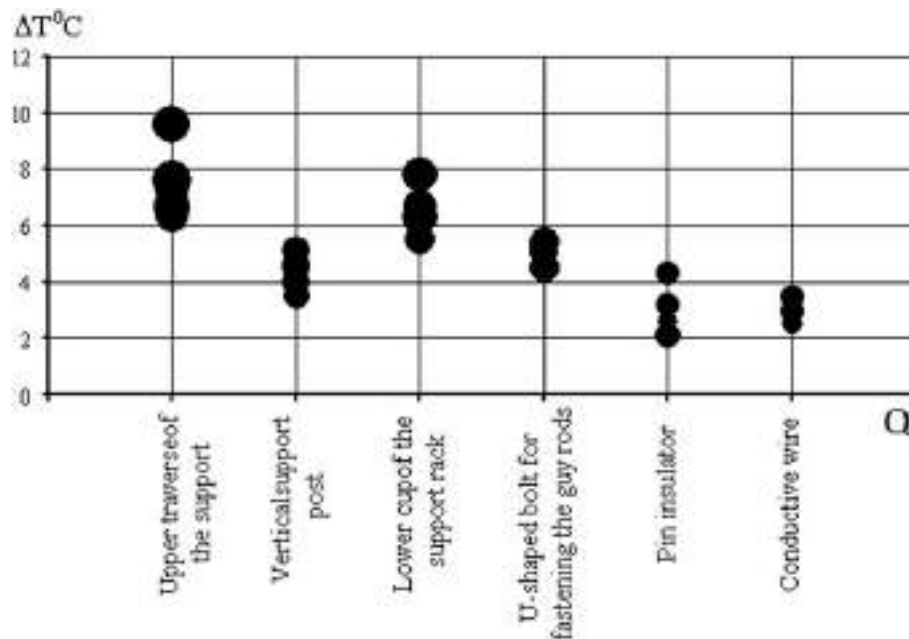


Figure 7 – The areas of temperature increment distribution across the elements of the analyzed portal-type support structure

ence of closed electromagnetic circuits formed by the structural elements of the tower was established. These circuits correspond to the calculated ones identified in the model.

The discrepancy between the calculated current values and those obtained experimentally was

15-20%, confirming the adequacy of the developed model with an accuracy sufficient for engineering calculations.

During the experimental research, the presence of losses in the elements of the ICS-500 high-voltage tower construction was confirmed.

REFERENCES

1. Ненашева Т.А., Маршаков А.И., Игнатенко В.Э. Влияние переменного тока на коррозионное растрескивание под напряжением трубной стали Х70 в нейтральных средах / Повышение надежности магистральных газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением. 2019. № 3 (40). – С. 67-73.
2. Breydo I.V., Kaverin V.V., Ivanov V.A., Voytkovich S.V., Levin I.V. Distributed system of protection and diagnostics of support structural elements of high-voltage power lines / EAI Endorsed Transactions on Energy Web, 2017, 4 (13), e5.
3. Захаров А.А., Попов В.В., Николашкин С.В. Разработка математической модели и рекомендаций по надежной эксплуатации ВЛ-110 кВ на участке «Якутск-Чурапча-Хандыга». Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова. Том 2. – № 4. – 2015. – С. 94-99.
4. Лоторейчук Е.А. Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. – М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 320 с.
5. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебное пособие / С.М. Аполлонский. – СПб: Лань, 2018. – 592 с.
6. Voytkovich S., Breido I., Kaverin V. Universal Mathematical Model of Leakage Currents and Currents Spread on Elements of High-Voltage Pillar // In Annals of DAAAM for 2014 & Proceedings of 25th International DAAAM Symposium. – Vienna: DAAAM International, 2014. – Pp. 5-7.

ЖВЭЖ тірегінің элементтері бойынша ағу токтары мен таралу токтарының әмбебап математикалық моделін эксперименттік зерттеу

^{1*}ДАЙЧ Леонид Израилевич, аға оқытушы, l.daych@mail.ru,

¹ВОЙТКЕВИЧ Софья Валентиновна, PhD, доцент м.а., sofya_v@mail.ru,

¹ЛИСИЦЫН Дмитрий Владимирович, магистр, аға оқытушы, dlisicyn@mail.ru,

¹ИВАНОВ Валерий Анатольевич, PhD, аға оқытушы, v.ivanov@kstu.kz,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды,

Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазақстанда желілік кернеуі 500 кВ негізгі электр беру желісі бүкіл Республика арқылы солтүстіктен оңтүстікке өтеді. Жоғары вольтты электр желісінің стратегиялық маңызы бар. Бір тіректің істен шығуы елдің барлық өңірлеріне электр энергиясын тасымалдаудың технологиялық процесінің тоқтауына алып келеді. Сенімділікті арттыру және пайдалану шығындарын төмендету мақсатында ТМД елдерінде электр берудің әуе желілерін диагностикалау және мониторингілеу кешендерінің әртүрлі модификациялары кеңінен енгізілуде. Қазіргі уақытта 500 кВ ЖВЭЖ конструкция элементтерін диагностикалау кешенін енгізу ерекше өзекті болды, біріншіден, авариялар кезінде залал құны едәуір өсті, ал екіншіден, пайдаланудың ұзақ мерзіміне байланысты энергия жүйесінің сенімділігі төмендеді. Диагностика кешенін сәтті енгізу үшін тіректерді пайдалану кезінде болатын процестерді дәл көрсету қажет. Осы мақсатта ЖВЭЖ тіректерінің элементтері бойынша ағу токтары мен ағу токтарының амбебап моделі әзірленді.

Кілт сөздер: электрохимиялық коррозия, ағу токтары, таралу токтары, тіректердің құрылымдық элементтері, ауыстыру сұлбасы, контурлық ток әдісі, математикалық модель, эксперимент.

Экспериментальные исследования универсальной математической модели токов утечки и токов растекания по элементам опоры ВЛЭП

¹*ДАЙЧ Леонид Израилевич, старший преподаватель, l.daych@mail.ru,

¹ВОЙТКЕВИЧ Софья Валентиновна, PhD, и.о. доцента, sofya_v@mail.ru,

¹ЛИСИЦЫН Дмитрий Владимирович, магистр, старший преподаватель, dlicicyn@mail.ru,

¹ИВАНОВ Валерий Анатольевич, PhD, старший преподаватель, v.ivanov@kstu.kz,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В Казахстане, основная линия электропередач с линейным напряжением 500 кВ территориально проходит через всю Республику с севера на юг. Высоковольтная линия электропередач имеет стратегическое значение. Выход из строя одной опоры приводит к остановке технологического процесса транспортирования электроэнергии целым регионам страны. С целью повышения надёжности и снижения эксплуатационных затрат в странах СНГ широко внедряются различные модификации комплексов диагностики и мониторинга воздушных линий электропередач. В настоящее время внедрение комплекса диагностики элементов конструкции ВЛЭП 500 кВ стало особенно актуальным. Во-первых, существенно возросла стоимость ущерба при авариях, а во-вторых, в связи с большим сроком эксплуатации, снизилась надёжность энергосистемы. Для успешного внедрения комплекса диагностики необходимо точное представление процессов, происходящих в процессе эксплуатации опор. С этой целью была разработана универсальная модель токов утечки и токов растекания по элементам опор ВЛЭП.

Ключевые слова: электрохимическая коррозия, токи утечки, токи растекания, элементы конструкции опор, схема замещения, метод контурных токов, математическая модель, эксперимент.

REFERENCES

1. Nenasheva T.A., Marshakov A.I., Ignatenko V.E. Vliyaniye peremennogo toka na korrozionnoye rastreskivaniye pod napryazheniem trubnoj stali H70 v nejtral'nyh sredah / Povysheniye nadezhnosti magistral'nyh gazoprovodov, podverzhennyh korrozionnomu rastreskivaniyu pod napryazheniem. 2019. No. 3 (40). – Pp. 67-73.
2. Breydo I.V., Kaverin V.V., Ivanov V.A., Voytkевич S.V., Levin I.V. Dis-tributed system of protection and diagnostics of support structural elements of high-voltage power lines / EAI Endorsed Transactions on Energy Web, 2017, 4 (13), e5.
3. Zaharov A.A., Popov V.V., Nikolashkin S.V. Razrabotka matematicheskoj modeli i rekomendacij po nadezhnoj ekspluatatsii VL-110 kV na uchast-ke «YAkutsk-CHurapcha-Handyga» // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Amosova. Tom 2. – No. 4. – 2015. – Pp. 94-99.
4. Lotorejchuk E.A. Teoreticheskie osnovy elektrotehniki: Uchebnik / E.A. Lotorejchuk. – Moscow: ID FORUM, NIC INFRA-M, 2016. – 320 p.
5. Apollonskij, S.M. Teoreticheskie osnovy elektrotehniki. Elektro-magnitnoye pole: Uchebnoye posobie / S.M. Apollonskij. – Saint Petersburg: Lan', 2018. – 592 p.
6. Voytkевич S., Breido I., Kaverin V. Universal Mathematisal Model of Leakage Surrents and Surrents Srrread on Elements of High-Voltage Rillar // In Annals of DAAAM for 2014 & Roseedings of 25th International DAAAM Symrosium. – Vienna: DAAAM International, 2014. – Pp. 5-7.

Фэйк-аккаунттарды анықтау мәселесінде машиналық оқытуды қолдану

¹МУСИРАЛИЕВА Шынар Жеңісбекқызы, ф.-м.ф.к., кафедра меңгерушісі, mussiraliyevash@gmail.com,

¹*АЗАМАТОВА Динара Тілеубердіқызы, магистрант, dinarazamatova@gmail.com,

¹БАЙСПАЙ Гүлшат Болатқызы, постдокторант, gulshat.bgb2@gmail.com,

¹«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 71,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта әлеуметтік желілердің қарқынды өсуіне байланысты әр түрлі қауіптердің пайда болу мүмкіндігі артып келеді, олардың бірі фэйк-аккаунттар. Әлеуметтік желіде фэйк-аккаунтты анықтау мәселесінде машиналық оқытуды қолдану қарастырылды. Жұмыстың негізгі мақсаты – әлеуметтік желілердегі фэйк-аккаунттарды тиімді анықтау үшін машиналық оқыту әдістері мен үлгілерін зерттеу және әзірлеу. Бұл зерттеу бопсалау, шантаж, аңду, жалған қайыр сұрау, адамды қорлау, жеке ақпаратқа рұқсатсыз қол жеткізуді, пайдаланушының ақпаратын заңсыз қолдануды болдырмау секілді мәселелердің алдын алуына мүмкіндік береді. Зерттеу нысаны – фэйк-аккаунттар. Зерттеу жұмысында қолданылған әдістер: масштабтау, машиналық оқыту, атрибуттарды таңдау, модельді бағалау. Зерттеу жұмысының пәндік аймағы – Instagram. Зерттеудің ерекшелігі – фэйк-аккаунттарды анықтаудың әртүрлі, кең таралған әдістерін қолдана отырып, ең тиімдісін анықтау. Зерттеудің теориялық және практикалық маңызы – нақты пайдаланушыларға еліктейтін, фэйк-аккаунттарды анықтау арқылы спам жіберу, жеке деректерді жинау, қауіпті бағдарламаны тарату, онлайн рейтингтерді бұрмалау және т.б. зиянды әрекеттерден әлеуметтік желіні қауіпсіз қылдыру, сонымен қоса әлеуметтік желідегі қорғаныс және қауіпсіздікке арналған қосымшаларды дамытуға көмектесу. Фэйк-аккаунтты анықтау мақсатында машиналық оқыту классификаторлары тиімді қолданылды. Мақалада келесі модельдер пайдаланылады: шешім ағашының классификаторы; KNN жіктеуші; логистикалық регрессия классификаторы; кездейсоқ орман классификаторы; қолдау векторлық машинасы (SVM) классификаторы. Дәлдік (accuracy), ROC қисығы, жіктеу есебі сияқты әртүрлі көрсеткіштерді қолдана отырып, модельдердің өнімділігін бағалау жүргізілді. Decision Tree, Random Forest және KNN сияқты кейбір модельдер бастапқы тестілеуде де, қайта оқытудан кейін де AUC-ROC, accuracy, precision, recall және F1-score көрсеткіштерінің тұрақты және жоғары мәндерін көрсетті. Logistic Regression және SVM сияқты кейбір модельдер таңдалған атрибуттерге байланысты әр түрлі тиімділік деңгейлерін көрсетеді. Бұл модельді оқыту кезінде функцияларды дұрыс таңдаудың маңыздылығын көрсетеді және барлық функциялар барлық модельдер үшін бірдей пайдалы емес екенін көрсетеді. Зерттеу нәтижесінде машиналық оқыту алгоритмдерін фэйк-аккаунтты анықтау мақсатында қолдану тиімді екеніне көз жеткізе отырып, зерттеу барысында жіктеу алгоритмдерін салыстыра келе, жоғары дәлдікке қол жеткізген алгоритм анықталды.

Кілт сөздер: машиналық оқыту, фэйк-аккаунт, ақпараттық қауіпсіздік, пайдаланушы профилі, әлеуметтік желілер, жалған тіркелгілерді анықтау, Instagram, Decision Tree, KNN, Logistic Regression, SVM, Random Forest.

Кіріспе

Әлеуметтік желілердің белсенді дамуы біздің қазіргі ақпараттық қоғамымыз үшін өте маңызды. Олар жедел байланысқа, ақпарат алмасуға және виртуалды қауымдастықтарды құруға мүмкіндік беретін коммуникация процесінің ажырамас бөлігіне айналды. Дегенмен, қазіргі уақытта әлеуметтік желілердің қарқынды өсуіне байланысты әр түрлі қауіптердің пайда болу мүмкіндігі артып келеді, олардың бірі фэйк-аккаунттар.

Бұл шынайы пайдаланушыларды жасыру мақсатында немесе ұрланған сәйкестендіру

ақпараты негізінде құрылған – фэйк-аккаунттар, әлеуметтік желідегі танымалдылық пен әсер ұғымдарын бұрмалайтын және бұл өз кезегінде экономикаға, саясатқа және қоғамға зиянды әсер етуі мүмкін аккаунт. Олардың желілерде таралуы мен белсенділігі ауыр зардаптарға әкеледі, соның ішінде пайдаланушылардың сенімін жоғалту, құпиялылықты бұзу, киберқылмыстың өсуі және ұлттық қауіпсіздікке қауіп төндіреді. Бұл аккаунттарды табу қиын болуы мүмкін, өйткені оларды жасаушылар әртүрлі маскировка әдістерін қолдана отырып, оларды нақты пайдаланушыларға

мүмкіндігінше жақындатуға тырысады. Осыған байланысты фэйк-аккаунттарды анықтау міндеті барған сайын өзекті және маңызды болып келеді. Фэйк-аккаунттарды анықтаудың дәстүрлі әдістері мен тәсілдері жеткілікті тиімді емес, өйткені шабуылдаушылар назардан тыс қалу үшін өз әдістері мен айла-амалдарын үнемі жетілдіріп отырады. Осы қиындықтарды ескере отырып, машиналық оқыту жалған тіркелгілерді анықтауға және әлеуметтік медиа қауіпсіздігін жақсартуға көмектесетін қуатты құрал болып табылады. Машиналық оқыту алгоритмдерінің көмегімен аккаунттардың мінез-құлық және құрылымдық сипаттамаларын автоматты түрде талдауға, жасырын үлгілер мен ауытқуларды анықтауға болады, бұл фэйк-аккаунттарды анықтау тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жұмыс аясында масштабтау, машиналық оқыту, атрибуттарды таңдау, модельді бағалау әдістері қолданылады. Масштабтау әдістері үлкен көлемдегі мәліметтерді өңдеу және олармен тиімді жұмыс істеу үшін қолданылады. Шешімдер ағашы, KNN, логистикалық регрессия, кездейсоқ орман, SVM сияқты машиналық оқыту әдістері фэйк-аккаунттарды анықтау мақсатында жіктеу алгоритмдерін оқыту үшін пайдаланылады. Атрибуттарды талдау әдістері функциялардың маңыздылығын анықтау үшін пайдаланылады. Модельді бағалау әдістері оқытылған үлгілердің тиімділігі мен сапасын бағалау үшін әртүрлі әдістер қолданылады.

Фэйк-аккаунттарды анықтауға арналған оңтайлы атрибуттарды талдауды және таңдауды қамтиды. Функцияларды талдау әдістерін қолдану классификация нәтижесіне әсер ететін маңызды ақпаратты белгілерін анықтауға мүмкіндік береді. Жұмыс сонымен қатар оқытылған үлгілердің өнімділігін бағалауды қамтиды. Сонымен қоса, атрибуттардың маңыздылығын зерттегеннен кейін, сол атрибуттар негізінде қайта оқыту жүргізе отырып, үлгінің өнімділігінің өсуі де бұл жұмыстың ғылыми жаңалығының бірі болып табылады. Машиналық оқытуды пайдалана отырып, фэйк-аккаунттарды анықтау саласындағы бұл жұмыс осы аспектілердің барлығы ғылыми жаңалықты білдіреді және осы зерттеу саласының дамуына ықпал етеді.

Әдебиеттерге шолу

Kate Wojkov «2023 жылғы маркетингке арналған 29 Instagram статистикасы» мақаласы [1] Instagram маркетингіне қатысты соңғы статистикаға толық шолу жасайды. Автор бүкіл әлем бойынша 1 миллиардтан астам белсенді пайдаланушысы бар Instagram әлеуметтік медиа платформасы ретіндегі үздіксіз өсуі мен танымалдылығын атап көрсетеді. CNBC есебі бойынша, АҚШ-тағы жалған «танымал тұлғалар» Instagram әлеуметтік желісінде фэйк ізбасарларды сатып алуға жыл сайын 1,3 млрд доллар жұмсайтынын анықтады. Сондықтан осындай әлеуметтік платформада са-

лауатты ортаны сақтау маңызды.

Boshmaf Yazan және т.б. OSN-де жалған тіркелгілерді анықтау осы платформалардың тұтастығы мен қауіпсіздігін сақтау үшін өте маңызды екенін атап өтеді [2]. Фэйк-аккаунтты анықтаудың тәсілдері, ең алдымен, тіркелгі жасау уақыты, тіркелгі әрекеті және әлеуметтік графикті талдау сияқты метрикаларға негізделген. Дегенмен, бұл тәсілдер шынайы пайдаланушылардың мінез-құлқына еліктейтін және анықтаудан жалтаратын күрделі жалған тіркелгілерді анықтауда тиімді болмауы мүмкін. Бұл мәселені шешу үшін авторлар Integro деп аталатын «құрбандықты болжауға» негізделген тәсілді ұсынады, ол фэйк-аккаунттар көбінесе «нақты құрбандарға» бағытталған фактіні қолданады. Авторлар Integro өнімділігін Twitter және Weibo секілді әлеуметтік желілерден нақты деректер жиынтығы арқылы бағалап, оның өнімділігін бар тәсілдермен салыстырған.

Cresci Stefano және т.б. «Сатылатын даңқ: Twitter желісіндегі жалған ізбасарларды тиімді анықтау» мақаласы әлеуметтік желілерге әсер етушілердің көбеюіне және осы кеңістіктегі алаяқтық әлеуетіне байланысты маңызды мәселе болып табылатын жалған Twitter жазылушыларын анықтау әдістемесін ұсынады [3]. Авторлар желі құрылымын, әрекет үлгілерін және лингвистикалық белгілерді қоса алғанда, метадеректер тіркесімін пайдаланатын машиналық оқытуға негізделген тәсілді ұсынады. Зерттеу авторлардың қолданыстағы әдістермен шынайы немесе жалған деп анықталған Twitter аккаунттарының үлкен деректер жинағын жинауынан басталады. Содан кейін олар осы тіркелгілерден әртүрлі метадеректерді, соның ішінде жазылушылар мен достар санын, тіркелгі жасын және твиттер жиілігі мен уақытын шығарады. Бұған қоса, олар автоматтандыруды немесе басқа күдікті әрекетті көрсетуі мүмкін лингвистикалық маркерлер үшін твиттер мәтінін талдайды. Осы метадеректерді пайдалана отырып, авторлар тіркелгілерді шынайы немесе жалған деп жіктеу үшін машиналық оқыту үлгісін үйретеді. Олар ең тиімді тәсілді анықтау үшін әртүрлі метадеректер комбинацияларымен және машиналық оқыту алгоритмдерімен тәжірибе жасайды. Бұл зерттеудің қызықты аспектісі – тиімділікке назар аудару. Авторлар мәселенің ауқымы әрбір есептік жазбаны қолмен қарап шығуды мүмкін емес ететінін мойындайды, сондықтан олар тез және оңай есептелетін атрибуттарға басымдық береді. Бұл олардың көзқарасын салыстырмалы түрде қысқа уақыт ішінде үлкен деректер жиынына қолдануға мүмкіндік береді.

Daniel Arp және т.б. «Компьютерлік қауіпсіздікте машиналық оқытудың орындалатын және орындалмайтын тұстары» мақаласы компьютерлік қауіпсіздік мәселелеріне машиналық оқыту әдістерін қолданудың ең жақсы тәжірибелеріне толық шолу жасайды [4]. Авторлар жалпы қателіктерді атап көрсетеді және оларды болдырмау туралы нұсқаулар береді. Авторлар дұрыс

емес нәтижелерге әкелуі мүмкін тым қарапайым немесе толық емес деректер жиынын пайдаланудан сақтандырады. Олар сондай-ақ шешілетін мәселені мұқият анықтаудың және өнімділікті бағалау үшін сәйкес көрсеткіштерді таңдаудың маңыздылығын атап көрсетеді. Зерттеудің тағы бір негізгі аспектісі – функцияларды таңдау және функцияларды жобалауды талқылау. Авторлар қарастырылып отырған мәселеге сәйкес келетін және оңай есептелетін функцияларды таңдаудың маңыздылығын атап көрсетеді. Олар сондай-ақ өнімділікті жақсарту үшін функцияларды түрлендіру және біріктіру әдістерін талқылайды. Авторлар сонымен қатар машиналық оқыту алгоритмдерін дұрыс баптаудың және артық орнатуды болдырмаудың маңыздылығын атап көрсетеді. Олар өнімділікті бағалау және оңтайландыру үшін кросс-валидацияны және басқа әдістерді пайдалануды талқылайды. Соңында, зерттеу компьютерлік қауіпсіздік үшін машиналық оқытудағы этикалық ойларды талқылаумен аяқталады. Авторлар біржақтылықтан аулақ болу және машиналық оқытуды пайдалану жеке адамдарға немесе топтарға зиян келтірмейтінін қамтамасыз етудің маңыздылығын атап көрсетеді. Жалпы алғанда, «Компьютерлік қауіпсіздікте машиналық оқытудың орындалатын және орындалмайтын тұстары» компьютерлік қауіпсіздік мәселелеріне машиналық оқытуды қолданғысы келетін тәжірибешілер үшін құнды нұсқаулық береді. Проблемалық аймақты түсінуге, сәйкес деректер көздерін таңдауға және жалпы қателіктерді болдырмауға баса назар аудару пайдалы. Сонымен қатар, этикалық ойларды талқылау осы салада машиналық оқытуды жауапты және мұқият пайдалану қажеттілігін көрсетеді.

Thomas K., Grier C. және т.б. спам тіркелгілерінің сипаттамаларын және олар тарататын мазмұн түрлерін анықтауға бағытталған [5]. Сондай-ақ, олар Twitter-дің спамды анықтау алгоритмдерінің тиімділігін зерттейді. Авторлар уақытша тоқтатылған Twitter тіркелгілерінің деректер жинағын жинап, тіркелгі белсенділігі мен мазмұнына қарай оларды спам немесе спам емес деп жіктеді. Содан кейін олар спам тіркелгілерінің сипаттамаларын, соның ішінде олар бөлісетін мазмұн түрлерін, олардың жазылушыларының санын және олардың белсенділік үлгілерін талдады. Тұтастай алғанда, «Ретроспективада тоқтатылған тіркелгілер: Twitter спамының талдауы» Twitter-дегі спам тіркелгілерінің сипаттамалары және Twitter-дің спамды анықтау алгоритмдерінің тиімділігі туралы құнды түсінік береді. Спамды анықтау алгоритмдерін жақсарту және әлеуметтік медиа платформаларындағы спаммен күресу бойынша үздіксіз күш-жігердің маңыздылығын зерттеу көрсетеді.

Khaled Sarah және т.б. «Әлеуметтік желілердегі жалған аккаунттарды анықтау» мақаласында әлеуметтік медиа платформаларындағы жалған аккаунттарды анықтау мәселесіне шолу жаса-

уға және осы мәселені шешу үшін ұсынылған әртүрлі тәсілдерді талқылауға бағытталған [6]. Мақала жалған аккаунттар түсінігін және әлеуметтік медиа платформаларында табуға болатын жалған аккаунттардың әртүрлі түрлерін анықтанды. Содан кейін авторлар жалған тіркелгілерді анықтау үшін ұсынылған әртүрлі әдістерді сипаттайды, соның ішінде мазмұнға негізделген, әлеуметтік графикаға негізделген және мінез-құлыққа негізделген тәсілдер. Олар, сондай-ақ, осы әдістердің шектеулері мен қиындықтарын талқылайды және жақсырақ анықтау дәлдігі үшін бірнеше тәсілдерді біріктірудің маңыздылығын көрсетеді.

Әдістер мен құралдар

Әлеуметтік желідегі фэйк-аккаунтты анықтауға ұсынылған әдіс 4 негізгі қадамнан тұрады, яғни: деректер жиынтығын жинау, деректерді алдын ала өңдеу кезеңінен өткізу, препроцессингтен өткізілген деректерді классификациялау, бағалау және салыстыру кезеңі. Берілген зерттеу жұмысында фэйк-аккаунтты анықтау процесінің өту кезеңдері 1-суретте көрсетілген.

Фэйк-аккаунтты анықтау мақсатында деректер жиынтығы

Жұмыстың бірінші кезеңі – аккаунт туралы ақпаратты жинау. Бұл зерттеуде дайын белгілер қойылған датасет қолданылды [7]. Бұл деректер жиынтығы Kaggle ашық ресурсынан алынды. Осы жұмыста қолданылатын мәліметтер жиынтығын автор Bardiya Bakhshandeh жасаған және анықтаған. Автор спам/фэйк-аккаунттарды анықтау үшін деректердің әр данасын мұқият зерттеді. Деректер жиынтығы 2019 жылдың 15-19 наурызы аралығында краулердің көмегімен жиналды. Бұл процесс фэйк-аккаунттарды анықтау үшін пайдалы болуы мүмкін әртүрлі аккаунттар атрибуттары мен сипаттамаларын жинады.

Алайда, кейбір аккаунттар фэйк деп қате анықталғанымен, мақала авторлары деректердің әрбір данасын мұқият зерттеу арқылы фэйк-аккаунтты анықтауда жоғары дәлдікті қамтамасыз етуге тырысқанын атап өткен жөн. Авторлар өз жобасында Instagram-дағы фэйк және спамдық аккаунттарды анықтау мәселесін шешу мақсатында осы деректер жиынтығын машиналық оқыту модельдерін әзірлеу және оқыту үшін пайдаланды. Деректер модельдерді оқыту және олардың өнімділігін тексеру үшін, сондай-ақ жалған аккаунттар мен әлеуметтік медиа спамымен күресу үшін қолданылатын әдістерді зерттеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Зерттеу жұмысында бұл датасет Instagram әлеуметтік желісінде машиналық оқытуды қолдану арқылы фэйк және спам аккаунттарды анықтау үшін қолданылады. Берілген датасет 2-ге бөлінген: train және test. Train деректер жинағы 576 жолдан × 12 бағаннан, ал test деректер жинағы 120 жолдан × 12 бағаннан тұрады. Бұл датасет келесідей ме-



1-сурет – Фэйк-аккаунтты анықтау процесінің кезеңдері

тадеректерден құралған: профиль суреті, пайдаланушы атының саны/ұзындығы, толық атындағы сөздер, толық атауының ұзындығы/сан кездесуі, аты = = пайдаланушы аты, сипаттама ұзындығы, сыртқы URL, жеке аккаунт растығына тексеру, #хабарламалар, #аккаунтқа подписка жасаған жазылушылар саны, #аккаунттың жазылушылардың саны, фэйк белгісі.

Бұл датасет келесідей метадеректерден құралған:

1. profile pic. Пайдаланушының профиль суреті бар немесе жоқ.

2. nums/length username. Пайдаланушы атындағы сандық таңбалар санының оның ұзындығына қатынасы.

3. fullname words. Сөз лексемаларындағы толық аты.

4. nums/length fullname. Толық атаудағы сандық таңбалар санының оның ұзындығына қатынасы.

5. name==username. Пайдаланушы аты мен толық аты сөзбе-сөз сәйкес келе ме.

6. description length. Пайдаланушының сипаттама ұзындығы (био).

7. external URL. Сыртқы URL бар немесе жоқ.

8. private. Жеке немесе жоқ.

9. #posts. Хабарламалар саны.

10. #followers. Избасарлар саны (жазылушылар).

11. #follows. Жазылымдар саны.

12. fake. Белгі.

Деректерді алдын ала өңдеу

Машиналық оқытудағы деректерді алдын ала өңдеу модельді оқытудан бұрын орындалатын маңызды қадам болып табылады. Оның мақсаты – деректерді модельге ыңғайлы етіп дайындау және оның тиімділігін арттыру. Препроцессинг кезеңінде атрибуттарды (функцияларды) масштабтау таңдалды, өйткені деректер жиынындағы атрибут мәндерінің шкалалары әртүрлі.

Бұл зерттеуде алдын ала өңдеудің екі түрі қолданылды:

1. Қалыпқа келтіру (Normalization: зерттеуде `sklearn` кітапханасының `preprocessing` модулінен `normalizer` нысаны қолданылды. Нормализация атрибут мәндері масштабталатын және белгілі бір ауқымда болатындай деректерді түр-

лендіруді білдіреді. Бұл жағдайда атрибут мәндерінің стандарттауын және сәйкестігін қамтамасыз ету үшін деректер «Normalizer» көмегімен қалыпқа келтірілді.

2. Стандарттау (Standardization): зерттеуде `sklearn` кітапханасының `preprocessing` модулінен `StandardScaler` нысаны қолданылды. Стандарттау сонымен қатар деректерді масштабтауды білдіреді, бірақ бұл жағдайда белгілердің мәндері олардың орташа мәні 0 және стандартты ауытқуы 1 болатындай етіп түрлендірілді. Бұл оқу үлгісіндегі әрбір белгінің орташа және стандартты ауытқуын есептейтін, содан кейін train және test деректеріне түрлендіруді қолданатын `StandardScaler` нысанын пайдалану арқылы жасалды. Төменде 1-кестеде таңдалған алдын ала өңдеу түрлерінің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген.

Машиналық оқытудың жіктеу алгоритмдерін қолдану

Деректерді препроцессингтен өткізгеннен кейін, машиналық оқыту модельдерін таңдау кезеңіне өтуге болады. Бұл жұмыста келесі модельдер пайдаланылды:

- Шешім ағашының классификаторы;

- KNN жіктеуші;

- Логистикалық регрессия классификаторы;

- Кездейсоқ орман классификаторы;

- Қолдау векторлық машинасы (SVM) классификаторы.

Фэйк-аккаунттарды анықтау мәселесіне арналған үлгілерді таңдау деректер сипаттамаларын, деректер жинағының өлшемін, қолжетімді ресурстарды және үлгі дәлдігі мен түсіндірмелілігіне қойылатын талаптарды қоса алғанда, әртүрлі факторларға байланысты. Ұсынылған модельдердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар, модельді таңдаудың тиімділігі мәселенің және деректердің ерекшеліктеріне байланысты болады. Таңдалған модельдердің артықшылығы мен кемшіліктері 2-кестеде көрсетілген.

Оқытылған машиналық оқыту моделінің сапасын бағалау үшін әртүрлі көрсеткіштер мен әдістерді қолдануға болады. Бұл зерттеуде келесідей әдістер қолданылды:

- ROC талдау қисығы: сезімталдық (True Positive Rate) мен ерекшелік (False positive Rate) арасындағы сәйкестікті ескере отырып, үлгі өнімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Қисық диаграмманың жоғарғы сол жақ бұрышына неғұрлым жақын болса, модель соғұрлым жақсы болады.

- Жіктеу есебі: Жіктеу есебінде әр класс үшін дәлдік (precision), recall (толықтығы), F1-ұпайы (F1-score) және support сияқты әртүрлі көрсеткіштер бар. Бұл көрсеткіштер жалған және нақты тіркелгілерді болжаудағы үлгі өнімділігі туралы ақпаратты береді.

1-кесте – Таңдалған препроцессинг түрлерінің артықшылығы мен кемшіліктері		
Препроцессинг түрі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Нормализация	<ul style="list-style-type: none"> - Нормалау функция мәндерін белгілі бір диапазонға таратады, бұл атрибуттар арасында сәйкестікті қамтамасыз етеді. - Белгілердің мәндерінде әртүрлі шкалалар немесе өлшем бірліктері болған кезде пайдалы. 	<ul style="list-style-type: none"> - Нормалау деректердегі шектен тыс мәндерге сезімтал болуы мүмкін, себебі ол ең төменгі және ең үлкен атрибут мәндеріне негізделген. - Деректерді тарату туралы ақпараттың жоғалуына әкелуі мүмкін, әсіресе деректерде экстремалды мәндер болса.
Стандартизация	<ul style="list-style-type: none"> - Стандарттау атрибут мәндерін орташа мәнге 0 және стандартты ауытқуға 1 әкеледі, бұл деректер қалыпты түрде таратылады деген болжамға негізделген үлгілер үшін пайдалы. - Нормализациямен салыстырғанда деректердегі шектен тыс мәндердің әсері аз. 	<ul style="list-style-type: none"> - Сирек деректермен жұмыс істейтін үлгілер немесе атрибуттар арасындағы қашықтықты немесе корреляция коэффициенттерін пайдаланатын үлгілер сияқты бастапқы деректер масштабының сақталуын талап ететін үлгілер үшін жарамсыз болуы мүмкін.

2-кесте – Моделдердің артықшылығы мен кемшілігі		
Модельдің аты	Артықшылығы	Кемшілігі
Decision tree	<ul style="list-style-type: none"> - түсіндіру мүмкіндігі: шешім ағашы шешім қабылдау процесінің нақты графикалық көрінісін береді; - сандық және категориялық деректерді өңдеу; - автоматты атрибутты таңдау; - масштабтау және оқу жылдамдығы. 	<ul style="list-style-type: none"> - шулы деректерге шамадан тыс бейімделу үрдісі; - күрделі сызықтық емес қатынастарды модельдеу қабілетсіздігі.
Random Forest	<ul style="list-style-type: none"> - жақсы жалпылау және болжау дәлдігі; - сандық және категориялық атрибуттарды өңдей алады; - шамадан тыс орнатуға және деректер шуына төзімді; - ерекшеліктердің маңыздылығын бағалай білу. 	<ul style="list-style-type: none"> - кейбір басқа модельдермен салыстырғанда көбірек есептеу ресурстары мен оқу уақытын қажет етеді; - нәтижелерді түсіндіру қиын болуы мүмкін.
Logistic Regression	<ul style="list-style-type: none"> - үлгінің қарапайымдылығы мен түсіндірмелілігі; - ақпараттық белгілер болған жағдайда тиімді болуы мүмкін; - деректер сызықты түрде бөлінетін жағдайларда жақсы жұмыс істей алады. 	<ul style="list-style-type: none"> - атрибуттар мен мақсатты айнымалы арасындағы қатынастар сызықты емес болса, тиімді болмауы мүмкін; - шамадан тыс көрсеткіштерге және үлгі болжамдарының бұзылуына сезімтал болуы мүмкін.
Support Vector Machine	<ul style="list-style-type: none"> - күрделі бөлу геометриясын жақсы меңгеру; - сандық және категориялық атрибуттарды өңдей алады; - ядро функцияларын пайдалану сызықтық емес тәуелділіктерді модельдеуге мүмкіндік береді. 	<ul style="list-style-type: none"> - дұрыс ядро таңдауды және гиперпараметрді баптауды талап етеді; - үлкен деректер жинақтары үшін есептеу қымбат болуы мүмкін.
K-Nearest Neighbors	<ul style="list-style-type: none"> - іске асыру және түсіну жеңілдігі; - функция кеңістігіндегі ұқсас нүктелердің топтарын анықтай алады; - жақын объектілерде ұқсас белгілер болса, жақсы жұмыс істей алады. 	<ul style="list-style-type: none"> - k-параметрін таңдауға сезімталдық; - жақсы таңдалған және масштабталған атрибуттарды қажет етеді; - үлкен деректер жинақтары үшін есептеу қымбат болуы мүмкін.

Үлгінің өнімділігін бағалау

Модель үйретілгеннен кейін оның өнімділігі бұрын көрмеген жаңа деректер жинақтарында сынау мақсатында test деректер жинағын қажет етеді, таңдалған датасет өзінде train және test датасетін қамтығандықтан тексеруді test датасетінде жүргізсек болады. Моделіміз оқу деректер жинағында (train) оқытылғандықтан, келесі қадам test деректер жиынындағы белгілерді болжау үшін осы үлгіні пайдалану, содан кейін болжанған белгілерді test деректер жиынының шынайы белгілерімен салыстыру. Test датасетінің құрылымы 2-суретте көрсетілген.

Test_data датасетін препроцессинг кезеңінен өткізіп алғаннан кейін, бұл датасет өзінде класс белгілерін қамтығандықтан, оны test_features, test_labels деп бөліп алдық. test_features класс белгілерін қамтитын соңғы бағанды қоспағанда, test деректер жиынындағы барлық атрибут бағанда-

рын қамтиды. test_labels класс белгілерін қамтитын test деректер жинағының соңғы бағанын ғана қамтиды. Бағалау әдісі ретінде алғашында дәлдік көрсеткіші тексерілді: бұл жіктеу мәселелеріне арналған ең көп тараған көрсеткіштердің бірі. Ол мысалдардың жалпы санына қатысты дұрыс жіктелген мысалдардың үлесін өлшейді. test_data дәлдігін бағалау үшін score() функциясын қолданылды және жүзеге асу коды 3-суретте көрсетілген.

Модель нәтижелеріне көз жүгіртетін болсақ, Decision Tree, KNN, Random Forest жақсы өнімділік көрсеткенін, ал Logistic Regression және SVM едәуір аз өнімділік көрсетті, осыған орай атрибуттардың маңыздылығын таңдау бойынша қайта оқытуда осы модельдердің өнімділігін көтеруге негізделеді.

Атрибуттардың маңыздылығын талдау фэйк-аккаунттарды болжауда қандай сипатта-

```
In [104]: import pandas as pd
test_data = pd.read_csv("test.csv")
test_data
```

```
Out[104]:
```

	profile_pic	fullnamelength	fullname	username	description	external_url	private	posts	#followers	#follows	like	
0	1	0.33	1	0.33	1	30	0	1	35	488	604	0
1	1	0.00	5	0.00	0	61	0	1	3	25	6	0
2	1	0.00	2	0.00	0	82	0	1	319	328	888	0
3	1	0.00	1	0.00	0	143	0	1	273	14993	7368	0
4	1	0.50	1	0.00	0	76	0	1	5	225	356	0
...
115	1	0.29	1	0.00	0	0	0	0	13	114	611	1
116	1	0.40	1	0.00	0	0	0	0	4	153	104	1
117	1	0.00	2	0.00	0	0	0	0	3	833	2672	1
118	0	0.17	1	0.00	0	0	0	0	1	219	1995	1
119	1	0.44	1	0.00	0	0	0	0	3	39	68	1

120 rows x 12 columns

2-сурет – «Test» датасеті

```
In [111]: predicted_labels_clf = clf.predict(test_data)
predicted_labels_knn = knn.predict(test_data)
predicted_labels_lr = lr.predict(test_data)
predicted_labels_rfm = rfm.predict(test_data)
predicted_labels_clf_svm = clf_svm.predict(test_data)
true_labels = test_labels # 30000 test_labels - уақиғиы немес келуші дәл шешімдерді білдіреді

accuracy1 = accuracy_score(true_labels, predicted_labels_clf)
accuracy2 = accuracy_score(true_labels, predicted_labels_knn)
accuracy3 = accuracy_score(true_labels, predicted_labels_lr)
accuracy4 = accuracy_score(true_labels, predicted_labels_rfm)
accuracy5 = accuracy_score(true_labels, predicted_labels_clf_svm)

print("Accuracy Decision Tree:", accuracy1)
print("Accuracy KNN:", accuracy2)
print("Accuracy Logistic Regression:", accuracy3)
print("Accuracy Random Forest:", accuracy4)
print("Accuracy SVM:", accuracy5)

Accuracy Decision Tree: 1.0
Accuracy KNN: 0.85
Accuracy Logistic Regression: 0.5100000000000001
Accuracy Random Forest: 1.0
Accuracy SVM: 0.5
```

3-сурет – «Test» датасетіне score() функциясын қолдану

малардың маңызды рөл атқаратынын анықтауға көмектеседі. Бұл аккаунттың жазылушылар саны, белсенділік және фэйк және нақты аккаунттар арасында әр түрлі болуы мүмкін басқа белгілер сияқты атрибуттарды қамтуы мүмкін. Бұл жұмыста функцияның маңыздылығын бағалау үшін 3 модель негізінде есептелінді: Random Forest, Decision Tree, Logistic Regression. Өкінішке орай, KNN және SVM функцияның маңыздылығын анықтау үшін бұл модельдерді қолдана алмадық, себебі бұл модельдер атрибуттарды таңдауға арналған кірістірілген механизмді қамтамасыз етпейді және өз модельдерінде бастапқы деректер жиынындағы барлық атрибуттарды пайдаланады.

Қолданылған үлгілердің әрқайсысы атрибут маңыздылығын бағалаудың әртүрлі жолдарын қамтамасыз етеді:

- Шешімдер ағашы: функциялардың маңыздылығын анықтау үшін әр түйіндегі деректерді бөлу үшін қолданылатын функцияларды пайдалануға болады. Функция деректерді бөлу үшін неғұрлым көп қолданылса немесе ағашта неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ол маңызды болып саналады.

- Кездейсоқ орман: атрибуттардың маңыздылығын ағаштардың бүкіл ансамблі бойынша деректерді бөлу сапасын жақсартуға қосқан үлесі негізінде бағалауға болады. Атрибут маңыздылығының көрсеткіші атрибуттың ағаштардағы деректерді бөлу үшін пайдаланылған кезде модель болжамдарындағы белгісіздікті қаншалықты азайтатынына негізделген.

- SVM: функциялардың маңыздылығын класстар арасындағы бөлу шекарасын анықтауға қосқан үлесі негізінде бағалауға болады. Бөлу шекарасын анықтауда шешуші рөл атқаратын және ең жақсы классификацияны қамтамасыз ететін белгілер

маңызды болып саналады.

Маңызды атрибуттарды таңдау арқылы қайтадан оқыту нәтижелерін өзара салыстыру.

Келесі Logistic Regression моделіне жүргізілген салыстырулар нәтижелері 3-кестеде көрсетілген.

Келесі SVM моделіне жүргізілген салыстырулар нәтижелері 4-кестеде көрсетілген.

Салыстырудың барлық кезеңінен кейін қайта даярлаудан кейін келесі қорытындылар жасауға болады:

1. Decision Tree, Random Forest және KNN сияқты кейбір модельдер бастапқы тестілеуде де, қайта оқытудан кейін де AUC-ROC, accuracy, precision, recall және F1-score көрсеткіштерінің тұрақты және жоғары мәндерін көрсетті. Бұл олардың таңдалған функциялардың өзгеруіне қарамастан деректерді жақсы жалпылау және болжау қабілетін көрсетеді.

2. Logistic Regression моделі таңдалған атрибуттарды пайдалана отырып, қайта оқытудан кейін көрсеткіштердің айтарлықтай жақсарғанын көрсетті. Бұл таңдалған функциялар оның тиімділігіне және дәлірек болжау жасау қабілетіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді.

3. SVM моделі сонымен қатар таңдалған атрибуттармен қайта оқытудан кейін көрсеткіштердің жақсарғанын көрсетті. Бұл таңдалған атрибуттар модельге сыныптарды жақсырақ бөлуге және оның жіктеу қабілетін жақсартуға көмектескенін көрсетеді.

4. Logistic Regression және SVM сияқты кейбір модельдер таңдалған атрибуттарға байланысты әр түрлі тиімділік деңгейлерін көрсетеді. Бұл модельді оқыту кезінде функцияларды дұрыс таңдаудың маңыздылығын көрсетеді және барлық функциялар барлық модельдер үшін бірдей пай-

3-кесте – Логистикалық регрессия моделі бойынша оқытылған кейін және таңдалған функциялар арқылы оқытылған кейінгі көрсеткіштері					
Модель	AUC-ROC	accuracy	precision	recall	F1-score
Logistic Regression	0.52	0.52	0.75	0.52	0.37
Rfm негізінде таңдалған функциялар (Logistic Regression)	0.95	0.91	0.93	0.91	0.91
Dt негізінде таңдалған функциялар (Logistic Regression)	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Lr негізінде таңдалған функциялар (Logistic Regression)	0.85	0.86	0.88	0.85	0.86

4-кесте – SVM моделі бойынша оқытылған кейін және таңдалған функциялар арқылы оқытылған кейінгі көрсеткіштері					
Модель	AUC-ROC	accuracy	precision	recall	F1-score
SVM	0.50	0.50	0.25	0.50	0.33
Rfm негізінде таңдалған функциялар (SVM)	0.89	0.47	0.73	0.52	0.35
Dt негізінде таңдалған функциялар (SVM)	0.52	0.47	0.73	0.52	0.35
Lr негізінде таңдалған функциялар (SVM)	0.86	0.87	0.89	0.86	0.87

далы емес екенін көрсетеді.

Тұтастай алғанда, таңдалған атрибуттарды пайдалана отырып, қайта оқыту кейбір жағдайларда модельдердің тиімділігін жақсартуға әкелді және оңтайлы нәтижелерге қол жеткізу үшін атрибуттарды дұрыс таңдаудың маңыздылығын атап өтті.

Қорытынды

Әлеуметтік желілердегі фэйк-аккаунттарды анықтау мәселесінде машиналық оқыту әдістердің қолданылуы зерттелді және қарастырылды.

Зерттеу жұмысында машиналық оқытуды қолдана отырып, Instagram әлеуметтік желісіндегі фэйк және фэйк емес аккаунттарды анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Ол үшін фэйк және фэйк емес аккаунттар туралы мәліметтер бар дайын деректер жиынтығы қолданылды. Машиналық оқыту үлгілерінің тиімділігін қамтамасыз ету үшін объектілерді масштабтауды қоса алғанда, деректерді алдын ала өңдеу процесі қолданылды.

Зерттеу барысында әртүрлі машиналық оқыту алгоритмдері қарастырылды, соның ішінде Decision Tree, KNN, Logistic Regression, Random Forest және SVM. Дәлдік (accuracy), ROC қисығы, жіктеу есебі сияқты әртүрлі көрсеткіштерді қолдана отырып, модельдердің өнімділігін бағалау жүргізілді.

Бұл зерттеудің маңызды үлесі – атрибуттардың маңыздылығын және олардың фэйк-аккаунттарды анықтау процесіне әсерін талдау. Функциялардың маңыздылығын талдау қандай пайдаланушы атрибуттары фэйк-аккаунттарды анықтау процесіне көбірек әсер ететінін анықтауға мүмкіндік берді. Test датасетінде оқытылған модельдің өнімділігін тексеруден кейінгі нәтижелерді алғаннан кейін Logistic Regression және SVM модельдерінің төмен нәтиже көрсетуінің себебін табу мақсатында әрбір атрибут үшін атрибуттың

маңыздылығын анықтадық. Белгілердің маңыздылығын талдау Random Forest, Decision Tree және Logistic Regression модельдерін қолдану арқылы жүргізілді. Бұл фэйк және фэйк емес аккаунттарды болжауға әсер ететін ең маңызды белгілерді анықтауға мүмкіндік берді. Таңдалған белгілерге негізделген модельдерді қайта оқытудан кейін кейбір модельдер, соның ішінде Decision Tree, Random Forest және KNN, қайта оқытуға дейін де, одан кейін де тұрақты және жоғары өнімділікті көрсетті. Сонымен қатар, Logistic Regression және SVM модельдері қайта оқытудан кейін өнімділіктің айтарлықтай жақсарғанын көрсетті. Таңдалған модельдер мен әдістердің шектеулері мен атрибуттары бар екенін ескеру маңызды. Осы нәтижелерге сүйене отырып, таңдалған функциялар модельді жақсартуда тиімді болды және болжамдардың тиімділігі мен дәлдігіне ықпал етті деген қорытынды жасауға болады.

Қорытындылай келе, фэйк-аккаунттарды анықтау мәселесінде машиналық оқыту әдістерін пайдалану үлкен әлеуетке ие және әлеуметтік медиа тіркелгілерін анықтаудың тиімді және перспективалы әдісі екенін растайды. Фэйк-аккаунттардың анықталған негізгі сипаттамалары анықтау модельдері мен алгоритмдерін нақтылауға, олардың тиімділігі мен дәлдігін арттыруға көмектеседі. Бұл тәсіл фэйк-аккаунттарды анықтаудың күрделі және жетілдірілген әдістерін әзірлеуге жаңа мүмкіндіктер ашады.

Берілген зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын «Қазақ тіліндегі кибер экстремизмнің идеологиялық бағыттарын жасанды интеллект әдістері көмегімен мультиклассификациялау» жобасы аясында орындалды (грант AP19676342, жоба жетекшісі Мусиралиева Ш.Ж.).

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кейт Бойкова. 29 Статистика Instagram по маркетингу в 2023 г. // [Электронный ресурс] / URL: <https://embedsocial.com/blog/instagram-statistics/>
2. Boshmaf Yazan, Dionysios Logothetis, Georgos Siganos, Jorge Lería, Jose Lorenzo, Matei Ripeanu, and Konstantin Beznosov. «Integro: Leveraging Victim Prediction for Robust Fake Account Detection in OSNs». [Текст] / In NDSS, vol. 15, pp. 8-11. – 2015.
3. Cresci Stefano, Roberto Di Pietro, Marinella Petrocchi, Angelo Spognardi, Maurizio Tesconi «Fame for sale: Efficient detection of fake Twitter followers». [Текст] / Decision Support Systems 80, 2015.
4. Daniel Arp, Erwin Quiring, Feargus Pendlebury, Alexander Warnecke, Fabio Pierazzi, Christian Wressnegger, Lorenzo Cavallarok, Konrad Rieck «Dos and Don'ts of Machine Learning in Computer Security» [Текст] / USENIX Security Symposium 2022, 2022.
5. Thomas K., Grier C., Song D., & Paxson, V. «Suspended accounts in retrospect: an analysis of twitter spam». [Текст] / In Proceedings of the 2011 ACM SIGCOMM conference on Internet measurement (pp. 243-258). 2011.
6. Khaled Sarah, El-Tazi Neamat, Mokhtar Hoda «Detecting Fake Accounts on Social Media». [Текст] / IEEE International Conference, 2018.
7. Dataset // [Elektronnyi-resurs] / URL: <https://www.kaggle.com/datasets/free4ever1/instagram-fake-spammer-genuine-accounts?select=train.csv>

Применение машинного обучения в задаче обнаружения фейковых аккаунтов

¹МУСИРАЛИЕВА Шынар Женисбековна, к.ф.-м.н., зав. кафедрой, mussiraliyevash@gmail.com,

¹*АЗАМАТОВА Динара Тилеубердиевна, магистрант, dinarazamatova@gmail.com,

¹БАЙСПАЙ Гүлшат Болатқызы, постдокторант, gulshat.bgb2@gmail.com,

¹НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 71,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В настоящее время из-за быстрого роста социальных сетей увеличивается вероятность возникновения различных угроз, одна из которых – фейковые аккаунты. Фейк-аккаунт – это учетная запись, созданная на основе поддельной или украденной идентификационной информации, которая искажает концепции популярности и влияния в социальных сетях, что, в свою очередь, может иметь пагубные последствия для экономики, политики и общества. Рассмотрено использование машинного обучения в вопросе выявления фейковых аккаунтов в социальной сети. Основная цель работы – исследование и разработка методов и моделей машинного обучения для эффективного выявления фейковых аккаунтов в социальных сетях. Это позволяет избежать таких проблем, как вымогательство, шантаж, преследование, поддельные просьбы, оскорбление человека, несанкционированный доступ к личной информации, незаконное использование информации пользователя посредством исследования. Объект исследования – фейковые аккаунты. Методы, используемые в исследовательской работе: методы масштабирования, методы машинного обучения, методы выбора признаков, методы оценки моделей. Предметная область исследовательской работы – Instagram. Уникальностью исследования является определение наиболее надежного способа обнаружения фейковых аккаунтов с помощью различных, широко распространенных методов. Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в выявлении фейковых аккаунтов, которые выдают себя за реальных пользователей, рассылают спам, собирают персональные данные, распространяют вредоносное ПО, фальсифицируют онлайн-рейтинги и т.д., в защите социальной сети от вредоносных действий, а также в разработке приложений для защиты и безопасности социальных сетей. Для выявления фейковой учетной записи эффективно использовались классификаторы машинного обучения: классификатор дерева решений; классификатор KNN; классификатор логистической регрессии; классификатор случайного леса; классификатор метода опорных векторов (SVM). Оценка производительности моделей проводилась с использованием различных показателей, таких как точность, ROC-кривая, классификационный балл. Некоторые модели, такие как Decision Tree, Random Forest и KNN, показали стабильные и высокие значения AUC-ROC, точности, прецизионности, полноты и F1-показателя как при первоначальном тестировании, так и после переобучения. Это подчеркивает важность выбора правильных функций при обучении модели и показывает, что не все функции одинаково полезны для всех моделей. В результате исследования, убедившись в эффективности использования алгоритмов машинного обучения с целью выявления фейковых аккаунтов, сравнив алгоритмы классификации в ходе исследования, мы определили алгоритм, достигший высокой точности.

Ключевые слова: машинное обучение, фэйк аккаунт, информационная безопасность, профиль пользователя, социальные сети, обнаружение поддельных учетных записей, Instagram, Decision Tree, KNN, Logistic Regression, SVM, Random Forest.

Using Machine Learning to Identify a Fake Account

¹MUSSIRALIYEVA Shynar, Cand. of Phys. and Math. Sci., Head of Department, mussiraliyevash@gmail.com,

¹*AZAMATOVA Dinara, Master Student, dinarazamatova@gmail.com,

¹BAISPAY Gulshat, Postdoctoral Student, gulshat.bgb2@gmail.com,

¹NPJSC «Al-Farabi Kazakh National University», Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71,

*corresponding author.

Abstract. Nowadays, due to the rapid growth of social networks, the possibility of various threats is increasing, one of which is fake accounts. The use of machine learning in the issue of identifying fake accounts on a social network is considered. The main goal of the work is to research and develop methods and models of machine learning for the effective detection of fake accounts in social networks. This avoids problems such as extortion, blackmail, harassment, fake requests, insulting a person, unauthorized access to personal information, illegal use of user information through research. The object of the study is fake accounts. Methods used in the research work: scaling methods, machine learning methods, feature selection methods, model evaluation methods. The subject area of the research work is Instagram. The uniqueness of the study is to determine the most reliable way to detect fake accounts using various, widely used methods. Machine learning classifiers were effectively used to detect a fake account: decision tree classifier; classifier KNN; logistic regression classifier; random forest classifier; support vector machine (SVM) classifier. The performance of the models was evaluated using various indicators, such as accuracy, ROC-curve, classification score. Some models, such as Decision Tree, Random Forest, and KNN, have shown stable and high AUC-ROC, Accuracy, Precision, Recall, and F1 scores both during initial testing and after retraining. This highlights the importance of choosing the right features when training a model and shows that not all features are equally useful for all models. As a result of the study, after verifying the

effectiveness of using machine learning algorithms to identify fake accounts, comparing classification algorithms during the study, we identified an algorithm that achieved high accuracy.

Keywords: machine learning, fake account, information security, user profile, social networks, fake account detection, Instagram, Decision Tree, KNN, Logistic Regression, SVM, Random Forest.

REFERENCES

1. Kate Bojkov. 29 Instagram Statistics For Marketing in 2023 // [Elektronnyi resurs] / URL: <https://embedsocial.com/blog/instagram-statistics/>
2. Boshmaf Yazan, Dionysios Logothetis, Georgos Siganos, Jorge Lería, Jose Lorenzo, Matei Ripeanu, and Konstantin Beznosov. «Integro: Leveraging Victim Prediction for Robust Fake Account Detection in OSNs». [Tekst] / In NDSS, vol. 15, pp. 8-11. – 2015.
3. Cresci Stefano, Roberto Di Pietro, Marinella Petrocchi, Angelo Spognardi, Maurizio Tesconi «Fame for sale: Efficient detection of fake Twitter followers». [Tekst] / Decision Support Systems 80, 2015.
4. Daniel Arp, Erwin Quiring, Feargus Pendlebury, Alexander Warnecke, Fabio Pierazzi, Christian Wressnegger, Lorenzo Cavallarok, Konrad Rieck «Dos and Don'ts of Machine Learning in Computer Security». [Tekst] / USENIX Security Symposium 2022, 2022.
5. Thomas K., Grier C., Song D., & Paxson, V. «Suspended accounts in retrospect: an analysis of twitter spam». [Tekst] / In Proceedings of the 2011 ACM SIGCOMM conference on Internet measurement (pp. 243-258). 2011.
6. Khaled Sarah, El-Tazi Neamat, Mokhtar Hoda «Detecting Fake Accounts on Social Media». [Tekst] / IEEE International Conference, 2018.
7. Dataset // [Elektronnyi-resurs] / URL: <https://www.kaggle.com/datasets/free4ever1/instagram-fake-spammer-genuine-accounts?select=train.csv>

Қалалық инфрақұрылым ауқымында жарықтандыруды интеллектуалды басқару үшін LoRaWAN технологиясын пайдалану

¹МАНБЕТОВА Жанат Дусенбаевна, PhD, аға оқытушы, zh.manbetova@kazatu.kz,

¹ДУНАЕВ Павел Александрович, PhD, кафедра меңгерушісі, dunayev.kz@mail.ru,

²ИМАНКУЛ Манат Насырқызы, т.ғ.к., доцент, timankul57@gmail.com,

³*КАЛИАСКАРОВ Нурбол Балтабаевич, PhD, кафедра меңгерушісінің м.а., 90nurbol@mail.ru,

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, 62,

²«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

³«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Цифрландыру процестері адамның қатысуынсыз ден қоюдың автоматты процестерін іске асыратын өзара байланысты жүйелердің жаңа ортасын білдіреді. «Smart city» – көптеген бағыттарды қамтитын экожүйе, автоматтандыру процесі барлық компоненттерді бірыңғай буынға біріктіретін бірыңғай желілік технологияны қолдануға байланысты шешімдердің жиынтығы. Қазақстанда бірыңғай ақылды қалалық басқаруды дамытуға бағытталған мемлекеттік бағдарламалар әзірленген. Бұл жұмыста LoRaWAN технологиясының негізгі сипаттамалары, мүмкіндіктері және шешілмеген проблемалары көрсетілген. Қалада ақылды жарықтандыру жүйесін ұйымдастыру үшін LoRa технологиясын қолдану мүмкіндігі көрсетілген. LoRaWAN технологиясының ақпараттық қауіпсіздігіне тәннетін негізгі қауіп-қатерлер анықталды және талданды.

Кілт сөздер: интернет заттары, smart lighting, LPWAN, LoRaWAN желісі, ISM жиілік диапазоны, лицензияланбаған спектр, ақпараттық қауіпсіздік.

Кіріспе. Цифрлық платформаларды дамыту ақпаратты жинау, деректерді беру үшін немесе объектілерді автоматты басқару ортасын қалыптастыра отырып, жүйелерді реттеу үшін пайдаланылатын құрылғыларға тәуелді. Негізінде телекоммуникациялық байланыс арналары мен датчиктер пайдаланылатын платформа IoT-ға (Internet of Things, Заттардың интернеті) жатады. IoT экономиканың көптеген салаларында, мамандандырылған процестерде, күнделікті өмірде қолданысқа ие. IoT концепциясы жалпы желіге біріктірілген және ғаламдық Интернет желісімен өзара іс-қимыл жасайтын физикалық орта, адам айналасындағы құбылыстар мен оқиғалар, деректер беру жүйелері, орталықтар мен деректерді өңдеу құрылғылары арасындағы өзара іс-қимылды сипаттайды.

Statista ұйымының мәліметі бойынша, 2025 жылға қарай ақылды құрылғылардың саны 75 миллиардтан [1] асады, және жаһандық IoT қосылыстардың жартысына жуығы LPWAN (Low Power Wide Area Network, алыс радиустағы эне-

гия тиімді желі) ұсынылатын болады. [2] Бес технологиясы (NB-IoT, SigFox, Telensa, Ingenu (RPMA), LoRa (Long Range) / LoRaWAN) салыстырылып, қорытындыланады. LoRaWAN бүкіл әлемде қарапайым және нақты тапсырмалар үшін қолданылады, мысалы: активтерді қадағалау үшін; суды, электр энергиясын және газды есепке алу; қалдықтарды басқару; интеллектуалды түрде көшені жарықтандыру).

Өзектілігі. Перспективалық IoT шешімдерін әзірлеу процесінде неғұрлым жоғары өнімділікке, қауіпсіздікке үнемі өсіп отыратын сұраныс проблемалары туындайды. Көшедегі жарықтандыруды басқару проблемалары әлемдегі барлық қалалар үшін өзекті, бірақ процестерді дербес басқару бойынша жаңа деңгейге көтерілген елдер де бар. Қазіргі уақытта қаладағы жарықтандыру жүйелерін дербес басқарумен байланысты проблемаларды шешудің көптеген нұсқалары ұсынылды, бірақ инженерлік құрылымның неғұрлым тиімді моделін таңдау туралы мәселе әлі де ашық күйінде қалып отыр. Тиімді болу үшін, IoT

негізінде көрсетілетін қызметтер әртүрлі технологиялар мен желілік топологияларды талап ете алады, тіпті сол бір қалалық сценарийді шешу кезінде де [3].

CITiLIGHT мәліметінше, VELOCITi™ LMS интеллектуалды жарықтандыру платформасы Үндістанның 100-ден астам қаласында ақылды көшелерді жарықтандыруды енгізудің арқасында 1,29 млрд кВт·сағ энергия үнемдеген[4].

LoRa/LoRaWAN – жеке желіні дербес және бөгде инфрақұрылымсыз төмен бағамен құруға мүмкіндік беретін ашық бастапқы коды бар технология [2]. Сондықтан, LoRaWAN «ақылды» қалалар үшін үздіксіз жұмыс істеу және қызмет көрсету үшін АКТ мен заттардың Интернетін біріктіретін, сондай-ақ неғұрлым сапалы және тұрақты ақылды қалалар жасайтын тамаша технология деп айтуға болады. Энергияны тұтынуды қысқарту есебінен бүкіл әлемде азаматтардың өмірін жақсартады, яғни, көмірқышқыл газының шығарындыларын азайтады. Сондықтан осы мақалада қаралатын мәселелер өте өзекті болып табылады.

Міндеттерді айқындау: Қалалық инфрақұрылым ауқымында жарықтандыруды интеллектуалды басқару мақсатында LoRaWAN технологиясын пайдалануды зерттеу үшін қалалық инфрақұрылымда ақылды жарықтандыруды дамыту қажеттілігі; ақылды жарықтандыру үшін LoRaWAN архитектурасын құру ерекшеліктері; LoRaWAN технологиясының ақпараттық қауіпсіздігіне төнетін негізгі қауіп-қатерлер қаралды.

Деректерді IoT арқылы беру үшін сымды да, сымсыз да технологиялар пайдаланылады. Бүгінде ең танымал IoT жүйелері радиоарнаны пайдаланатын деректерді беру технологияларына негізделген. Заттардың интернет желілерінің негізі ретінде ұялы жүйелер 2G/3G/4G/5G, жүйелері мен желілері Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth, WiMAX пайдаланылады.

IoT-технологиялары үшін энергия тұтыну, аз кідірістер, шеткі құрылғылардың тығыздығы, желідегі қауіпсіз өзара іс-қимыл сияқты жүйенің жұмыс істеу параметрлері маңызды [5]. Бүгінгі күннің тар жолақты қосылымы мен төмен өзіндік энергияны тұтынатын баламалы нұсқалары да бар, мысалы, LoRaWAN және Sigfox хаттамалары негізінде.

LPWAN технологиясы, басқа заманауи сымсыз технологиялардан айырмашылығы, шағын деректер пакеттерін ұзақ қашықтыққа энергияны үнемдейтін тасымалдауды қамтамасыз ете алады. LoRaWAN желілеріндегі деректер датчиктер арқылы 125, 250, 500 кГц өткізу жолағында беріледі.

СЖМ (сызықтық жиілікті модуляция) LoRa – Chirp Spread Spectrum (CSS) тарату спектрімен Semtech патенттеген модуляция әдістерінің жиынтығы. Бұл тәсілдің мәні сызықтық заң бойынша тасымалдаушы жиілікті баптау болып та-

былады [6].

LoRa технологиясы қажетті деректерді беру жылдамдығын қамтамасыз ету мен батареядан қуат алған кезде құрылғының қызмет ету мерзімі арасындағы қайшылықты шешуге мүмкіндік береді. Құрылғылар санына байланысты шектеулер теориялық тұрғыдан мүмкін, бірақ олар нақты болжанған жағдайлардан әлдеқайда жоғары болатын сенсорларды орналастыру тығыздығында пайда болады және қажет болған жағдайда базалық станциялардың (БС) санын көбейту және қайталағыштарды орнату арқылы оңай жойылады [7]. Ұялы байланыс жүйелерінен айырмашылығы, LoRaWAN БС құрылғылары пилоттық сигналдарды (LTE-дегідей) немесе кең ауқымды сигналдарды (GSM-дегідей) үнемі таратпайды, сондықтан жаңа БС-ды орнату желі ішіндегі кедергілердің артуына әкелмейді. Көбінесе LoRaWAN БС қабылдау үшін жұмыс істейді, ал жіберу режимі сирек жағдайларда ғана басқару командасы жіберілгенде немесе абоненттік құрылғыға қабылдауды растау жіберілгенде қосылады [8].

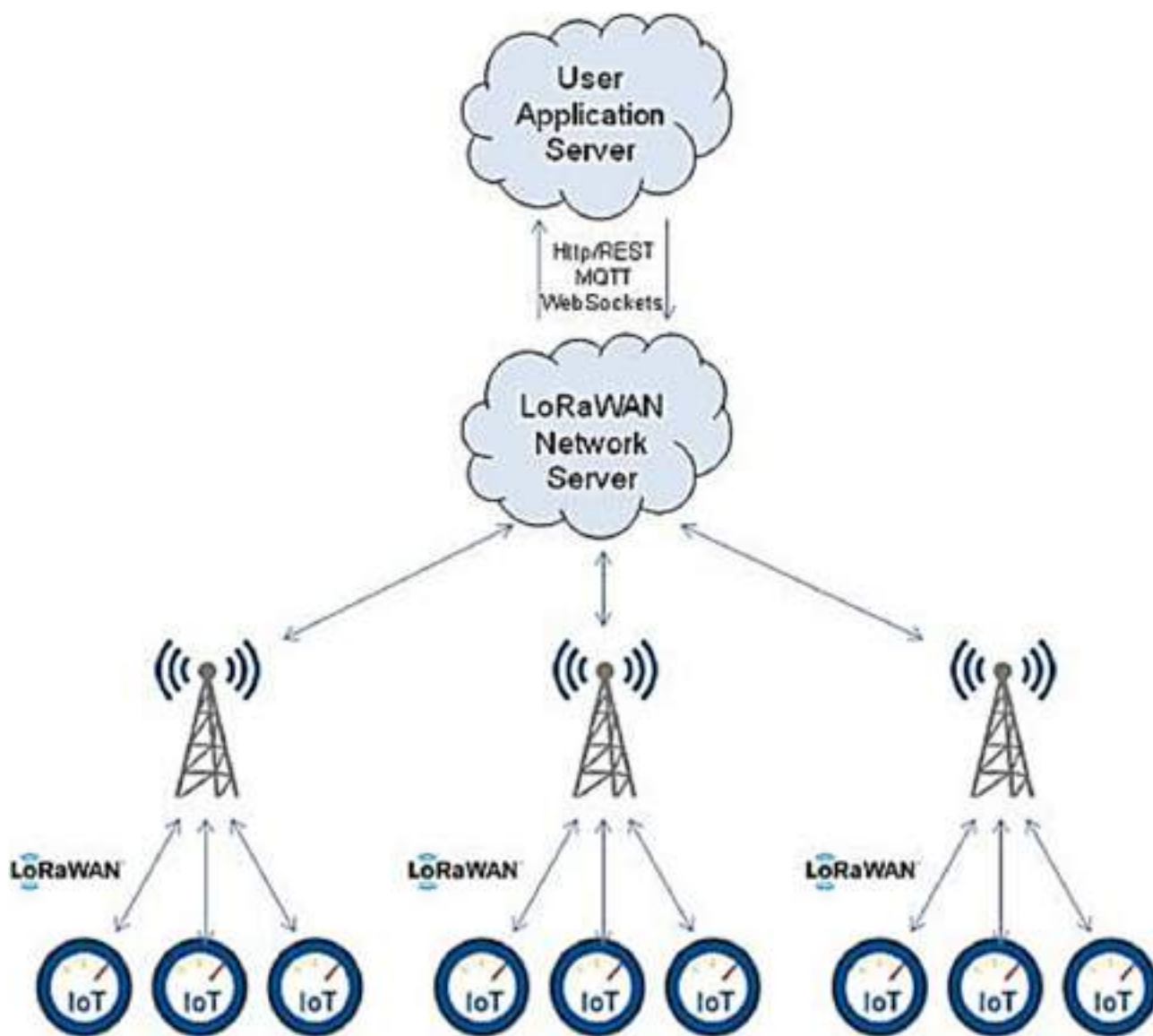
LoRaWAN желісі «жұлдыздардың жұлдызы» топологиясы бойынша, яғни барлық терминалды құрылғылар бір-бірімен және ортақ шлюзбен (базалық станция) әрекеттесу бойынша ұйымдастырылған. Ол келесі элементтерден тұрады: абоненттік терминалдар; базалық станциялар (шлюздер); желілік сервер; қолданбалы серверлер (1-сурет).

IoT нысандары сенсорлардың немесе сенсорлардың барлық түрлерін пайдалана отырып, олардың жұмысы туралы ақпаратты жасайды. Сенсорлар негізінен IoT серверлеріне жіберілетін деректерді жинау үшін қолданылады. Абоненттік терминал – пайдаланушы жағында орнатылған сенсорлардың, есептегіштердің, жетектердің және IoT радиомодульдерінің жалпы атауы [9].

БС абоненттік терминалмен радиожелінің өзара әрекеттесу және терминалдар тобынан түсетін жүктемені шоғырландыру функцияларын орындайды. Оператордың БС жинағы желінің радиоқамту аумағын және соңғы құрылғылар мен желі сервері арасында мөлдір екі жақты деректерді беруді қамтамасыз етеді (1-сурет).

Радио желісін басқару LoRaWAN желілік сервері хабарламаларды «төмен сілтеме» бағытында жіберу үшін БС таңдап алуынан, әрбір терминал үшін деректерді беру жылдамдығын, таратқыштың қуатын өзгерту қажеттілігі туралы шешім қабылдауынан, соңғы құрылғылардың батарея зарядын бақылайтынынан тұрады, деректерді шифрлайды және т.б. [9].

Жұмыстың нәтижелері. Құрылғы деңгейінде бүкіл инфрақұрылым мен жүйенің жұмыс күйі тәуелді болатын әрекет белгіленеді. Датчиктер – бұл автономды жұмыс істеуге қабілетті, деректерді оқудың, процестерді басқарудың және логикалық процедурамен белгіленген командаларға жауап берудің әртүрлі тапсырмаларын орындауға қабілетті технологиялық үйлестірілген



1-сурет – Жабдықтың функционалдық позициялары

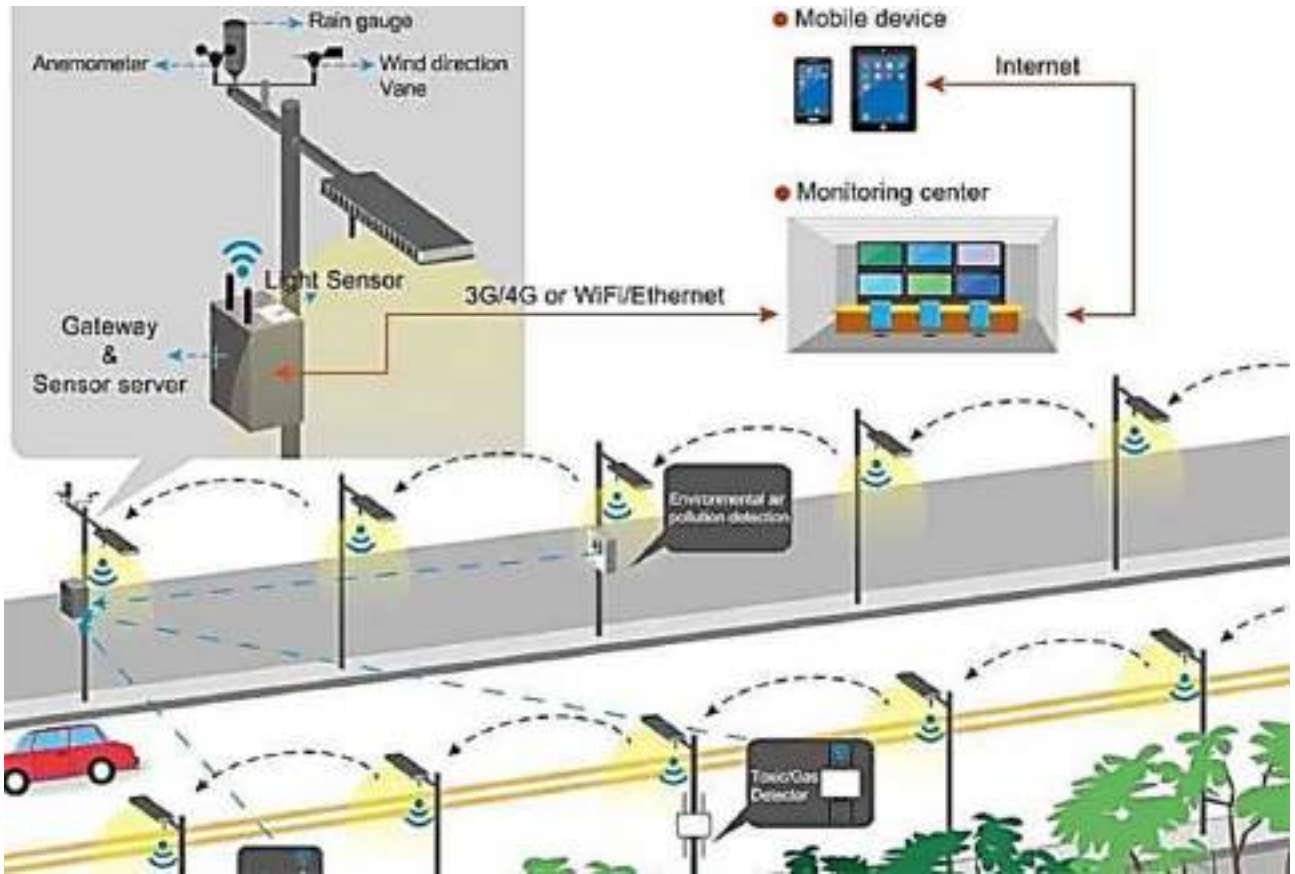
модуль. Көшелерді жарықтандыру жүйесін автоматтандырудың негізгі логикалық процесі желіден тыс жарықтандыру жүйелерін пайдалану болып табылады (2-сурет).

3-суретте ресейлік QTECH компаниясының қалалық жарықтандыруды басқаруға арналған шешімі көрсетілген [10]. Қалалық жарықтандыруды тиімді басқару және интеллектуалды басқару үшін QTECH радиомодемi бар көше шамдары қолайлы, бұл шамдарды күнгірттеу арқылы энергияны үнемдеу мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. QSH-ECP500M сыртқы BS сыртқы LoRaWAN шлюзі болып табылады және Ethernet немесе 3G/4G арқылы жұмыс істеуді қолдайды, бұл сымды интернет қосылымы болмаған кезде ұялы байланыс операторының желісінде деректерді беруді пайдалануға автоматты түрде ауысуға мүмкіндік береді. BS стандартты нұсқасы LoRaWAN сигналдарын қабылдау және беру үшін 8 жиілік арнасын қолдайды. QSH-ECP500M базалық станциясының ендірілген бағдарламалық құралы (Ethernet,

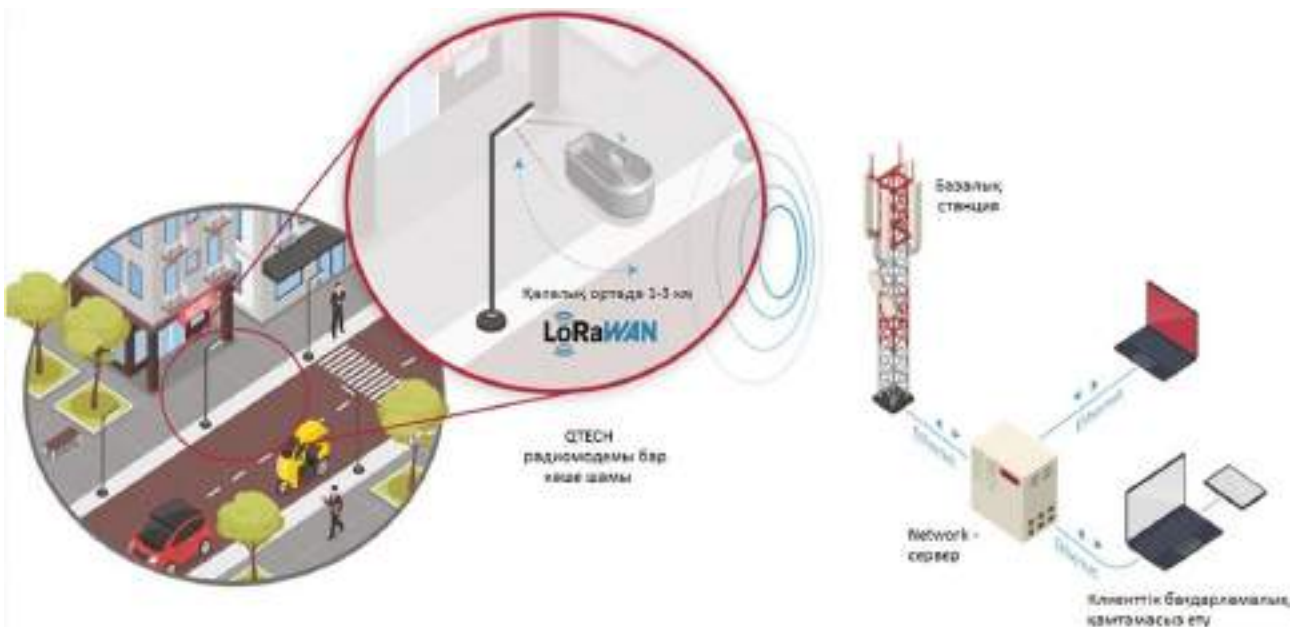
Wi-Fi қолдауы бар сыртқы BS) OpenWrt (Linux ядросына негізделген ендірілген операциялық жүйе) негізінде жасалған және конфигурацияны оңай басқаруға арналған веб-интерфейсі бар. PoE (Power over Ethernet) қуат көзін қолдау кез келген қалалық аумақта ыңғайлы орнатуға мүмкіндік береді.

Көшелерді жарықтандырудың ақылды жүйелері әртүрлі технологиялар мен механизмдер арқылы жұмыс істейтін күрделі технологиялық жүйе болып табылады. Нормативтік стандартқа сәйкес көшелерді жарықтандыру жүйесі өз құрылымында жаяу жүргіншілерге арналған жарықтандыру және жолды жарықтандыру болып бөлінеді, ал орналасу аймағына байланысты цифрлық құрылғыларды орналастырудың өзіндік әдістерін қолдану талап етіледі.

LoRa технологиясы негізінде көшелерді «ақылды» жарықтандыру қызметін ұсыну үлгісі әзірленді[11]. Мұндай қызметті жүзеге асыру муниципалитетке қалалық көшелерді жарықтан-



2-сурет – Көшелерді жарықтандырудың автоматтандырылған жүйесін құрудың логикалық процесі



3-сурет – Қалада smart жарықтандыруды ұйымдастырудың құрылымдық процесі

дыруға жұмсалған бюджеттік қаражатты айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыста белсенді жабдықты таңдауды, жалпы желіні ұйымдастыру схемасын, сондай-ақ оны іске асыру нұсқасын қоса алғанда, көшелерді жарықтандырудың «ақылды» қызметтерін ұсынуды жүзеге

асыруға мүмкіндік беретін ұйымдастыру тұжырымдамасы анықталды.

Көшелерді жарықтандыруды басқару аппараттық құралдарды да, жүйелік желіні де қажет ететін тапсырма. Болашақта кеңейту және ауқымды орналастыру үшін үйлесімділік кез келген

жобаның сәттілігі үшін маңызды. Microchip ұзақ қашықтыққа қосылуға, батареямен жұмыс істеу үшін аз қуат тұтынуға және жаппай орналастыруға арналған арзан инфрақұрылымға арналған соңғы құрылғылардың өсіп келе жатқан талаптарын қанағаттандыру үшін қолайлы LoRa сымсыз шешімдерін әзірледі (4-сурет) [12].

4-сурет: Power Monitor – қуат мониторы; MOSFET Gate Drivers – металл-оксидті-жартылай өткізгіш өрістік транзисторлық қақпа драйверлері; Wireless Node and/or Sensor Node – сымсыз түйін және/немесе сенсорлық түйін; Signal Conditioning – сигналды қалыптастыру; LDOs (Low Drop-Out – сызықтық тұрақтандырғыштар класы) & Switchers (ажыратқыштар); MCU (көп нүктелі басқару блогы) – көп нүктелі басқару блогы; EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) – электрлік өшірілетін қайта бағдарламаланатын тек оқуға арналған жад; датчиктер – сенсорлар.

Hewlett-Packard мәліметтері бойынша, Интернетке кіру мүмкіндігі бар заттардың 70%-дан астамында қауіпті веб-интерфейспен байланысты осалдық бар, сонымен қатар IP мекенжайлары мен олардың порттарының әлсіз қауіпсіздігі де проблемаларды тудырады [13].

Нәтижелерді талқылау. Технологиялардағы, коммуникациялардағы, микроконтроллерлердегі жаңа жетістіктер қалалық инфрақұрылымның интеллектуалды ортасында бір бағытты құрайды. Сенсорлар жинаған деректер қала өмірін динамикалық талдауға мүмкіндік береді және инновациялық әдістерде пайдалану үшін түсінік береді. LoRa технологиясының қауіпсіздік аймағын төрт аймаққа бөлуге болады [14]:

- құрылғыны қорғау аймағы;

- LoRa желісінде жұмыс істейтін рұқсат етілген құрылғыларға ғана арналған желіге сенімді қол жеткізу аймағы;

- тұтастай желілік инфрақұрылымның қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған LoRa желісінің аумағы;

- LoRa құрылғысында тек қауіпсіз және сенімді қолданбалардың жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін жасалған IP қолданбасының аймағы.

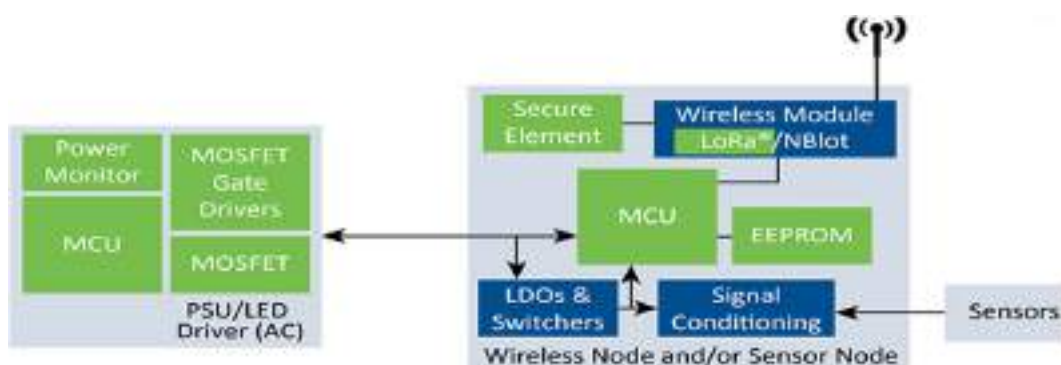
Бір уақытта және бір-біріне жақын жұмыс істейтін көптеген IoT құрылғыларымен байланысты мәселе бар – электромагниттік кедергілер, бұл электромагниттік үйлесімділік мәселелерін тудырады [15].

Қорытынды. Цифрлық байланыс орталарын ұйымдастыру кезінде жұмыс кезінде масштабталатын, жаңартылатын және пайдалану кезінде әртүрлі ортада интегралданатын байланыстың желілік арналарын пайдалану талап етіледі. Мұндай шешімдерді енгізу энергияны тұтынуды ауқымды үнемдеуге, жоспарлы жөндеуге, азаматтардың өмір сүруіне жайлы және қауіпсіз жағдай жасауға мүмкіндік береді. Байланыс операторларының материалдарын талдай келе, автоматтандыру жүйелерін құру процесінде белсенді дамып келе жатқан тиісті желілік платформалардың бірі LoRaWAN ортасы екені анықталды.

LoRaWAN технологиясының дамуы бүкіл әлемде жүріп жатыр және сонымен бірге осы бағытты дамытатын әрбір компания LoRaWAN желілерін пайдалануда үлкен потенциалды байқайды. LoRaWAN желілік инфрақұрылымының басқа байланыс арналарынан бірінші ерекшеленетін қасиеттерінің бірі – бір базалық станциядан келетін сигнал диапазоны. LoRaWAN желілік инфрақұрылымының басымдылық артықшылықтарының бірі масштабтаудың жоғары дәрежесі, сондай-ақ сигнал берудің жоғары коэффициенті болып табылады.

ISM диапазонында LoRaWAN жұмысы мемлекеттік лицензиясы бар жиілікте желіні құру үшін қажетті реттеуші және аукциондық шығындарсыз екі жақты байланысты қамтамасыз етеді. Ақылды жарықтандыру көміртегі қалдықтарын CO₂ нөлге дейін төмендетеді және энергия шығындарын азайтады. Сенсорларға негізделген ақылды жарықтандыруды басқару жарықтандыру ұзақтығын реттеуге және осылайша энергияны 40% үнемдеуге мүмкіндік береді. Түнде, кешке жолда адам аз болғанда, жарық аз қажет болса, жарықтылықты күңгірттеу функциялары арқылы автоматты түрде реттеуге болады.

IoT желілері мақсатқа байланысты өзгеретін және Интернетке тұрақты қосылуды талап ететін



4-сурет – Ақылды қалалар үшін қосылған жарықтандыру

құрылғылар жиындарының динамикалық жиындарынан тұрады. IoT құрылғылары желінің ең әлсіз элементтерінің бірі болып табылады. Жүйеге қосылған құрылғылар неғұрлым көп болса, шабуылдаушыларға кіру мүмкіндігі соғұрлым көп болады, өйткені желіге қосылған қосымша құрылғының пайда болуымен шабуыл үшін пайдалануға болатын басқа ықтимал кіру нүктесі бар. IoT архитектурасын ескере отырып, әрбір деңгей-

де қауіпсіздік функцияларын енгізу мәселелерін шешу қажет: желі, байланыс, аппараттық қамтамасыз ету және бұл жобалау кезеңінде жасалуы керек [16].

Осы жұмыста алынған зерттеу деректері IoT жүйелерін жобалауда және оларда ақпараттық қауіпсіздік аудитін жүргізуде пайдалы болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Number-of-connected-devices-worldwide [Электронный ресурс]. <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide> (дата обращения 18.08.2022 г.).
2. Mukarram A. M. Almuhaaya, Waheb A. Jabbar, Noorazliza Sulaiman, Suliman Abdulmalek. A Survey on LoRaWAN Technology: Recent Trends, Opportunities, Simulation Tools and Future Directions // *Electronics* 2022, 11, 164. <https://www.mdpi.com/journal/electronics>.
3. Gianni Pasolini, Chiara Buratti, Luca Feltrin, Flavio Zabini, Cristina De Castro, Roberto Verdone, Oreste Andrisano. Smart City Pilot Projects Using LoRa and IEEE 802.15.4 Technologies. <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/4/1118>.
4. Semtech и CitiLIGHT трансформируют уличное освещение умного города с помощью LoRaWAN®. <https://www.businesswire.com/news/home/20220505005170/en/Semtech-and-CitiLIGHT-Transform-Smart-City-Street-Lighting-With-LoRaWAN>.
5. Кучерявый А.Е. Интернет вещей / А.Е. Кучерявый // *Электросвязь*. 2013. № 1. С. 21-24.
6. Рентюк В. Краткий путеводитель по беспроводным технологиям «Интернета вещей». Часть 1. Сети, шлюзы, облака и протоколы // *Control Engineering Россия*. 2017. № 6.
7. Ross Gilson, Michael Grudsky. LoRaWAN Capacity Trial in Dense Urban Environment, 2018.
8. Экономов А. Надёжность IoT в нелицензируемом диапазоне. Доказываем на примере LoRaWAN // *Современная электроника*. № 1. 2020. – С. 12-14.
9. Экономов А. Аспекты безопасной передачи данных в сетях IoT и их практическая реализация в LoRaWAN // *Современная электроника*. № 5. 2019. С. 10.
10. Автоматизация и управление городским освещением от QTECH. <https://www.qtech.ru/press/news/avtomatizatsiya-i-upravlenie-gorodskim-osveshcheniem-ot-qtech/>
11. Мутанна М., Лячек Ю., Мутанна М., Абдулла В. Разработка сервисной модели предоставления услуги умного уличного освещения на базе технологии LoRa // *Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»*. № 6, июнь 2020 г. – С. 130-145.
12. Разработка следующего поколения уличных фонарей с поддержкой Интернета вещей. <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/00003656.pdf>.
13. Уппит, О. Опасные предметы: кто и зачем взламывает интернет вещей и как с этим быть [Электронный ресурс] / URL: <https://apparat.cc/world/internet-of-things/> (дата обращения 18.08. 2022 г.).
14. Гребешков А.Ю., Дараев Д.М. Разработка интеллектуального сенсорного узла на базе технологии LoRa // *Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий: Сборник материалов VI Международной научно-практической очно-заочной конференции*. – Оренбург, 2020. – С. 65-71.
15. Рентюк В. Электромагнитная совместимость: проблема, от решения которой не уйти // *Компоненты и технологии*. 2017. № 7.
16. Сүтягина Л.Н. Реализация функций безопасности в интернете вещей // *Материалы XXII Международной научно-технической конференции: Проблемы техники и технологий телекоммуникаций*. Самара, 17-20 ноября 2020 г. – Самара: ПГУТИ, 2020. – С. 244-245.

Использование технологии LoRaWAN для интеллектуального управления освещением в масштабах городской инфраструктуры

¹*МАНБЕТОВА Жанат Дусенбаевна, PhD, старший преподаватель, zh.manbetova@kazatu.kz,

¹ДУНАЕВ Павел Александрович, PhD, зав. кафедрой, dunayev.kz@mail.ru,

²ИМАНКУЛ Манат Насыркызы, к.т.н., доцент, mimankul57@gmail.com,

³*КАЛИАСКАРОВ Нурбол Балтабаевич, PhD, и.о. зав. кафедрой, 90nurbol@mail.ru,

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

²НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

³НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Процессы цифровизации представляют новую среду взаимосвязанных систем, реализующих автоматические процессы реагирования без участия человека. «Smart city» – экосистема, включающая в себя много направлений, процесс автоматизации имеет подмножество решений, завязанных на применении единой сетевой технологии, интегрирующий в единое звено все компоненты. В Казахстане разработаны государственные программы, направленные на развитие единого умного городского управления. В данной работе представлены основные характеристики, возможности и нерешенные проблемы технологии LoRaWAN. Показана возможность применения технологии LoRa для организации систем умного освещения в городе. Выявлены и проанализированы основные угрозы информационной безопасности технологии LoRaWAN.

Ключевые слова: интернет вещей, smart lighting, LPWAN, сеть LoRaWAN, ISM диапазон частот, нелицензируемый спектр, информационная безопасность.

Using LoRaWAN Technology to Intelligently Control Urban Lighting

¹MANBETOVA Zhanat, PhD, Senior Lecturer, zh.manbetova@kazatu.kz,

¹DUNAYEV Pavel, PhD, Head of Department, dunayev.kz@mail.ru,

²IMANKUL Manat, Cand. of Tech. Sci., Docent, mimankul57@gmail.com,

³*KALIASKAROV Nurbol, PhD, Acting Head of Department, 90nurbol@mail.ru,

¹NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

²NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

³NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Digitalization processes represent a new environment of interconnected systems that implement automatic processes of response without human participation. «Smart city» is an ecosystem that includes many directions, the automation process has a subset of solutions tied to the use of a single network technology, integrating all components into a single link. Kazakhstan has developed state programs aimed at developing a single smart urban management. This paper presents the main characteristics, capabilities and unresolved problems of LoRaWAN technology. The possibility of using LoRa technology for organizing smart lighting systems in the city is shown. The main threats to the information security of LoRaWAN technology have been identified and analyzed. The possibility of using LoRa technology for organizing smart lighting systems in the city is shown. The main threats to the information security of LoRaWAN technology have been identified and analyzed.

Keywords: internet of things, smart lighting, LPWAN, LoRaWAN network, ISM frequency range, unlicensed spectrum, information security.

REFERENCES

1. Number-of-connected-devices-worldwide [Electronic resource]. <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide> (Accessed 18.08.2022.).
2. Mukarram A.M. Almuhaaya, Waheb A. Jabbar, Noorazliza Sulaiman, Suliman Abdulmalek. A Survey on LoRaWAN Technology: Recent Trends, Opportunities, Simulation Tools and Future Directions // *Electronics* 2022, 11, 164. <https://www.mdpi.com/journal/electronics>.
3. Gianni Pasolini, Chiara Buratti, Luca Feltrin, Flavio Zabini, Cristina De Castro, Roberto Verdone, Oreste Andrisano. Smart City Pilot Projects Using LoRa and IEEE 802.15.4 Technologies. <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/4/1118>.
4. Semtech and CitiLIGHT transform smart city street lighting with LoRaWAN ® <https://www.businesswire.com/news/home/20220505005170/en/Semtech-and-CitiLIGHT-Transform-Smart-City-Street-Lighting-With-LoRaWAN>.
5. Kucheryavy A.E. Internet of things / A.E. Kucheryavy // *Electrosvyaz*. 2013. No. 1. Pp. 21-24.
6. Rentyuk V. A Brief Guide to Wireless Technologies of the Internet of Things. Part 1. Networks, gateways, clouds and protocols // *Control Engineering Russia*. 2017. No. 6.
7. Ross Gilson, Michael Grudsky. LoRaWAN Capacity Trial in Dense Urban Environment, 2018.
8. Economov A. IoT reliability in the unlicensed range. We prove by the example of LoRaWAN // *Modern electronics*. No. 1. 2020. – Pp. 12-14.
9. Economov A. Aspects of secure data transmission in IoT networks and their practical implementation in LoRaWAN // *Modern electronics*. No. 5. 2019. P. 10.
10. Automation and control of urban lighting from QTECH. <https://www.qtech.ru/press/news/avtomatizatsiya-i-upravlenie-gorodskim-osveshcheniem-ot-qtech/>
11. Mutanna M., Lyachek Y., Mutanna M., Abdulla V. Development of a service model for the provision of smart street lighting services based on LoRa technology // *Journal «Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice»*. No. 6, June 2020. – Pp. 130-145.
12. Developing the next generation of IoT-enabled street lights. <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/00003656.pdf>.

13. Uppit, O. Dangerous objects: who and why hacks the Internet of things and how to deal with it [Electronic resource] / URL: <https://apparat.cc/world/internet-of-things/> (Accessed 18.08.2022).
14. Grebeshkov A.Y., Dadaev D.M. Development of an intelligent sensor node based on LoRa technology // Problems and prospects of introduction of innovative telecommunication technologies: Collection of materials of the VI International scientific and practical intramural and correspondence Conference. – Orenburg, 2020. – Pp. 65-71.
15. Rentyuk V. Electromagnetic compatibility: a problem that cannot be avoided // Components and Technologies. 2017. No. 7.
16. Sutyagina L.N. Implementation of security functions in the Internet of Things // Materials of the XXII International Scientific and Technical Conference: Problems of telecommunications technology and technologies. Samara, November 17-20, 2020. – Samara: PGUTI, 2020. – Pp. 244-245.

Система контроля и прогнозирования начала обледенения элементов конструкции высоковольтных воздушных линий электропередач

¹НУРМАГАНБЕТОВА Гулим Сахитовна, PhD, старший преподаватель, g_sahitovna@mail.ru,

²КАВЕРИН Владимир Викторович, к.т.н., и.о. профессора, kaverinkz@inbox.ru,

^{2*}ЭМ Геннадий Аркадиевич, старший преподаватель, egaarr@mail.ru,

³ЛИХАЧЁВ Владимир Викторович, к.т.н., доцент, likch@mail.ru,

²АХМЕТКАЛИЕВА Камила Жанбулатовна, магистрант, ahmetkalieva_kamila@mail.ru,

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

²НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

³Сибирский университет потребительской кооперации, Россия, Новосибирск, пр. К. Маркса, 26,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрен вариант комбинированного способа контроля систем электроснабжения с учетом совместной работы с ветрогенераторными установками. Одним из факторов, влияющих на надежность комбинированной системы электроснабжения, является опасность обледенения элементов комбинированной системы электроснабжения. В статье обоснована актуальность исследования и разработки системы контроля и прогнозирования начала обледенения для элементов конструкции высоковольтных воздушных линий электропередачи с напряжением 500 кВ и выше. Рассмотрены три варианта реализации системы контроля и прогнозирования начала обледенения. Предложена структура аппаратной части локальной системы, конструктивно расположенной в верхней части опоры. Описан алгоритм передачи информации с использованием комбинированных каналов связи с опор на диспетчерский пункт. Рассмотрен вариант реализации системы контроля и прогнозирования начала обледенения по параметрам температуры и влажности окружающей среды. Разработан алгоритм программного обеспечения контроллера локальной подсистемы.

Ключевые слова: система электроснабжения, воздушные высоковольтные линии электропередачи, авария, обледенение, контроль, прогнозирование, алгоритм.

Введение

Одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики в Республике Казахстан является использование возобновляемых источников электроэнергии. Наиболее перспективным направлением является использование ветрогенераторных установок, работающих совместно с общей системой электроснабжения Республики Казахстан.

В настоящее время одной из важнейших задач комбинированной системы электроснабжения является бесперебойная, с минимальными потерями транспортировка электроэнергии от различных типов генерирующих устройств к потребителям. Основными средствами доставки электроэнергии в Казахстане являются высоковольтные воздушные линии электропередачи (далее ВВЛЭП). Эффективность и надежность пе-

редачи энергии определяется состоянием сетей электроснабжения [1].

Одним из возмущающих факторов, оказывающих негативное влияние на электроснабжение промышленных предприятий и других потребителей по воздушным линиям электропередач, является обледенение элементов конструкции ВВЛЭП.

Так, в 2021 году в Атырауской области в результате налипания мокрого снега на опорных изоляторах подстанции 220 кВ возник пожар [2].

13 марта 2021 года в результате ледяного дождя, ураганного порывистого ветра и обледенения проводов воздушных линий электропередачи произошло отключение ВВЛЭП 220 кВ «Кентау – ГНПС» и «Шымкентская – Миргалымсай» из-за падения опор [3, 4].

Анализ аварийных ситуаций показал, что об-

леденение элементов конструкции ВВЛЭП может привести к масштабным авариям со значительными потерями.

В этой связи актуальной задачей обеспечения надежности систем электроснабжения представляется своевременное прогнозирование начала обледенения и отложения мокрого снега на токоведущих проводах и грозотросах ВВЛЭП с учётом ветровых нагрузок [5].

Анализ методов прогнозирования начала обледенения

Компания The Valley Group, Inc (USA) представила систему диагностики CAT-1 – систему контроля начала обледенения, которая основана на тензометрическом методе измерения веса токоведущих проводов.

При использовании предлагаемой системы на ВВЛЭП – 500 кВ и выше следует отметить следующие недостатки:

- сложность использования тензометрического метода в условиях высокой напряжённости электромагнитных полей коронирования токоведущих проводов;

- затруднение использования радиоканалов для передачи информации на диспетчерский пункт по причине большого радиуса плазмы вокруг токоведущих проводов ВВЛЭП 500 кВ.

В Казанском государственном университете группой специалистов под руководством д-ра физ.-мат. наук, профессора Минуллина Р.Г. выполнен анализ трёх методов прогнозирования начала обледенения: метод взвешивания токоведущих проводов, локационный метод и косвенный метод прогнозирования. Предлагаемые методы контроля начала обледенения основаны на следующих принципах:

- метод непосредственного определения гололедной нагрузки основан на взвешивании проводов в рамках одного пролёта с использованием весовых датчиков;

- изменение времени запаздывания тарированного сигнала передаваемого по токоведущим проводам в функции гололёдообразования на токоведущих проводах;

- косвенный метод прогноза, основанный на закономерностях метеорологических явлений, – влажности и температуре окружающего воздуха, ветровом давлении, а также температуре токоведущего провода.

Метод непосредственного контроля с использованием весовых датчиков невозможно использовать из-за высокой напряжённости и широкого спектра (до нескольких десятков мегагерц) электромагнитных полей, возникающих вследствие коронирования токоведущих проводов ВВЛЭП с напряжением 500 кВ.

Реализация локационного метода определения начала обледенения для ВВЛЭП с напряжением 500 кВ затруднена по ряду причин:

- в области токоведущих проводов, где будут

расположены приёмо-передающие системы, образуется облако плазмы с радиусом не менее 0,5 м, что делает невозможным передачу информации по радиоканалу;

- на ВВЛЭП с напряжением 500 кВ используется конструкция токоведущих проводов с расплётными фазами, что также не позволяет реализовать локационный метод [6];

- отсутствие тензометрических датчиков, конструктивно адаптированных к устройству крепления подвесных изоляторов, а также автономных источников питания первичных преобразователей датчиков веса.

Возможным решением проблемы, обеспечивающим повышение надёжности системы электроснабжения, может стать внедрение автоматизированной системы мониторинга технического состояния элементов конструкции ВВЛЭП, составной частью которой является система контроля и прогнозирования начала обледенения [7].

Система контроля и прогнозирования начала обледенения элементов конструкции ВВЛЭП

На основе проведенного анализа для такой системы принят косвенный метод диагностирования – метод, заключающийся в прогнозировании вероятности возможного гололёдообразования на основе метеорологических данных воздушной среды, окружающей токоведущие провода (температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра), с учетом технических параметров ВВЛЭП.

Мониторинг обледенения осуществляется посредством комплексного контроля состояния ВВЛЭП. На рисунке 1 представлена структурная схема аппаратной части подсистемы контроля начала обледенения.

Аппаратная часть подсистемы контроля начала обледенения включает в себя: датчики влажности, температуры, воздуха, направления и скорости ветра, микроконтроллер, модуль беспроводной передачи данных, источник питания.

В настоящей работе рассмотрен вариант, где основными координатами при использовании косвенного метода приняты температура и влажность окружающей среды.

Собранная информация посредством двух каналов связи передается по радиоканалу ближайшей локальной системе либо по сотовой связи на сервер (рисунок 1).

Основным каналом связи является канал сотовой связи. В случае нарушения сотовой связи информация передаётся по цепочке локальных систем в двух направлениях. Каждая последующая локальная система реализует сеанс связи с сотовым оператором. Таким образом, формируется самоорганизующаяся структура, работающая по логической схеме, состоящей из локальных подсистем. Каждая локальная подсистема включает



Рисунок 1 – Структурная схема подсистемы контроля начала обледенения

в себя элементы аппаратной и программно-алгоритмической части. В итоге вся собранная и переданная информация поступает на сервер, где реализуется её обработка и хранение.

Общий алгоритм прогнозирования обледенения представлен на рисунке 2. При подаче электропитания на контроллер и датчики локальной системы, конструктивно расположенные на опоре, формируется команда «начало работы». Далее из программируемого запоминающего устройства загружаются граничные значения температуры и влажности окружающей среды и значения времени задержки. Выполняется проверка связи между диспетчерским центром и опорой, то есть в случае, когда $A = 1$ (имеется подтверждение наличие связи между локальной системой и сервером диспетчерского пункта по GSM каналу), выполняется следующий блок программы.

В том случае, если сигнал A отсутствует, реализуется задержка времени в пять минут. Она необходима для того, чтобы повторно проверить наличие связи. Если же по истечении пяти минут сигнал не поступил на диспетчерский центр, то на компьютере оператора появится сообщение: «Отсутствие связи с опорой».

Следующим этапом программы выполняется проверка связи по радиоканалу в рамках одной опоры (сигнал B). По радиоканалу передаётся информация с датчиков на контроллер локальной системы. Затем необходимо убедиться в наличии сигнала $B = 1$, то есть информация с датчиков поступает на контроллер локальной системы. Если же $B \neq 1$, то необходима задержка времени в пять минут. После окончания задержки повторно проверяется наличие связи.

Если же по истечении пяти минут связь не восстановилась, отправляется команда на диспетчерский центр и на компьютере оператора появится сообщение: «Отсутствие связи в рамках одной опоры».

Далее одновременно вычисляются области критических условий $F2$ и $F3$ – по температуре и влажности. На этом этапе реализуется выполне-

ние алгоритмического блока «Определение области условия $F2$ по температуре» со своим алгоритмом (рисунок 3а).

Данный диапазон соответствует критическому диапазону температуры. В этом диапазоне, при соответствующем значении влажности, вероятность обледенения токоведущих проводов весьма высока.

В том случае, если величина температуры принадлежит критическому значению, то частота опроса составит 15 минут. В случае если величина температуры не принадлежит диапазону $0 \geq T \geq -8$, то контроллер локальной системы проверяет принадлежность показаний датчика температуры к диапазонам, близким к критическим: $-8 \geq T \geq -12$; $4 \geq T \geq 0$. В этом случае выполняется условие $F2.2 = 1$.

При обнаружении принадлежности к данному диапазону задержка опроса должна составить 30 минут. Если же значение температуры не соответствует условиям $F2.1$ и $F2.2$, то формируется задержка на опрос датчика температуры продолжительностью 24 часа.

Одновременно с определением критической области по температуре реализуется определение критической области по влажности в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 3б.

На первом этапе выполнения алгоритма (рисунок 3б) опрашивается датчик влажности. Определяется принадлежность величины влажности U критическому диапазону $F3.1$, что соответствует $U > 85\%$, при этом выполняется условие $F3.1 = 1$. При выполнении данного условия задержка во времени опроса датчика влажности будет составлять 15 минут.

В случае если не подтверждается принадлежность величины влажности критическому диапазону, то запрашивается информация для анализа диапазона влажности в диапазоне $70 \div 85\%$, так как данный диапазон является близким к критическому.

Если же значение влажности соответствует

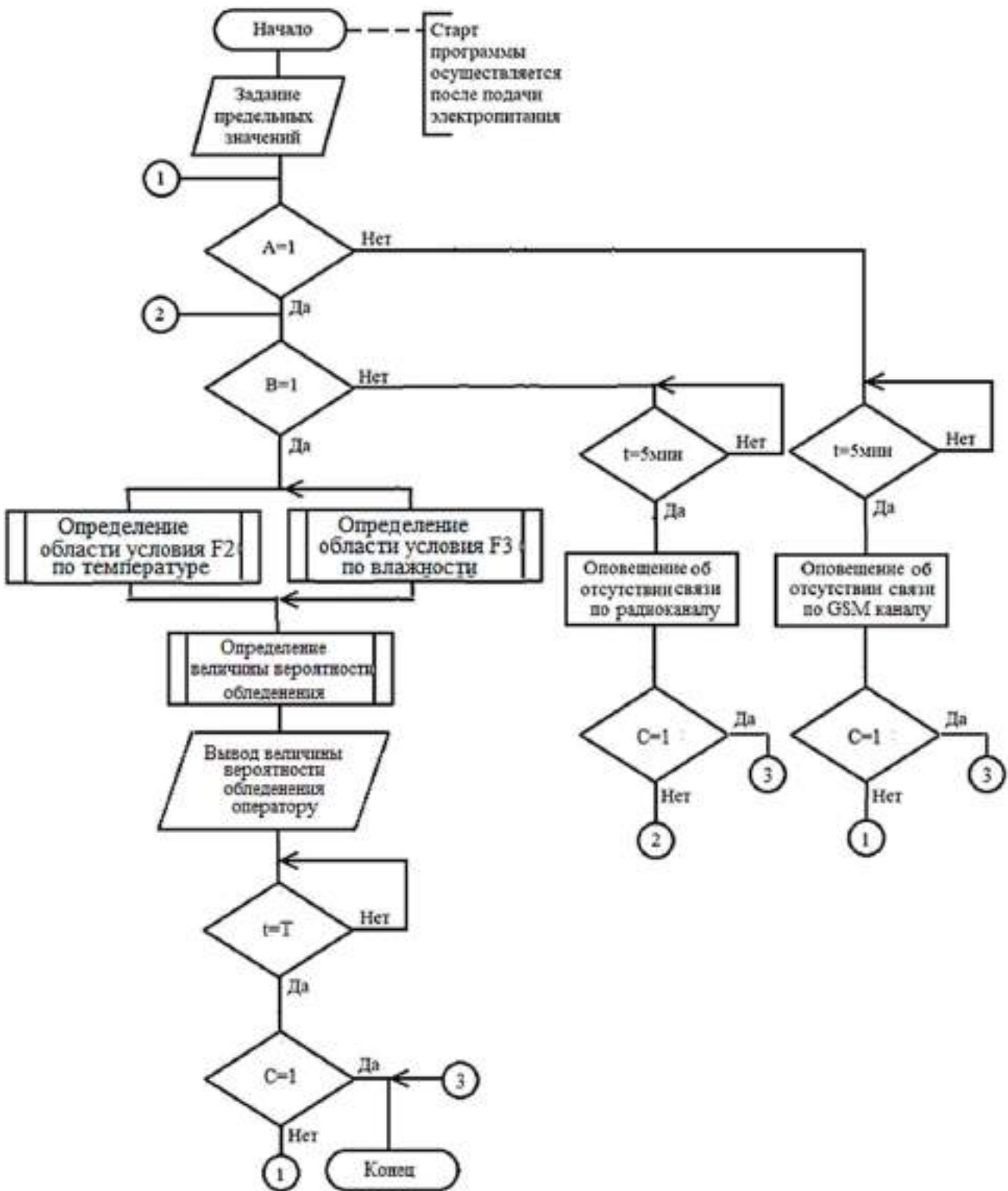


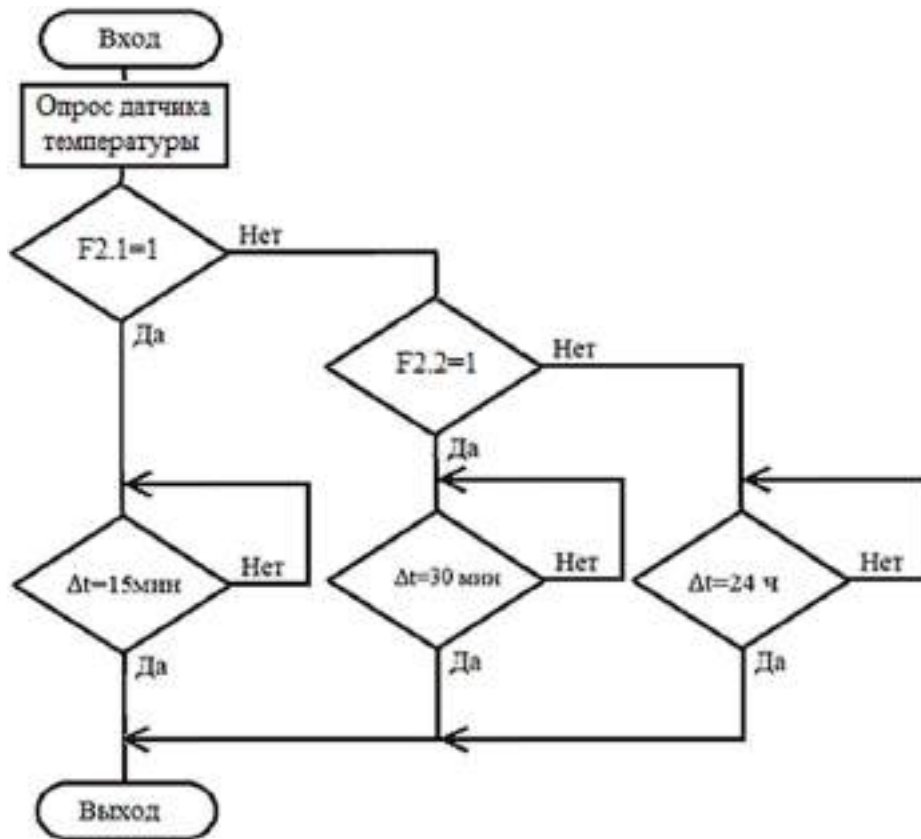
Рисунок 2 – Общий алгоритм прогнозирования обледенения

заданному диапазону, то выполняется следующее условие $F3.2 = 1$, соответствующее диапазону влажности: $70\% < U < 85\%$. При выполнении данного условия время задержки опроса датчика влажности должно составлять 30 минут. Если же значение влажности не соответствует условиям $F3.1$ и $F3.2$, то задержка времени опроса датчика должна быть равна 24 часам.

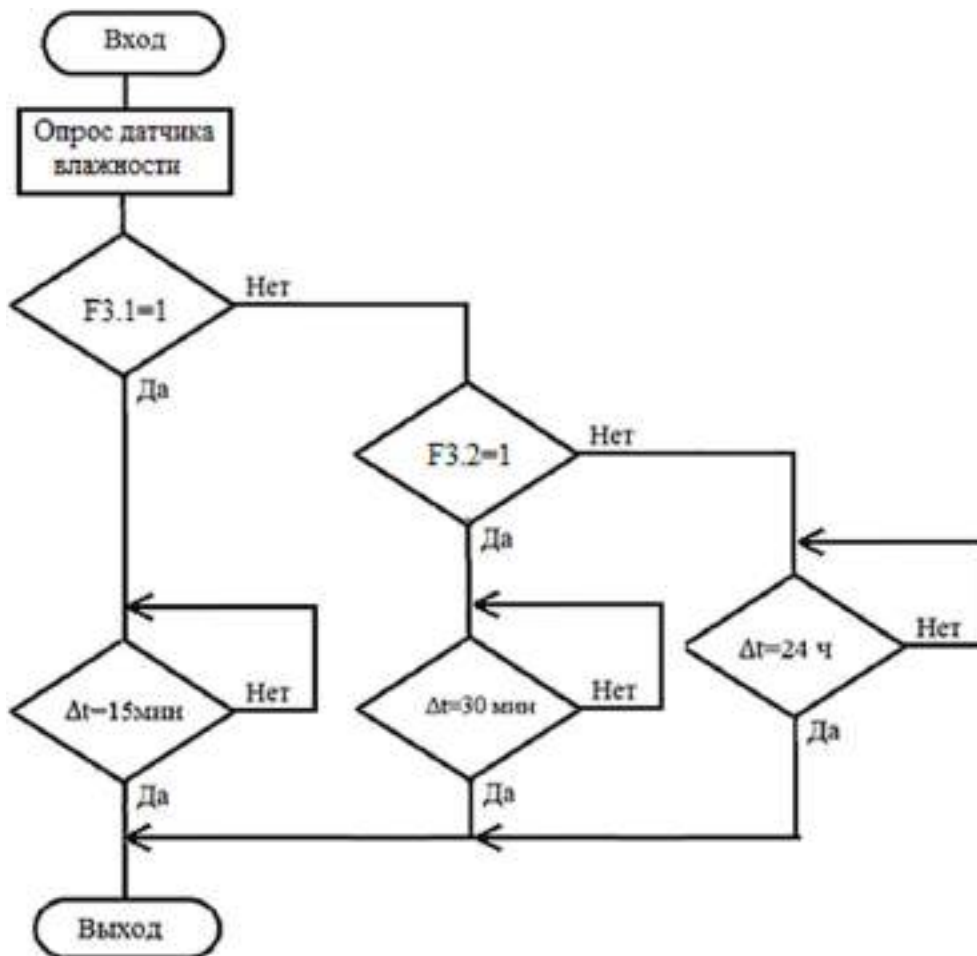
Алгоритм этапа «определение величины ве-

роятности обледенения» представлен на рисунке 4.

В начале алгоритма определяется критическая область $F1$, учитывающая температуру и влажность окружающего пространства. Если выполняется условие $F1 = F2.1 \& F3.1 = 1$, то следующим этапом вычисляется величина вероятности обледенения. Если величина вероятности превышает заданное критическое значение $R_{кр}$, то величина



а)



б)



Рисунок 4 – Алгоритм определения величины вероятности обледенения

вычисленного значения вероятности выводится на экран компьютера оператора.

Выводы

Таким образом, разработан алгоритм прогнозирования обледенения, включающий подпрограммы обработки данных с датчиков температуры и влажности, а также вычисления величины вероятности обледенения. Алгоритм определения величины вероятности обледенения создает на основе оповещений о критических значениях массив данных. Полученный массив данных по-

зволяет системе выполнить с определённой вероятностью прогноз развития ситуаций и сформировать соответствующие рекомендации персоналу подстанции, которые, в свою очередь, обеспечат своевременное принятие технических решений по предотвращению аварийной ситуации.

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант ИРН № AP19677354).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. KEGOC устраняет аварию, оставившую без света потребителей в Атырауской и Мангистауской областях. – URL: <https://informburo.kz/novosti/kegoc-ustranyaet-avariyu-ostavivshuyu-bez-sveta-potrebitelej-v-atyrauskoj-i-mangistauskoj-oblastyah>. Дата обращения: 30.12.2022 г.
2. Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан на 2022-2026 годы (в редакции от 21.11.2022 г.).
3. Кызылординская и Туркестанская области остались без электроснабжения. – URL: <https://kz.kursiv.media/2021-03-17/kyzylordinskaya-i-turkestan-skaya-oblasti-ostalis-bez/>. Дата обращения: 25.10.2021 г.
4. Аварии на воздушных линиях электропередачи и методы сокращения сроков их ликвидации. ООО МНПП «АНТРАКС». – URL: https://kipia.info/publication/avarii-na-vozdushnyih-liniyah-elektroperedachi-i-metodyi-sokrascheniya-srokov-ih-likvidatsii/?PAGEN_1=2. Дата обращения: 10.02.2023 г.
5. Левченко И.И. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах. – М.: МЭИ, 2007. – 494 с.

6. Минуллин Р.Г., Абдуллаянов Э.Ю., Касимов В.А. и Яруллин М.Р. Современные методы обнаружения гололеда на проводах воздушных линий электропередачи // Проблемы энергетики. – 2013. – № 9-10. – С. 50-58.
7. Костиков И. Система мониторинга «САР-1» – эффективная защита ВЛЭП от гололеда. – URL: https://www.ruscable.ru/article/Sistema_monitoringa_SAT_1_effektivnaya_zashhita/. Дата обращения: 14.03.2023 г.

Жоғары вольтты электр беру желілерінің құрылымдық элементтерінің мұздануының басталуын бақылау және болжау жүйесі

¹**НҰРМАҒАНБЕТОВА Гулім Сахитовна**, PhD, аға оқытушы, g_sahitovna@mail.ru,

²**КАВЕРИН Владимир Викторович**, т.ф.к., профессор м.а., kaverinkz@inbox.ru,

^{2*}**ЭМ Геннадий Аркадиевич**, аға оқытушы, egaapp@mail.ru,

³**ЛИХАЧЁВ Владимир Викторович**, т.ф.к., доцент, likch@mail.ru,

²**АХМЕТКАЛИЕВА Камила Жанбулатовна**, магистрант, ahmetkalieva_kamila@mail.ru,

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, 62,

²«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

³Сібір тұтынушылар кооперациясы университеті, Ресей, Новосибирск, К. Маркс даңғылы, 26,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жел генераторларымен бірлескен жұмысты ескере отырып, электрмен жабдықтау жүйелерін бақылаудың аралас әдісінің нұсқасы қарастырылады. Аралас электрмен жабдықтау жүйесінің сенімділігіне әсер ететін факторлардың бірі аралас электрмен жабдықтау жүйесінің элементтерінің мұздану қаупі болып табылады. Мақалада кернеуі 500 кВ және одан жоғары жоғары вольтты әуе электр желілерінің құрылымдық элементтері үшін мұзданудың басталуын бақылау және болжау жүйесін зерттеу мен әзірлеудің өзектілігі негізделеді. Мұзданудың басталуын бақылау және болжау жүйесін енгізудің үш нұсқасы қарастырылған. Тіректің жоғарғы бөлігінде құрылымдық түрде орналасқан жергілікті жүйенің аппараттық бөлігінің құрылымы ұсынылады. Мұнаралардан диспетчерлік пунктке біріктірілген байланыс арналары арқылы ақпаратты беру алгоритмі сипатталған. Қоршаған ортаның температурасы мен ылғалдылығының параметрлері бойынша мұзданудың басталуын бақылау және болжау жүйесін енгізу нұсқасы қарастырылған. Жергілікті ішкі жүйе контроллерінің бағдарламалық жасақтамасы үшін алгоритм әзірленді.

Кілт сөздер: электрмен жабдықтау жүйесі, жоғары вольтты электр желілері, апат, көктайғақ, бақылау, болжау, алгоритм.

System for Monitoring and Predicting the Beginning of Icing of Structural Elements of High-Voltage Overhead Power Lines

¹**NURMAGANBETOVA Gulim**, PhD, Senior Lecturer, g_sahitovna@mail.ru,

²**KAVERIN Vladimir**, Cand. of Tech. Sci., Acting Professor, kaverinkz@inbox.ru,

^{2*}**EM Gennady**, Senior Lecturer, egaapp@mail.ru,

³**LIKHACHEV Vladimir**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, likch@mail.ru,

²**AHMETKALIYEVA Kamila**, Master Student, ahmetkalieva_kamila@mail.ru,

¹NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

²NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

³Siberian University of Consumer Cooperation, Russia, Novosibirsk, K. Marx Avenue, 26,

*corresponding author.

Abstract. A variant of a combined method for monitoring power supply systems, taking into account joint work with wind generators, is considered. One of the factors affecting the reliability of the combined power supply system is the risk of icing of the elements of the combined power supply system. The article substantiates the relevance of research and development of a system for monitoring and predicting the onset of icing for structural elements of high-voltage overhead power lines with a voltage of 500 kV and above. Three options for implementing a system for monitoring and predicting the onset of icing are considered. The structure of the hardware part of the local system, structurally located in the upper part of the support, is proposed. An algorithm for transmitting information using combined communication channels from towers to a control room is described. A variant of the implementation of the system for monitoring and predicting the onset of icing according to the parameters of temperature and humidity of the environment is considered. An algorithm for the local subsystem controller software has been developed.

Keywords: power supply system, overhead high-voltage power lines, accident, icing, control, forecasting, algorithm.

REFERENCES

1. KEGOC ustranjaet avariju, ostavivshuju bez sveta potrebitelej v Atyrauskoj i Mangistauskoj oblastjah [KEGOC eliminates the accident that left consumers without electricity in Atyrau and Mangystau regions]. – URL: <https://informburo.kz/novosti/kegoc-ustranjaet-avariyu-ostavivshuyu-bez-sveta-potrebitelej-v-atyrauskoj-i-mangistauskoj-oblastyah>. Date of application: 12/30/2022.
2. Konceptija razvitija toplivno-jenergeticheskogo kompleksa Respubliki Kazahstan na 2022-2026 gody (v redakcii ot 21.11.2022 g.) [The concept of development of the fuel and energy complex of the Republic of Kazakhstan for 2022-2026 (as amended on 11/21/2022)].
3. Kyzylordinskaja i Turkestanskaja oblasti ostalis' bez jelektrosnabzhenija [Kyzylorda and Turkestan regions were left without electricity]. – URL: <https://kz.kursiv.media/2021-03-17/kyzylordinskaya-i-turkestanskaya-oblasti-ostalis-bez/>. Date of application: 10/25/2021.
4. Avarii na vozdušnyh linijah jelektoperedachi i metody sokrashhenija srokov ih likvidacii. OOO MNPP «ANTRAKS» [Accidents on overhead power transmission lines and methods of reducing the time of their elimination. LLC MNPP «ANTHRAX»]. – URL: https://kipia.info/publication/avarii-na-vozdušnyh-linijah-elektoperedachi-i-metodyi-sokrascheniya-srokov-ih-likvidatsii/?PAGEN_1=2. Date of application: 10.02.2023.
5. Levchenko I.I. Diagnostika, rekonstrukcija i jekspluatacija vozdušnyh linij jelektoperedachi v gololednyh rajonah [Diagnostics, reconstruction and operation of overhead power transmission lines in icy areas]. Moscow: Publ. MEI, 2007. 494 p.
6. Minullin R.G., Abdullazyanov E.Yu., Kasimov V.A., Yarullin M.R. Sovremennye metody obnaruzhenija gololeda na provodah vozdušnyh linij jelektoperedachi [Modern methods of ice detection on overhead power transmission lines wires]. Problems of power engineering. – 2013. – No. 9-10. – Pp. 50-58.
7. Kostikov I. Sistema monitoringa «SAT-1» – jeffektivnaja zashhita VLJeP ot gololjoda [Monitoring system «SAT-1» – effective protection of overhead lines from ice]. – URL: https://www.ruscable.ru/article/Sistema_monitoringa_SAT_1_effektivnaya_zashhita/. Date of application: 03/14/2023.

Анализ существующих методов обеспечения защиты информации в волоконно-оптических линиях связи

¹*МУСАГАЖИНОВ Мадияр Жалелович, докторант, musagazhinov@bk.ru,

¹МЕХТИЕВ Али Джаванширович, к.т.н., ассоциированный профессор, barton.kz@mail.ru,

²ЮРЧЕНКО Алексей Васильевич, д.т.н., профессор, reaper@tpu.ru,

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, Томск, пр. Ленина, 30,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассматриваются проблема защиты от несанкционированного доступа к данным и представлены результаты сравнения существующих методов извлечения данных из оптического волокна, возможность разработки алгоритмов и принципов идентификации, которые оказали бы помощь в контроле каналов утечки информации в волоконно-оптических системах передачи. Описаны разработки для решения проблемы защиты информации в двух направлениях. Приводится классификация методов получения информации, физические принципы формирования каналов утечки, а также методология передачи доли оптического излучения вне среды распространения, а также излагаются структура, принципы работы и тенденции развития систем мониторинга. Описаны как преимущества, так и ограничения методов. Дана информация о предложенной системе анализа, основанной на нейронной сети, для более точного обнаружения несанкционированного подключения к сети.

Ключевые слова: волоконно-оптическая линия связи, защита информации, система мониторинга, несанкционированный доступ, канал утечки.

Введение. Одной из причин создания интеллектуальной автоматической системы контроля технического состояния волоконно-оптических линий передачи информации является защита от несанкционированного подключения доступа к данным. В связи с чем в настоящее время применяется оборудование, необходимое для подключения к оптической линии, которая ведет к возрастанию числа хакеров.

В большинстве случаев экономическая целесообразность определяет вероятность несанкционированного подключения, которая в свою очередь обусловлена взаимосвязью между расходами на подключение. Так, например, злоумышленники могут легко получить бесплатный доступ к кабельному телевидению в случае домашних сетей. Но информация, получаемая из корпоративных или ведомственных сетей, значительно отличается тем, что такая информация обычно является конфиденциальной и может представлять значительную ценность для определенной категории организаций. Таким образом, должен исключаться риск несанкционированного подключения.

В данном случае необходимо разработать

алгоритмы и принципы идентификации, которые помогли бы контролировать каналы утечки информации в волоконно-оптических системах передачи.

В настоящее время для решения данной проблемы защиты информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС), была разработана программа в двух основных направлениях:

1. Защита содержимого передаваемых сигналов (например, для использования криптографии, детерминированного хаоса белого шума и шифрования);

2. Защита распространяющегося оптического сигнала (для мониторинга несанкционированного доступа к волокнам ВОЛС – обнаружение каналов утечки информации).

Методы безопасности, основанные на защите компонентов контента сигналов в ВОЛС, являются надежными. Однако к ним предъявляют высокие требования к аппаратному обеспечению и всей организации инфокоммуникационной системы так, например, использование методов криптографии требует обмена ключами. Более

того, с помощью этих методов не предоставляются данные о несанкционированных попытках подключения.

Методы. Методы, основанные на мониторинге, могут быть более доступными как с точки зрения организации, так и из-за их технических особенностей. Они экономичны и не зависят от структуры и скорости передачи цифрового сигнала. Эти методы могут быть использованы в сетях различных уровней иерархии (локальных, абонентских, зональных) и обеспечивают возможность обнаружения попыток несанкционированных подключений.

На данный момент хорошо известны следующие методы несанкционированного доступа в оптоволоконных сетях (ОС) [1].

Одно из них механическое воздействие на оптическое волокно, в ней изменяется критический угол оптической волны на границе раздела («сердцевина-оболочка»). Если оптическая волна падает на границу «сердцевина-оболочка» если угол больше критического угла, то происходит прямой выход определенной части оптического излучения из ОС.

В свою очередь показатель преломления, зависит от длины волны. Все это говорит о том, что переходные потери прямо пропорциональны длине волны и находятся в обратной зависимости от радиуса изгибов [1-3].

Таким образом, можно легко создать каналы утечки с помощью методов, однако у них есть общий недостаток, называемый обратным рассеянием оптического сигнала и высокой мощности в местах утечки [1-3].

Следующий метод является утечка при оптическом туннелировании. Данный метод включает в себя пайку или приклеивание дополнительного элемента. Принцип работы метода заключается в улавливании частей оптического сигнала, который выходит за пределы ядра, и использует то преимущество, что не вызывает заметных потерь и обратного рассеяния.

Метод обнаружения несанкционированных подключений к оптическим волокнам. Работа данного метода основана на внешнем воздействии ОС, которая приводит к изменению локальных параметров волокна и характеристик всего ВОЛС. Таким образом, появляется возможность отслеживать несанкционированные подключения [3-6]. В данное время современные специализированные системы мониторинга отслеживают изменения вышеуказанных параметров [5-11].

В свою очередь системы должны обеспечивать:

- обнаружение точного местоположения несанкционированного доступа;
- удаленный мониторинг несанкционированного подключения к активному ВОЛС;
- своевременная отчетность;
- мониторинг и управление системой предупреждения о несанкционированном доступе к ВОЛС;

- ручное управление несанкционированным доступом.

Система мониторинга функционально должна состоять из следующих важных компонентов [4]:

- модуль управления;
- модуль для анализа изменений физического состояния волокон;
- модуль для изменения документации о состояниях ВОЛС.

Тем самым модуль управления предназначен для контроля и синхронизации работы других модулей.

Система диагностики состояния (СДС) является основой модуля для фиксации изменений состояния в волокнах ВОЛС. Основой модуля для фиксации изменений в состоянии является система диагностики состояния линии связи. Сигналы обратного рассеяния Рэлея, отражения Френеля и Манделъштама, обратное рассеяние Бриллюэна анализируются в СДС.

Преимуществами СДС с анализом переданного сигнала являются [5]:

- возможность непрерывного измерения характеристик оптического излучения;
- возможность измерения любой отрасли телекоммуникационных систем.

Более того, простой анализируемый СДС на основе анализа коэффициентов погрешности может быть разработан с использованием обычных устройств СДС. Более сложными характеристиками, основанными на передаче нескольких оптических сигналов по ОС, являются информационные и управляющие. Сигналы управления обычно передаются на несколько большей длине волны по сравнению с информационным сигналом, и это позволяет повысить чувствительность системы.

Более сложной и функциональной системой является СДС на основе импульсной рефлектометрии. Они могут определить координату несанкционированного подключения, а также позволяют точно измерять изменения, вызванные потерями при несанкционированных подключениях.

Это достигается путем аппроксимации участков рефлектограммы до и после подключения с использованием математического аппарата регрессионного анализа.

При длине ВОЛС более 20 км требуется высокое пространственное разрешение, а импульсная чувствительность может быть недостаточной. Мы можем значительно улучшить метрологические характеристики систем мониторинга с использованием сложных зондирующих импульсов, таких как частотно-модулированные [11].

Данные, касающиеся эволюции зондирующего сигнала, содержатся в спектре биений [7], сформированных в результате смешивания двух сигналов.

Наряду со своими несомненными преимуществами, метод оптической рефлектометрии имеет ряд ограничений, которые могут затруднить его

использование при определенных условиях. Зондирующие сигналы рефлектометра могут стать источниками помех информационному сигналу. При работе на длине волны, отличной от длины волны информационного сигнала, могут быть случаи, когда рефлектометры не обнаруживают внешних воздействий, когда они целенаправленно проявляются только на длине волны информационного сигнала.

Метод оптической рефлектометрии не может быть использован в разветвленных сетях и линиях связи, использующих направленные эрбиевые усилители. Кроме того, рефлектометр является дорогостоящим прецизионным прибором. Он не предназначен для постоянного использования, что крайне важно для институциональных коммуникационных систем, особенно для тех, которые развертываются в чрезвычайных условиях [8, 11].

Известно, что неоднородности возникают в ОФ из-за тепловых флуктуаций атомов. Гиперакустические волны всегда возникают в виде инфракрасного излучения. Рассеяние света на подвижных неоднородностях ядра, вызванное акустическими волнами, называется обратным рассеянием Мандельштама – Бриллюэна.

Результирующие неоднородности перемещаются, что составляет основное различие между рассеянием Рэля и обратным рассеянием Бриллюэна. Таким образом, частота обратного рассеянного светового сигнала отличается от зондирующего и, как следствие, от рэлеевского рассеяния. Чтобы диагностировать состояние ОС и оценить характер внешних воздействий, мы должны измерить величину смещения частоты Бриллюэна вдоль световода. Для оценки физического состояния объекта и типов внешних воздействий на основе измерения смещения несущей частоты светового сигнала следует включить в технические средства контроля анализатор спектра.

Независимо от метода анализа оптического излучения, можно осуществлять мониторинг как в отношении к ОС, который передает информацию напрямую, и оптического датчика (специальный ОС), объединенных в защитные элементы. Для последнего кабель состоит из специальных OFS, которые обладают повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Они используются для передачи управляющих сигналов, повышая стоимость технологии и надежность [9, 11].

После фиксации изменения состояния ВОЛС данные из СДС передаются в модуль анализа. Данный модуль отвечает за обработку и накопление данных. Изменение значения контролируемого параметра – это условие для проведения анализа и принятия решения о причинах его возникновения. Соответствующие команды отдаются на основании выявленных причин, так, например, прекратить передачу данных и отправить сигнал тревоги.

Система обнаружения каналов утечки информации должна решать задачи мониторинга ВОЛС

в режиме реального времени, и передача данных в этом случае не прерывается во время диагностики. Данная система функционирует в циклическом автоматическом или полуавтоматическом режиме, которая осуществляется по команде операторов [1-3].

В данной статье был опробован один из методов, в результате которого были проведены экспериментальные испытания для оценки уровня потерь на макроизгибах одномодового оптического волокна.

При анализе экспериментальной зависимости выяснилось, что потери на макропрогибах оптического волокна прогрессируют с увеличением длины волны и уменьшением радиуса изгиба. Результаты эксперимента показаны на рисунках 1 и 2.

После экспериментального анализа была проведена проверка эффективности обнаружения несанкционированного подключения предлагаемого импульсно-рефлектометрического метода,

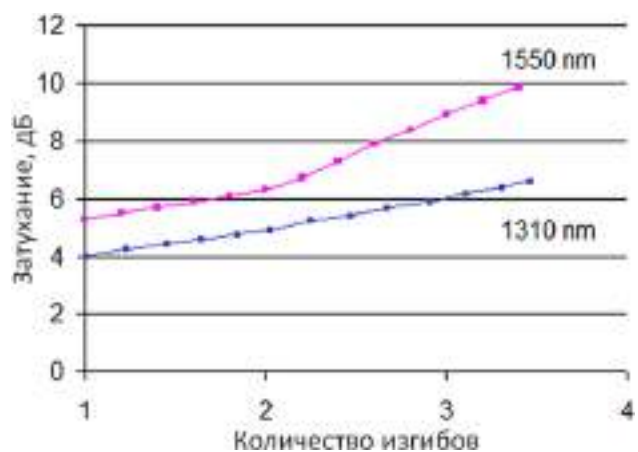


Рисунок 1 – Потери при диаметре изгиба 12 мм

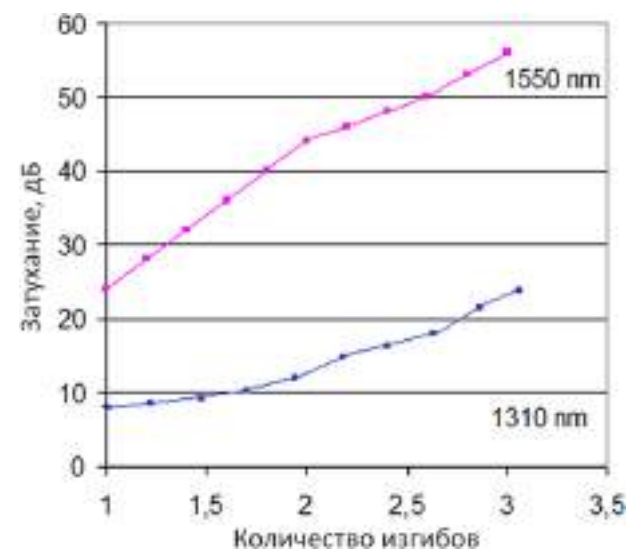


Рисунок 2 – Потери при диаметре изгиба 7 мм

с использованием оптического рефлектометра. Результаты проверки эффективности показаны на рисунке 3.

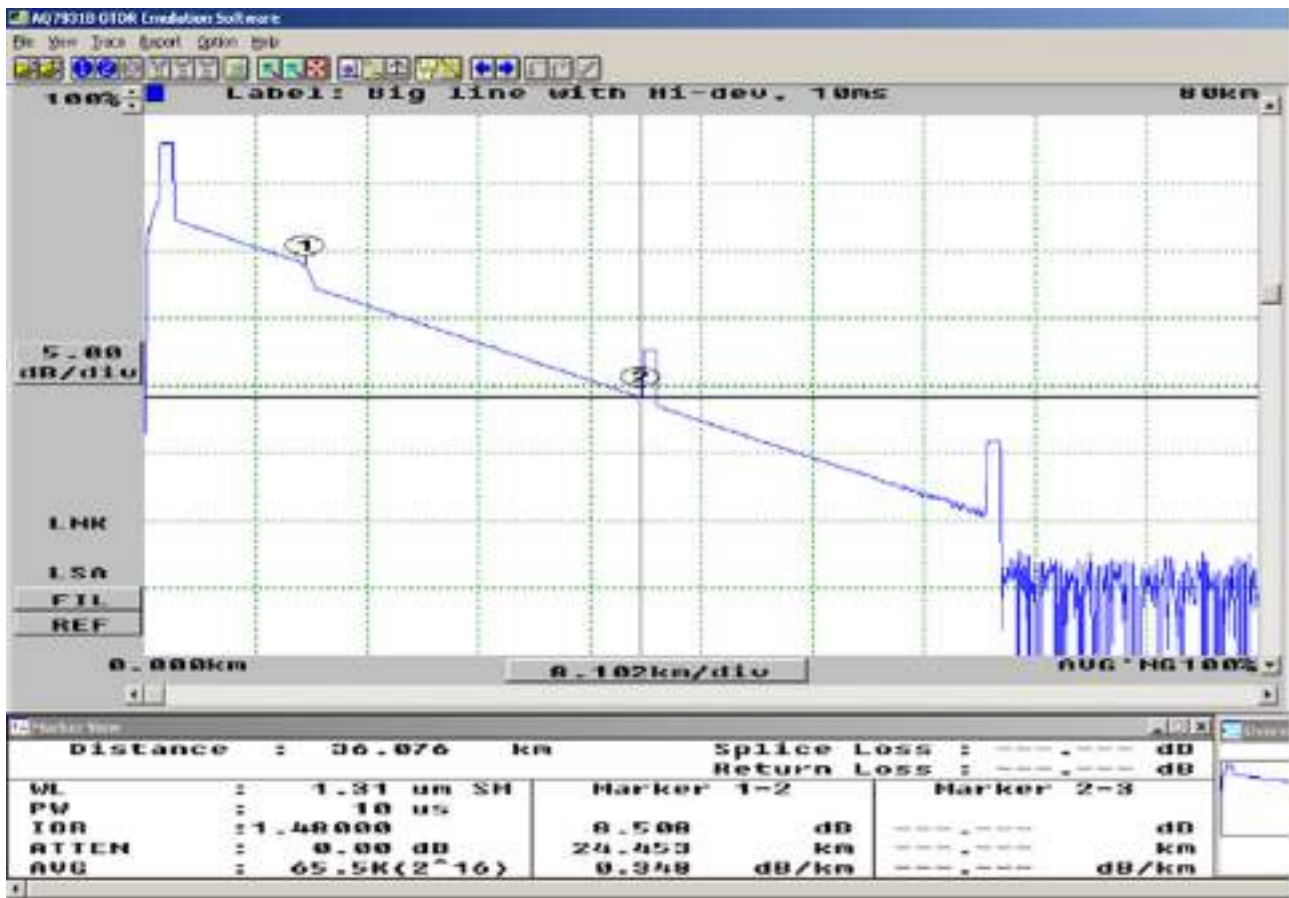
Потери при изгибе являются наиболее часто встречающимися потерями в волоконно-оптическом кабеле. Поэтому есть необходимость уделять особое внимание данному моменту. В процессе исследований выявлено, что больше всего потери при изгибах возникают на длинных волнах. Увеличение потерь при изгибе волокна на больших длинах волн ограничивает диапазон пропускания одномодовых волокон. Например, волокно с одномодовым режимом с длиной волны отсечки 800 нм, которое можно использовать в диапазоне до 1 мкм, не может быть использовано для 1500 нм, т.к. потери при изгибе на этой длине волны будут очень большими. Наибольшие потери в оптическом волокне вызывают изгибы с маленьким радиусом и большим количеством витков. Помимо роста потерь в оптическом кабеле, изгибы способствуют разрушению кабеля и возникновению повреждений, которые в свою очередь могут привести к росту затухания (рисунок 4).

Вывод: Для решения данной проблемы пред-

лагается система анализа, основанная на нейронной сети для более точного обнаружения несанкционированных подключений.

В свою очередь компьютерная сеть обобщает и обрабатывает данные, полученные различными методами диагностики, анализирует, идентифицирует и выводит сводные данные о причинах изменений состояния ВОЛС и возможных атаках на защищаемую сеть. Таким образом, можно повысить эффективность системы путем тщательного и глубокого анализа и снизить вероятность ложных ответов.

Интенсивность излучения сигнала через боковую поверхность оптического волокна зависит от выходного коэффициента. Зависимость уровня мощности, излучаемой через боковую поверхность оптического волокна, что дает возможность оценить требования к чувствительности оптического приемника, используемого для сбора данных, и принять меры по своевременному обнаружению возможных каналов утечки информации. Наиболее информативной является система диагностики состояния на основе импульсного рефлектометра.



1 – изгиб оптического волокна; 2 – микротрещина оптического волокна

Рисунок 3 – Рефлектограмма оптического волокна с изгибом и микротрещиной

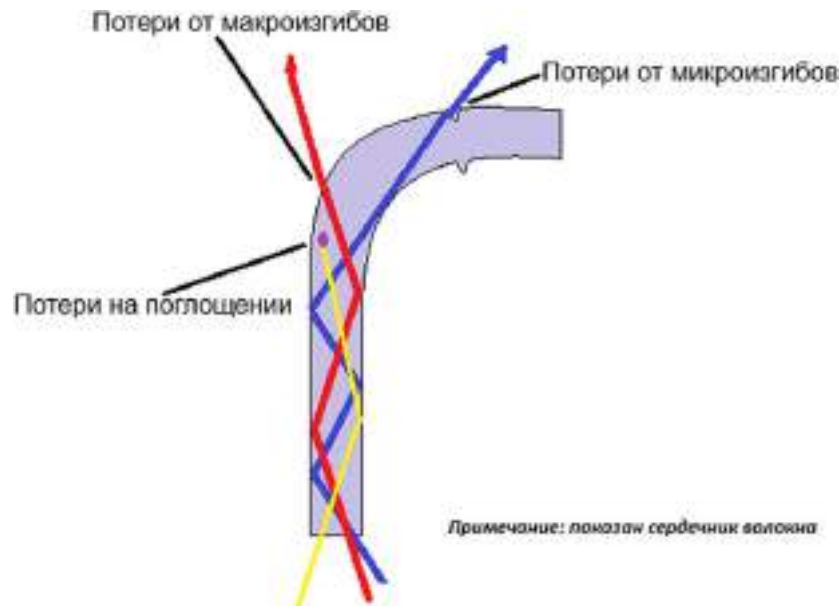


Рисунок 4 – Потери оптической мощности при изгибе оптического кабеля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богачков И.В., Трухина А.И., Горлов Н.И. Обнаружение сегментов оптического волокна с механическим напряжением в оптических кабелях с использованием рефлектометров Бриллюэна // *Материалы СИБКОН*. Томск, 2019. С. 1-6.
2. Маркузе Д. Формула потери кривизны для оптических волокон // *Журнал Оптического общества Америки* 66. 1976. С. 216-220.
3. Малых Ю.В., Шубин В.В. Способ расчета эффективности передачи излучения от боковой поверхности изогнутого одномодового оптического волокна к приемному оптическому устройству // *Вопросы атомной науки и техники. Математическое моделирование физических процессов*. 1. 2016. С. 69-79.
4. Богачков И.В., Трухина А.И., Горлов Н.И. Исследование влияния изгиба оптических волокон на рефлектограммы Бриллюэна // *Материалы АРЕИЕ*. 1, 2. Новосибирск, 2018. С. 140-144.
5. Трухина А.И., Богачков И.В., Горлов Н.И. Исследования влияния изгибов в оптических волокнах различных видов на системы генерации и обработки сигналов бриллюэновских трасс в области бортовой связи // *Труды*. Москва, 2019. С. 1-5.
6. Минардо А., Бернини Р., Зени Л. Изменение частоты Бриллюэна, вызванное изгибом, в одномодовое волокно // *IEEE Photonics Technology Letters*. 25, 23. 2013. С. 2362-2364.
7. Икбал З., Хабиб Ф. Х., Белхадж Н. Подключение оптического волокна: методы и меры предосторожности // *Журнал световолновой технологии*. 32, 1. 2014. С. 91-98.
8. Джедиди Р., Пьер Р. Методы конечных элементов высокого порядка для вычисления потерь на изгиб в оптических волноводах // *Journal of Lightwave Technology*. 25, 9. 2007. С. 2618-2630.
9. Хуарес Дж.К., Тейлор Х.Ф. Полевые испытания распределенной волоконно-оптической системы датчиков вторжения для протяженных периметров // *Прикладная оптика*. 46, 11. 2007. С. 1968-1971.
10. Хаяси Г., Криштиану М., Кордейро Б., Маркос А., Франко Р. и Сирчилли Ф. Численный и экспериментальные исследования фотонного датчика высокого давления // *Датчик на основе кристаллического волокна Juliano, AIP* *Материалы* 1055. 2008. С. 133-136.
11. Юрченко А., Мехтиев А., Алкина А., Булатбаев Ф., Нешина Ю. Вопросы разработки волоконно-оптических датчиков для измерения давления с улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками // *Научная конференция «Информационно-измерительное оборудование и технологии» (МАТЕС)* 79. 2016. С. 01085.

Талшықты-оптикалық байланыс желілерінде ақпаратты қорғауды қамтамасыз етудің қолданыстағы әдістерін талдау

¹*МУСАГАЖИНОВ Мадияр Жалелович, докторант, musagazhinov@bk.ru,

¹МЕХТИЕВ Али Джаванширович, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, barton.kz@mail.ru,

²ЮРЧЕНКО Алексей Васильевич, т.ғ.д., профессор, reaper@tpu.ru,

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, 62,

²Ұлттық зерттеу Томск политехникалық университеті, Ресей, Томск, Ленин даңғылы, 30,

Аңдатпа. Мақалада рұқсатсыз кіруден қорғау мәселесі қарастырылады және оптикалық талшықтан деректерді алудың қолданыстағы әдістерін салыстыру нәтижелері келтіріледі. Талшықты-оптикалық тарату жүйелеріндегі ақпараттың шығып кету арналарын бақылауға көмектесетін алгоритмдер мен сәйкестендіру принциптері нәзірлеу мүмкіндігі көрсетіледі. Ақпаратты қорғау мәселесін шешу үшін қажетті даярламаның сипаттамасы екі бағытта. Ақпаратты алу әдістерінің жіктелуі, шығып кету арналарын қалыптастырудың физикалық принциптері, сондай-ақ тарату ортасынан тыс оптикалық сәулелену үлесін беру әдістемесі келтірілген, сонымен қатар мониторинг жүйелерінің құрылымы, жұмыс принциптері және даму тенденциялары көрсетілген. Әдістердің артықшылықтары да, шектеулері де сипатталған. Рұқсат етілмеген желі байланысын дәлірек анықтау үшін ұсынылған нейрондық желіге негізделген талдау жүйесі туралы ақпарат берілген.

Кілт сөздер: талшықты-оптикалық байланыс желісі, ақпаратты қорғау, бақылау жүйесі, рұқсатсыз кіру, ағып кету арнасы.

Analysis of Existing Methods for Enduring the Protection of Information in Fiber-optic Communication Lines

^{1*}MUSAGAZHINOV Madiyar, Doctoral Student, musagazhinov@bk.ru,

¹MEKHTIYEV Ali, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, barton.kz@mail.ru,

²YURCHENKO Alexey, Dr. of Tech. Sci., Professor, reaper@tpu.ru,

¹NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

²National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30,

*corresponding author.

Abstract. The problem of protection against unauthorised access to data is considered and the results of comparing existing methods of extracting data from optical fibre are presented, the possibility to develop algorithms and identification principles that would help control information leakage channels in fibre-optic transmission systems. Developments to solve the problem of information security, in two directions are described. The classification of methods of obtaining information, the physical principles of formation of leakage channels, as well as the methodology for transmitting the proportion of optical radiation outside the propagation environment, as well as the structure, principles of operation, and trends in the development of monitoring systems are presented. Both the advantages and limitations of methods are described. Information is given about the proposed analysis system based on a neural network for more accurate detection of unauthorised connection to the network.

Keywords: fiber-optic communication line, information protection, monitoring system, unauthorized access, leak channel.

REFERENCES

1. Bogachkov I.V., Truhina A.I., Gorlov N.I. Obnaruzhenie segmentov opticheskogo volokna s mekhanicheskim napryazheniem v opticheskikh kabelyah s ispol'zovaniem reflektometrov Brilliyuena // Materialy SIBKON. Tomsk. 2019. Pp. 1-6.
2. Markuze D. Formula poteri krivizny dlya opticheskikh volokon // Zhurnal Opticheskogo obshchestva Ameriki 66. 1976. Pp. 216-220.
3. Malyh Yu.V., Shubin V.V. Sposob rascheta effektivnosti peredachi izlucheniya ot bokovoy poverhnosti izognutogo odnomodovogo opticheskogo volokna k priemnomu opticheskomu ustrojstvu // Voprosy atomnoj nauki i tekhniki. Matematicheskoe modelirovanie fizicheskikh processov. 1. 2016. Pp. 69-79.
4. Bogachkov I.V., Truhina A.I., Gorlov N.I. Issledovanie vliyaniya izgiba opticheskikh volokon na reflektogrammy Brilliyuena // Materialy APEIE. 1, 2. Novosibirsk, 2018. Pp. 140-144.
5. Truhina A.I., Bogachkov I.V., Gorlov N.I. Issledovaniya vliyaniya izgibov v opticheskikh voloknah razlichnykh vidov na sistemy generacii i obrabotki signalov brilliyuenovskikh trass v oblasti bortovoy svyazi // Trudy. Moscow, 2019. Pp. 1-5.
6. Minardo A., Bernini R., Zeni L. Izmenenie chastoty Brilliyuena, vyzvanoe izgibom, v odnomodovoe volokno // IEEE Photonics Technology Letters. 25, 23. 2013. Pp. 2362-2364.
7. Ikbal Z., Habib F.H., Belhadzh N. Podklyuchenie opticheskogo volokna: metody i mery predostorozhnosti // Zhurnal svetovolnovoy tekhnologii. 32, 1. 2014. Pp. 91-98.
8. Dzheidi R., P'er R. Metody konechnykh elementov vysokogo poryadka dlya vychisleniya poter' na izgib v opticheskikh volnovodakh // Journal of Lightwave Technology. 25, 9. 2007. Pp. 2618-2630.
9. Hwares Dzh.K., Tejlor H.F. Polevye ispytaniya raspredelennoj volokonno-opticheskoy sistemy datchikov vtorzheniya dlya protyazhennykh perimetrov // Prikladnaya optika. 46, 11. 2007. Pp. 1968-1971.
10. Hayasi G., Krishtianu M., Kordejro B., Markos A., Franko R. i Sirchilli F. Chislennyj i eksperimental'nye issledovaniya fotonogo datchika vysokogo davleniya // Datchik na osnove kristallicheskogo volokna Juliano, AIP Materialy 1055. 2008. Pp. 133-136.
11. Yurchenko A., Mekhtiyev A., Alkina A., Bulatbaev F., Neshina Yu. Voprosy razrabotki volokonno-opticheskikh datchikov dlya izmereniya davleniya s uluchshennymi metrologicheskimi i ekspluatatsionnymi harakteristikami // Nauchnaya konferenciya «Informacionno-izmeritel'noe oborudovanie i tekhnologii» (MATEC) 79. 2016. P. 01085.

5G ұялы желілердегі ұяшықтардың орналасу тығыздығын талдау

¹*ТАЙСАРИЕВА Кыргыз Нурлановна, PhD, қауымдастырылған профессор, taisarieva@mail.ru,

¹ОСПАНОВА Арайлым Айдарханқызы, магистрант, arailymospan7@gmail.com,

¹ДЖОБАЛАЕВА Гулим Сасановна, докторант, gulim_sasanovna@mail.ru,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Деректер жылдамдығының жоғары сұранысының өсуі абоненттердің максималды қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін шағын ұяшықтардың тығыздығының артуына себеп болды. Ультра тығыз ұялы желінің пайда болуы қуатты MIMO антеннасы мен миллиметрлік толқындардағы байланыс технологияларына байланысты. Миллиметрлік толқын желісінің (mmWave) белгісіздігін жеңудің ең күтілетін тәсілдерінің бірі – болашақ бесінші буында (5G) ультра тығыз шағын ұяшықтарды орналастыру. Ультра тығыз ұялы желі 5G ұялы желілері үшін ең маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Бұл мақаланың мақсаты – ұялы желілердегі ұяшықтардың орналасу тығыздығына шолу жасау. Әртүрлі шағын ұялы BSS санының кері байланыс желісінің өткізу қабілеттілігіне әсері және ультра тығыз ұялы желілердің кері байланысының энергия тиімділігі көрсетілді. Нәтижесінде ультра тығыз ұялы желілерде шағын ұяшық тығыздығының шегі бар екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: 5G, MIMO, миллиметрлік толқындар, BS, BSS.

Кіріспе

Бүгінгі таңда сымсыз трафик көлемінің ұлғаюын қамтамасыз ету үшін бесінші буын (5G) ұялы желі телекоммуникация салаларында қызу зерттеу тақырыбына айналады. Біріншіден, 5G ұялы байланыс жүйелері спектрінің тиімділігін арттыру үшін массивтік көп кірісті көп шығыс (MIMO) технологиясы ұсынылды. Екіншіден, 5G ұялы байланыс жүйелері үшін тарату жолағын кеңейту үшін миллиметрлік толқындық байланыс ұсынылды. Сонымен қатар, ұялы сценарийлерде өткізу қабілеттілігін арттырып, энергияны тұтынуды үнемдейтін шағын ұяшық тұжырымдамасы пайда болды. Үздіксіз қамтуды қанағаттандыру үшін 5G ұялы желілері үшін кішігірім ұяшықтардың көп саны тығыз орналастырылуы керек. Өте тығыз ұялы желі 5G ұялы желілерінің негізгі сипаттамаларының бірі ретінде пайда болады. Дегенмен, ультра тығыз ұялы желілерді зерттеу әлі бастапқы кезеңде.

5G ұялы желілерінде ауқымды MIMO антенналары Гбит деңгейіндегі сымсыз трафикті жіберу үшін жүздеген антенналар пайдаланылатын BS-ге біріктіріледі. 5G BS тарату қуаты 4G BS тарату қуатының бірдей деңгейінде шектелген кезде, 5G BS жүйесіндегі әрбір антеннаның тарату қуаты бар әрбір 4G BS антеннаның берілуімен салыстырғанда қуат 10-20 есе азаяды. 5G BS радиусын ескере отырып, әрбір антеннада тарату қуатының

төмендеуін бір магнитудаға азайту керек. Бұл технологиялардың әсерінен 5G ұялы желілері үшін шағын ұялы желілер ұсынылды. Үздіксіз қамтуды қанағаттандыру үшін 5G BS тығыздығы 40-50 BS/км² дейін жетеді деп күтілуде. Сондықтан болашақ 5G ұялы байланыс желісі өте тығыз ұялы желі болып табылады.

Бөлінген желі архитектурасы өте тығыз ұялы желілер үшін ұсынылғанымен, бөлінген желі архитектурасын пайдаланатын ультра тығыз ұялы желінің шектеулері мен өнімділік шектері анық емес. Сонымен қатар, негізгі сұрақ, яғни өнімділік артықшылықтары жойылмайынша, 5G ультра тығыз ұялы желілерде шағын ұяшықтарды қаншалықты тығыз орналастыруға болатындығы зерттелмеген.

Ұқсас жұмыстар. Тығыздау желісінің архитектурасында шағын ұяшықтардың тығыз орналасуы ішкі сценарийлерде шектеулі, ал сыртқы сценарийлердегі пайдаланушылар әлі де дәстүрлі макро ұяшықтармен қамтылған. Home evolved NodeBs арқылы машиналық байланыс түріндегі (MTC) трафикті сіңіре отырып, MTC-ді жаппай және тығыз орналастыруды өңдеу үшін шағын ұяшықтарды қолданатын жаңа архитектура ұсынылды [5], [10]. Бұл тығыз сымсыз желілер қолданыстағы макро ұяшық желілеріне қосымша болып табылады. 5G шағын ұялы желілеріндегі кері трафик мәселесін ескере отырып, [6] орталық

және таратылған сымсыз кері трафик желісінің архитектурасын салыстырды. Таратылған сымсыз кері байланыс желісінің архитектурасы IEEE 802.16 торлы желілері үшін де талқыланды [7]. IEEE 802.16 BSS радиусы әдетте 1500 метрді құрайтынын ескерсек, бұл кішігірім ұяшықтар үшін 50-100 м радиустан әлдеқайда үлкен болады. IEEE 802.16 торлы желілері өте тығыз сымсыз желілер қатарына жатпайды. Осылайша, ұяшық тығыздығы төмен орналастырудың тар нүктесі IEEE 802.16 торлы желілері үшін мәселе емес. 5G ұялы байланыс жүйелерінде миллиметрлік толқындық байланыстың пайда болуымен миллиметрлік толқындық байланыс шағын ұялы желілер үшін сымсыз кері байланыс шешімі болып саналады. Алайда, миллиметрлік толқындарды кері беру технологиялары бойынша зерттеулердің көпшілігі антенна торы мен сәуле қалыптастыру және модуляция схемалары сияқты радиожиілік трансивер компоненттерін жобалауға бағытталған [8], [9].

Зерттеу әдісі

Сымсыз трафиктің ұлғаюын қамтамасыз ету үшін бесінші буын ұялы желісі (5G) телекоммуникация саласының өзекті тақырыбына айналады. Біріншіден, спектрді пайдаланудың жоғары тиімділігі 5G ұялы байланыс жүйесінің мақсаты болып табылады. Жаппай MIMO (multiple-input multiple-output) осы мақсат үшін маңызды технологиялардың бірі ретінде қарастырылады. 5G жетекші технологияларының бірі болып табылатын жаппай MIMO байланыс жүйесінің тиімділігін, сенімділігін және кедергілерге төзімділігін арттырды. Кедергілер мен қуат тұтыну жаппай MIMO үшін маңызды мәселелер болып табылады. Екіншіден, 5G ұялы байланыс жүйелері үшін өткізу қабілеттілігін кеңейту үшін миллиметрлік толқындардағы байланыс енгізілді. 5G мобильді терминалдары үшін миллиметрлік толқын жиіліктеріне ауысу мобильді станция (MS) және базалық станция (BS) жүйелері үшін антенналарды жобалауда жаңа технологияларды қажет етеді. 5G ұялы жүйелері үшін ең маңызды блоктардың бірі болып табылатын тиімді фазалық басқарылатын сәулелі антенна торын жасау үшін тор түрінде орналасқан кішірек антенналарды пайдалануға болады [1-2]. Сонымен қатар, шағын ұяшықтар тұжырымдамасы ұялы байланыс сценарийлерінде өткізу қабілеттілігін арттыру және энергияны үнемдеу үшін жасалған. Үздіксіз қамтуды қамтамасыз ету үшін 5G ұялы байланыс желілері үшін шағын ұяшықтардың көбірек санын тығыз орналастыру қажет. Ультратығыз ұялы желілерді зерттеу әлі бастапқы сатыда. Желінің архитектурасы және ұялы тығыздау шектері сияқты кейбір негізгі зерттеулер болашақ 5G ұялы желілері үшін мұқият зерттеуді қажет етеді.

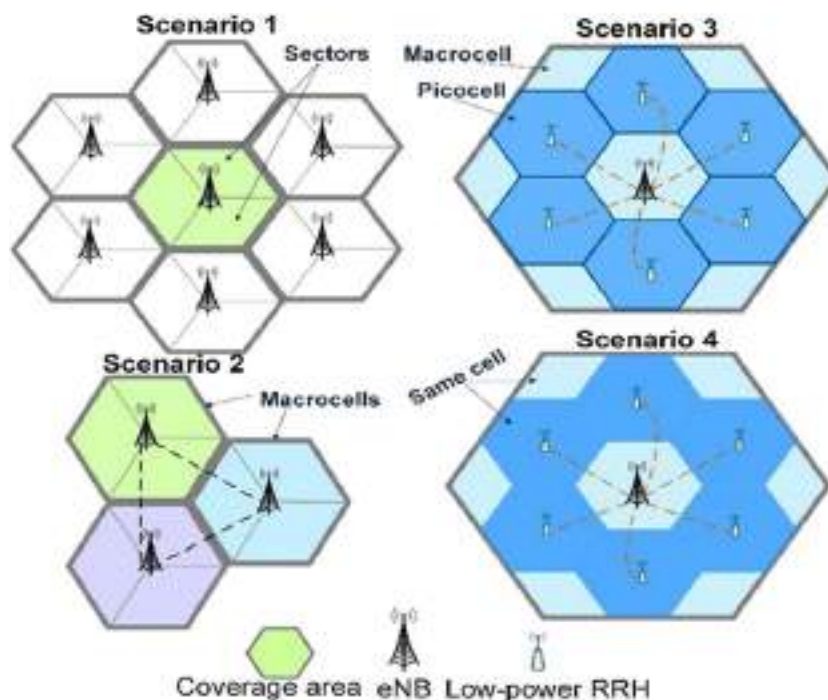
5G ұялы желілерінде жаппай MIMO антенналары BSS-ке біріктіріледі, онда жүздеген антенналар гигабит деңгейінде сымсыз трафикті тасымал-

дау үшін қолданылады. 5G BS беру қуаты 4G BS беру қуатымен бірдей деңгейде шектелген кезде, әр антеннаның беру қуатымен салыстырғанда 10-20 есе артуы керек. Нәтижесінде 5G BS радиусы әр антеннадағы тарату қуатының төмендеуін ескере отырып, бір шамаға азайтылуы керек. 5G ұялы желілері үшін тағы бір ықтимал негізгі технология – бұл сымсыз тарату үшін жүздеген МГц өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ететін миллиметрлік толқындық байланыс технологиясы болып табылады. Алайда, атмосферадағы миллиметрлік толқындардың таралуының нашарлауын ескере отырып, миллиметрлік толқындардағы хабарламалардың таралу қашықтығы 100 метрмен шектелуі керек. Осылайша, болашақ 5G ұялы желісі ультратығыз ұялы желі болып табылады.

Ультратығыз ұялы желілерді тарату архитектурасында бірнеше шлюзді орналастыру негізгі желіге кері трафикті жіберуге икемді. Бұл жағдайда шлюздер кері трафик талаптары мен географиялық сценарийлерге сәйкес шағын ұяшықтары бар бірнеше BSS-ке орналастырылады. 1-суретте шағын BS ұяшығының кері тасымалдау трафиі миллиметрлік толқындық байланыс арналары арқылы көршілес шағын BS ұяшығына қайта жіберіледі. Бір шлюз конфигурациясынан айырмашылығы, шағын ұяшықтардың кері трафиі макро ұяшықтағы бірнеше шлюздерге таратылады. Көрсетілген BS шағын ұяшығында, яғни шлюзде біріктірілген кері тасымалдау трафиі ақырында FTTC арналары арқылы негізгі желіге қайта бағытталады.

Үлкен MIMO антеннасы мен миллиметрлік толқындық байланыс технологияларының арқасында 5G ұялы желілерінде шағын ұяшықтарды тығыздау технологиясы пайда болады. Дегенмен, қалалық жерлерде шығындар мен орналастыру географиясына қатысты мәселелерді ескере отырып, кең жолақты Интернет немесе талшықты-оптикалық байланыс желісі арқылы әрбір шағын ұялы желінің кері трафиі қайта бағыттау қиын болады. Шағын ұялы BS әдетте берілген шлюзге сымсыз кері тасымалдау трафиі тікелей жібере алмайды, өйткені миллиметрлік толқын технологиясын қолданатын шағын ұялы BS сымсыз тарату қашықтығын шектейді. Бұл жағдайда сымсыз кері тасымалдау трафиі бірнеше өтпелі арналар арқылы берілген шлюзге қайта жіберілуі керек. Нәтижесінде, тарату желісінің архитектурасы ультратығыз 5G ұялы желілері үшін ақылға қонымды шешім болып табылады. 5G ультратығыз ұялы желілері шағын ұяшықтар мен макро ұяшықтардан тұрады.

Үздіксіз қамтуды қамтамасыз ету үшін 5G ұялы желілері көптеген шағын ұяшықтармен тығыз орналастырылуы керек. Бұл жағдайда ультратығыз 5G ұялы желілері барлық ұялы байланыс аймақтарында жоғары жылдамдықты қамтамасыз ете алады. Кәдімгі ұялы желілердегі әрбір BS бірдей функцияны орындайды және макро ұяшықтар мен микро ұяшықтар арасындағы



1-сурет – Көп шлюзді ультра тығыз ұялы желінің логикалық архитектурасы

қамту қабаттасады. Өте тығыз 5G ұялы желілері үшін, BSS макро ұяшықтары басқару деректерін жібереді, ал BSS микро ұяшықтары пайдаланушы деректерін тасымалдауға жауап береді. Бір шлюзді бар ультра тығыз 5G ұялы желілері үнемді, бірақ бір шлюзде кері байланыс өткізу қабілеттілігінде қиындықтар болуы мүмкін. Көптеген шлюздері бар өте тығыз 5G ұялы желілері шағын ұяшықтарды орналастыру кезінде үлкен шығындарды талап етеді. Теориялық зерттеулерде шағын ұяшықтардың тығыздығы шексіздікке жақындауы мүмкін болса да, іс жүзінде шексіз тығыздығы бар ультра тығыз ұялы желілерді орналастыру мүмкін емес.

Сыйымдылыққа әсер ететін әртүрлі параметрлерді сүйене отырып, ультра тығыз ұялы желілердің кері байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін бағалау үшін қарапайым тәуелділік ұсынылады. Кері тасымалдау желісінің өткізу қабілеті:

$$q = \frac{Y(n)W}{k(n)}, \quad (1)$$

мұндағы n – макро ұяшықтағы кіші ұяшықтардың BSS санын білдіреді,

$Y(n)$ – макро ұяшықтағы бір мезгілде берілістердің орташа саны,

W – кіші ұяшықтардың BS беру жылдамдығы, $k(n)$ – макро ұяшықтағы сымсыз кері жіберу трафиінің ауысуларының орташа саны.

Шағын ұяшықтары бар BSS макро ұяшықтағы нүктелік Пуассон процесі арқылы таралады. Барлық кішкентай ұяшықтар жабындыда бір-бірімен қабаттаспайды деп болжанады. Кедергілерден қорғау қашықтығы $0,5\lambda$ ретінде конфигурацияланған, ал кіші ұяшықтардың BS беру жылдам-

дығы келесі модельдеулерде 1 Гбит/с ретінде қалыпқа келтірілген. Монте-Карло модельдеу әдісіне сүйене отырып, кері байланыс желісінің өткізу қабілеті және ультра тығыз ұялы желілердің энергия тиімділігі модельденеді.

Шағын ұяшық радиусы R бекітілген кезде, шағын ұяшықтардың BSS санына қатысты кері байланыс желісінің өткізу қабілеті алдымен кіші ұяшықтардың BSS санының артуымен артады; кері байланыс желісінің өткізу қабілеті максималды шегіне жеткеннен кейін кері байланыс желісінің өткізу қабілеті артады. Кіші ұяшықтың радиусы сәйкесінше 100 м, 150 м және 200 м ретінде конфигурацияланған кезде бір мезгілде берілістердің максималды орташа саны 29, 25 және 19 құрайды.

Кері берілістің энергия тиімділігі 5G ультра тығыз ұялы желілердің тығыздығын шектейтін тағы бір негізгі шектеу параметрі болып табылады. Кері жүрістің энергия тиімділігі:

$$E = \frac{q}{N \cdot BS}. \quad (2)$$

Кері беріліс энергия тиімділігі бар шағын ұяшықтар BSS санының өсуімен төмендейді. BS өткізу қабілеті 0,35, 0,45 және 0,5 Гбит/с-тан асқанда стационарлық қанығу мәніне жетеді, бұл кіші ұяшықтың радиусы 200, 150, 100 метрге сәйкес келеді.

Нәтижелер мен талдаулар

BSS n түйіндерінің белгілі бір санынан тұрады, олардың әрқайсысы іргелес түйіндермен байланысты болуы да, болмауы да мүмкін. Соңғы жағдайда бұл түйін үшін деректер қызметі қол

жетімді емес.

Түйіндердің орналасуы желінің нақты мақсатына байланысты және ол байланысты қамтамасыз етуді ескере отырып таңдалуы мүмкін, алайда жұмыс кезінде түйіндер істен шығуы немесе орнын өзгертуі мүмкін (мысалы, жылжымалы тораптары бар желі жағдайында). Сондықтан түйіндердің таралуы кездейсоқ деп есептеген жөн, сол себепті олардың арасындағы байланыстардың болуы да кездейсоқ. Түйіннің біркелкі таралуы бар желінің мысалы 2-суретте көрсетілген.

Түйіндер саны өзгермейді және n болады деген болжам жасайық. Бұл жағдайда желіні кездейсоқ $G(n, p)$ графигімен сипаттауға болады, мұндағы p – түйіндер арасындағы байланыстың болу ықтималдығы.

Кездейсоқ график үлгісін таңдай отырып, біз әрбір $p_n = 1 - e^{-\alpha n^2}$ шыңды (түйінді) ықтималдығы бар басқа шыңға (түйінге) қосуға болады деп есептейміз (3-сурет). Бұл жағдайда графтың қосылу ықтималдығын анықтау үшін Эрдос-Реньи теоремасын қолданған жөн.

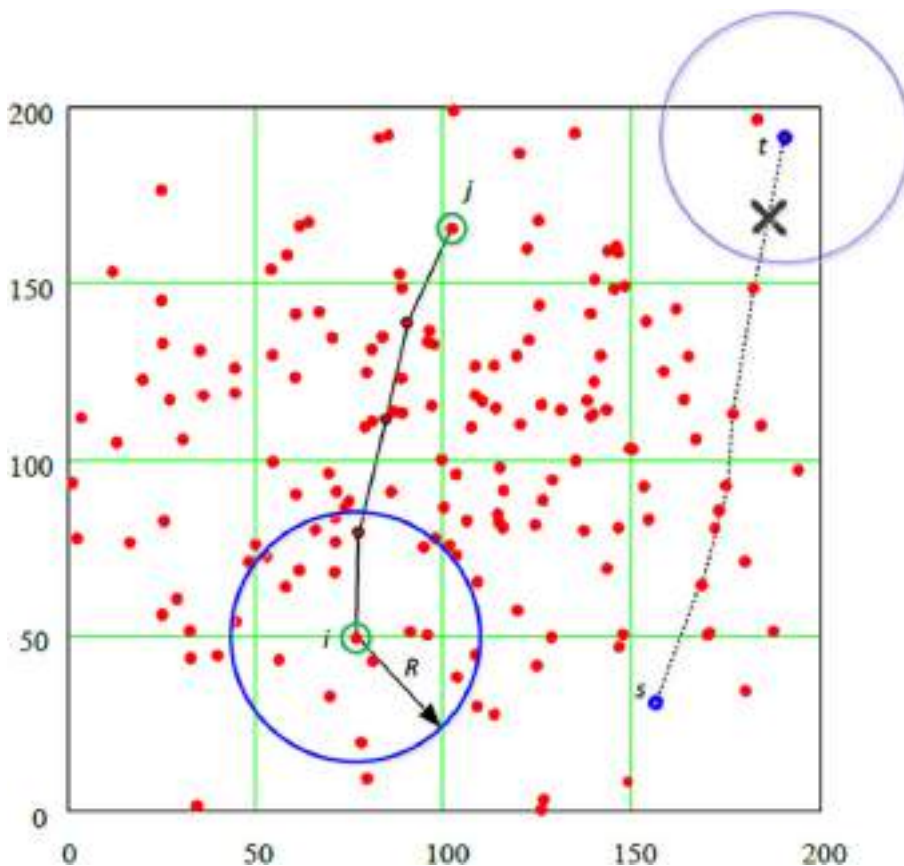
4-суретте көрсетілгендей графикалық қосылымға ұқсастық бойынша, егер түйіндердің кез келген жұбы арасында кем дегенде бір трафик маршруты болса, желі қосылады.

Зерттеу желілік қосылыстардың түйіндерінің таралуына тәуелділігін, олардың параметрлерінің қосылуға қойылатын талаптарын және желілерді

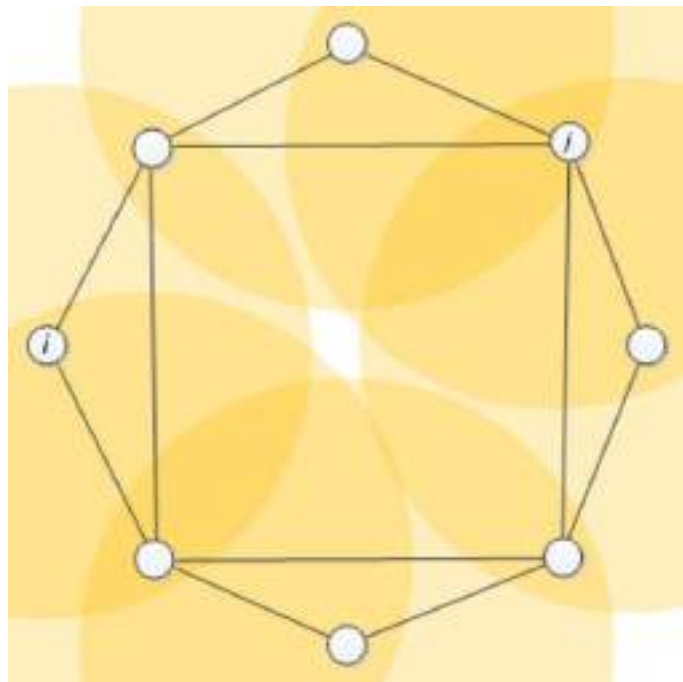
құру мәселелерін шешуге әсерін табу болып табылады.

Қорытынды

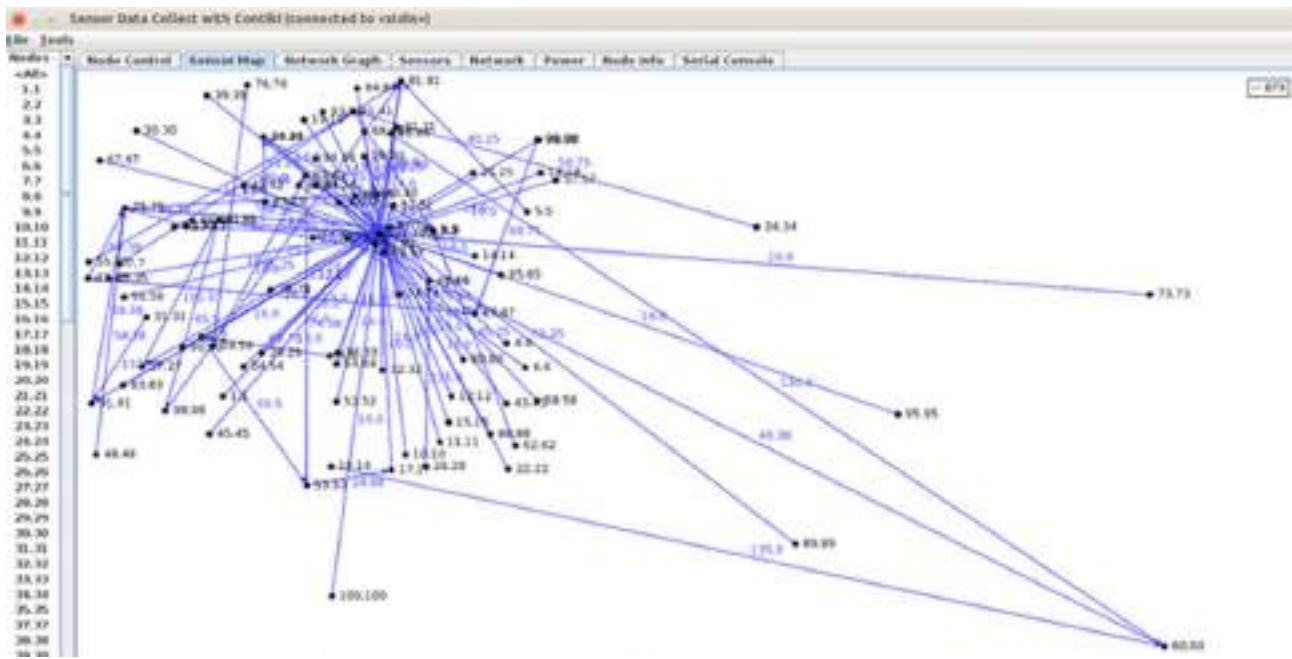
Ультра тығыз сымсыз желілер әлі де орталықтандырылған желілік архитектурасы бар ұялы желілерге қосымша ретінде қарастырылады. Жаппай ММО антенналары мен миллиметрлік толқындық байланыс технологиялары барлық ұялы сценарийлерде 5G ультра тығыз ұялы желілерді орналастыруға мүмкіндік береді. Миллиметрлік толқындардағы байланыс технологиясын қарастыра отырып, шағын ұяшықтың BS тығыздығының кері байланыс желісінің өткізу қабілеттілігіне және ультра тығыз ұялы желілердің энергия тиімділік әсеріне шолу жасалынды. Нәтижелері ультра тығыз ұялы желілерде шағын ұяшық тығыздығының шегі бар екенін көрсетеді. Ультра тығыз ұялы желілердің тығыздығы белгілі шегінен асып кетсе, кері байланыс желісінің өткізу қабілеті және ультра тығыз ұялы кері байланыс желілерінің энергия тиімділігі кіші ұяшықтар тығыздығының одан әрі жоғарылауымен төмендейді. Бұл нәтижелер ультра тығыз 5G ұялы желілерін оңтайлы орналастыру бойынша кейбір ұсыныстар береді. 5G ультра тығыз ұялы желі – бұл тығыздығы шектеулі байланыс жүйесі деген қорытындыға келеміз.



2-сурет – Түйіннің радиусы R және түйіннің біркелкі таралуы бар желінің мысалы



3-сурет – Желіні екі р шыңның арасындағы байланыс ықтималдығы бар кездейсоқ график ретінде ұсыну



4-сурет – Сооја симуляторындағы график түріндегі түйіндердің қалыпты таралуы бар желінің мысалы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. W. Hong, K. Baek, Youngju Lee and Yoon Geon Kim, «Design and analysis of a low-profile 28 GHz beam steering antenna solution for Future 5G cellular applications», 2014 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS2014), 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/MWSYM.2014.6848377.
2. T. Kashima et al., «Large scale massive MIMO field trial for 5G mobile communications system», 2016 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP), 2016, pp. 602-603.
3. G. Mao, Z. Lin, X. Ge and Y. Yang, «Towards a Simple Relationship to Estimate the Capacity of Static and Mobile Wireless Networks», IEEE Trans. Wireless Commun., Vol. 12, no. 8, pp. 3883-3895.
4. X. Ge, L. Pan, S. Tu, H.-H. Chen and C.-X. Wang, «Wireless Backhaul Capacity of 5G Ultra-Dense Cellular Networks», 2016 IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Montreal, QC, Canada, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/VTCFall.2016.7881969.

5. M. Condoluci, M. Dohler, G. Araniti, et al., «Toward 5G DenseNets: Architectural Advances for Effective Machine-Type Communications over Femtocell», IEEE Commun. Mag., Vol. 53, Vol. 1, pp. 134-141, Jan. 2015.
6. X. Ge, H. Cheng, M. Guizani, T. Han, «5G Wireless Backhaul Networks: Challenges and Research Advances», IEEE Netw., Vol. 28, no. 6, pp. 6-11, Nov. 2014.
7. J. He, K. Yang, K. Guild and H.-H. Chen, «Application of IEEE 802.16 Mesh Networks as the Backhaul of Multihop Cellular Networks», IEEE Commun. Mag., Vol. 45, no. 9, pp. 82-90, Sept. 2007.
8. S. Hur, T. Kim, D.J. Love, J.V. Krogmeier, T.A. Thomas and A. Ghosh, «Millimeter Wave Beamforming for Wireless Backhaul and Access in Small Cell Networks», IEEE Trans. Wireless Commun., Vol. 61, no. 10, pp. 4391-4403, Oct. 2013.
9. C. Dehos, J.L. Gonzalez, A.D. Dmoenico, D. Ktennas and L. Dussopt, «Millimeter-Wave Access and Backhauling: The Solution to the Exponential Data Traffic Increase in 5G Mobile Communications Systems?» IEEE Commun. Mag., Vol. 52, Vol. 9, pp. 88-95, Sept. 2014.
10. N. Bhushan, J. Li, D. Malladi, et al., «Network Densification: The Dominant Theme for Wireless Evolution in 5G», IEEE Commun. Mag., Vol. 52, Vol. 2, pp. 82-89, Feb. 2014.

Анализ плотности ячеек в сотовых сетях 5G

¹*ТАЙСАРИЕВА Кырмызы Нурлановна, PhD, ассоциированный профессор, taisarieva@mail.ru,

¹ОСПАНОВА Арайлым Айдарханқызы, магистрант, arailymospan7@gmail.com,

¹ДЖОБАЛАЕВА Гулим Сасановна, докторант, gulim_sasanovna@mail.ru,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рост спроса на более высокие скорости передачи данных привел к увеличению плотности небольших ячеек для удовлетворения максимальных потребностей абонентов. Появление сверхплотной сотовой сети обусловлено мощной антенной MIMO и технологиями связи на миллиметровых волнах. Один из наиболее ожидаемых способов преодоления неопределенности миллиметровой волновой сети (mmWave) – это размещение сверхплотных небольших ячеек в будущем пятом поколении (5G). Сверхплотная сотовая сеть – одна из самых важных задач для мобильных сетей 5G. Цель этой статьи – дать обзор плотности расположения ячеек в сотовых сетях. Показано влияние количества различных малых сотовых BSS на пропускную способность сети обратной связи и энергоэффективность обратной связи сверхплотных сотовых сетей. Результат показывает, что сверхплотные сотовые сети имеют предел плотности ячеек.

Ключевые слова: 5G, MIMO, миллиметровые волны, BS, BSS.

Cell Density Analysis in 5G Cellular Networks

¹*TAISSARIYEVA Kyrmyzy, PhD, Associate Professor, taisarieva@mail.ru,

¹OSPANOVA Arailym, Master Student, arailymospan7@gmail.com,

¹JOBALAYEVA Gulim, Doctoral Student, gulim_sasanovna@mail.ru,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

*corresponding author.

Abstract. The increase in high data rate demand has caused an increase in the density of small cells to meet the maximum needs of subscribers. The emergence of an ultra-dense cellular network is due to a powerful MIMO antenna and communication technologies in millimeter waves. One of the most anticipated ways to overcome the uncertainty of the millimeter wave network (mmWave) is to deploy ultra-dense small cells in the future fifth generation (5G). An ultra-dense cellular network is one of the most important tasks for 5G cellular networks. The purpose of this article is to provide an overview of cell location density in cellular networks. The article demonstrated the effect of the number of different small cellular BSS on the bandwidth of the Feedback Network and the energy efficiency of the feedback of ultra-dense cellular networks. The result shows that ultra-dense cellular networks have a small cell density limit.

Keywords: 5G, MIMO, millimeter waves, BS, BSS.

REFERENCES

1. W. Hong, K. Baek, Youngju Lee and Yoon Geon Kim, «Design and analysis of a low-profile 28 GHz beam steering antenna solution for Future 5G cellular applications», 2014 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS2014), 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/MWSYM.2014.6848377.
2. T. Kashima et al., «Large scale massive MIMO field trial for 5G mobile communications system», 2016 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP), 2016, pp. 602-603.
3. G. Mao, Z. Lin, X. Ge and Y. Yang, «Towards a Simple Relationship to Estimate the Capacity of Static and Mobile Wireless Networks», IEEE Trans. Wireless Commun., Vol. 12, no. 8, pp. 3883-3895.
4. X. Ge, L. Pan, S. Tu, H.-H. Chen and C.-X. Wang, «Wireless Backhaul Capacity of 5G Ultra-Dense Cellular Networks», 2016 IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Montreal, QC, Canada, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/VTCFall.2016.7881969.
5. M. Condoluci, M. Dohler, G. Araniti, et al., «Toward 5G DenseNets: Architectural Advances for Effective Machine-Type Communications over Femtocell», IEEE Commun. Mag., Vol. 53, Vol. 1, pp. 134-141, Jan. 2015.
6. X. Ge, H. Cheng, M. Guizani, T. Han, «5G Wireless Backhaul Networks: Challenges and Research Advances», IEEE Netw., Vol. 28, no. 6, pp. 6-11, Nov. 2014.
7. J. He, K. Yang, K. Guild and H.-H. Chen, «Application of IEEE 802.16 Mesh Networks as the Backhaul of Multihop Cellular Networks», IEEE Commun. Mag., Vol. 45, no. 9, pp. 82-90, Sept. 2007.
8. S. Hur, T. Kim, D.J. Love, J.V. Krogmeier, T.A. Thomas and A. Ghosh, «Millimeter Wave Beamforming for Wireless Backhaul and Access in Small Cell Networks», IEEE Trans. Wireless Commun., Vol. 61, no. 10, pp. 4391-4403, Oct. 2013.
9. C. Dehos, J.L. Gonzalez, A.D. Dmoenico, D. Ktennas and L. Dussopt, «Millimeter-Wave Access and Backhauling: The Solution to the Exponential Data Traffic Increase in 5G Mobile Communications Systems?» IEEE Commun. Mag., Vol. 52, Vol. 9, pp. 88-95, Sept. 2014.
10. N. Bhushan, J. Li, D. Malladi, et al., «Network Densification: The Dominant Theme for Wireless Evolution in 5G», IEEE Commun. Mag., Vol. 52, Vol. 2, pp. 82-89, Feb. 2014.

Review of Gasifier Control Methods

¹***AMANKELDIN Shokan**, Doctoral Student, amankeldin1992@gmail.com,

¹**KALININ Alexey**, PhD, Head of Department, a.kalinin@kstu.kz,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Biomass, a sustainable energy source, offers fossil fuel-free potential. Researchers explore techniques like fuzzy control, PID control, and neural networks, often enhanced by AI and predictive modeling. These advances reshape optimization strategies in biomass gasification. Key areas include: Fuzzy Control: examining self-learning modules and fuzzy inference systems' adaptability, e.g., dual fluidized bed gasification. PI/PID Control: reviewing Proportional-Integral-Derivative control's role in gasifier temperature management, with DDE-PI tuning. Artificial Neural Networks (ANN): emphasizing ANN models for gas composition forecasts. Air Flow Control: optimizing power via neuro-fuzzy and PI control. This review underscores control's vital role in biomass gasification, offering insights into strategies and applications, advancing sustainable energy production and eco-friendly chemical synthesis.

Keywords: biomass, alternative source of energy, bioenergy, sustainable energy, biofuel, biomass gasification, control methods.

Introduction

Biomass gasification represents a promising avenue for converting organic materials into valuable gases such as syngas, hydrogen, methane, and chemical feedstocks. However, harnessing its full potential necessitates precise control strategies and techniques to manage the intricate thermochemical reactions that occur during gasification. Researchers have diligently pursued a multitude of control methods, each with its unique advantages and applications, to steer biomass gasification systems toward higher efficiency, lower emissions, and improved product quality.

These control strategies encompass a wide spectrum of approaches, including fuzzy control, PID (Proportional-Integral-Derivative) control, neural networks, and more. Each technique offers distinct advantages and addresses specific challenges associated with biomass gasification. Furthermore, advancements in control technology have led to the integration of artificial intelligence and predictive modeling, enhancing our ability to optimize gasification processes.

In this comprehensive review, we delve into the various control strategies employed by researchers in the realm of biomass gasification. We explore the strengths and limitations of each approach, providing insights into their practical applications and effectiveness. By understanding the range of control methodologies available, we can appreciate the diversity of solutions that have been developed to unlock the potential of biomass gasification for sustainable energy production and environmentally friendly chemical synthesis.

Review of control methods

There are a variety of control strategies and techniques that have been employed by researchers to control biomass gasification.

Early works on gasifier control include fuzzy control, PI/PID control, H₂/HN control, predictive control, PIP control and state-feedback control.

Fuzzy control:

Firstly, it was created a technique for building and updating the knowledge base of a fuzzy controller. Firstly, an expert system shell was used in parallel with structure identification to achieve self-generation of the rule base. A fuzzy self-learning predictive module was then implemented to maintain self-correction of the database. The outcomes showed that the technique might be suitable for a variety of processes. For example, modelling of operator skills for process control, or capable of acquiring a fuzzy model of a very complex process which cannot be efficiently controlled by human experts.

Then models of dual fluidized bed gasification were developed. Objectives were to show that the gasification temperature and fuel oxygen content have the main impact on a chemical's efficiency. The goal of the model was to tune the controller, and was based on using mathematical relationships for experimental data. It was found that the equilibrium model was accurate for thermodynamic considerations, and sensitivity analysis verified the objectives

Sagüés, García-Bacaicoa and Serrano [1] wanted to achieve good performance in biomass gasification, which was interdependent from the type of biomass and moisture that changes often. To achieve high ef-

iciency from the conversion of biomass to produced gas, it was a vital part of the fuzzy system to select appropriately manipulated and processed variables. Therefore, the throat temperature (T) and the CO/CO₂ ratio were selected as process variables, while humidity (Hp) and the elemental composition of the biomass (EC) were selected as disturbance (D).

The fuzzy inference system contained a rule-base, which had inference mechanism (IM) to make decisions, fuzzification interface to transform gasifier output to data for the IM and defuzzification interface to transform results of the IM to inputs for the gasifier. 'ErrorT' and 'ErrorCOCO₂' were used to characterize the time variation of the errors T and CO/CO₂. The airflow and grate were used to illustrate the time variation of air flow and grate frequency. In the first stage of the controller design, introducing just a few rules and few values of fuzzy variables is enough. More rules and values can be added after some succeeding stages. The fuzzy system helped to stabilize membership functions of the process variables. Overall, fuzzy control showed good control of biomass gasification, with the model attained by fitting equations to experimental data.

Wang, Yue and Wang [2] designed a predictive control based on the fuzzy controller. The main motivation for choosing this strategy is that fuzzy Gain-scheduled can solve the issues of constrained optimization, while the predictive control can propose systematic designs for multi-variable system. The gasifier was tested for the sinusoidal pressure disturbance and the frequency was 0.04 Hz. Thus, the sampling period shall be no more than 2.5 seconds. The system showed the ability to resolve multi-variable control problems and accurate prediction models. Simulations demonstrated good control effects, but the problem of reducing the calculating value of predictive control still needs to be addressed.

Zhou [3] used a fuzzy controller, optimized by a particle swarm optimization (PSO) algorithm, to control the gasifier temperature. The gasifier temperature has time-delay characteristics, which prevent continuous online measurement and control. A fuzzy controller was employed, but its operation was influenced by many elements. It included the selection of membership functions, fuzzification and defuzzification techniques, and obtaining fuzzy rules. The right choice of fuzzy rule contributes to success in designing a fuzzy controller. In the past, the rules were not always optimal, due to dependency from operator experience and expert knowledge. Therefore, a PSO algorithm was applied to achieve optimal control and solve difficulties within fuzzy control. Equivalent probability matrix was defined, and discrete variables were changed into continuous variables. The PSO algorithm was used to resolve the optimization problem because it has simple operation and fast convergence speed. The results showed the effectiveness of the PSO algorithm and achieved optimal control.

PI/PID control:

A type of PI controller based on desired dynamic

equation (DDE) was implemented by Xue, Li and Liu [4]. The tuning method was used to check the viability of the gasifier temperature control. They concluded that the DDE-PI tuning has lower tuning efforts with scaling factor L and showed performance feasibility. Simulation showed that DDE-PI has reasonable performance with low tuning efforts. However, an efficient and straightforward DDE-PI controller needs to be developed.

Li, Xue, Wang and Sun [5] discovered DDE-PID tuning from a nonlinear controller with a relative degree of two has decent tracking performance and robustness through an extended state observer. The DDE-based PID controller in comparison to traditional PID controllers can be tuned separately. It was firstly used in the ALSTOM gasifier with the linear model and exceeded output limits only twice at 0% load. The controller has to work within outputs constraints under pressure disturbance, model error and load tests. The controlled inputs are inlet air flow rate, char extraction flow rate, and limestone flow rate. Syngas calorific value, syngas pressure and temperature are the system outputs. The limestone mass flow rate should be about 10% of the coal flow rate to catch the sulphur in the coal.

Linear model control simulation was completed at 0%, 50%, and 100% load. It was shown that the decentralized PI controller could reach the output restraints at 50% and 100% load for all disturbance tests. It was proven that DDE-based PI control has minimal violations, which show robustness of the system [5].

A created PI controller for linear gasifier model is applied to the nonlinear model without any changes. The simulation results met all the input and output restraints under given load conditions. Overall, the control system followed load changes immediately. It was the first control strategy, which can be enhanced from linear model to nonlinear gasifier model with decent performance and without any alteration [5].

It is known that control of coal gasifiers is strongly affected by the feed coal quality, as it worsens the performance of the control system. The calorific value and online measurement of the coal quality are usually provided to improve the results of coal quality variation. However, these methods are not suitable for ALSTOM gasifiers discussed in the paper, as there is no coal species data. In addition, accurate online measurement of the coal quality is quite problematic.

The decentralized PI controller is improved in two stages: optimization and selection. Disturbance rejection is the key task in the first stage. Non-dominated resolutions are achieved by multi-objective algorithm NSGA-II. All the output and input restraints can be met under numerous load conditions and disturbances. The second stage considers the coal quality variation. Selection process upon non-dominated resolutions produces results with the best coal quality flexibility. The selection and optimization process improve the PI operation with greater dynamic responses and simultaneous coal quality flexibility.

The results showed stable control performance under different pressure disturbances and load conditions. Overall, PI controller achieved excellent dynamic responses [5].

Sun, et.al. [6] introduced PID/PI controllers for a multivariable coupled Shell gasifier based on the probability theory. The main advantage is that it can overcome the restrictions of the optimization technique established on the nominal circumstances, and that global robustness cannot be guaranteed without consideration of parameter uncertainties. In comparison to the other design techniques, it can produce broad consideration for various particular demands from industry. The results showed large potential and wide applicable prospects of the technique established on probabilistic robustness.

Zhang and Wei [7] proposed a controller that combines a PID and a model reference adaptive control (MRAC). The results in MATLAB showed the desired results of good convergence speed and performance. The convergence performance of the combined controller is better than the MRAC control.

A Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) algorithm was used for PI controller optimization by Kotteeswaran and Sivakumar They assessed the performance of the gasifier under 0%, 50% and 100% operating points, using a load change test and pressure disturbance test. It was concluded that the PI-controller fully and adequately meets all restraints at any load conditions [8].

Load change, coal variation, and pressure disturbance tests were carried out to analyze the robustness of the created PI controller. The condition for the response was to meet the restraints at all working points. Response of the controller should be faster than the process, therefore the selected sampling time was 1s [8].

At 100% operation point, maintaining the alteration in quality of coal at 0%, $V = 0.2$ bar and $f = 0.04$ Hz, a sinusoidal change was employed at 30s and the response showed 5 minutes. Maximum Absolute Error and Integral of Absolute Error were determined. This method was duplicated for 0% and 50% operating points [8].

As defined, the most complicated task is to satisfy the operation requirement at 0% load for sinusoidal change in pressure disturbance, the authors were motivated to check the performance of controller with MOPSO algorithm. The stability of the gasifier with PI controller is confirmed across the working range of the plant. The response time showed 600s during a ramp change from 50% to 100% load. Coal flow and char flow reached the steady state immediately, while Bedmass needs more time to achieve a steady state. The same kind of response is attained for ramp change in load between 0% to 50% working point. The operation of the designed PI controller during ramp load variation guarantees the stable performance of the system [8].

Seepersad, Ghose and Adams [9] implemented a multi-loop PI control, where disturbance scenarios

and a set point change were examined. The control of the counter-current achieved a better settling time than the co-current system, it rejected a severe disturbance of 50% decline in gasifier flow rate. The control of the co-current was slower because of the significant distance from the measurement location to the disturbance source.

The temperature of exit gas was regulated by changing tube flow rate, while CH_4 slip was regulated by changing the steam-to-carbon ratio. Heat duty for the gasifier was a disturbance. A chain of set point alteration and disturbance scenarios were examined with internal model control tuned regulating criteria applied as an initial guess, followed with optimized tunings acquired by decreasing the integral absolute error. Regarding the decreasing integral average error and settling time, the regulation of co-current system was inferior to counter-current and could dismiss a detrimental disturbance of a 50% decline in gasifier flow rate. Co-current regulation was subsequently slower because of the enlarged interval from the measurement location to the source of disturbance. Nevertheless, performance of the regulation after tuning was still suitable to reject moderate disturbances and set point alterations.

A feedforward control system should be employed in case of detrimental gasifier upsets, because feedback control between coal-derived syngas flow and steam methane reformer is insufficient for the co-current system. If the emphasis is on electricity generation, set point of the steam methane reformer exit gas temperature can be reduced to 100 K from the nominal set point to decrease steam methane reformer throughout. If the emphasis is on maximum liquid fuel production, the set point of exit gas temperature can be decreased to 125 K from the nominal set point.

Anitha, Sivakumar and Jayakumar [10] developed a multivariable PID controller based on a Genetic Algorithm. The new GA optimized the robustness and performance of the system. The controller met all design objectives under three operating loads (no-load, 50% and 100% load). Simulation results showed the excellence of proposed method.

Striugas, et.al., [11] implemented a PID control system for feedstock feeding, char discharge, and air supply. The frequency of the air blower is adjusted by the output signal. Due to the maximum permitted temperature in the reactor, the limit of the tertiary air flow is fixed automatically. The maximum process temperature is one of the correction factors of the tertiary air flow control. If the temperature achieves a set point, the supplementary air supply to the reactor is disabled. Therefore, the amount of air flowing and the yield of created producer gas are the key parameters affecting process automation. Optimized pressure value controls the residual discharge and fuel feed, while tertiary air adjustments control air flow supply.

Work by Wang, et.al., [12] showed typical test results of BG. A programmable logic controller (PLC) was implemented to monitor gasification facilities.

The PLC system had an alarm, motor frequency regulators, buttons, and gas flow rate controlled by PID. Several tests of the PLC system showed a marked effect of the oxygen level in the syngas composition and slightly on the H₂/CO ratio.

If the pyrolyser temperature rises above 350°C, the gasification temperature rises to around 800°C after the warm-up period. The flow rates of oxygen and air are fixed to certain desired values relating to the various oxygen concentrations. The biomass feed rate and the flow rate of air adjust the gasification temperature. Experiments were done at gasification temperatures from 900°C to 1250°C. The temperature of the pyrolyser was regulated at 350°C-450°C. Various oxygen concentrations were applied to investigate the impact of oxygen concentration on the gasifier operation. The syngas was examined after the temperature in the pyrolyser and gasifier became reasonably stable. CO, H₂, CO₂ and CH₄ in the syngas are measured by Agilent 3000 Micro GC gas chromatograph. Equivalence ratio and Gas yield were defined to evaluate the process technology. A liquid level meter is fixed at the top of the movable tank and attached to a pressure transmitter. It can record the pressure alterations that indicate the height of the movable tank at the time of the gas charging.

The temperature distribution has a significant impact on the creation of the gasification products. It is an essential aspect to assess the operation of the gasifier. The gasification temperature is largely prevailed by the feed rate of biomass and the amount of oxygen supplied into the gasifier temperature. The temperature and flow rate of the hot flue gas controls the pyrolysis temperature. Pressure transmitters and thermocouples are placed at different points for continuous monitoring the pressures and temperatures.

Artificial Neural Networks (ANN):

ANN is a common modelling tool comprising a multilayer perceptron (MLP) paradigm. MLP has an output-layer, a hidden-layer, and an input-layer of neurones. The input-layer neurones send signals to the hidden neurones. ANN is usually considered as a non-analytical and non-equilibrium model, it produces numerical results to forecast the composition of produced gas from the gasifier. Nevertheless, the ANN simulation of downdraft gasifier needs an extensive amount of BG data, and has many restrictions in dynamic modelling.

ANN can catch the latent characteristics of the experimental data, such as nonlinearities. For biomass gasification modelling, the multilayer perceptron neuron networks were employed. Operating conditions of the gasifier and biomass data were correlated by ANN models. It was proven that the model shows excellent performance with parsimonious units, when it was designed for a specific gasifier. Predictive and observed data achieved high correlation rates. The developed ANN model requires little computational time, which makes it very appealing in the process optimization and real-time control. ANN is simply calibrated and, at any time, new data can be

added to the database. Consequently, the ANN can be retrained to improve predictive capability.

The system outputs processed temperature and syngas composition, while the inputs handled fuel and air flow prediction of syngas composition and temperature. The proposed ANN confirmed its potential to forecast BG process parameters on various loads with feasible accuracy. It was used as a simulation tool to examine the impacts of process variables (such as air and fuel flow), with fuel injection frequency. Simulations showed that the process improves the efficiency and syngas quality by 25%. However, the controller needs to be tested in real time gasifier operation [13].

Air flow control:

It reduced fan power consumption by averting the temperature violation from the desired heat. The neuro-fuzzy fan speed control evaluates the required speed, which keeps the temperature close to the anticipated temperature and helps to decrease power consumption to 30%. According to air flow and load results, PI control is faster but has greater overshoot, while PI-fuzzy control is much slower and smoother.

Nae [14] presented PI control within a supersonic blowdown wind tunnel, as it was important to control air flow to keep the imposed experimental conditions. A developed control model was analyzed using PI control. The control strategy was validated using experimental data collected from real tests. The results showed that the PI control has greater overshooting than the imposed by 10%, and its acceleration time is too great. Therefore, fuzzy-PI control was implemented, where rise time is close to ideal (1.5 seconds), and overshooting is kept below the imposed.

The proper setting of exact values of air flow speed (<0.06 m·s⁻¹) or pressure drop (<50 Pa) allowed the reproducibility of the tests. The Arduino has confirmed to be an efficient and cost-effective system for the proposed control method. This technique decreased the settling time per set point by 77.6%. Pressure drop and airflow speed set points can be assigned with heterogeneous or homogeneous distribution.

The operation of the fuzzy control, PID control, and the fuzzy PID control was examined. Compared to PID control, the fuzzy PID control showed smaller overshoot, faster response, and higher precision. Compared to fuzzy control, the fuzzy PID control eliminated the steady-state control. Regarding fan power consumption, the fuzzy PID control is economical and energy efficient.

Membrane hydration dynamics model, anode and cathode mass flow transients were developed in Matlab. An FFPID controller can adapt PID parameters to adjust air flow using a fuzzy logic optimization loop. Thus, preventing oxygen starvation. The simulation showed the effectiveness of the developed FFPID in controlling the oxygen excess ratio and in decreasing power loss.

Baroud, et.al. [15], proposed a fuzzy-PID control for air supply on PEMFC systems. The aim is to regulate the oxygen excess ratio at a given set point, pre-

venting oxygen starvation. The control system has a fuzzy logic control, a fuzzy-based self-tuned PID and a fuzzy selector. The fuzzy selector chooses the control method based on the value of the error between the set point and current value of oxygen excess ratio. Simulations for different load variations demonstrated that fuzzy-PID control operates considerably better than the classical PID control regarding overshoot, settling, and acceleration time.

The nominal feedback control (NFC) was compared with MRAC in the air management system, under steady state, and transient responses. MRAC was fast to return the air mass flow rate to normal conditions during the surge in the system. This showed that the MRAC demonstrated a better operation than the NFC concerning surge recovery and the transient behaviours of an automotive FCS.

Conclusion

In the realm of biomass gasification, an array of sophisticated control strategies and techniques has emerged, each contributing to the advancement of this promising technology. These control methods, which range from fuzzy logic and PID control to neural networks and predictive modeling, serve as critical tools for optimizing gasification processes, increasing efficiency, and ensuring product quality.

Furthermore, the integration of artificial intelligence, machine learning, and advanced modeling has opened new frontiers in the control of biomass gasification. These technologies offer the potential for real-time optimization, adaptive control, and the ability to respond to varying feedstock compositions and operating conditions, making gasification systems more robust and versatile.

However, the journey towards harnessing the full potential of biomass gasification is far from over. Researchers and engineers continue to explore innovative control strategies and adapt existing ones to meet the challenges posed by different feedstocks, moisture levels, and gasifier configurations. Additionally, the scale-up of gasification processes for commercial use demands even greater control precision and efficiency.

As sustainability and renewable energy sources become increasingly vital, biomass gasification stands as a promising technology for converting organic materials into valuable resources. The control strategies discussed here play a pivotal role in realizing this potential, ensuring that biomass gasification remains a viable and sustainable path toward a greener future. Further research, development, and collaboration will be key in unlocking the full benefits of this transformative technology.

REFERENCES

1. C. Sagüés, P. García-Bacaicoa and S. Serrano. «Automatic control of biomass gasifiers using fuzzy inference system». *Bioresource Technology*, vol. 98, no. 4, pp. 845-855, 2007.
2. Y. Wang, J. Yue and Y. Wang. «Input and output constrained multiple-models predictive control for gasifier», in *Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Baoding, 2009.
3. T. Zhou. «Temperature Control Method for Water-Coal-Mixture Gasifier System Based on Fuzzy Control Rules Optimized by PSO Algorithm». In: *2nd International Conference on Measurement, Information and Control*. Harbin, 2013.
4. Y. Xue, D. Li and J. Liu. «DDE-based PI Controller and its Application to Gasifier Temperature Control». In: *KINTEX, International Conference on Control, Automation and Systems*. Gyeonggi-do, 2010.
5. D. Li, Y. Xue, W.W. and L. Sun. «Decentralized PID controller tuning based on desired dynamic equations», in *The International Federation of Automatic Control*, Cape Town, 2014.
6. L. Sun, D. Li, J. Dong and Makeximu. «Probability-based Robust Optimal PI Control for Shell Gasifier in IGCC Power Plants», in *13th International Conference on Control, Automation and Systems*, Gwangju, 2013.
7. D. Zhang, and Wei and B. «Convergence performance comparisons of PID, MRAC, and PID + MRAC hybrid controller». *Frontiers of Mechanical Engineering*, pp. 213-217, 2016.
8. R. Kotteeswaran and L. and Sivakumar. «Performance evaluation of optimal PI controller for ALSTOM gasifier during coal quality variations. *Journal of Process Control*», sustainable berfy, vol. 24, no. 1, pp. 27-36, 2014.
9. D. Seepersad, J. Ghouse and T. Adams. «Dynamic simulation and control of an integrated gasifier/reformer system». *Chemical Engineering Research & Design. Part I: Agile case design and control*. vol. 100, 2015.
10. X. Anitha, S. L. and J. and Jayakumar. «Design of PID filter controller with Genetic algorithm for mimo system in Modern power generation». *Modern Applied Science*, vol. 8, no. 5, pp. 186-196, 2014.
11. N. Striugas, K. Zakarauskas and A. N. R. a. P. R. Dziugys. «An evaluation of performance of automatically operated multi-fuel downdraft gasifier for energy production». *Applied Thermal Engineering*, vol. 73, no. 1, pp. 1151-1159, 2014.
12. Z. Wang, T. He, J. Qin, J. Wu, J. Li, Z. Zi, G. W. J. Liu and L. Sun. «Gasification of biomass with oxygen-enriched air in a pilot scale two-stage». *Fuel*, vol. 150, pp. 386-393, Gasification of biomass with oxygen-enriched air in a pilot scale two-stage gasifier.
13. R. Mikulandrić, D. Lončar, D. Böhning, R. Böhme and M. Beckmann. «Process performance improvement in a co-current, fixed bed biomass gasification facility by control system modifications». *Energy Conversion and Management*, no. 104, pp. 135-146, 2015.
14. C. Nae. «Blowdown wind tunnel control using an adaptive fuzzy PI controller». *INCAS Bulletin*, vol. 5, no. 3, pp. 89-98, 2013.
15. Z. Baroud, M. Benmiloud, A. Benalia and C. Ocampo-Martinez. «Novel hybrid fuzzy-PID control scheme for air supply in PEM fuel-cell-based systems». *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 4, pp. 10435-10447, 2017.

Газификаторлармен басқару әдістеріне шолу

¹*АМАНКЕЛДІ Шоқан Аманкелдіұлы, докторант, amankeldin1992@gmail.com,

¹КАЛИНИН Алексей Анатольевич, PhD, кафедра меңгерушісі, a.kalinin@kstu.kz,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Биомасса тұрақты энергия көзі ретінде қазбалы шикізатты пайдалануды қажет етпейді. Зерттеушілер анық емес басқару, PID басқару және нейрондық желілер сияқты әдістерді қарастырады, және олар көбінесе жасанды интеллектпен және болжамды модельдеумен толықтырылады. Бұл биомассаны газдандыру саласындағы оңтайландыру стратегияларын өзгертеді. Негізгі қамтылатын бағыттар: анық емес басқару: өздігінен үйренетін модульдерді және анық емес қорытынды жүйелерінің бейімделгіштігін тексеру, мысалы, қос сұйық қабат газдандыру. PI/PID бақылау: пропорционалды-интегралдық-туынды бақылаудың DDE-PI баптауымен газификатордың температурасын басқарудағы рөлін қарастыру. Жасанды нейрондық желілер (ANN): газ құрамын болжау үшін ANN үлгілеріне ерекше мән беру. Ауа ағынын басқару: нейро-анық емес және PI басқару арқылы қуатты оңтайландыру. Бұл шолу басқару жолдарының биомассаны газдандырудағы маңызды рөлін атап көрсетеді, стратегиялар мен қолдану тәсілдері туралы түсінік береді, тұрақты энергия өндіруге және экологиялық таза химиялық синтезді жүзеге асыруды көмектеседі.

Кілт сөздер: биомасса, баламалы энергия көзі, биоэнергетика, тұрақты энергетика, биоотын, биомассаны газдандыру, басқару әдістері.

Обзор методов управления газификатором

¹*АМАНКЕЛЬДИН Шоқан Аманкельдыұлы, докторант, amankeldin1992@gmail.com,

¹КАЛИНИН Алексей Анатольевич, PhD, зав. кафедрой, a.kalinin@kstu.kz,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Биомасса, являясь устойчивым источником энергии, обладает потенциалом, не требующим использования ископаемого сырья. Ученые исследуют такие методы, как нечеткое управление, ПИД-регулирование и нейронные сети, часто дополняемые искусственным интеллектом и прогностическим моделированием. Это меняет оптимизационные стратегии в области газификации биомассы. Ключевые области включают: Нечеткое управление: изучение самообучающихся модулей и адаптивности систем нечетких выводов, например, при газификации в двойном псевдооживленном слое. ПИ/ПИД-регулирование: рассмотрение роли пропорционально-интегрально-дериwативного управления в регулировании температуры в газификаторе, с настройкой DDE-PI. Искусственные нейронные сети (ИНС): особое внимание уделяется моделям ANN для прогнозирования состава газа. Управление воздушным потоком: оптимизация мощности с помощью нейро-нечеткого и ПИ-регулирования. Данный обзор подчеркивает важную роль управления в процессе газификации биомассы, дает представление о стратегиях и способах применения, способствующих устойчивому производству энергии и осуществлению экологически чистого химического синтеза.

Ключевые слова: биомасса, альтернативный источник энергии, биоэнергетика, устойчивая энергетика, биотопливо, газификация биомассы, методы контроля.

REFERENCES

1. C. Sagüés, P. García-Bacaicoa and S. Serrano. «Automatic control of biomass gasifiers using fuzzy inference system». Bioresource Technology, vol. 98, no. 4, pp. 845-855, 2007.
2. Y. Wang, J. Yue and Y. Wang. «Input and output constrained multiple-models predictive control for gasifier», in Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Baoding, 2009.
3. T. Zhou. «Temperature Control Method for Water-Coal-Mixture Gasifier System Based on Fuzzy Control Rules Optimized by PSO Algorithm. In: 2nd International Conference on Measurement, Information and Control». Harbin, 2013.
4. Y. Xue, D. Li and J. Liu. «DDE-based PI Controller and its Application to Gasifier Temperature Control. In: KINTEX, International Conference on Control, Automation and Systems». Gyeonggi-do, 2010.
5. D. Li, Y. Xue, W.W. and L. Sun. «Decentralized PID controller tuning based on desired dynamic equations», in The International Federation of Automatic Control, Cape Town, 2014.
6. L. Sun, D. Li, J. Dong and Makeximu. «Probability-based Robust Optimal PI Control for Shell Gasifier in IGCC Power Plants», in 13th International Conference on Control, Automation and Systems, Gwangju, 2013.

7. D. Zhang, and Wei and B. «Convergence performance comparisons of PID, MRAC, and PID + MRAC hybrid controller». *Frontiers of Mechanical Engineering*, pp. 213-217, 2016.
8. R. Kotteeswaran and L. and Sivakumar. «Performance evaluation of optimal PI controller for ALSTOM gasifier during coal quality variations. *Journal of Process Control*», sustainable berfy, vol. 24, no. 1, pp. 27-36, 2014.
9. D. Seepersad, J. Ghouse and T. Adams. «Dynamic simulation and control of an integrated gasifier/reformer system». *Chemical Engineering Research & Design. Part I: Agile case design and control*. vol. 100, 2015.
10. X. Anitha, S. L. and J. and Jayakumar. «Design of PID filter controller with Genetic algorithm for mimo system in Modern power generation». *Modern Applied Science*, vol. 8, no. 5, pp. 186-196, 2014.
11. N. Striugas, K. Zakarauskas and A. N. R. a. P. R. Dziugys. «An evaluation of performance of automatically operated multi-fuel downdraft gasifier for energy production». *Applied Thermal Engineering*, vol. 73, no. 1, pp. 1151-1159, 2014.
12. Z. Wang, T. He, J. Qin, J. Wu, J. Li, Z. Zi, G. W. J. Liu and L. Sun. «Gasification of biomass with oxygen-enriched air in a pilot scale two-stage gasifier». *Fuel*, vol. 150, pp. 386-393, Gasification of biomass with oxygen-enriched air in a pilot scale two-stage gasifier.
13. R. Mikulandrić, D. Lončar, D. Böhning, R. Böhme and M. Beckmann. «Process performance improvement in a co-current, fixed bed biomass gasification facility by control system modifications». *Energy Conversion and Management*, no. 104, pp. 135-146, 2015.
14. C. Nae. «Blowdown wind tunnel control using an adaptive fuzzy PI controller». *INCAS Bulletin*, vol. 5, no. 3, pp. 89-98, 2013.
15. Z. Baroud, M. Benmiloud, A. Benalia and C. Ocampo-Martinez. «Novel hybrid fuzzy-PID control scheme for air supply in PEM fuel-cell-based systems». *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 4, pp. 10435-10447, 2017.

Кванттық симулятор оқу құралы ретінде

МАМИ Дархан, магистр, darkhannova@gmail.com,

¹**АМИРОВ Азамат Жанбулатович**, PhD, департамент директоры, azamat-amirov@mail.ru,

^{1*}**КОЖАНОВ Мурат Галиаскарович**, магистр, бөлім бастығы, m.kozhanov@kstu.kz,

¹**СУЛТАНОВА Бахыт Кайркеновна**, п.ф.к., оқытушы, b.sultanova@kstu.kz,

¹**ОРЫНБАСАРОВ Асхат Сәкенұлы**, магистрант, orin.asx@bk.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Кванттық есептеу саласында кванттық суперпозицияның қасиеттері бірнеше минут ішінде күрделі есептерді шешудің перспективалы әлеуетін ашады, ал классикалық компьютерлер сол есепті шешуге жылдар жұмсайды. Сондықтан көптеген мекемелер өз бағдарламаларына кванттық механика мен кванттық есептеулерге қатысты курстар енгізді. Дегенмен, қазіргі уақытта кванттық есептеулерді үйренуге арналған белгілі веб-құрал немесе ДК қолданбасы жоқ. Кванттық компьютерлер білім беру мақсатында қол жетімді емес. Оқытудың бастапқы кезеңінде оқушыларға визуалды құрал арқылы кванттық есептеулерді қолдану әдісі пайдалы болуы мүмкін. Кванттық есептеулер әдетте кванттық клапандар тізбегімен кванттық схемамен көрсетіледі. Мақалада әртүрлі клапандары, функциялары және түрлендіру ережелері бар кванттық схемаларды зерттеуге арналған білім беру тренажерін құру туралы айтылады. Бұл кванттық тренажер студенттерге бакалавриат және магистратура курстарында кванттық схема принциптерін үйренуге көмектеседі. Бұл құрал кванттық схеманы құруға, кванттық клапандарды қосуға және жоюға, түрлендіру ережелерін қолдануға және кванттық схеманың унитарлық матрицасымен жұмысын бақылауға мүмкіндік беретін функцияларды ұсынады. Кванттық схема симуляторымен жаттығу арқылы студенттер кванттық есептеу және сызықтық алгебралық функциялар туралы теориялық білім базасын нығайта алады.

Кілт сөздер: кванттық есептеу, ақпараттық жүйе, кванттық есептеулер, кванттық гейттер, суперпозиция, білім беру құралы, бакалавриат курстары.

Кіріспе

Бірнеше жыл бұрын акт кванттық механика саласында дами бастады [1]. Компьютерлік технологиялар саласындағы ғалымдар кванттық компьютерлер құру үшін кванттық механиканы зерттей бастады. Осылайша, кванттық физиканың дамуы тұрғысынан біздің күнделікті қолданатын компьютерлер мен ноутбуктерді классикалық компьютерлер деп санауға болады.

Көптеген адамдар Мур заңы өзінің соңғы нүктесіне жақындады деп санайды, өйткені күрделі схемаларды әзірлеу кезінде миллиондаған транзисторлары бар чиптер технологиялық проблемаларды тудыруы мүмкін, нәтижесінде Мур заңы жойылады. Мур заңында «Транзисторлар мен өңдеу қуатының тығыздығы екі жылда екі есе артады» делінген және бұл принцип интегралды схемада 100-ден аз транзисторлар болғаннан бері және бүгінгі күнге дейін бір интеграцияланған компьютерлік чипте миллиондаған транзисторлар болған кезде күшінде қалады [2]. Бұл «заң» 1965 жылы тұжырымдалған және осы уақытқа

дейін дәл болып келеді [3]. Кванттық физиканы енгізу электрониканың миниатюризациясының жаңа шегін анықтай алады, бұл компьютерлердің қуатын едәуір арттырады. Пауэллдің пікірінше, егер электрондар кванттық есептеу транзисторының ең кішкентай компоненттері ретінде қарастырылса, онда кванттық шекке 2036 жылы қол жеткізіледі [2]. Информатика саласындағы кванттық физиканың маңызды артықшылығын алу үшін бізге жақын арада кванттық компьютерлер мен олардың керемет қуаты қажет.

Джереми Хилтон, D-Wave жүйелерінің аға вице-президенті: «бізді күрделі процестер қоршап тұр. Оларды тиімді басқару үшін кванттық есептеулерді қолдана отырып, біз жасаған барлық нәрсені біртіндеп ете аламыз» [4]. Квантпен байланысты кез-келген есептеу кванттық есептеу деп аталады. Осы кванттық суперпозиция мүмкіндігінің арқасында, классикалық компьютерлерде шешуге көп уақыт кетуі мүмкін есептерді шешу сияқты, көптеген мүмкіндіктерді, болашақта кванттық компьютерлерден табылуы мүмкін [4].

Кванттық схема симуляторы

Бұл зерттеудің негізгі мақсаты кванттық есептеулерді зерттеу құралын жасау болып табылады. Кванттық аймақ жаңа болғандықтан және ғалымдар кванттық табиғатты жақында ғана зерттей бастағандықтан, нақты кванттық қолданбалар жоқ. Бірақ жаңа жетістіктерге жету үшін кванттық есептеулерді үйрену қажет. Көптеген университеттерде осы саланы зерттеу курстары бар. Алайда, студенттер теорияны қолдана алмауына байланысты қиындықтарға тап болуы мүмкін. Біз белгілі бір компанияның немесе университеттің кванттық компьютер құруын күте алмаймыз және оны тек білім беру мақсатында қолданамыз. Біріншіден, оның негізгі функциясы нақты мәселелерді шешу болады. Екіншіден, кванттық компьютердің құны соншалықты жоғары болады, жақын арада әлемде бірнеше ғана кванттық компьютерлер болады. Осы себепті бізге симулятор қажет. Симуляторлар модельденген жүйенің толық көшірмесі болмауы керек. Олар нақты жүйелердің шектеулі нұсқалары болып табылады және жүйенің тек қызығушылық функцияларын имитациялайды. Біздің мақсатымыз үшін кванттық схема симуляторын іске асыру жеткілікті, өйткені кванттық схемалар классикалық схемалардың кванттық эквиваленті болып табылады: кванттық схема кванттық логикалық элементтермен байланысты барлық кванттық операцияларды орындай алады [5]. Кванттық схема симуляторларын жасау – кванттық есептеулерді зерттеу үшін ұсынуға болатын ең қолайлы нәрсе.

Бұл жобаның кванттық схемалық симуляторлары, әрине, классикалық компьютерлік ресурстарды қолдана отырып жүзеге асырылады және классикалық компьютерлерде жұмыс істейді. Бұл пайдалану үшін қосымша пакеттерді орнатудың қажеті жоқ веб-бағдарлама. Кванттық схеманы құру, кванттық клапандарды немесе айналуларды қосу және жою және конверсия ережелерін қолдану сияқты, оның кванттық функциялары, кванттық схемаларды зерттеу үшін жеткілікті.

Қазіргі интернет-дүкендерде мұндай қосымша жоқ және жақын арада ол көптеген мекемелерде білім беру мақсатында қолдануға болатын маңызды құралға айналады. Интернетте ұқсас қосымшалар бар, бірақ оларда кванттық клапандардың, түрлендірулердің және бағдарламада бір уақытта жұмыс істейтін операторлардың әртүрлі түрлері сияқты барлық қажетті мүмкіндіктер жоқ. Осы себепті әр түрлі клапандар мен функциялары бар кванттық схема симуляторының веб-қосымшасы жасалды.

Кванттық схемаларға, клапандарға және кванттық есептеулерге кіріспе

Кванттық логикалық элементтер кванттық схемалардың «кірпіштері» болып табылады. Классикалық логикалық клапандармен салыстырғанда барлық кванттық клапандар қайтымды. Кванттық клапандар әдетте унитарлық матрицалар ретінде

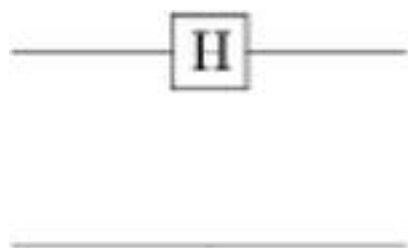
ұсынылады, олардың мөлшері кіріс кубиттерінің санына тікелей байланысты, сондықтан 2 кубит үшін матрицаның өлшемі $2^2 \times 2^2$ болады. Кубит – кванттық бит, классикалық биттің кванттық эквиваленті (0 немесе 1) [6]. Роуздың айтуынша, «бит классикалық компьютердегі ақпараттың негізгі бірлігі сияқты, кубит кванттық компьютердегі ақпараттың негізгі бірлігі болып табылады» [7]. Кванттық есептеулердің қайтымдылығына байланысты кванттық схемада кіріс кубиттерінің саны шығыс кубиттерінің санына тең болуы керек. Кванттық схема кванттық логикалық клапандарын қолдана отырып, кубиттерде логикалық операцияларды орындайтын кванттық компьютерлерді білдіреді. Әдетте қолданылатын кванттық клапандар 1 немесе 2 биттен тұратын классикалық логикалық клапандарға ұқсас 1 және 2 кубиттік матрицаларда жұмыс істейді [8]. Кванттық схемалардағы есептеулер кіріс кубиттерінің жиынтығына клапандар схемасын қолданудың нәтижесі болып табылады, ал соңғы схема унитарлық матрицамен де ұсынылған. Мысалы, сіз 2 кубиттік кванттық схеманы құрып, оған нөлдік кубиттегі Адамар клапанын және CNOT клапанын қосқыңыз келеді делік. Алдымен сіз кванттық схемаға Адамар клапанын қосасыз. Осыдан кейін сіз қажетті қасиеттері бар CNOT клапанын қосасыз. Төменде сіз Адамар клапаны мен сәйкес матрицалары бар CNOT клапаны қосылған кванттық схеманың мысалын көре аласыз.

Кубиттерден жиналған ақпарат кванттық түрлендірулер арқылы өңделеді, олар бір уақытта 1 немесе 2 кубиттен аспайды, ал қалған кубиттер өзгеріссіз қалады [8]. Бұл шағын операторлар кванттық клапандар ретінде анықталады және 2×2 мен 4×4 унитарлық матрицалардың көрінісіне ие болуы мүмкін. Кванттық логикалық клапандарды физикалық түсіндірудің бастаулары кванттық физиканың постулаттарынан туындайды, олар кубиттер арқылы деректерді ұсынуды және операторлардың әрекеттері арқылы өңдеуді сипаттауды қамтамасыз етеді.

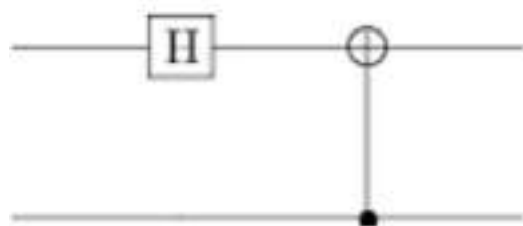
Сонымен, кванттық схема екі негізгі компоненттен тұрады: кубиттер мен клапандар немесе операторлар. Схемада нақты сызықтық алгебралық көріністерге және кванттық алгоритмдерге сәйкес келетін бірнеше кубиттер мен клапандар болуы мүмкін. Бұл кванттық схеманы құру үшін оның келесі қасиеттері болуы керек дегенді білдіреді: бұл кубиттердің реттелген жиынтығы және кубиттерге қолданылатын клапан операцияларының схемасы. Біздің веб-қосымшада жасалған кванттық схеманың мысалы төмендегі 2-суретте көрсетілген.

Алдыңғы жұмыстар

Бүгінгі таңда көптеген оқу орындарында кванттық есептеулерге қатысты пәндерді зерттеу курстары бар. Технологияның қарқынды дамуына байланысты алдағы бірнеше жылда кванттық механика және кванттық есептеу мамандарына

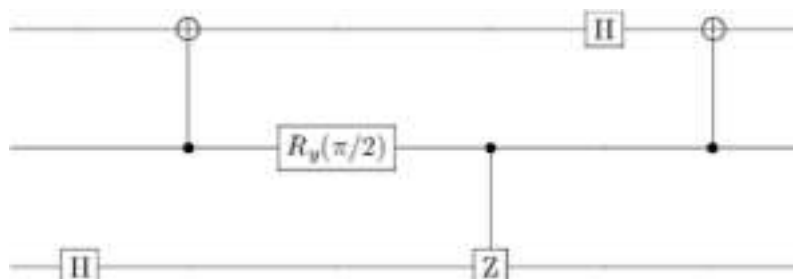


0.71	0.71	0j	0j
0.71	-0.71	0j	0j
0j	0j	0.71	0.71
0j	0j	0.71	-0.71



0.71	0.71	0	0
0.71	-0.71	0	0
0	0	0.71	-0.71
0	0	0.71	0.71

1-сурет – Кванттық схема



2-сурет – Кванттық схема экраны

сұраныс жоғары болады деп күтілуде. Дегенмен, бүгінгі күні кванттық пәндерді, әсіресе практикалық тұрғыдан үйрену қиын мәселе бар. Кванттық есептеулерді үйренудің алғашқы кезеңінде де үйренуге арналған бірнеше қолайлы құралдар бар.

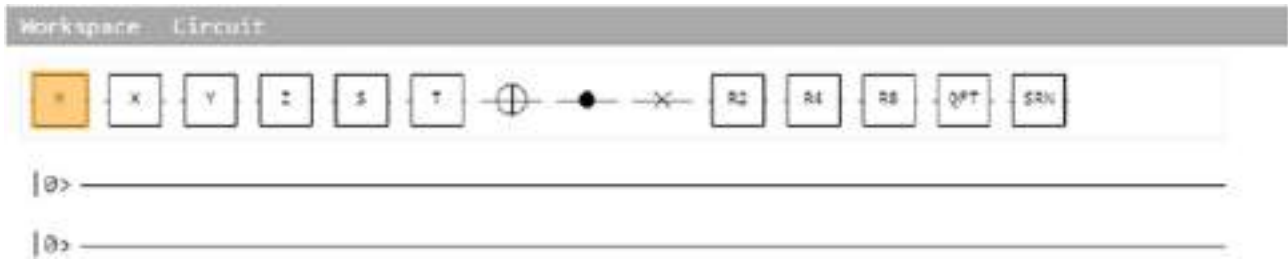
Интернетте бірнеше кванттық схема веб-симуляторлары бар. Мысалы, веб-құралдардың бірі-Дэви Вибирал [9] әзірлеген Quantum Circuit Simulator (QCS), ол тек кейбір қарапайым кванттық клапандардың әрекетін тексеру немесе қарау үшін жүзеге асырылады. Бұл жүйе өте қарапайым және оны білім беру құралы ретінде қарастыруға болмайды. 3-суреттегі QCS скриншотында көрсетілгендей, QCS өте шектеулі интерфейске ие. Ол кванттық схеманың унитарлық матрицасын нақты уақыт режимінде көрсетпейді, дегенмен біз бұл функцияны өте маңызды деп санаймыз. Онсыз схеманың суретін қоспағанда, схемада

не болып жатқаны түсініксіз.

Зерттеу көрсеткендей, білім беру мақсаттарына арналған сәйкес кванттық схема симуляторлары жетіспейді.

NOVA кванттық симуляторы

Бұл жобаның мақсаты кванттық схемаларды зерттеу үшін білім беру құралын жасау болды. Бұл біртұтас матрицаны құруға және кіріс векторын кванттық схема бойынша таратуға мүмкіндік беретін кванттық тізбектердің есептеу симуляторы. Құралдың бірнеше функциялары бар. Бұл пайдаланушыларға кванттық клапандарды біріктіру, кеңейту, кез-келген жақсы қалыптасқан кванттық схеманы түрлендіру және бағалау ережелерін құру және қолдану арқылы схемаларды жобалауға, түрлендіруге және құруға мүмкіндік береді. Бұл жобаны жүзеге асыруда бірнеше



3-сурет – QCS скриншоты [14]

нақты қадамдар болды:

1. Пайдаланушыларға кванттық клапандар жиынтығынан унитарлық матрица құруға және кіріс векторын схема бойынша таратуға мүмкіндік беретін кванттық тізбекті есептеу стимуляторын жасаңыз.

2. Пайдаланушыларға өлшеу операциясын анықтауға және оны қажетті текшеге қолдануға және оны схемаға орналастыруға мүмкіндік беріңіз.

3. Құрал үшін веб-интерфейс жасаңыз.

NOVA-ның басқа қолданыстағы кванттық симуляторлардан басты артықшылығы – ол кванттық тізбек ағынының жұмысын зерттеу үшін білім беру құралы ретінде жасалған. Сондықтан жүйенің барлық функциялары білім беру мақсаттары үшін арнайы жасалған. NOVA симуляторының пайдаланушылары N кубит өлшеміндегі кванттық тізбектерді жобалай алады және кванттық клапандармен айналулармен әртүрлі манипуляцияларды қолдана отырып, нақты уақыт режимінде схеманың унитарлық матрицасының жұмыс процесін бақылай алады. Сонымен қатар, басқа клапанның немесе айналу элементінің унитарлық матрицаға қалай әсер ететінін бақылауға болады, өйткені пайдаланушы кез келген уақытта кез келген клапандарды қосып немесе алып тастап, жұмысын жалғастыра алады.

NOVA-ның тағы бір ерекшелігі – конверсия ережелерін құру және оларды кубиттерге немесе матрицаларға қолдану мүмкіндігі. Пайдаланушылар бірнеше бұрылыстарды топтастыра алады, түрлендіру ережелерін жасай алады, содан кейін жұмысты сақтай алады. Осылайша, олар жұмысты жалғастыруға шешім қабылдаған кезде кванттық схемаға сақталған ережелерді қолдану мүмкіндігіне ие бола алады.

Сипатталған мүмкіндіктер NOVA-ны кванттық тізбектерді зерттеуге арналған қолайлы және пайдалы веб-құралға айналдырады.

Іске асыру

Бұл бөлімде NOVA кванттық схема симуляторын іске асырудың әрбір бөлігі толығырақ сипатталған. Қазіргі уақытта сервер DigitalOcean-да орналасқан және Linux операциялық жүйесінде жұмыс істейді. Жүйе бөлігі немесе жүйенің серверлік бөлігі Django Framework-те жазылған.

Интерфейс веб-бет терезесі төрт бөліктен тұрады, олардың бірі негізгі, ал қалған бөлігі қосалқы терезеде. Негізгі бөлік құрамында кубиттер, клапандар мен құралдар бар кванттық деректер тізбегінің графикалық картасын қамтиды. Бұл терезеде сіз белгілі бір клапанды, клапандар жиынтығын немесе кубиттерді таңдай аласыз, макро көмекші мәзірден макросты таңдап, оны қолдана аласыз. 1-бөлім пайдаланушыға клапан деңгейін түрлендірудің қарапайым ережесімен ауыстыруға болатын клапан көрінісіндегі макростарды анықтауға мүмкіндік береді. Терезенің екінші бөлігі терезенің негізгі бөлігінде берілген нақты уақыттағы кванттық тізбектің унитарлық матрицасын көрсетеді. Бұл терезенің қол жетімді мүмкіндіктеріне матрицалық көріністің сұранысы бойынша нақты уақытты ауыстыру және клапандар тобын ауыстыру кіреді. 3-бөлімде аты мен өлшемі бойынша көруге болатын барлық клапандар мен макростардың жиынтығы бар.

QUTIP пакеті NOVA серверін іске асыру үшін негізгі жиынтық ретінде таңдалды. Оның таңдалуының себебі оның Matplotlib-те жасалған бейнелеу құралы болды. Басқа жиынтықтарда мұндай функция болған жоқ.

Django Python алгоритмдерін іске қосуға және оларды HTML-де жазылған алдыңғы интерфейс пен байланыстыруға көмектеседі. Негізгі модель-Circuit, ал көмекші модельдер – Gate және Transformation Django-да жасалған. Бұл модельдердің дизайны файлда models.py, және барлық функциялар файлда кодталған views.py, бұл функционалдылықты пайдаланушы интерфейсімен байланыстыратын Python файлы. Алдыңғы жағы HTML және JavaScript-те жасалған. Негізгі терезеде әр айналу класына арналған кестелер бар, олар сәйкес өрістермен толтырылған. Әр кестенің төменгі жағында таңдалған клапандар мен негізгі кванттық тізбекке айналуларды қосуға арналған батырмалар бар.

Жүйенің серверлік бөлігі Django көмегімен Python бағдарламалау тілінде жүзеге асырылады. Бірінші функция – N кубиттері бар кванттық тізбекті құру. Ол схеманың моделін жасайды және оны жадта сақтайды, содан кейін кванттық есептеулермен байланысты барлық әдістер модельдің осы нұсқасымен орындалады. Пайдаланушы кіріс параметрі ретінде кванттық схеманы құру үшін

кубит нөмірін тағайындайды және «Жаңа схема» батырмасын басады. JavaScript жаңа схеманы құру функциясын ашады және Django-ға кубит санын енгізеді. The Django Utils сол пайдаланушы үшін таңдалған кубит нөмірі параметрімен кванттық схема моделінің данасын жасайды және оны сервер жадында сақтайды. Кванттық схема жасалған кезде, QuTiP оның кескінін жасайды және өзінің унитарлық матрицасымен веб-параққа жібереді. Кванттық тізбекті құрудың мысалын төменде 4-суретте көруге болады.

Екінші әдіс кванттық клапандарды қосу мен құрылған схема моделінің айналуларынан тұрады. Әдістің өзін бірнеше түрге бөлуге болады: бұрылыстар, своптар және әдеттегі кванттық клапандар. Олар бір-бірінен өте ерекшеленеді. Кейбір клапандарға фаза (бұрылу бұрышы) сияқты параметрлер қажет емес, ал басқаларына мақсаты кубиттің немесе басқару параметрі қажет болмауы мүмкін. Осылайша, әдістер әр топ үшін әртүрлі орындалады. Пайдаланушы кванттық клапанды таңдап, басқару элементтері, мақсатты кубиттер немесе бұрылу бұрышы сияқты параметрлерді тағайындайды және веб-беттегі клапандар тобын қосу батырмасын басады. JavaScript клапанды қосу немесе айналдыру функциясын ашады және параметрлерді Django-ға жібереді. The Django QuTiP белгілі бір функциялары бар таңдалған клапанды сол пайдаланушының кванттық схема моделінің данасына қосады және оны сервер жадында сақтайды. Жүйенің серверлік бөлігі клапан қосылғаннан кейін, QuTiP бүкіл кванттық схеманың сұлбасын жасайды және оны өзінің унитарлық матрицасы бар веб-параққа жібереді.

Кванттық клапандарды, таңдалған орынға бұрылыстарды немесе кванттық схемадағы ин-

дексті енгізуге арналған келесі функция алдыңғы функцияға өте ұқсас. Іске асырудың барлық кезеңдері клапан функциясын қосуға ұқсас, бірақ қосымша параметрі бар, кванттық схемада клапан индексі, мұнда пайдаланушы белгілі бір кванттық клапанды қосқысы келеді.

Бұл веб-құралдың пайдаланушысы кванттық клапандарды, бұрылыстарды өз қалауы бойынша немесе сервер жағындағы жад мүмкіндіктеріне байланысты қоса алады. Алайда, кейбір жағдайларда кейбір кванттық клапандарды ауыстыруға немесе бірнеше клапандармен ауыстыруға болады. QuTiP көмегімен күрделі клапандар үшін осындай іргелес клапандарды табу үшін тағы бір қосымша функционалдылық іске асырылды. Пайдаланушы жай ғана «көршілес клапандарды табу» батырмасын басады, ал QuTiP кванттық схеманы күрделі клапандарға талдайды. Егер оларды бірнеше қарапайым клапандармен ауыстыруға болатын болса, QuTiP жаңа схема кескінін жасайды және оны пайдаланушы интерфейсіне жібереді. Бұл жағдайда кванттық тізбектің унитарлық матрицасы өзгеріссіз қалады.

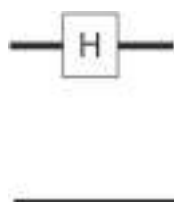
Кванттық тізбекті интерактивті етуге көмектесетін келесі функция-тізбектің өзінен клапандарды алып тастау. Бұл функция кірістіру функциясына ұқсас, өйткені пайдаланушы таңдалған элементтің индекс параметрін де жіберуі керек. QuTiP сонымен қатар кванттық схеманы автоматты түрде қайта есептейді және оның матрицасы бар жаңа схема кескінін веб-бетке жібереді.

Кванттық схема симуляторын басқа веб-қосымшалардан ерекшелендіретін негізгі функциялардың бірі-конверсия ережелерін құру мүмкіндігі. Негізгі терезеден кванттық клапандарды пайдалану арқылы пайдаланушы кванттық түр-



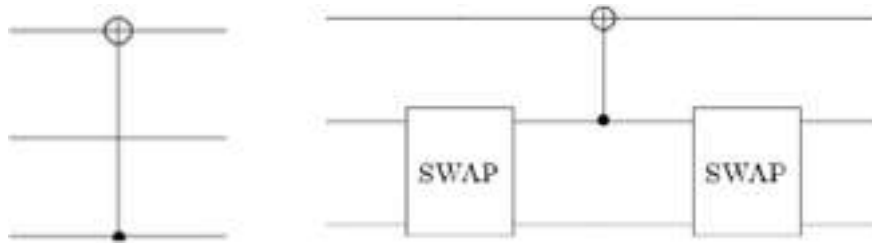
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

4-сурет – Унитарлық матрицасы бар екі кубиттік кванттық схеманы құру



0,71	0,71	0	0
0,71	0,71	0	0
0	0	0,71	0,71
0	0	0,71	0,71

5-сурет – Адамар клапанының схемасына қосу



6-сурет – CNOT клапанын SWAP және жаңа CNOT клапанына түрлендіру

лендіру ережелерін жасай алады және оларды қосымша кестеде сақтай алады.

Қорытынды

Нәтижесінде NOVA кванттық схема симуляторының жұмыс нұсқасы пайда болды. Негізгі мақсат, кванттық схемаларды зерттеу үшін білім

құралы ретінде NOVA құру болды. Оның кванттық схемасын құру, оның унитарлық матрицасын нақты уақытта көрсету, оған клапандар мен бұрылыстар қосу, түрлендіру ережелерін құру және оларды жүйеде сақтау сияқты негізгі функциялары бар. Осы функциялар шеңберінде негізгі мақсатқа қол жеткізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. S. Bone and M. Castro, «A Brief History of Quantum Computing», Sunrise (Vol. 4, spb3). [Online]. Available: https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_97/journal/vol4/spb3/
2. «Moore's law: The journey ahead» (2022), Journal: Science (Volume 378, Issue 6621, pp. 722-723).
3. James R. Powell. (2008). The Quantum Limit to Moore's Law. Proceedings of the IEEE (Vol. 96, no. 8, pp. 1247-1248).
4. Walldrop M.M. (2016). The chips are down for Moore's law. Nature International weekly journal of science (Vol. 530, no. 7589, pp. 144-147).
5. Greg Satell, «Here's How Quantum Computing Will Change the World», Forbes.com, [Online]. Available <https://www.forbes.com/sites/gregsatell/2016/10/02/heres-how-quantum-computing-will-change-the-world>
6. Wikipedia, «Quantum gate», [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_gate
7. Wikipedia, «Qubit», [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Qubit>
8. M. Rouse. (2005). Qubit. [Online]. Available <http://whatis.techtarget.com/definition/qubit>
9. Viamontes, G.F., Markov, I.L., & Hayes, J.P. (2009). Quantum circuit simulation. Springer Science & Business Media.
10. Davy Wybiral, «Quantum Circuit Simulator – Davy Wybiral», 2017 [Online]. Available: <http://www.davyw.com/quantum/>

Квантовый симулятор как обучающий инструмент

МАМИ Дархан, магистр, darkhannova@gmail.com,

¹**АМИРОВ Азамат Жанбулатович**, PhD, директор департамента, azamat-amirov@mail.ru,

¹***КОЖАНОВ Мурат Галиаскарович**, магистр, руководитель управления, m.kozhanov@kstu.kz,

¹**СУЛТАНОВА Бахыт Кайркеновна**, к.п.н., преподаватель, b.sultanova@kstu.kz,

¹**ОРЫНБАСАРОВ Асхат Сәкенұлы**, PhD, старший преподаватель, orin.asx@bk.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В области квантовых вычислений свойства квантовой суперпозиции открывают многообещающий потенциал для решения сложных задач за несколько минут, в то время как классические компьютеры тратили бы годы на решение той же задачи. Поэтому многие учреждения ввели в свои программы курсы, связанные с квантовой механикой и квантовыми вычислениями. Однако в настоящее время не существует известного веб-инструмента или приложения для ПК, предназначенного для изучения квантовых вычислений. Квантовые компьютеры недоступны для образовательных целей. На начальном этапе обучения учащимся может быть полезен способ попрактиковаться в квантовых вычислениях с помощью визуального инструмента. Квантовые вычисления обычно выражаются квантовой схемой с ее последовательностями квантовых вентилях. В статье говорится о создании образовательного симулятора для изучения квантовых схем с различными вентилями, функциями и правилами преобразования. Этот квантовый симулятор поможет студентам изучить принципы квантовой схемы на своих курсах во время обучения в бакалавриате и маги-

стратуре. Инструмент будет предлагать функции, позволяющие строить квантовую схему, добавлять и удалять квантовые вентили, применять правила преобразования и наблюдать за работой квантовой схемы с ее унитарной матрицей. Практикуясь с симулятором квантовых схем, студенты могут укрепить свою теоретическую базу знаний о квантовых вычислениях и линейных алгебраических функциях.

Ключевые слова: квантовые вычисления, симулятор, кубит, информационная система, квантовые вычисления, квантовые вентили, суперпозиция, средство обучения, курсы бакалавриата.

Quantum Simulator as a Training Tool

MAMI Darkhan, Master, darkhannova@gmail.com,

¹AMIROV Azamat, PhD, Director of Department, azamat-amirov@mail.ru,

¹*KOZHANOV Murat, Master, Head of Department, m.kozhanov@kstu.kz,

¹SULTANOVA Bakhyt, Cand. of Ped. Sci., Teacher, b.sultanova@kstu.kz,

¹ORYNBASAROV Askhat, Master Student, orin.asx@bk.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. In the field of quantum computing, the properties of quantum superposition offer a promising potential for solving complex problems in a few minutes, while classical computers would take years to solve the same problem. Therefore, many institutions have introduced courses related to quantum mechanics and quantum computing into their programs. However, there is currently no known web-based tool or PC application dedicated to the study of quantum computing. Quantum computers are not available for educational purposes. In the early stages of learning, students may benefit from a way to practice quantum computing with a visual tool. Quantum computing is usually expressed by a quantum circuit with its sequences of quantum gates. The article talks about the creation of an educational simulator for the study of quantum circuits with various gates, functions and transformation rules. This quantum simulator will help students learn the principles of quantum circuitry in their undergraduate and graduate courses. This tool will offer functions that allow you to build a quantum circuit, add and remove quantum gates, apply transformation rules, and observe the operation of a quantum circuit with its unitary matrix. By practicing with the quantum circuit simulator, students can strengthen their theoretical knowledge base about quantum computing and linear algebraic functions.

Keywords: quantum computing, simulator, qubit, information system, quantum computing, quantum gates, superposition, education tool, undergraduate courses.

REFERENCES

1. S. Bone and M. Castro, «A Brief History of Quantum Computing», Sunrise (Vol. 4, spb3). [Online]. Available: https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_97/journal/vol4/spb3/
2. «Moore's law: The journey ahead» (2022), Journal: Science (Volume 378, Issue 6621, pp. 722-723).
3. James R. Powell. (2008). The Quantum Limit to Moore's Law. Proceedings of the IEEE (Vol. 96, no. 8, pp. 1247-1248).
4. Walldrop M.M. (2016). The chips are down for Moore's law. Nature International weekly journal of science (Vol. 530, no. 7589, pp. 144-147).
5. Greg Satell, «Here's How Quantum Computing Will Change the World», Forbes.com, [Online]. Available <https://www.forbes.com/sites/gregsatell/2016/10/02/heres-how-quantum-computing-will-change-the-world>
6. Wikipedia, «Quantum gate», [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_gate
7. Wikipedia, «Qubit», [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Qubit>
8. M. Rouse. (2005). Qubit. [Online]. Available <http://whatis.techtarget.com/definition/qubit>
9. Viamontes, G.F., Markov, I.L., & Hayes, J.P. (2009). Quantum circuit simulation. Springer Science & Business Media.
10. Davy Wybiral, «Quantum Circuit Simulator – Davy Wybiral», 2017 [Online]. Available: <http://www.davyw.com/quantum/>

Modelling of Software and Hardware Information Protection Complex

¹TEN Tatiana, Dr. of Tech. Sci., Professor, tentl@mail.ru,

²SPANOVA Bakhyt, Cand. of Econ. Sci., Associate Professor, sbg789@mail.ru,

¹DROZD Vladimir, Cand. of Econ. Sci., Associate Professor, vgdrozd@mail.ru,

^{3*}KOGAY Galina, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, g.kogay@mail.ru,

³ABILDAEVA Gulnur, Master, Senior Lecturer, gulek_dil@mail.ru,

¹Karaganda University of Kazpotrebooyuz, Kazakhstan, Karaganda, Akademicheskaya Street, 9,

²NPLC «Karaganda Buketov University», Kazakhstan, Karaganda, University Street, 28,

³NPISC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. Modeling of software and hardware protection of information security of the enterprise is carried out in order to prevent and eliminate negative consequences of possible threats. Also the provision of illegal actions against unauthorized access to the information system of the enterprise is given. Features of the software and hardware complex for research of probabilistic-temporal characteristics of functioning of software systems of information protection in networks of information and telecommunication systems are described. A model of multilevel information protection system is considered. In this matter it is possible to provide technological assistance from external auditors, who will qualitatively select the information that needs protection. The process of modeling the protection system consists in building its assumed structure, investigated and obtaining with the help of the designed model the characteristics of the real system. The proposed approach in the world of high technology is necessary to competently organize the technical complex of information protection.

Keywords: information security, information protection modeling, information protection software system, software and hardware complex, multi-level information protection model.

Introduction

Any fundamental technical or technological innovation, while providing opportunities for solving some social problems and opening broad prospects for their development, always causes aggravation of others or generates new, previously unknown problems, becoming a source of new potential dangers for society. In other words, without due attention to security issues, the consequences of society's transition to new technologies can be catastrophic both for the society and its citizens. This is exactly the case with the informatization of society. The rapid development of computer technology has opened up unprecedented opportunities for humanity to automate mental and physical labour and has led to the creation of a large number of automated, information and control systems in various spheres of activity.

In this regard, unlawful distortion or falsification, destruction or disclosure of a certain part of information, as well as disorganization of the processes of its processing and transmission in information and control systems cause serious material and moral damage to many subjects (state, economy, legal entities and individuals) involved in the processes of information interaction.

The acuteness of the problem of ensuring the security of subjects of information relations, as economic subjects, protection of their legitimate interests in the use of information and control systems, stored and processed information in them is increasing. The problem of protection of computing systems becomes even more serious in connection with the development and spread of computer networks, geographically distributed systems and systems with remote access to shared resources.

«Malware creators have long noticed that not all small businesses pay adequate attention to information security. Instead of hacking into a large company's system, it is possible to steal data from several small businesses and go undetected [1]. Specially designed programmes scan computers in unprotected systems, supplying the attackers with the obtained data.

To maintain a competitive advantage, businesses need to guard their databases, process new information, and pay the right amount of attention to information security» [2].

The list of information to be protected is formed depending on the goals and objectives of business processes of a particular enterprise. These include:

- agreements and contracts, both those already concluded and those under development, and the latter obviously need more protection, as competitors, knowing the proposed conditions, can make a more favorable offer, excluding the enterprise from the competition for the order;

- information about the goods and services provided by the company;

- financial documents;

- state of material stocks, reserves;

- information about suppliers;

- personal data of both employees and customers.

Research methodology. In this matter it is possible to get technological assistance from external auditors, who will qualitatively select the information that needs to be protected. However, if the company does not have the means to hire external specialists, this issue can be solved independently. It is possible to create a commission of specialists who make a list of information to be protected.

After that, the selected information should be ranked, that is, it should be assigned a certain classification. Such griffins «for state enterprises, may be: «open information», «for official use», «classified», «top secret», «under top secret», «of special importance» [3]. In private companies, the above-mentioned griffins cannot be used, but gradation can be developed on the basis of similar word combinations.

The question arises what to base the gradation division of information on. The criterion can be a monetary assessment of possible damage, which can be obtained using the method of expert judgement. This method involves interviewing a group of experts, and the role of experts can be played by the same employees who made a preliminary list of protected information.

«First, information is divided into publicly available and restricted information. Restricted access information is divided into state secret and confidential information.

If the enterprise is non-state, the selected information can be ranked by the value of the information resource» [4].

Publicly available information circulates freely in the information flows of the enterprise. The rest of the information is subject to mandatory protection. Information constituting state secrets and personal data is prescribed in the relevant laws.

To compile this list, an expert committee of information technology specialists should be assembled. At the same time, the same expert commission assesses this information taking into account the main types of threats to the violation: confidentiality, integrity, availability of information.

In other words, the set task of protecting information in information systems are solved with the purpose of isolation from external factors for the stable functioning of the system from unauthorized access, the impact of unauthorized persons or malicious programs to the data stored in the system for the purpose of theft.

For example, the model that describes any controlled information system, we can assume that the final result of malicious influence on the system may be different. That is why it is worth immediately distinguishing several cases at once on: intentional and accidental impact on the system.

The complex system of information protection can be damaged and put out of action for example, because of a defect in the hardware part of the system. Especially important is the question of information protection due to the wrong actions of personnel working directly with access to the database, which entails a decrease in the effectiveness of information protection, taking into account other favorable conditions for the performance of data protection operations. All the above factors negatively affect the effectiveness of information protection of any kind, which are available and used in information systems [5].

When designing measures, means, methods of ensuring CSPS should be a large volume of various factors, characteristics of information carriers, staff training, possible threats, the value of stored information, technical equipment, types of communication channels, etc.

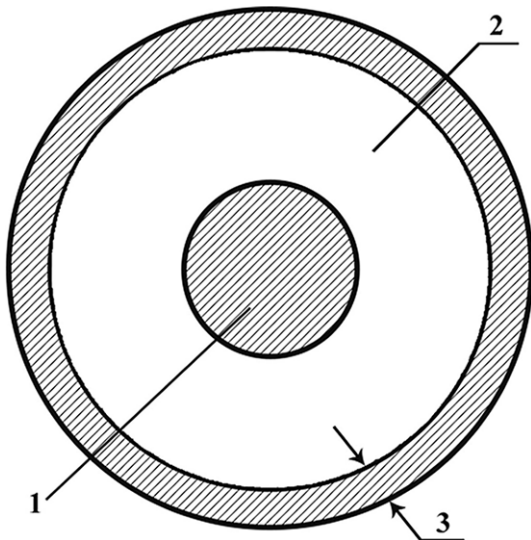
To take into account and analyse all these factors, we will choose a suitable model of the protection system. Modelling of the IS system helps to find the optimal solution for IS management, evaluation of the efficiency of protection mechanisms, properties of the system, determination of the relationship between its characteristics and values.

The process of modelling the protection system consists in building its assumed structure, investigated and obtaining with the help of the designed model the characteristics of the real system. In fact, the whole modelling process can be divided into two parts: it is the design and implementation of the model in order to determine the necessary characteristics of the system. Before choosing a model of the protection system, let us first consider the known models of CSPS [6].

The first and simplest model is depicted according to Figure 1, the main object of protection is placed in a shell called a barrier. The strength of the barrier and the defense as a whole depends on the properties of the barrier and its ability to resist intrusion attempts.

The interest in information as a subject of protection lies in its price. This property of information is taken into account when modelling the assessment of the strength of protection.

It takes into account the strength of the barrier is sufficient to ensure protection, if the planned cost of expenses for its overcoming by a potential intruder exceeds the cost of the protected information. A time characteristic can be used to assess the effectiveness of protection. The ability of information to obsolescence with the lapse of time it loses its value, so it is sufficient to take as a criterion of protection exceeding the cost of time to overcome the barrier by an intruder.



1 – protection object, 2 – barrier, 3 – barrier strength
Figure 1 – Model of the simplest information protection

The following model shown in Figure 2 is a model of multi-level protection of information. In this model there are several levels of protection. In order to get to the stored information, the intruder must overcome several levels of protection.

A model of multi-layered information security:

- perimeter security of the facility's territory;
- security of the premises;
- hardware means of protection;
- software means

- protection by cryptographic means.

The following shows the model of physical protection of access to information, this model is a multi-link protection, which is shown in Figure 3.

This model has a protective circuit which consists of several barriers of varying degrees of strength. This type of protection can be used for rooms with installed equipment. Where the ceiling, walls, windows, metal barriers, doors with code locks, etc. will serve as barriers. Providing engineering and technical means with the use of access control into the room, forming a closed circuit of the room. In this case, the closed barrier only restricts physical access to the room from unauthorized persons.

The greatest effect is achieved when using all methods, means and measures combined into a single holistic mechanism – a comprehensive information protection system. A comprehensive information protection system can be characterized as a set of means, methods, bodies and measures ensuring protection of information from disclosure, leakage and intrusion.

One of the most important conditions for ensuring the protection of information are: sufficiency, balance of interests of the enterprise and the individual, a high level of professionalism of IS service representatives, training of users to comply with the established rules of confidentiality, responsibility of personnel and management. Otherwise, without compliance with these rules, no CSPS will not provide the proper level of required information protection.

To ensure the protection of information resources of the enterprise, we will highlight two aspects:

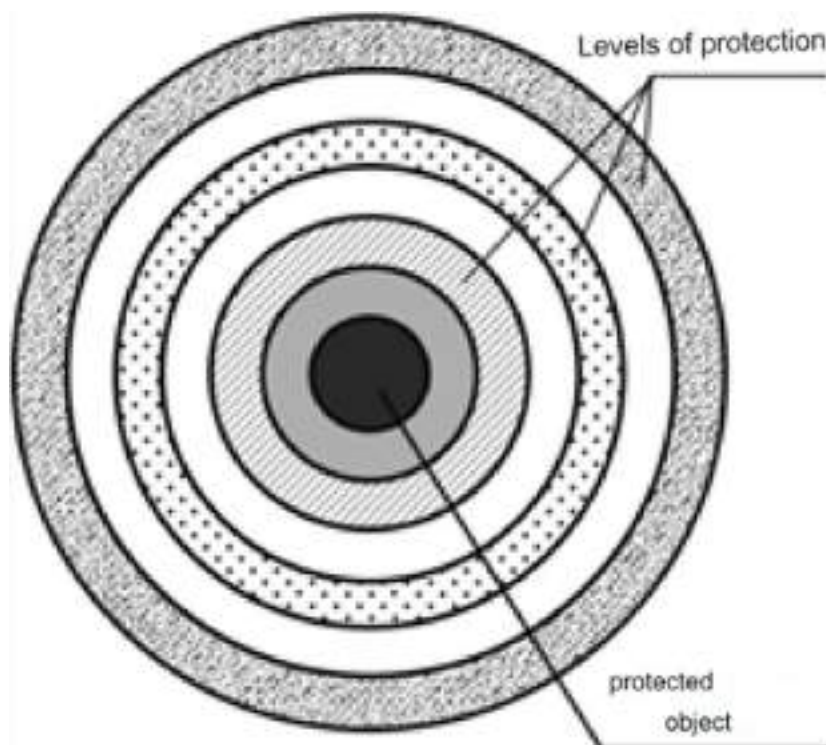
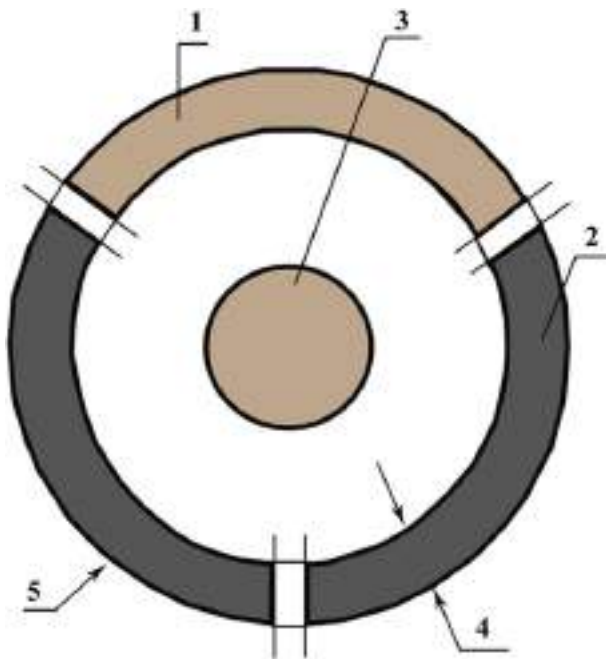


Figure 2 – A model of multi-level information protection



1, 2, 5 – contour of protection links; 2 – protection object;
4 – barriers

Figure 3 – Model of multilink information protection

1. Formal – the definition of criteria that must comply with the protected information resources.

2. Practical – to determine the strategy, security measures in relation to the considered information system.

The first and most important property of the system is the principle of «continuity» of improvement and development of CSPS. The principle of this criterion is to constantly monitor the functioning of the system to identify leakage channels, weaknesses in the system, updating and supplementing protection mechanisms depending on changes in the types of threats.

The properties by which an CSPS must conform relate to an object of standardization. Such an object must be checked for compliance with the properties and criteria. At present, there is a draft international standard «General criteria for assessing IS security».

The main purpose of the designed IS system is to ensure the stable functioning of the enterprise object, prevention of security threats, unauthorized access, protection of the customer's interests on a legal basis from unlawful encroachments, prevention of theft of financial information, loss, disclosure, leakage, destruction and disclosure of confidential information of the enterprise. The second objective of the IS system is to increase the level of quality of services provided and guarantee the security of the rights and interests of customers.

In order to achieve the set goals, it is necessary to solve the following main tasks:

- Forecasting, suppression and timely detection of threats to IS and information resources, causes and conditions that contribute to material, financial and

moral damage, disruption of its normal functioning of the system;

- Provision of functioning conditions with low probability of occurrence of security threats to information resources and infliction of various kinds of damage to information;

- Introduction of the concept as: «information» an important strategic resource of the enterprise;

- Development of the mechanism and action plan of operational response in case of IS threats and manifestation of negative trends in the system performance, timely suppression of encroachments on information resources on the basis of technical and organizational measures and means of security.

Information security system design model.

When designing an IS system, it is possible to use the following model of construction based on the adaptation of the international standard ISO 15408 and risk analysis (ISO 17799). This model is depicted in accordance with Figure 4.

This model corresponds to the normative documents on IS provision, adopted by the international standard ISO/IEC 15408 «Information technology, protection methods, criteria for IS evaluation», standard ISO/IEC 17799 «Information security management», and takes into account the development trends of modern normative base on information security issues [7].

The presented IS model is a complex of internal and external factors of their influence on the state of security, safety of material or information resources of the enterprise.

This model emphasizes the following factors:

- IS threats characterized by the probability of occurrence and the probability of implementation;

- the risk of possible damage to the organization as a result of the IS threat, resulting in the destruction, modification or leakage of information and its misuse;

- IS vulnerabilities affecting the probability of the threat occurrence.

To develop an effective IS system, it is necessary to initially analyze the risks in the field of IS. Then it is necessary to determine the optimal level of risk for the enterprise on the basis of the selected criterion. It is necessary to build an IS system in such a way as to achieve a certain level of risk.

Conclusions. Technology for carrying out analytical work. The proposed technology allows:

- Conduct a complete analysis and document the requirements of IS provision;

- reduce costs for unnecessary security measures when assessing risks;

- fulfilment of works in the shortest possible time;

- assistance in the implementation and planning of the protection system at all stages of LCIS;

- justification of the choice of measures and means to counteract the emergence of threats;

- comparing and evaluating the effectiveness of different countermeasure options.

Having studied the general questions on con-

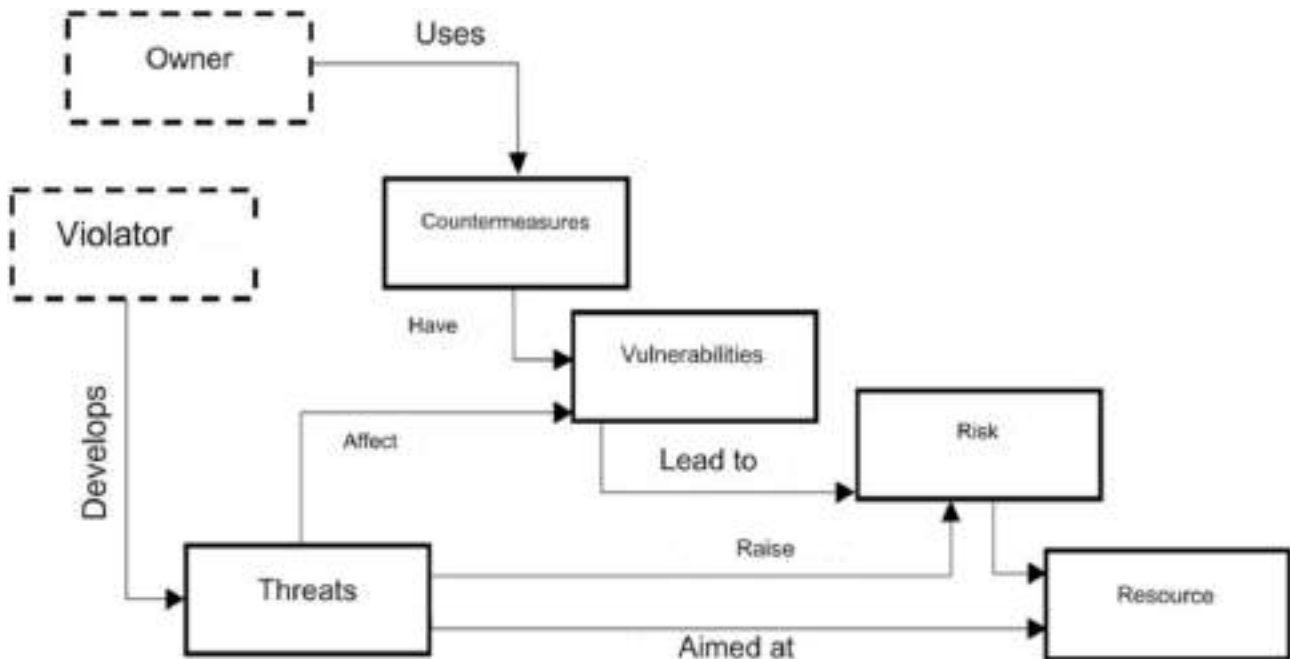


Figure 4 – Model of the enterprise IS system

struction of IS security at the enterprise, researched the results of the analysis of IS risks and assessment of its effectiveness, relying on the available analogues was designed a complex system of information protection for the enterprise.

On the basis of the conducted analysis of the SIS efficiency a number of shortcomings were revealed, including: improper storage of backup copies of information, there was no rule in relation to password protection, i.e. there was no condition for selecting the storage, length and format (presence of additional characters, capital letters, etc.) of the password.

Thus, the set technical task for the development of information protection system at the enterprise «National Platform of IT-education» LLP was fulfilled. The changes made have a significant impact on security.

At the end of the study we can draw the following conclusion that in the modern world, the world of high technology and market relations, every enterprise faces the need to protect its confidential data, and for this purpose it is necessary to competently organize the technical complex of information protection.

REFERENCES

1. Иванченко П.Ю., Кацуро Д.А., Медведев А.В., Трусов А.Н. Математическое моделирование информационной и экономической безопасности на предприятиях малого и среднего бизнеса // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-13. С. 2860-2863.
2. Баранова Е.К., Бабаш Л.В. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. 322 с. (Высшее образование). www.dx.doi.org/10.12737/1_1380.
3. Информационная безопасность открытых систем. В 2 томах. Том 1. Угрозы, уязвимости, атаки и подходы к защите / С.В. Запечников и др. – Москва: Машиностроение, 2016. 536 с.
4. Гвоздева Т.В. Проектирование информационных систем. Стандартизация: Учебное пособие / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод. – СПб: Лань, 2019. 252 с.
5. Белов В.В. Проектирование информационных систем: Учебник. – М.: Академия, 2018. 144 с.
6. Малюк А.А. Введение в защиту информации в автоматизированных системах: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. 148 с.
7. Баранова Е.К., Забродоцкий А.С. Процедура применения методологии анализа рисков OCTAVE в соответствии со стандартами серии ИСО/МЭК 27000-27005 // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 3: Образовательные ресурсы и технологии*. 2015. № 3 (11). С. 73-77.

Ақпаратты қорғаудың бағдарламалық-техникалық кешенін модельдеу

¹ТЕН Татьяна Леонидовна, т.ғ.д., профессор, tentl@mail.ru,

²СПАНОВА Бакыт Жамбыловна, э.ғ.к., доцент, sbg789@mail.ru,

¹ДРОЗД Владимир Григорьевич, э.ғ.к., доцент, vgdrozd@mail.ru,

³*КОГАЙ Галина Давыдовна, т.ғ.к., доцент, g.kogay@mail.ru,

³АБИЛДАЕВА Гулнур Балтабаевна, магистр, аға оқытушы, gulek_dil@mail.ru,

¹Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қазақстан, Қарағанды, Академическая көшесі, 9,

²«Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Университет көшесі, 28,

³«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Ықтимал қауіптердің жағымсыз салдарының алдын алу және жою мақсатында кәсіпорынның ақпараттық қауіпсіздігін бағдарламалық-аппараттық қорғауды модельдеу жүргізілді. Сондай-ақ, кәсіпорынның ақпараттық жүйесіне рұқсатсыз кіруге қарсы заңсыз әрекеттерді қамтамасыз ету көрсетілген. Ақпараттық-телекоммуникациялық жүйелер желілерінде ақпаратты қорғаудың бағдарламалық жүйелерінің жұмыс істеуінің ықтималды-уақыттық сипаттамаларын зерттеуге арналған бағдарламалық-техникалық кешеннің ерекшеліктері келтірілген. Жұмыста ақпаратты қорғаудың көп деңгейлі жүйесінің моделі қарастырылды. Бұл мәселеде қорғауды қажет ететін ақпаратты білікті түрде алатын сыртқы аудиторлар тарапынан технологиялық көмек көрсетілуі мүмкін. Қорғаныс жүйесін модельдеу процесі оның болжамды құрылымын құрудан, зерттелуден және нақты жүйенің сипаттамаларының жобаланған моделін қолданудан тұрады. Ұсынылған тәсіл жоғары технологиялар әлемінде ақпаратты қорғаудың техникалық кешенін сауатты ұйымдастыру қажет екенін сипаттайды.

Кілт сөздер: ақпараттық қауіпсіздік, ақпаратты қорғауды модельдеу, ақпаратты қорғаудың бағдарламалық жүйесі, бағдарламалық-техникалық кешен, ақпаратты көп деңгейлі қорғау моделі.

Моделирование программно-технического комплекса защиты информации

¹ТЕН Татьяна Леонидовна, д.т.н., профессор, tentl@mail.ru,

²СПАНОВА Бакыт Жамбыловна, к.э.н., доцент, sbg789@mail.ru,

¹ДРОЗД Владимир Григорьевич, к.э.н., доцент, vgdrozd@mail.ru,

³*КОГАЙ Галина Давыдовна, к.т.н., доцент, g.kogay@mail.ru,

³АБИЛДАЕВА Гулнур Балтабаевна, магистр, старший преподаватель, gulek_dil@mail.ru,

¹Қарағанды университеті Қазпотребсоюз, Қазақстан, Қарағанда, ул. Академическая, 9,

²НАО «Қарағанды университеті имені Е.А. Букетова», Қазақстан, Қарағанда, ул. Университетская, 28,

³НАО «Қарағанды университеті имені Абылқаса Сағинова», Қазақстан, Қарағанда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Проводится моделирование программно-аппаратной защиты информационной безопасности предприятия с целью предупреждения и устранения негативных последствий возможных угроз. Также предусмотрено обеспечение противоправных действий против несанкционированного доступа к информационной системе предприятия. Описаны особенности программно-технического комплекса для исследования вероятностно-временных характеристик функционирования программных систем защиты информации в сетях информационно-телекоммуникационных систем. Рассматривается модель многоуровневой системы защиты информации. В данном вопросе возможна технологическая помощь со стороны внешних аудиторов, которые квалифицированно отберут информацию, нуждающуюся в защите. Процесс моделирования системы защиты заключается в построении её предполагаемой структуры, исследуемой и полученной при помощи спроектированной модели характеристик реальной системы. Предложенный подход в мире высоких технологий необходимо грамотно организовать как технический комплекс защиты информации.

Ключевые слова: информационная безопасность, моделирование защиты информации, программная система защиты информации, программно-технический комплекс, модель многоуровневой защиты информации.

REFERENCES

1. Ivanchenko P.Ju., Kacuro D.A., Medvedev A.V., Trusov A.N. Matematicheskoe modelirovanie informacionnoj i jekonomicheskoy bezopasnosti na predpriyatijah malogo i srednego biznesa // Fundamental'nye issledovanija. 2013. No. 10-13. Pp. 2860-2863.
2. Baranova E.K., Babash L.V. Informacionnaja bezopasnost' i zashhita informacii: Uchebnoe posobie, 3-e izd., pererab. i dop. – Moscow: RIOR: INFRA-M, 2016. 322 p. (Vyssee obrazovanie). www.dx.doi.org/10.12737/1_1380.
3. Informacionnaja bezopasnost' otkrytyh sistem. V 2 tomah. Tom 1. Ugrozy, ujazvimosti, ataki i podhody k zashhite / S.V. Zapechnikov i dr. – Moscow: Mashinostroenie, 2016. 536 p.
4. Gvozdeva, T.V. Proektirovanie informacionnyh sistem. Standartizacija: Uchebnoe posobie / T.V. Gvozdeva, B.A. Ballod. – Saint Petersburg: Lan', 2019. 252 p.
5. Belov V.V. Proektirovanie informacionnyh sistem: Uchebnik. – Moscow: Akademija, 2018. 144 p.
6. Maljuk A.A. Vvedenie v zashhitu informacii v avtomatizirovannyh sistemah: Uchebnoe posobie. – Moscow: Gorjachaja linija – Telekom, 2016. 148 p.
7. Baranova E.K., Zabrodockij A.S. Procedura primenenija metodologii analiza riskov OCTAVE v sootvetstvii so standartami serii ISO/MJeK 27000-27005. Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.Ju. Vitte. Serija 3: Obrazovatel'nye resursy i tehnologii. 2015. No. 3 (11). Pp. 73-77.

Разработка алгоритма распознавания казахско-латинского алфавита на изображении

¹КУЛМАГАМБЕТОВА Жумажан Калдыгуловна, к.т.н., доцент, kulma_zh@mail.ru,

¹МҰРЗАҒҰЛОВ Дамир Тобылұлы, магистрант, murzagulov.damir97@gmail.com,

²*БИГАЛИЕВА Альфия Замировна, PhD, старший преподаватель, a.bigaliev@kstu.kz,

¹НАО «Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова», Казахстан, Актюбе, пр. А. Молдагуловой, 34,

²НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Работа посвящена исследованию процесса распознавания алфавита на изображении. Целью является реализация нейронной сети на основе архитектуры свёрточных нейронных сетей для распознавания казахско-латинского алфавита. Рассматривается возможность применения нового алгоритма распознавания казахско-латинского алфавита на изображении с использованием свёрточной нейронной сети на практике. Сформирована свёрточная нейронная сеть, которая была обучена различать рукописные английские буквы и цифры, так как для казахско-латинского алфавита отличительной чертой являются специфические символы и графические особенности. Произведено построение модели нейронной сети для предварительной обработки набора данных. На основе модели синтезирован проверочный набор данных, который используется для оценки и контроля качества модели во время обучения, и тестовый набор данных, предназначенный для окончательной оценки производительности модели после завершения процесса обучения. Представлена общая формулировка эффективного алгоритма, способного автоматически распознавать символы казахско-латинского алфавита на изображениях и представлять их в текстовом формате. Предложен новый подход, основанный на использовании глубоких свёрточных нейронных сетей.

Ключевые слова: алгоритм, текст, символ, распознавание, нейронная сеть, категориальная кроссэнтропия, пиксель, свёртка, казахско-латинский алфавит, матрица.

Введение

Мозг человека содержит миллиарды нейронов – узкоспециализированных клеток, предназначенных для приема, обработки, хранения, передачи и высвобождения информации извне с помощью электрических и химических сигналов [2].

На основе нейронов человеческого мозга была построена искусственная нейронная сеть. Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, основанная на принципе организации и работы биологических нейронных сетей живого организма, включая его программную реализацию. Базовое понятие искусственных нейронных сетей – это искусственный нейрон, который сам по себе является соединителем всех поступающих в него сигналов [2].

Основными архитектурами нейронных сетей являются сети прямого распространения и персептроны. Эти нейронные сети очень просты [3].

Существуют также свёрточные нейронные сети. Этот тип нейронной сети сильно отличается от остальных. Свёрточные нейронные сети обыч-

но используются для классификации изображений. Главной особенностью этой нейронной сети является «сканер», который считывает изображение по частям, и процесс «свертки», который уменьшает размер матрицы признаков изображения [4].

Методы исследования

Для распознавания казахско-латинского алфавита на изображении с использованием свёрточной нейронной сети разработан и исследован новый алгоритм.

Основными этапами для реализации этой задачи были выделены следующие:

- 1) Обучение нейронной сети для распознавания букв казахско-латинского алфавита.
- 2) Определение на изображении букв.
- 3) Разбить изображение на части с буквами.
- 4) Распознать на отдельных изображениях находящиеся на них буквы.
- 5) Составить из полученных с изображений букв слово.
- 6) Расставить пробелы между разными

словами.

Для обучения модели была выбрана свёрточная нейронная сеть, которая была обучена различать рукописные английские буквы и цифры. Выбор свёрточной нейронной сети обусловлен тем, что на данный момент у данной разновидности нейронных сетей один из лучших алгоритмов распознавания и классификации изображений. По сравнению с полносвязной нейронной сетью, у нее гораздо меньше количество настраиваемых весов. Главной особенностью свёрточной нейронной сети является «свертка». Процесс «свертки» представляет собой уменьшение размера матрицы признаков входного изображения. Для получения ячейки матрицы уменьшенного размера элементы исходной матрицы в определённой области умножают на вес с последующим суммированием всех элементов в этой области. Чтобы получить следующую ячейку уменьшенной матрицы, происходит сдвиг области и выполнение тех же действий.

Описанную выше последовательность действий можно записать формулой:

$$(I \cdot K)_{xy} = \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^w K_{ij} \cdot I_{x+i-1,y+j-1}, \quad (1)$$

где I – исходная матрица признака, K – матрица веса, x и y – индексы выбранного блока, h и w – высота и ширина [5].

На рисунке 1 показан процесс свертки матрицы признака размерностью $7 \times 7 = 49$ признаков, которая обозначена буквой I . «Сетка» входной матрицы I размером 3×3 «клетки» умножается поэлементно на элементы матрицы весов K , после чего полученные значения матрицы суммируются, а полученное значение заносится в клетку выходной матрицы. Затем происходит сдвиг «сетки» и повторение вышеописанных действий.

В зависимости от типа проекта, использование различных наборов данных для обучения нейронных сетей может оказаться весьма полезным. Существует несколько популярных классификаций наборов данных, которые могут быть использованы в различных задачах машинного обучения.

Один из таких наборов данных – MNIST. Он представляет собой собрание изображений рукописных цифр от 0 до 9. MNIST широко используется для обучения нейронных сетей в задачах распознавания цифр.

Еще два популярных набора данных – CIFAR-10 и CIFAR-100. Они содержат изображения, разделенные на 10 и 100 классов соответственно. Эти наборы данных широко применяются в области классификации изображений.

Одним из самых масштабных наборов данных является ImageNet. Он включает более 1,4 миллиона изображений, относящихся к более чем 1000 классам. ImageNet является одним из наиболее популярных наборов данных для обучения глубоких нейронных сетей в области классификации

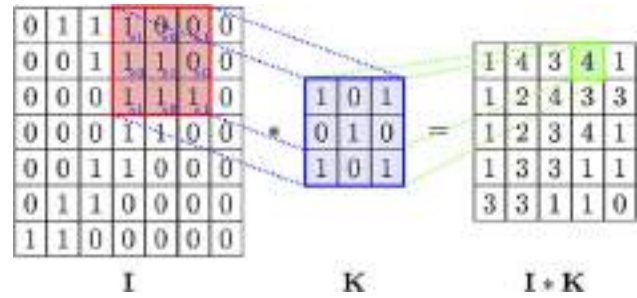


Рисунок 1 – Процесс «свертки»

изображений.

Если речь идет о задаче обнаружения объектов, то широко используется набор данных COCO. Он содержит более 330000 изображений, иллюстрирующих различные объекты в различных контекстах.

Для задач машинного перевода часто применяется набор данных WMT, который представляет собой сборник параллельных текстов на нескольких языках [6].

Однако иногда может возникнуть необходимость создать собственный набор данных. Изначально отсутствовала подходящая готовая база данных для казахско-латинского алфавита. По этой причине был разработан собственный набор данных, состоящий из 99736 изображений, сгенерированных при использовании 410 различных шрифтов. Этот набор данных может быть весьма полезен при обучении нейронных сетей в задачах, связанных с казахско-латинским алфавитом.

Этапы создания и обучения нейросетевой модели представлены ниже. Перед построением модели нейронной сети необходимо провести предварительную обработку набора данных (рисунок 2).

В первую очередь, изображения из готовой базы данных приводятся к определенному размеру. В данной работе размер изображений был изменен до 50×50 пикселей. Важно отметить, что входные изображения могут быть цветными. Поэтому перед использованием их в модели изображения преобразуются из цветовой модели RGB (красный, зеленый, синий) в градиентно-серую (рисунок 3).

Каждый пиксель в обработанном наборе данных имеет значение, которое находится в диапазоне от 0 до 255. Для обеспечения более эффективного обучения нейронной сети выполняется процесс нормализации данных. Нормализация нейронной сети заключается в приведении входных данных к стандартной нормализованной форме. Это позволяет повысить производительность нейронной сети и ускорить ее сходимость к оптимальному решению. Обычно данные нейронной сети имеют различный масштаб и диапазон значений. Это может вызвать проблемы при обучении, поскольку большие входные значения могут

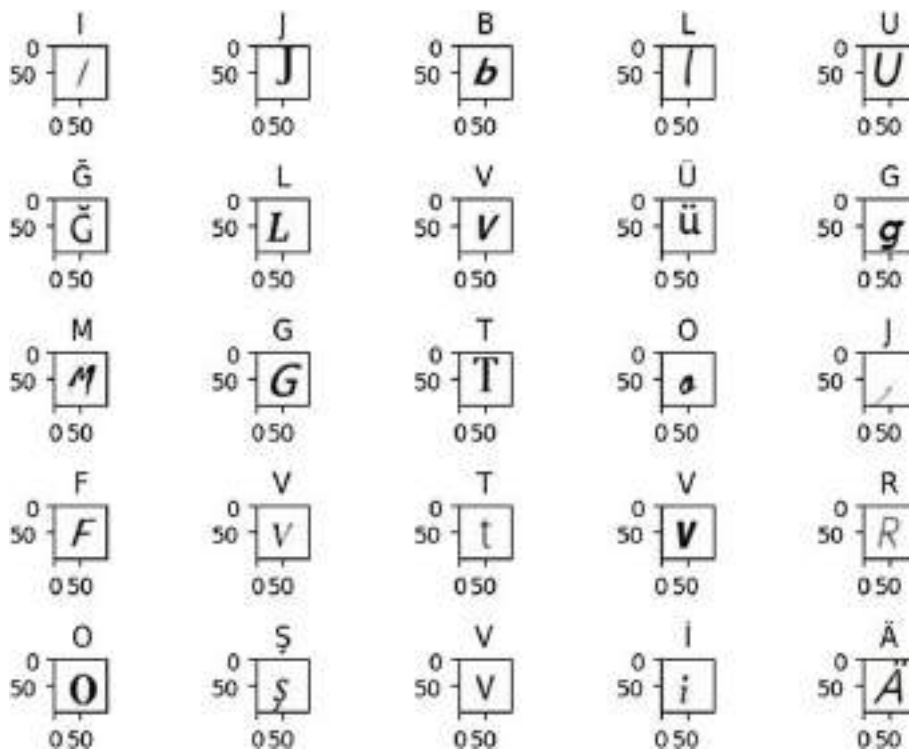


Рисунок 2 – Набор данных

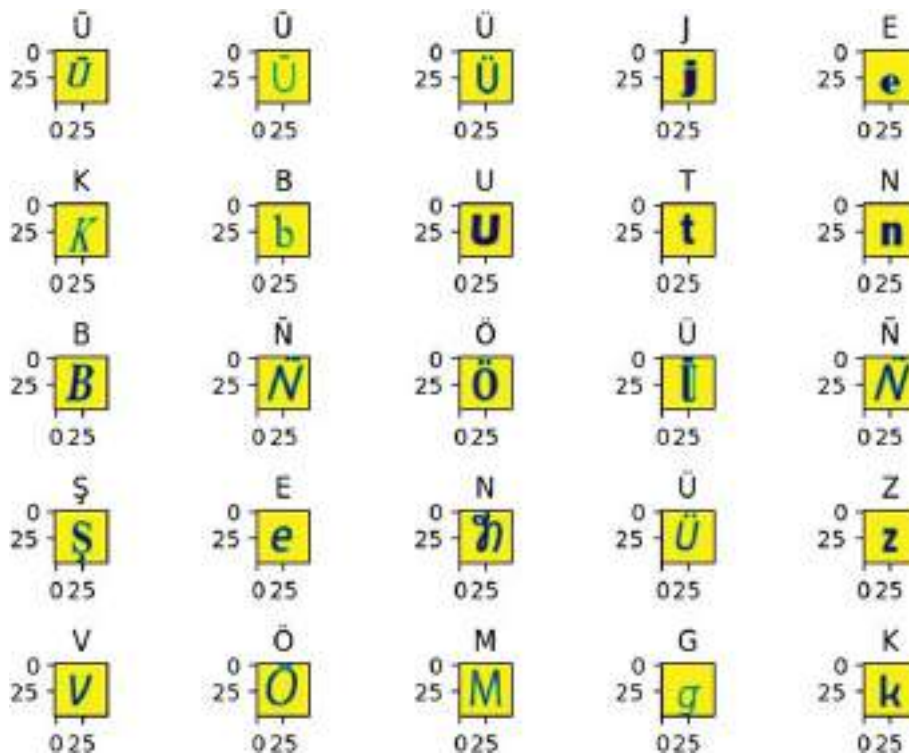


Рисунок 3 – Обработанный набор данных

привести к насыщению функции активации и замедлить сходимость нейронной сети. Кроме того, большие различия в масштабе входных данных могут снизить эффективность градиентного спуска в процессе обучения. Нормализация решает

эти проблемы путем преобразования входных данных в стандартный диапазон значений, например, от 0 до 1 или по стандартному нормальному распределению со средним значением 0 и стандартным отклонением 1. Такой подход делает гра-

диентный спуск более эффективным и быстрым [7].

После завершения процесса нормализации данных, происходит переход к важному этапу – разделению набора данных на три части: обучающий набор, проверочный набор и тестовый набор. Этот шаг необходим для построения надежной модели нейронной сети, позволяющей оценить качество работы модели на независимых данных и избежать проблемы переобучения.

Обучающий набор данных представляет собой набор, на котором модель будет обучаться. Проверочный набор данных используется для оценки и контроля качества модели во время обучения. Наконец, тестовый набор данных предназначен для окончательной оценки производительности модели после завершения процесса обучения. Существует несколько стратегий разделения набора данных на эти три части, но одним из наиболее распространенных подходов является случайное распределение. В данной работе использовалось соотношение 70% обучающего набора, 20% проверочного набора и 10% тестового набора.

Научные результаты

На ранних этапах исследования был проведен анализ различных типов и архитектур нейронных сетей. В результате была выбрана наиболее эффективная архитектура для алгоритма распознавания казахско-латинского алфавита – свёрточная архитектура (рисунок 4).

Следующим этапом в данной работе является создание модели нейронной сети. Строится модель, состоящая из нескольких слоев, для этого использовалась библиотека Keras.

С использованием класса Sequential в библиотеке Keras есть возможность создать последовательную коллекцию слоев, которые идут друг за другом (рисунок 5). В данной работе добавляются следующие параметры:

Слой Convolution2D: Этот слой позволяет создать свёрточный слой с ядром и получить выходной тензор. Здесь определяется размер ядра с помощью параметра kernel_size, где первый параметр указывает высоту, а второй – ширину окна свертки.

Слой Input_shape: Эта функция преобразует входное двумерное изображение размером 28 x 28 пикселей в одномерный массив из 784 пикселей. Активация 'relu' представляет функцию активации, которая используется для вычисления выходного сигнала нейрона. Функция активации необходима для введения нелинейности в модель.

Слой ReLU: Rectified Linear Unit (ReLU) представляет собой функцию активации, которая применяется к выходу предыдущего слоя. Формула функции ReLU выглядит следующим образом:

$$f(x) = \max(0, x). \quad (2)$$

Функция ReLU помогает в моделировании нелинейных отношений и обеспечивает более гибкую модель (рисунок 6).

Слой ZeroPadding2D: Свёрточные нейронные сети используют заполнение нулями для управления размером вывода после операции свертки. При свертке размерность данных обычно уменьшается. Однако это может привести к потере информации по краям изображений и ограничению видимости нейронной сети. Для избегания этой

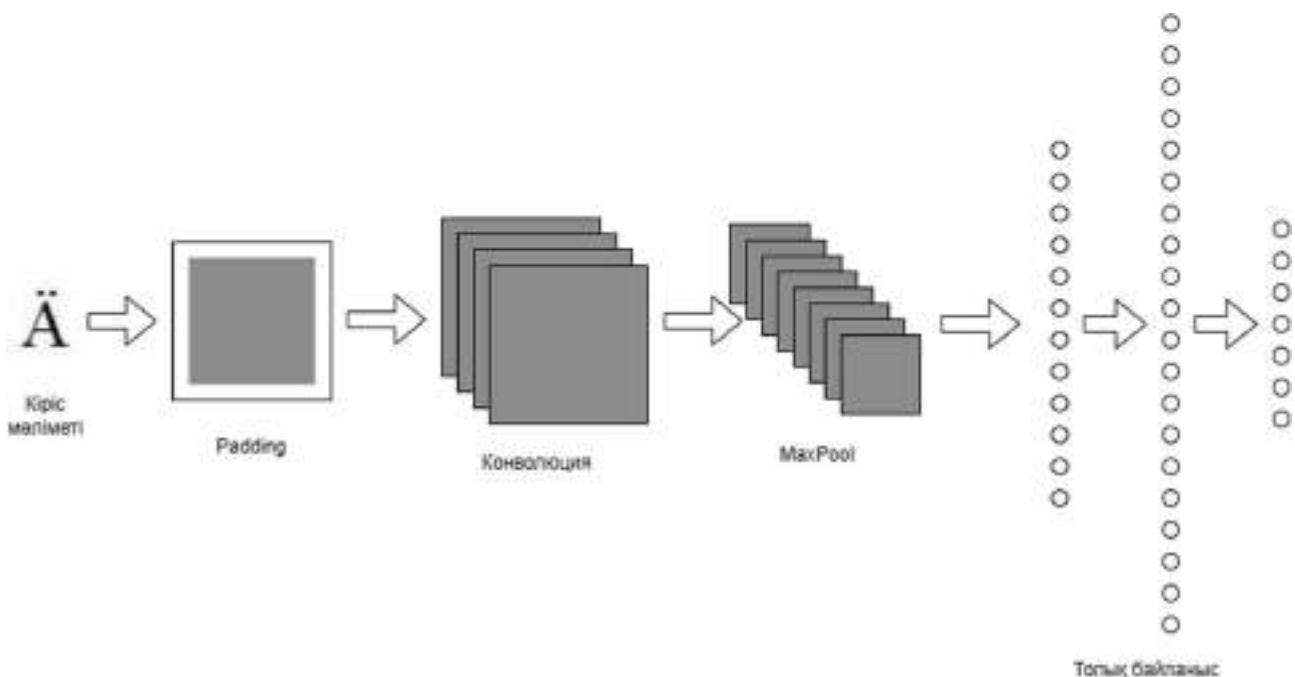


Рисунок 4 – Архитектура нейронной сети


```

model = Sequential()

model.add(ZeroPadding2D(padding=(1,1)))
model.add(Conv2D(8,(3,3),1, activation="relu", input_shape=(50,50,1)))
model.add(MaxPooling2D())

model.add(ZeroPadding2D(padding=(1,1)))
model.add(Conv2D(16,(3,3),1, activation="relu"))
model.add(MaxPooling2D())

model.add(ZeroPadding2D(padding=(1,1)))
model.add(Conv2D(32,(3,3),1, activation="relu"))
model.add(MaxPooling2D())

model.add(Flatten())

model.add(Dense(248, activation="relu"))
model.add(Dense(128, activation="relu"))
model.add(Dense(31, activation="softmax"))

model.compile("adam", loss=tf.losses.CategoricalCrossentropy(), metrics=["accuracy"])
    
```

Рисунок 5 – Программа создания модели

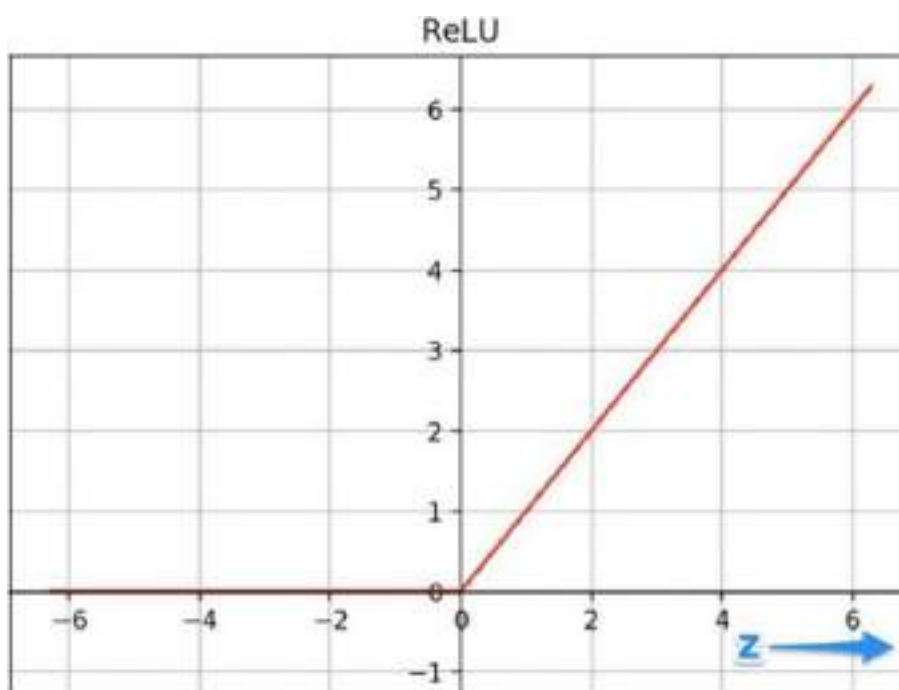


Рисунок 6 – График активации «ReLU»

проблемы используется слой ZeroPadding2D, который добавляет нули вокруг входных данных перед применением операции свертки. Это позволяет сохранить размерность данных и предотвратить сужение поля зрения.

Слой MaxPooling2D используется в нейронных сетях для обработки двумерных данных, таких как изображения. Он выполняет уменьше-

ние размерности пространства признаков, выбирая наибольшее значение из каждой подобласти входных данных (обычно размером 2x2 или 3x3) и перемещаясь по изображению с заданным шагом (2 или 3). Это позволяет уменьшить количество параметров в модели, упростить вычисления и избежать переобучения, выделяя наиболее важные особенности изображения.

Слой Flatten является промежуточным слоем, который преобразует многомерный входной тензор в одномерный тензор. Обычно этот слой размещается перед полносвязными слоями (Dense) нейронной сети. Например, если размер входного тензора составляет (размер пакета, высота, ширина, каналы), то после применения слоя Flatten получается одномерный тензор размерности (размер пакета, высота * ширина * каналы). Этот слой позволяет преобразовать выходные данные предыдущих слоев в форму, которая может быть использована полносвязными слоями, ожидающими одномерный входной тензор. Кроме того, слой Flatten может уменьшить размерность входных данных, что способствует упрощению модели и уменьшению вычислительной сложности.

Слой Dense, также известный как полносвязный слой, является типом слоя в нейронной сети, где каждый нейрон входного слоя связан с каждым нейроном выходного слоя. Это означает, что все нейроны входного слоя соединены со всеми нейронами выходного слоя. Во время обучения нейронной сети слой Dense выполняет линейное преобразование входных данных, взвешивая каждый вход с помощью соответствующей функции, а затем применяет нелинейную функцию активации (например, ReLU, Sigmoid, Tanh) для получения выходных данных.

$$\text{soft max}(z_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^k e^{z_j}}. \quad (3)$$

Функция активации Softmax, представленная формулой (3), широко используется в задачах классификации множества классов. Она принимает входной вектор z и вычисляет вероятности для каждого класса i , масштабируя индекс z_i относительно суммы всех индексов. Таким образом, Softmax функция преобразует выходные значения в вероятности, где каждое значение представляет вероятность принадлежности к соответствующему классу [8].

Количество классов обозначается переменной k .

Это очень важно, так как функция Softmax позволяет получить вероятности для каждого класса, где сумма всех вероятностей равна 1. Это полезно, поскольку нейронная сеть может предсказывать вероятности для каждого класса, а не только определять наиболее вероятный класс. В процессе обучения нейронной сети с использованием функции активации Softmax обычно минимизируются кросс-энтропийные потери, которые измеряют расхождение между предсказанными вероятностями и фактическими метками классов.

При компиляции модели определяют факторы, влияющие на дальнейший процесс обучения нейронной сети. В частности, метод компиляции принимает следующие важные параметры:

Оптимизатор: это алгоритм оптимизации, используемый во время обучения. Здесь есть воз-

можность выбора из различных оптимизаторов, таких как Адам, SGD (стохастический градиентный спуск) и других. Каждый оптимизатор имеет свои особенности и может быть более или менее подходящим для конкретной задачи обучения нейронной сети.

Функция потерь: это функция, которая измеряет несоответствие между выходными значениями нейронной сети и целевыми значениями. Например, для задачи двоичной классификации есть возможность выбора функции потерь «binary_crossentropy», а для задачи классификации нескольких классов – «categorical_crossentropy». Выбор подходящей функции потерь важен для успешного обучения модели.

Метрики: это метрики, используемые для оценки производительности модели во время обучения. Например, выбор метрики «accuracy» (точность), которая измеряет долю правильно классифицированных образцов, или другие метрики, такие как «precision» (точность), «recall» (полнота) и т.д. Выбор подходящих метрик зависит от конкретной задачи и требований к модели.

Метод оптимизации Adam (Adaptive Moment Estimation) является эффективным способом обучения нейронных сетей. Он объединяет преимущества двух других методов – AdaGrad и RMSProp. Алгоритм Adam использует первый и второй моменты градиента для настройки скорости обучения и момента. При использовании Adam вычисляется градиент функции потерь с помощью весов, обновляем первый и второй моменты градиента с помощью экспоненциального скользящего среднего, рассчитываем скорость обучения и время на текущем шаге оптимизации и обновляем веса с учетом рассчитанной скорости обучения и импульса. Adam имеет преимущество в том, что он может изменять скорость обучения в разных частях функции потерь, что позволяет достичь оптимальных значений функции потерь. Этот метод считается одним из наиболее эффективных для оптимизации нейронных сетей.

Категориальная кроссэнтропия – это функция потерь, широко используемая в задачах классификации с несколькими классами. В нейронных сетях она используется для измерения разницы между предсказанными вероятностями классов и фактическими метками классов. Когда модель нейронной сети предсказывает вероятности принадлежности к каждому классу, категориальная кроссэнтропия вычисляет сумму логарифмов предсказанных вероятностей отрицательных истинных классов. Это позволяет оценить затраты на классификацию и минимизировать их [9].

Выводы

В ходе исследования были проанализированы существующие методы распознавания текста и основные методы машинного обучения. Также была реализована нейронная сеть на основе архитектуры сверточных нейронных сетей для распоз-

навания казахского латинского алфавита. Данная задача требовала предварительной обработки и подготовки данных, а также выбора подходящей архитектуры нейронной сети. Сверточные ней-

ронные сети являются мощным инструментом для работы с изображениями и текстовыми данными, поэтому они были выбраны для решения данной задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Oralbayeva N. Amirova A. Telisheva Zh. Zhanatkyzy A. Aimysheva A. Sandygulova A. Montessori-based Design of Long-term Child-Robot Interaction for Alphabet Learning // ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2023. – Pp. 691-695.
2. Омеляненко Я. Эволюционные нейросети на языке Python. – М.: ДМК-Пресс, 2020. – 310 с.
3. Кук Д. Машинное обучение с использованием библиотеки H2O. – М.: ДМК-Пресс, 2018. – 252 с.
4. Шарден Б., Боскетти А., Массарон Л. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python. – М.: ДМК-Пресс, 2018. – 360 с.
5. Что такое свёрточная нейронная сеть [Электронный ресурс]. – 2016. <https://habr.com/ru/post/309508>
6. Thevenoux R., LE V.L., Villessèche H., Buisson A., Beurton-Aimar M., Grenier E., Folcher L., Parisey N. Image based species identification of Globodera quarantine nematodes using computer vision and deep learning [Электронный ресурс] // 2021. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106058>
7. Sukanya J., Rajiv Gandhi K., Palanisamy V. An assessment of machine learning algorithms for healthcare analysis based on improved MapReduce. [Электронный ресурс] // 2022. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103285>
8. Николенко С., Архангельская Е., Кадуринов А. Глубокое обучение. – СПб: Питер, 2020. – 480 с.
9. Гудфеллоу Я., Курвиль А., Бенджио И. Глубокое обучение. – М.: ДМК-Пресс, 2018. – 654 с.

Кескіндегі қазақ-латын әліпбиін тану алгоритмін әзірлеу

¹**КУЛМАГАМБЕТОВА Жумажан Калдыгуловна**, т.ғ.к., доцент, kulma_zh@mail.ru,

¹**МҰРЗАҒҰЛОВ Дамир Тобылұлы**, магистрант, murzagulov.damir97@gmail.com,

²***БИГАЛИЕВА Альфия Замировна**, PhD, аға оқытушы, a.bigaliev@kstu.kz,

¹«Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті» КеАҚ, Қазақстан, Ақтөбе, Ә. Молдағұлова даңғылы, 34,

²«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды,

Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыс суреттегі алфавитті тану процесін зерттеуге арналған. Мақсаты қазақ латын әліпбиін тану үшін конволюциялық нейрондық желілердің архитектурасы негізінде нейрондық желіні іске асыру болып табылады. Қазақ-латын әліпбиін танудың жаңа алгоритмін суретте конволюциялық нейрондық желіні қолдана отырып қолдану мүмкіндігі қарастырылуда. Конвульсиялық нейрондық желі құрылды, ол қолжазба ағылшын әріптері мен сандарын ажыратуға үйретілді, өйткені қазақ-латын әліпбиі үшін ерекше белгілер мен графикалық ерекшеліктер айрықша белгі болып табылады. Деректер жиынтығын алдын-ала өңдеу үшін нейрондық желі моделі жасалды. Модель негізінде оқыту кезінде модельдің сапасын бағалау және бақылау үшін қолданылатын тексеру деректер жиынтығы және оқу процесі аяқталғаннан кейін модельдің өнімділігін түпкілікті бағалауға арналған сынақ деректер жиынтығы синтезделді. Суреттердегі қазақ-латын әліпбиінің таңбаларын автоматты түрде тануға және оларды мәтіндік форматта ұсынуға қабілетті тиімді алгоритмнің жалпы тұжырымы ұсынылған. Терең конволюциялық нейрондық желілерді қолдануға негізделген жаңа тәсіл ұсынылды.

Кілт сөздер: алгоритм, мәтін, символ, тану, нейрондық желі, категориялық кроссентропия, пиксель, конволюция, қазақ-латын әліпбиі, матрица.

Development of an Algorithm for Recognition of the Kazakh-Latin Alphabet in the Image

¹**KULMAGAMBETOVA Zhumazhan**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, kulma_zh@mail.ru,

¹**MURZAGULOV Damir**, Master Student, murzagulov.damir97@gmail.com,

²***BIGALIYEVA Alfija**, PhD, Senior Lecturer, a.bigaliev@kstu.kz,

¹NPJSC «K. Zhubanov Aktobe Regional University», Kazakhstan, Aktobe, A. Moldagulova Avenue, 34,

²NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The work is devoted to the study of the alphabet recognition process in the image. The goal is to implement a neural network based on the architecture of convolutional neural networks for recognition of the Kazakh Latin alphabet. The possibility of applying a new algorithm for recognizing the Kazakh-Latin alphabet in an image using a convolutional

neural network in practice is considered. A convolutional neural network was formed, which was trained to distinguish handwritten English letters and numbers, since specific symbols and graphic features are a distinctive feature for the Kazakh-Latin alphabet. A neural network model has been constructed for preprocessing a data set. Based on the model, a test data set is synthesized, which is used to evaluate and control the quality of the model during training, and a test data set intended for final evaluation of the model's performance after the training process is completed. The general formulation of an effective algorithm capable of automatically recognizing the symbols of the Kazakh-Latin alphabet in images and presenting them in text format is presented. A new approach based on the use of deep convolutional neural networks is proposed.

Keywords: *algorithm, text, symbol, recognition, neural network, categorical crossentropy, pixel, convolution, Kazakh-Latin alphabet, matrix.*

REFERENCES

1. Oralbayeva N. Amirova A. Telisheva Zh. Zhanatkyzy A. Aimysheva A. Sandygulova A. Montessori-based Design of Long-term Child-Robot Interaction for Alphabet Learning // ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2023. – Pp. 691-695.
2. Omel'yanenko YA. Evolyucionnye nejroseti na yazyke Python. – Moscow: DMK-Press, 2020. – 310 p.
3. Kuk D. Mashinnoe obuchenie s ispol'zovaniem biblioteki H2O. – Moscow: DMK-Press, 2018. – 252 p.
4. SHarden B., Bosketti A., Massaron L. Krupnomasshtabnoe mashinnoe obuchenie vmeste s Python. – Moscow: DMK-Press, 2018. – 360 p.
5. CHto takoe svyortochhnaya nejronnaya set' [Elektronnyj resurs]. – 2016. <https://habr.com/ru/post/309508>
6. Thevenoux R., LE V.L., Villessèche H., Buisson A., Beurton-Aimar M., Grenier E., Folcher L., Parisey N. Image based species identification of Globodera quarantine nematodes using computer vision and deep learning [Elektronnyj resurs] // 2021. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106058>
7. Sukanya J., Rajiv Gandhi K., Palanisamy V. An assessment of machine learning algorithms for healthcare analysis based on improved MapReduce. [Elektronnyj resurs] // 2022. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103285>
8. Nikolenko S., Arhangel'skaya E., Kadurin A. Glubokoe obuchenie. – Saint Petersburg: Piter, 2020. – 480 p.
9. Gudfellow YA., Kurvil' A., Bendzhio I. Glubokoe obuchenie. – Moscow: DMK-Press, 2018. – 654 p.

Совершенствование алгоритма автоматической частотной разгрузки с применением технологий Smart Grid

¹ГОРЬКАЕВА Евгения Юрьевна, докторант, e.gorkayeva@gmail.com,

^{1*}ДЕЙМУНДТ Андрей Сергеевич, докторант, caosaovang2015@gmail.com,

¹МАНАПОВА Нурия Мухтаркызы, докторант, n.manarova@mail.ru,

¹ДЕМЬЯНЕНКО Александр Валентинович, к.т.н., доцент, demianenkoav@mail.ru,

¹НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева», Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В странах СНГ, для ограничения снижения частоты в энергосистеме по величине и продолжительности, применяются устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР), отключающие часть потребителей при возникновении дефицита мощности, для каждого конкретного энергорайона рассчитывается своя зависимость между величиной дефицита мощности и величиной снижения частоты. Исходя из этих расчетов настраивают фидеры потребителей, распределенные по очередям АЧР1 и FXH2 с уже заданными настройками срабатывания. Недостатком такого способа организации АЧР является вероятностный характер расчетов и невозможность заранее точно знать, на сколько киловатт уменьшится потребляемая мощность при отключении данного конкретного фидера. Также заранее неизвестны следующие параметры работы сети: количество задействованных генерирующих мощностей, размер доступного вращающегося резерва, а также статус подключения района к системе в момент его потенциального отключения. Несмотря на очевидные недостатки данного метода организации АЧР, сегодня это единственный приемлемый способ в энергосетях, не имеющих функционала Smart Grid. Технологии Smart Grid позволяют измерять фактическую генерируемую мощность от каждого источника, фактическую обменную мощность с единой энергосистемой, фактическую потребляемую мощность на каждом фидере из списка АЧР, а также на фидерах, не включенных в список АЧР. Возможность непосредственного измерения указанных выше параметров позволит более точно и более оперативно устранять дефицит мощности в энергосистеме по сравнению с существующей на сегодняшний день системой АЧР. Авторами разработан алгоритм АЧР, основанный на максимальном использовании всех достоинств технологии Smart Grid.

Ключевые слова: единая энергосистема, дефицит мощности, аварийное снижение частоты, автоматическая частотная разгрузка, технология Smart Grid, алгоритм автоматической частотной разгрузки.

Введение

Рассогласованность процессов генерации и потребления электроэнергии является одной из основных проблем управления электрическими сетями, а также причиной падения частоты – важнейшего показателя качества электроэнергии. Согласно принятой в странах СНГ настройке автоматики ограничения снижения частоты, устройства АЧР условно подразделяются: на АЧР1 – предназначена для предотвращения глубокого снижения частоты (уставки по частоте 48,8-46,5 Гц, уставки по времени 0,3-0,5 с); АЧР2 – используется для поднятия частоты после действия АЧР1, (уставки по частоте 49,1-48,7 Гц, уставки по времени 5-70 с) [1].

Различие в подходах к совершенствованию

АЧР в странах СНГ и в странах ЕС и США обусловлено архитектурными различиями сетей – централизованных в странах СНГ и децентрализованных (с малой протяженностью ЛЭП) в странах ЕС и США (согласно стандарту ENTSO-E) [2].

По мнению авторов [3], особое внимание в области частотной разгрузки уделяется адаптивным системам, рассчитывающим величину небаланса мощности, методикам выбора уставок срабатывания, и определения мест отключения нагрузки, исследованиям работы энергосети при сложных авариях и взаимодействию усовершенствованной АЧР1 с работой другой автоматики энергосистемы.

Исходя из обзора зарубежных и отечественных научных публикаций, можно выделить сле-

дующие современные подходы к формированию очередей АЧР:

1. Учет абсолютного значения частоты и скорости ее снижения [1].

2. Использование алгоритма оптимальной настройки системы АЧР с учетом структуры генерации и потребления [4].

3. Усовершенствованный алгоритм работы АЧР1, содержащий блок, реагирующий на скорость изменения угла напряжения [5].

Современные методы совершенствования АЧР для энергосистем СНГ представлены работами интеллектуальных систем сброса нагрузки [6], а также исследованиями возможности управления нагрузкой на напряжении 0,4 кВ при действии АЧР в энергосистеме [7].

На сегодняшний день в энергосистемах стран СНГ применяются системы АЧР, основанные на непосредственном контроле таких параметров, как частота срабатывания и время уставки. По величине падения частоты в энергосистеме косвенно определяют дефицит мощности в ней. При этом для каждого конкретного энергорайона рассчитывается своя собственная зависимость между величиной дефицита мощности и величиной снижения частоты. Исходя из этих расчетов настраивают фидеры потребителей, включенные в список очередей АЧР1 и АЧР2, на определенные уставки по частоте и времени срабатывания.

Недостатком такого способа организации АЧР является тот факт, что все расчеты носят вероятностный характер. Каждому фидеру из очереди АЧР приписывается определенное фиксированное значение потребляемой мощности, при этом фактическая потребляемая мощность изменяется в течение суток случайным образом, и нельзя заранее точно знать, на сколько киловатт уменьшится потребляемая мощность при отключении данного конкретного фидера. Заранее неизвестно, какие генерирующие мощности будут задействованы в системе на момент появления дефицита мощности и сколько доступного вращающегося резерва будет при этом в системе. Также неизвестно, будет ли данный энергорайон подключен к единой энергосистеме на момент появления дефицита мощности или дефицит мощности будет как раз следствием аварийного отключения энергорайона от единой энергосистемы.

Несмотря на очевидные недостатки данного метода организации АЧР, на сегодняшний день это единственный приемлемый способ в энергосетях, в которых еще не внедрены технологии Smart Grid.

Технологии Smart Grid позволяют измерять все критически важные параметры, в том числе и на фидерах, не подключенных к системе АЧР, что дает предпосылки для более точного и оперативного устранения дефицита мощности в энергосистеме по сравнению с существующей системой АЧР.

Поскольку оснащение электрических сетей

энергорайонов техническими средствами Smart Grid происходит постепенно, а также в связи с тем, что нормативными документами [8] установлены предельные допустимые значения снижения частоты и продолжительности этого снижения, авторами разработан новый метод АЧР, позволяющий устранить основные недостатки существующего метода.

Основная часть

Предлагаемый метод совершенствования АЧР предполагает соблюдение регламентированной нормативными документами очередности отключения фидеров, включенных в список АЧР1 и АЧР2. При этом, если для реализации задач АЧР1 по недопущению глубокого снижения частоты суммарная мощность отключаемых фидеров из списка АЧР1 окажется ниже требуемой, то вместе со всеми фидерами из списка АЧР1 будет отключена часть фидеров АЧР2. В то же время, если для реализации задач АЧР1 потребуются отключение только части фидеров из списка АЧР1, то оставшаяся часть фидеров будет задействована в реализации задач АЧР2 по поднятию частоты после АЧР1. Таким образом, вместо двух отдельных для АЧР1 и АЧР2 списков фидеров будет единый список, условно поделенный на АЧР1 и АЧР2. При этом отключение очередей будет происходить в порядке возрастания их порядкового номера, а внутри последней задействованной очереди будут отключаться только фидеры, выбранные одним из методов оптимизации. Цель оптимизации – минимизировать число отключаемых фидеров и минимизировать падение частоты.

На рисунке 1 представлен усовершенствованный алгоритм АЧР1, предполагающий отключение фидеров из списка АЧР1, а если этого будет недостаточно, то и части фидеров из списка АЧР2. Методология предложенного алгоритма частотной разгрузки имеет ступенчатый подход и базируется на определении момента, места и количества сбрасываемой нагрузки для стабилизации частоты.

При запуске алгоритма задаются значения уставок по частоте и времени срабатывания АЧР1, номинальная частота энергосистемы, коэффициент резерва, крутизна характеристики суммарной мощности агрегатов системы, коэффициент нагрузки, допустимое отклонение величины отключаемой активной нагрузки от требуемого значения и число фидеров потребителей. Далее происходит непрерывное измерение таких параметров, как частота (Гц), активная мощность поступающей потребителям через каждый фидер 6-110 кВ электрической энергии (кВт) и вращающийся резерв электростанций энергорайона (кВт). Суммарная активная мощность, отдаваемая в энергосистему всеми источниками энергорайона, а также обменная активная мощность между электрической сетью энергорайона и единой энергосистемой в данном алгоритме не измеря-

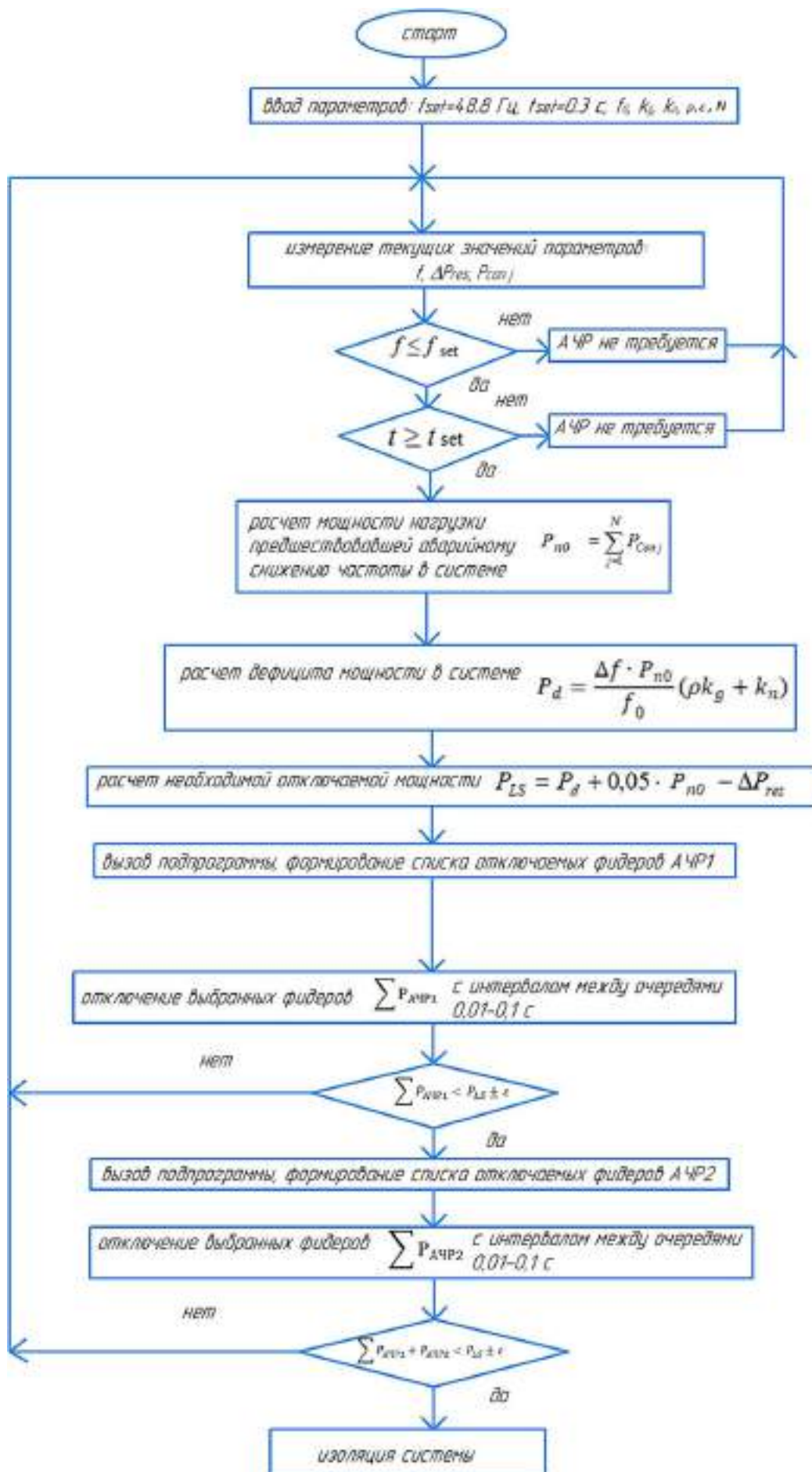


Рисунок 1 – Алгоритм реализации АЧР1

ются, так как их сумма (во все моменты времени, предшествующие возникновению аварийного дефицита мощности) будет равна суммарной нагрузке энергосистемы при номинальной частоте.

Далее происходит сравнение действующей в системе частоты с уставкой АЧР1. Если значение частоты больше 48,8 Гц, то процедура АЧР1 не требуется и происходит дальнейший мониторинг частоты. Если же частота меньше или равна 48,8 Гц в течение 0,3с и более, то запускается процедура АЧР1, первым этапом которой является определение дефицита активной мощности в системе по формуле [9]:

$$P_d = \frac{\Delta f \cdot P_{n0}}{f_0} (\rho k_g + k_n), \quad (1)$$

здесь P_d – дефицит активной мощности в системе, кВт;

Δf – изменение частоты в энергосистеме, Гц;

$P_{n0} = \sum_{j=1}^N P_{Conj}$ – суммарная нагрузка энергосистемы при номинальной частоте (равна суммарной нагрузке энергосистемы в момент времени, предшествующий возникновению аварийного дефицита мощности, приводящего к снижению частоты в системе), кВт;

N – число фидеров потребителей;

P_{Conj} – активная мощность, потребляемая j -м фидером, кВт;

f_0 – номинальная частота энергосистемы, Гц;

ρ – коэффициент резерва;

k_g – крутизна характеристики суммарной мощности агрегатов системы;

k_n – коэффициент нагрузки.

Для целей данного исследования, при определении числа фидеров потребителей в энергосистеме (N), авторы будут учитывать каждый фидер 6-110 кВ из числа включенных в список очередей АЧР, а также фидеры 6-110 кВ из числа не включенных в этот список. При этом если к фидеру 110 кВ, не включенному в список очередей АЧР, через силовые трансформаторы подключены фидеры потребителей, также не включенные в этот список, то в формуле будет учитываться только этот фидер на 110 кВ. В противном случае необходимо будет отдельно учесть каждый фидер на низкой стороне силового трансформатора.

На следующем шаге алгоритма происходит расчет необходимой отключаемой мощности по формуле, приведенной в [10]:

$$P_{LS} = P_d + 0,05 \cdot P_{n0} - \Delta P_{res}, \quad (2)$$

где P_{LS} – необходимая отключаемая мощность, кВт;

P_d – дефицит мощности в системе, кВт;

$0,05 \cdot P_{n0}$ – 5% предшествующей аварийному снижению частоты мощности нагрузки, кВт;

ΔP_{res} – вращающийся резерв тепловых электростанций энергорайона, кВт.

Далее происходит вызов подпрограммы формирования списка отключаемых фидеров АЧР1

(рисунок 2), включающий проверку следующих условий:

1. Если суммарная мощность, отключаемая 1-й очередью АЧР1, меньше или равна необходимой отключаемой мощности с учетом допустимого отклонения $\sum P_{AЧР1\text{ очереди}} \leq P_{LS} \pm \epsilon$, то производится включение всех фидеров 1 очереди в список на отключение, иначе будет произведено выделение списка фидеров для отключения данной очереди при помощи одного из методов оптимизации и выход из подпрограммы.

2. Если суммарная мощность, отключаемая 2-й очередью АЧР1, меньше или равна необходимой отключаемой мощности с учетом допустимого отклонения за вычетом мощности АЧР1 1-й очереди $\sum P_{AЧР12\text{ очереди}} \leq P_{LS} \pm \epsilon - \sum P_{AЧР11\text{ очереди}}$, то производится включение всех фидеров 2-й очереди в список на отключение, иначе будет произведено выделение списка фидеров для отключения данной очереди при помощи одного из методов оптимизации и выход из подпрограммы;

3. Если суммарная мощность, отключаемая n -й очередью АЧР1, меньше или равна необходимой отключаемой мощности с учетом допустимого отклонения за вычетом суммарной мощности АЧР1 предыдущих $n - 1$ очередей, то производится включение всех фидеров n -й очереди в список на отключение, иначе будет произведено выделение списка фидеров для отключения данной очереди при помощи одного из методов оптимизации и выход из подпрограммы;

4. На выходе из подпрограммы формируется список фидеров АЧР1 на отключение общей суммарной мощностью $\sum P_{AЧР1\text{ очереди}} \leq P_{LS} \pm \epsilon - \sum_{i=1}^{n-1} P_{AЧР1\text{ очереди}}$ и происходит возврат в основной алгоритм (рисунок 1).

После формирования списка отключаемых фидеров АЧР1 производится их поочередное отключение с интервалом между очередями 0,01-0,1 с. Выбранные для отключения фидеры отключаются с небольшой задержкой времени между очередями, чтобы уменьшить негативное влияние от переходных процессов в электрических сетях и оборудовании.

Далее происходит проверка условия $\sum P_{AЧР1} \leq P_{LS} \pm \epsilon$ (рисунок 1). Если суммарная отключаемая мощность АЧР1 будет меньше расчетной величины мощности отключаемой нагрузки в системе с учетом допустимого отклонения ϵ , то будет вызвана подпрограмма, аналогичная представленной на рисунке 2, и произведено формирование списка отключаемых фидеров АЧР2 и их дальнейшее отключение с интервалом 0,01-0,1с между очередями. Иначе происходит возврат к первому шагу алгоритма.

Если для реализации задач АЧР1 потребовалось задействовать фидеры из списка АЧР2, то после этого производится проверка условия $\sum P_{AЧР1} + \sum P_{AЧР2} < P_{LS} \pm \epsilon$. Если суммарная мощность всех выбранных для отключения фидеров

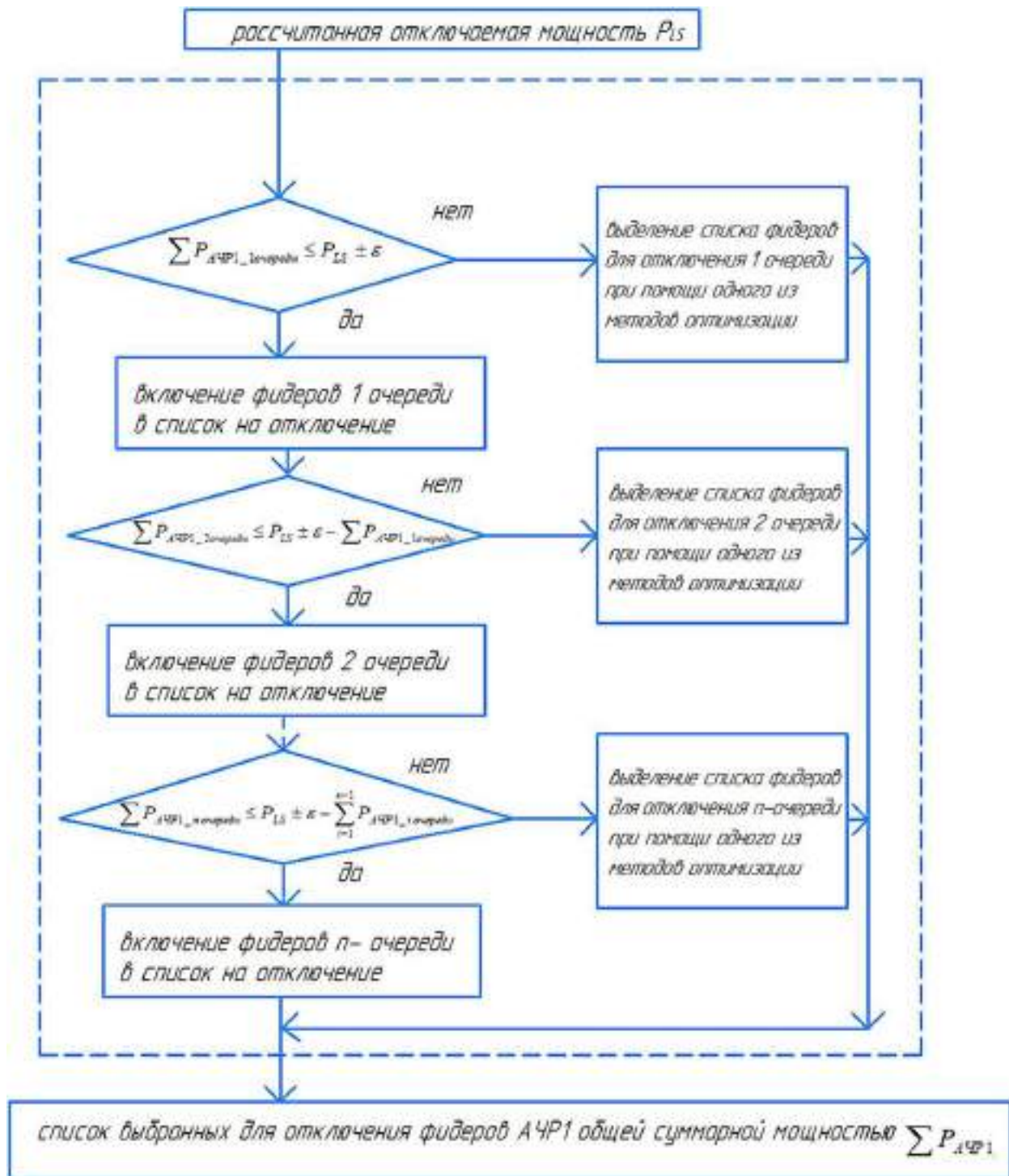


Рисунок 2 – Алгоритм подпрограммы формирования списка отключаемых фидеров АЧР1

будет меньше расчетной величины мощности отключаемой нагрузки в системе (с учетом допустимого отклонения ϵ), то произойдет изоляция системы, в противном случае происходит возврат к первому шагу алгоритма и производится дальнейшее измерение параметров системы. После того как задачи АЧР1 будут выполнены и частота поднимется выше частоты уставки (48,8 Гц), произойдет запуск выполнения задачи АЧР2 по подъему частоты до 50,0 Гц по алгоритму, аналогичному представленному на рисунке 1.

Заключение

Интеллектуализация электрических сетей путем внедрения технологий Smart Grid создает новые уникальные возможности для повышения надежности электроснабжения конечных потребителей. В частности, появляется возможность кардинально поменять алгоритм отключения фидеров, входящих в списки АЧР1 и АЧР2, таким образом, чтобы на каждом этапе автоматической частотной разгрузки отключать ровно столько нагрузки, сколько необходимо для восстановления

нормальной работы сети. Традиционный подход предполагает децентрализованное отключение каждого фидера в соответствии с его уставкой по частоте и времени, при этом суммарная отключенная нагрузка может оказаться ниже, чем требуется, что может привести к серьезным негативным последствиям, вплоть до «лавины частоты» и «лавины напряжения». В то же время, если в результате АЧР будет отключена избыточная нагрузка, то это приведет к экономическим потерям, связанным с излишним недоотпуском про-

изведенной электрической энергии.

Авторы предлагают осуществлять централизованное управление выбором и отключением фидеров АЧР1 и АЧР2 в тех энергорайонах, в которых уже внедрены технологии Smart Grid, позволяющие дистанционно измерять частоту, напряжение, ток, мощность и другие электрические параметры на каждом фидере 6-110 кВ, а также осуществлять дистанционное отключение и включение каждого из выбранных фидеров. Суть предлагаемого метода поясняется на примере АЧР1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данильчук В.Н. Автоматика ограничения изменения частоты энергосистем / В.Н. Данильчук. – К., 2014. – 439 с.
2. Соколова О.Н. Сравнение эффективности методов управления в энергосистемах России и Европы при геомагнитных бурях // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2016. – № 2 (243).
3. Bevrani H. Power system load shedding: Key issues and new perspectives / H. Bevrani, A.G. Tikdari, T. Hiyama // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2010. – No. 65. – Pp. 177-182.
4. Литвинчук В.А. О стратегии настройки системы автоматической частотной нагрузки энергосистем / В.А. Литвинчук // Энергетика и электрификация. – 2005. – № 8. – С. 25-31.
5. Mohd Zin A.A. Static and Dinamic Under-freequency Load Shedding: A Comparison / A.A. Mohd Zin, H. Mohd Hafiz, W.K. Wong // International Conference on Power System Technology, POWERCON, Singapore. – 21-24 November 2004. – Pp. 941-945.
6. Петриченко Р., Чувичин В. // Интеллектуальная система сброса нагрузки // 2012 3-й Международный симпозиум IEEE по силовой электронике для систем распределенной генерации (PEDG). Ольборг, 2012. С. 64-71.
7. Гиёев Б.М. Управление нагрузкой на напряжении 0,4 кв при действии автоматической частотной разгрузки в энергосистеме: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Гиёев Борбад Мирзоевич; [Место защиты: «Национальный исследовательский университет «МЭИ»], Москва, 2018.
8. Об утверждении Правил по предотвращению аварийных нарушений в единой электроэнергетической системе Казахстана и их ликвидации, приказ Министра энергетики Республики Казахстан № 58 от 02.02.2015г. <https://zakon.uchet.kz/rus/history/V1500010552/02.02.2015>.
9. Рабинович Р.С. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1989. 352 с.
10. Вайнштейн Р.А. Автоматическая частотная разгрузка. Методические указания для лабораторной работы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 28 с.

Smart Grid технологиясын қолдану арқылы фетоматты жиілікті түсіру алгоритмін жетілдіру

¹ГОРЬКАЕВА Евгения Юрьевна, докторант, e.gorkayeva@gmail.com,

^{1*}ДЕЙМУНДТ Андрей Сергеевич, докторант, caosaovang2015@gmail.com,

¹МАНАПОВА Нурия Мухтарқызы, докторант, n.manarova@mail.ru,

¹ДЕМЬЯНЕНКО Александр Валентинович, т.ф.к., доцент, demianenkoav@mail.ru,

¹«Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ, Қазақстан, Петропавл, Пушкин көшесі, 86,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. ТМД елдерінде энергия жүйесіндегі жиіліктің шамасы мен ұзақтығы бойынша төмендеуін шектеу үшін қуат тапшылығы туындаған кезде Тұтынушылардың бір бөлігін ажырататын Автоматты жиілікті түсіру (АЖЖ) құрылғылары қолданылады, мұнда әрбір нақты энергия ауданы қуат тапшылығының шамасы мен жиіліктің төмендеу шамасы арасындағы өзіндік тәуелділікті есептейді. Осы есептеулерге сүйене отырып, асн1 және FXH2 кезектеріне бөлінген тұтынушылардың фидерлері қазірдің өзінде іске қосу параметрлерімен конфигурацияланады. АЖЖ ұйымдастырудың бұл әдісінің кемшілігі-есептеулердің ықтималдық сипаты және осы нақты фидерді өшірген кезде тұтынылатын қуаттың қанша киловатқа азаятынын алдын-ала білу мүмкін. Сондай-ақ, желінің келесі параметрлері алдын-ала белгісіз: тартылған генераторлық қуаттардың саны, қол жетімді айналмалы резервтің мөлшері, сондай-ақ ықтимал ажыратылған кезде ауданның жүйеге қосылу мәртебесі. АСНР ұйымдастырудың осы әдісінің айқын кемшіліктеріне қарамастан, бүгінде бұл Smart Grid функциясы жоқ энергия желілеріндегі жалғыз қолайлы әдіс. Smart Grid технологиялары нақты өндірілген қуатты, әр көзден, бірыңғай электр желісімен нақты айырбастау қуатын, АЖЖ тізіміндегі әрбір фидердегі, сондай-ақ АЖЖ тізіміне енгізілмеген фидерлердегі нақты қуатты өлшеуге мүмкіндік береді. Жоғарыда көрсетілген параметрлерді тікелей өлшеу мүмкіндігі қазіргі қолданыстағы АЖЖ жүйесімен са-

лыстырғанда энергия жүйесіндегі қуат тапшылығын дәлірек және жедел жоюға мүмкіндік береді. Авторлар Smart Grid технологиясының барлық артықшылықтарын барынша пайдалануға негізделген АЖЖ алгоритмін әзірледі.

Кілт сөздер: бірыңғай қуат жүйесі, қуат тапшылығы, апаттық жиілікті азайту, автоматты жиілікті түсіру, Smart Grid технологиясы, автоматты жиілікті түсіру алгоритмі.

The Improvement of Automatic Frequency Unloading Algorithm Using Smart Grid Technologies

¹GORKAYEVA Evgeniya, Doctoral Student, e.gorkayeva@gmail.com,

^{1*}DEIMUNDT Andrey, Doctoral Student, caosaovang2015@gmail.com,

¹MANAPOVA Nuriya, Doctoral Student, n.manapova@mail.ru,

¹DEMYANENKO Alexander, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, demianenkoav@mail.ru,

¹NPLC «Manash Kozybayev North Kazakhstan University», Kazakhstan, Petropavl, Pushkin Street, 86,

*corresponding author.

Abstract. In the CIS countries, in order to limit the frequency reduction in the power system by magnitude and duration, automatic frequency unloading (AFU) devices are used that turn off some consumers when there is a power shortage, where each specific energy district calculates its own dependence between the amount of power shortage and the amount of frequency reduction. Based on these calculations, consumers' feeders are configured, distributed in the AFU1 and AFU2 queues with already set trigger settings. The disadvantage of this method of organizing AFU is the probabilistic nature of calculations and the inability to know in advance exactly how many kilowatts the power consumption will decrease when this particular feeder is turned off. The following parameters of the network operation are also unknown in advance: the number of generating capacities involved, the size of the available rotating reserve, as well as the status of the district's connection to the system at the time of its potential shutdown. Despite the obvious disadvantages of this method of organizing AFU, today it is the only acceptable method in power grids that do not have Smart Grid functionality. Smart Grid technologies allow you to measure the actual generated power from each source, the actual exchange power with a single power system, the actual power consumption on each feeder from the list of AFU, as well as on feeders not included in the list of AFU. The possibility of direct measurement of the above parameters will allow more accurately and more quickly eliminate the power shortage in the power system compared to the current AFU system. The authors have developed an algorithm of AFU based on the maximum use of all the advantages of Smart Grid technology.

Keywords: unified power system, power shortage, emergency frequency reduction, automatic frequency unloading, Smart Grid technology, automatic frequency unloading algorithm.

REFERENCES

1. Danilchuk V.N. Avtomatika ogranicheniia izmeneniia chastoty energosistem / V.N. Danilchuk. – K., 2014. – 439 p.
2. Sokolova O.N. Svrnenie effektivnosti metodov upravleniia v energosistemakh Rossii i Evropy pri geomagnitnykh buriakh // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. – 2016. – No. 2 (243).
3. Bevrani H. Power system load shedding: Key issues and new perspectives / H. Bevrani, A.G. Tikdari, T. Hiyama // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2010. – No. 65. – Pp. 177-182.
4. Litvinchuk V.A. O strategii nastroiiki sistemy avtomaticheskoi chastotnoi nagruzki energosistem / V.A. Litvinchuk // Energetika i elektrifikatsiia. – 2005. – No. 8. – Pp. 25-31.
5. Mohd Zin A.A. Static and Dinamic Under-freequency Load Shedding: A Comparison / A.A. Mohd Zin, H. Mohd Hafiz, W.K. Wong // International Conference on Power System Technology, POWERCON, Singapore. – 21-24 November 2004. – Pp. 941-945.
6. Petrichenko R., Chuvichin V. // Intellektualnaia sistema sbrosa nagruzki // 2012 3-i Mezhdunarodnyi simpozium IEEE po silovoi elektronike dlia sistem raspredelennoi generatsii (PEDG). Olborg, 2012. Pp. 64-71.
7. Gieev B.M. Upravlenie nagruzkoj na napriazhenii 0,4 kv pri deistvii avtomaticheskoi chastotnoi razgruzki v energosisteme: Diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.14.02 / Gieev Borbad Mirzoevich; [Mesto zashchity: «Natsionalnyi issledovatel'skii universitet «MEI»], Moscow, 2018.
8. Ob utverzhenii Pravil po predotvrashcheniiu avariinykh narushenii v edinoi elektroenergeticheskoi sisteme Kazakhstana i ikh likvidatsii, prikaz Ministra energetiki Respubliki Kazakhstan no. 58 ot 02.02.2015g. [https://zakon.uchet.kz/rus/history/V1500010552/02.02.2015g.](https://zakon.uchet.kz/rus/history/V1500010552/02.02.2015)
9. Rabinovich R.S. Avtomaticheskaiia chastotnaia razgruzka energosistem. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: Energoatomizdat, 1989. 352 p.
10. Vainshtein R.A. Avtomaticheskaiia chastotnaia razgruzka. Metodicheskie ukazaniia dlia laboratornoi raboty. – Tomsk: Publ. TPU, 2010. – 28 p.

Моделирование ЭДС магнитных трансформаторов тока для токовой защиты трехфазного силового трансформатора

^{1*}КОЛЕСНИКОВ Евгений Николаевич, PhD, постдокторант, jeka89_pvl@mail.ru,
¹НОВОЖИЛОВ Александр Николаевич, д.т.н., профессор, novozhilova_on@mail.ru,
¹РАХИМБЕРДИНОВА Дилара Муратовна, PhD, постдокторант, Di_lara83@mail.ru,
²НОВОЖИЛОВ Тимофей Александрович, к.т.н., доцент, timokvey@mail.ru,
¹ИСЕНОВ Жанат Сансызбаевич, докторант, issenov.zh@gmail.com,
¹НАО «Торайгыров университет», Казахстан, Павлодар, ул. Ломова, 64,
²Омский государственный технический университет, Россия, Омск, пр. Мира, 11,
 *автор-корреспондент.

Аннотация. Одним из наиболее часто встречающихся повреждений обмоток трехфазных трансформаторов являются витковые замыкания. Традиционные токовые защиты имеют низкую чувствительность к ним, а газовые защиты не способны защитить «сухие» трансформаторы. Этим недостатком лишены нетрадиционные защиты на магнитных трансформаторах тока. Однако реализация таких защит невозможна без расчета ЭДС МТТ в произвольном режиме работы трансформатора, величина которых определена величиной аксиальной составляющей магнитного поля рассеяния катушек трансформатора. Их математическое моделирование представляет сложную задачу и не позволяет учесть нелинейность этого трансформатора. Этого можно избежать, если для моделирования этой аксиальной составляющей магнитного поля рассеяния обмоток трансформатора воспользоваться программным комплексом ELCUT. На основе его использования предложен метод моделирования действующего значения ЭДС, индуктируемых в обмотках МТТ, расположенных в местах, предлагаемых в рассматриваемом устройстве защиты линейного трехфазного трансформатора с помощью программного комплекса ELCUT. Дана оценка адекватности результатов моделирования магнитных полей рассеяния обмоток трансформатора путем сопоставления измеренной и рассчитанной ЭДС МТТ. Приведены рекомендации по учету нелинейности этого трансформатора.

Ключевые слова: трехфазный трансформатор, обмотки трансформатора, магнитный трансформатор тока, моделирование магнитных полей и ЭДС магнитного трансформатора тока, программный комплекс ELCUT.

Введение

В электроэнергетических системах для преобразования одного класса напряжения в другой применяются силовые трансформаторы. Одним из наиболее часто встречающихся повреждений их обмоток являются витковые замыкания (ВЗ) [1, 2]. В настоящее время для защиты от них используют традиционные дифференциальные и газовые защиты [3, 4], а также нетрадиционные токовые защиты на магнитных трансформаторах тока (МТТ) [5, 6].

В соответствии с [3, 4] дифференциальные защиты обладают низкой чувствительностью к ВЗ. Поэтому обычно не способны отключить трансформатор в начальный момент возникновения повреждения. Газовые защиты, по принципу действия нельзя использовать на «сухих» трансфор-

маторах. К тому же время срабатывания газовых защит при ВЗ сильно зависит от температуры масла на момент аварии, и числа замкнувшихся витков. При этом оно может составлять 0,1-1,0 с. За это время величина повреждения трансформатора может достигнуть таких размеров, когда стоимость его ремонта станет сопоставимой со стоимостью нового трансформатора.

Метод моделирования ЭДС МТТ

Высокой чувствительностью и быстродействием обладает нетрадиционная защита на МТТ [5, 6]. Она способна защитить трансформатор от замыкания нескольких витков обмотки и отключить его при возникновении ВЗ в течение 0,04-0,08 с. Размещение МТТ защиты относительно элементов трехфазного трансформатора [5], а также раз-

меры этих элементов приведены на рисунке 1, где 1 – ферромагнитный сердечник трансформатора; 2 – стержень этого сердечника; 3 – катушки трансформатора; 4 и 5 – МТТ защиты. При таком размещении МТТ фазы их ЭДС будут сдвинуты на 180 градусов, а величины пропорциональны числу витков в этих МТТ. Поэтому при реализации такой защиты числа их витков выбираются такими, чтобы величины ЭДС этих МТТ в эксплуатационных режимах работы трансформатора были равны между собой.

Таким образом, реализация этих защит невозможна без расчета ЭДС МТТ в произвольном режиме работы трансформатора, величина которых определена величиной аксиальной составляющей магнитного поля рассеяния катушек трансформатора. Как известно [7-9], ее математическое моделирование представляет сложную задачу и не позволяет учесть нелинейность этого трансформатора. Этого можно избежать, если для моделирования аксиальной составляющей магнитного поля рассеяния обмоток трансформатора воспользоваться программным комплексом ELCUT [10].

Процесс моделирования магнитных полей с помощью ELCUT состоит из нескольких этапов.

На первом этапе формируется задача, где определяется ее тип, единицы измерения объекта исследования и система координат. Для этого используется диалоговое окно формирования задачи. В данном случае в диалоговом окне в качестве типа задачи выбирается раздел «Магнитное поле переменных токов», в качестве единиц измерения «Миллиметры», а в качестве координат выбирается «Декартовы» координаты. После чего в рамках созданной задачи строится геометрическая модель объекта исследования. Для этого в качестве примера используется схема расположения элементов экспериментального трансформатора ТТ-6 мощностью 6 кВт, приведенная на рисунке 1, параметры которых представлены в таблице.

Вид построенной геометрической модели объекта исследования в виде трехфазного трансформатора приведен на рисунке 2. Для ее построения с помощью «мыши» компьютера задается положение вершин геометрической модели, которые на этом рисунке помечены точками. Затем эти точки объединяются линиями – ребрами. В свою очередь ребра образуют замкнутый контур – блок. Подобным образом на рисунке 2 созданы блоки магнитопровода, обмоток и окружающей среды (воздуха). Всем этим блокам присваивают-

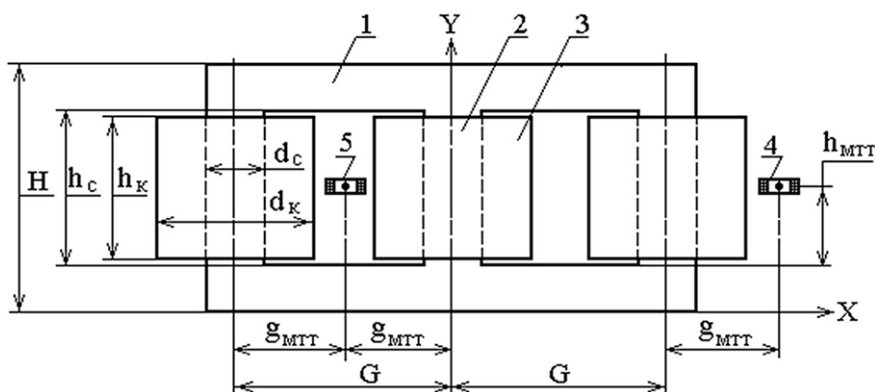


Рисунок 1 – Схема взаимного расположения элементов трансформатора и МТТ

Параметры элементов экспериментального трансформатора ТТ-6	
Параметры элементов трансформатора ТТ-6	Величина
Высота магнитопровода H , м	260
Расстояние между стержнями магнитопровода G , мм	126
Диаметр стержня магнитопровода d_c , мм	62
Длина стержня магнитопровода h_c , мм	138
Диаметр катушки d_k , мм	110
Длина катушки h_k , мм	132
Число витков в первичной/вторичной обмотке w_1/w_2 , вит	252/31
Величина тока в первичной/вторичной обмотке в режиме номинальной нагрузки I_1/I_2 , А	9,11/7,11
Величина тока в первичной/вторичной обмотке в режиме холостого хода I_1/I_2 , А	0,127/0
Расстояние от оси стержня магнитопровода до МТТ $g_{МТТ}$, мм	63

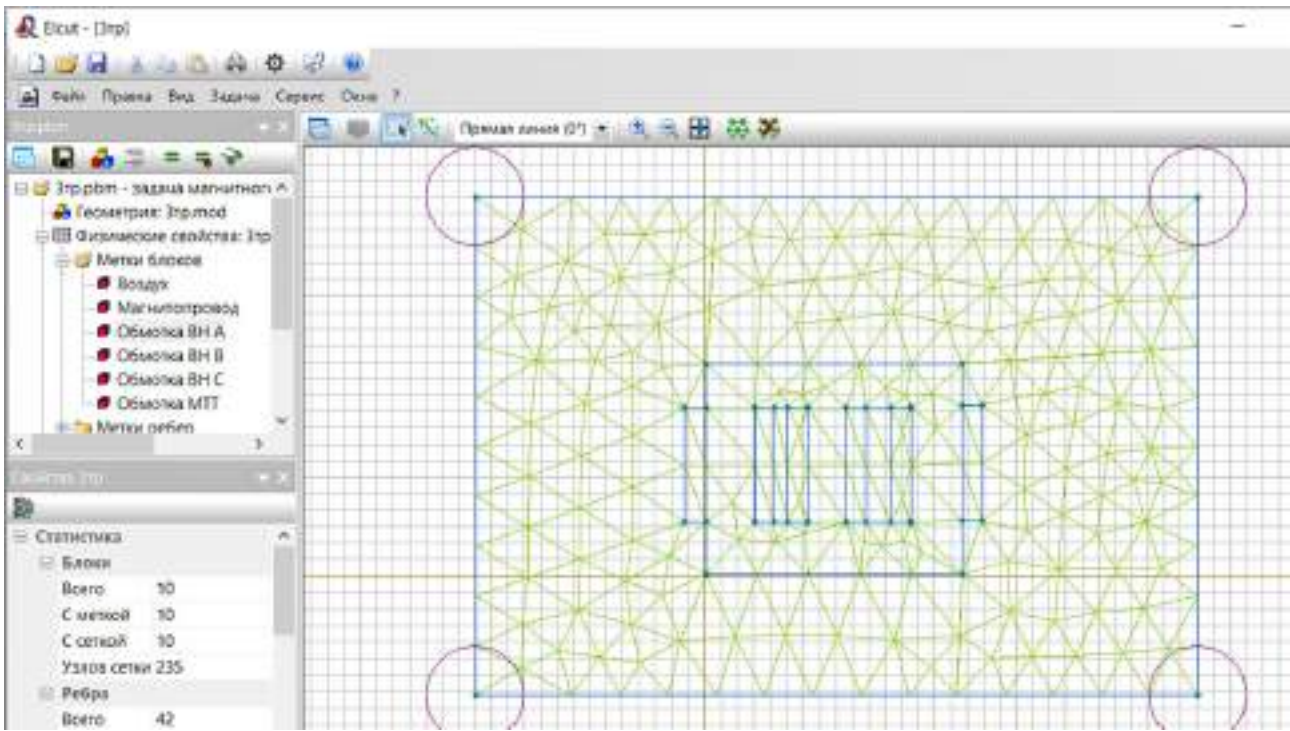


Рисунок 2 – Окно геометрической модели объекта трехфазного трансформатора с сеткой для реализации метода конечных элементов

ся соответствующие метки. В окне свойств меток блока задается магнитная проницаемость материала и параметры источника поля в виде плотности тока.

Если трансформатор не насыщен, то в этом случае магнитная проницаемость его сердечника принимается неизменной и равной бесконечности.

Источником магнитного поля в геометрической модели объекта являются обмотки катушек с током. Если допустить, что плотность токов по сечению катушки распределена равномерно, то в этом случае, например, для двухобмоточного трансформатора плотность тока в катушках [11] можно рассчитать как

$$j_k = \frac{(\bar{I}_1 w_1 + \bar{I}_2 w_2)}{\left(\frac{d_k}{2} - \frac{d_c}{2}\right) h_k}. \quad (1)$$

Определение плотности тока в блоках катушек фаз для произвольного момента времени осуществляется с учетом того, что токи фаз представляют собой трехфазную симметричную систему.

В связи с тем, что для объекта исследования моделируется магнитное поле, то на границах расчетной области используются граничные условия Дирихле [11]. По этим условиям векторный магнитный потенциал на этих границах расчетной зоны равен нулю. Это его значение задается с помощью диалогового окна свойств меток вершин. Далее с помощью кнопки этого окна «Построение сетки» осуществляется построение сетки конечных элементов. В результате операций окно

с построенной геометрической моделью принимает вид, показанный на рисунке 2. При этом автоматически осуществляется решение задачи. Программный комплекс ELCUT позволяет увидеть решение задачи в виде картины магнитного поля или локальных полевых значений. Представление результатов решения поставленной задачи с результатами в виде картины магнитного поля приведено на рисунке 3.

В соответствии с [11] связь между ЭДС в обмотке МТТ и индукцией магнитного поля рассеяния трансформатора можно описать математическим выражением

$$E_{\text{МТТ}} = 4,44 B_y f_c w_{\text{МТТ}} Q_{\text{МТТ}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{МТТ}}$ – действующее значение ЭДС измерительной катушки; B_y – действующее значение аксиальной составляющей индукции магнитного поля рассеяния катушек трансформатора; f_c – частота тока в сети; $w_{\text{МТТ}}$ и $Q_{\text{МТТ}}$ – число витков и площадь витка измерительной катушки.

В связи с этим оценка адекватности результатов моделирования магнитных полей рассеяния обмоток трансформатора осуществлялась путем сопоставления измеренной и рассчитанной ЭДС МТТ. При проведении экспериментов в качестве МТТ использовалась катушка от промежуточного реле РП-11 [12, 13] с $w_{\text{МТТ}} = 12500$ витков при среднем размере площади витка $Q_{\text{МТТ}} = 330 \text{ мм}^2$.

Результаты и обсуждение

Результаты моделирования и эксперимента ЭДС ЭМТТ наведенной аксиальной составляю-

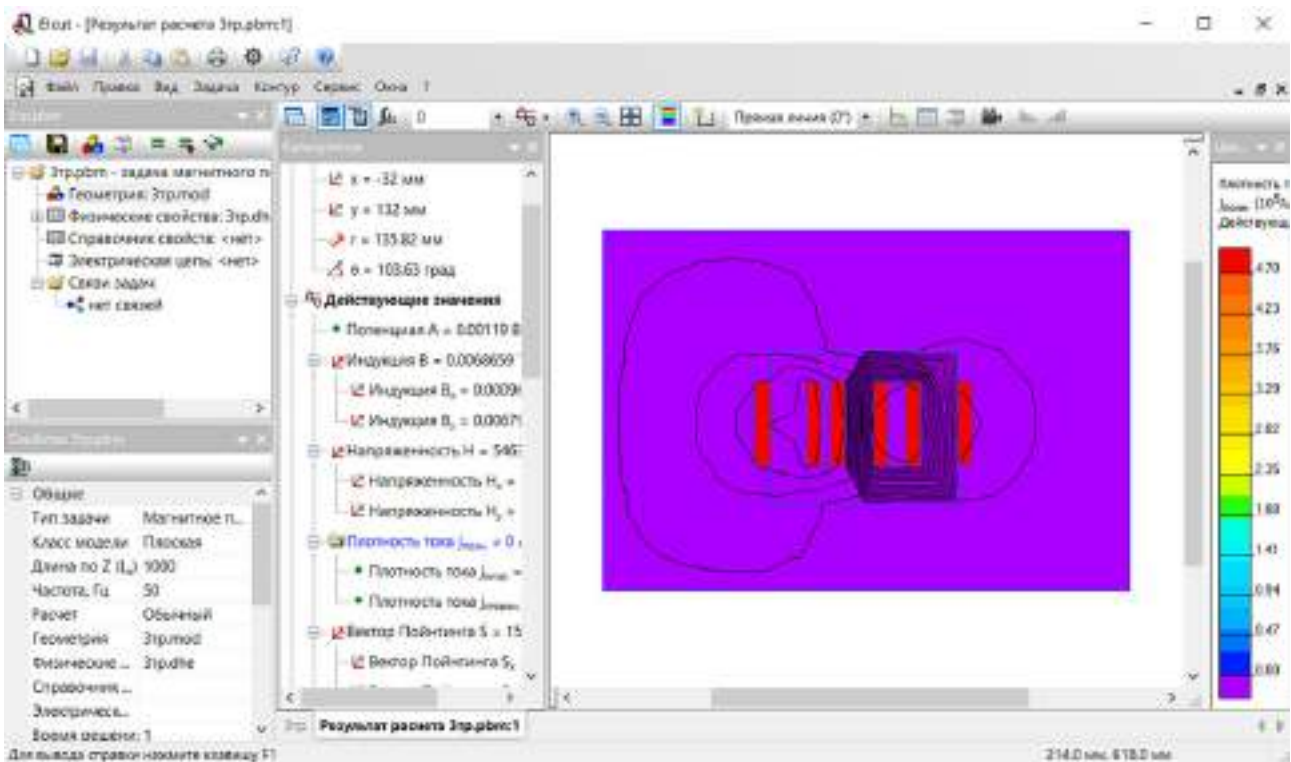


Рисунок 3 – Окно для представления результатов моделирования магнитного поля рассеяния обмоток трехфазного трансформатора

щей индукции магнитного поля рассеяния катушек трансформатора, работающего в режиме нагрузки, приведены на рисунке 4, где линиями 1 и 2 показаны зависимости $E_{МТТ} = f(y)$, полученные расчетным путем для МТТ 4 и 5, а точками 3 и 4 – результаты эксперимента для этих МТТ.

Сопоставление результатов расчета и эксперимента на рисунке 4 показывает, что погрешность моделирования аксиальной составляющей магнитных полей рассеяния катушек трансформатора с помощью программного комплекса ELCUT не превышает 10%. Такая погрешность моделирования вполне удовлетворяет требованиям релейной защиты.

В соответствии с рисунком 4, если МТТ 4 и 5 имеют одинаковое число витков и размещаются на расстоянии $g_{МТТ}$ от оси катушки, то в этом случае в них будут наводиться ЭДС, разные по величине. Так как при реализации защиты эти ЭДС должны быть одинаковыми, то в этом случае следует в одном из МТТ изменить количество витков. Если при реализации защиты использовать МТТ с одинаковым количеством витков, то в этом случае следует уменьшить расстояние между осью катушки трансформатора и МТТ 4.

Как известно [11], трансформаторы с ферромагнитным сердечником нелинейны. В тех случаях, когда требуется учесть эту нелинейность, при использовании программного комплекса ELCUT в окне геометрической модели объекта дополнительно открывают окно «Задание физических

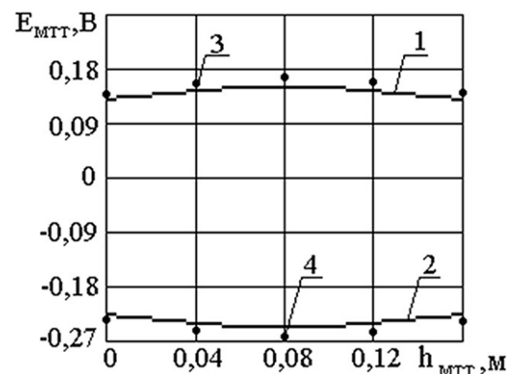


Рисунок 4 – Результаты моделирования и эксперимента ЭДС МТТ

свойств метки блока магнитопровода». Вид этого окна показан на рисунке 5. Затем в этом окне задаются параметры кривой намагничивания магнитопровода трансформатора так, как это показано на рисунке 6.

Выводы

1. Достаточно просто ЭДС МТТ для токовой защиты как линейного, так и нелинейного трехфазного силового трансформатора определяются с помощью программного комплекса ELCUT.
2. Погрешность моделирования ЭДС МТТ для токовой защиты с помощью программного комплекса ELCUT не превышает 10%.

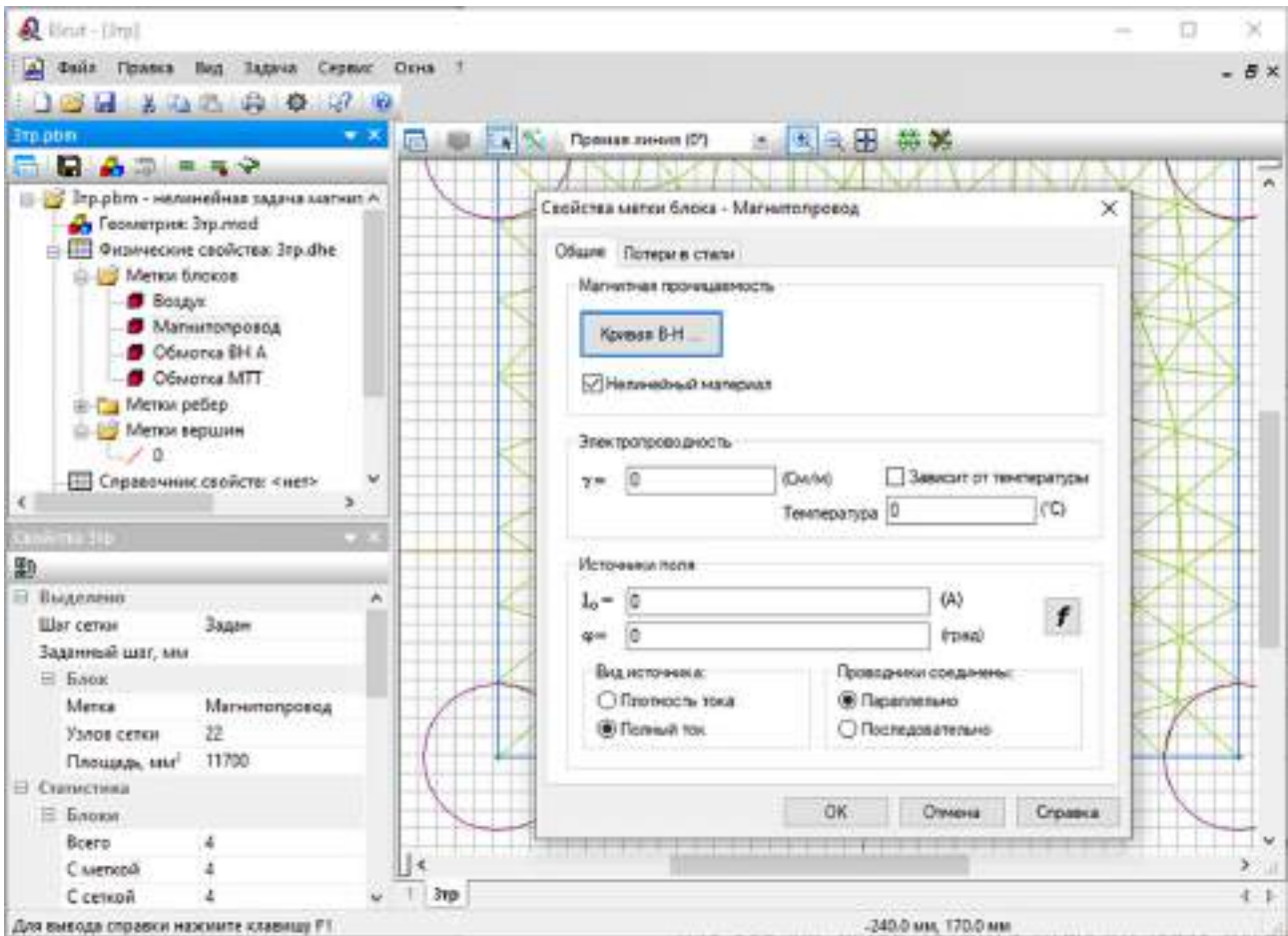


Рисунок 5 – Задание физических свойств метки блока магнитопровода

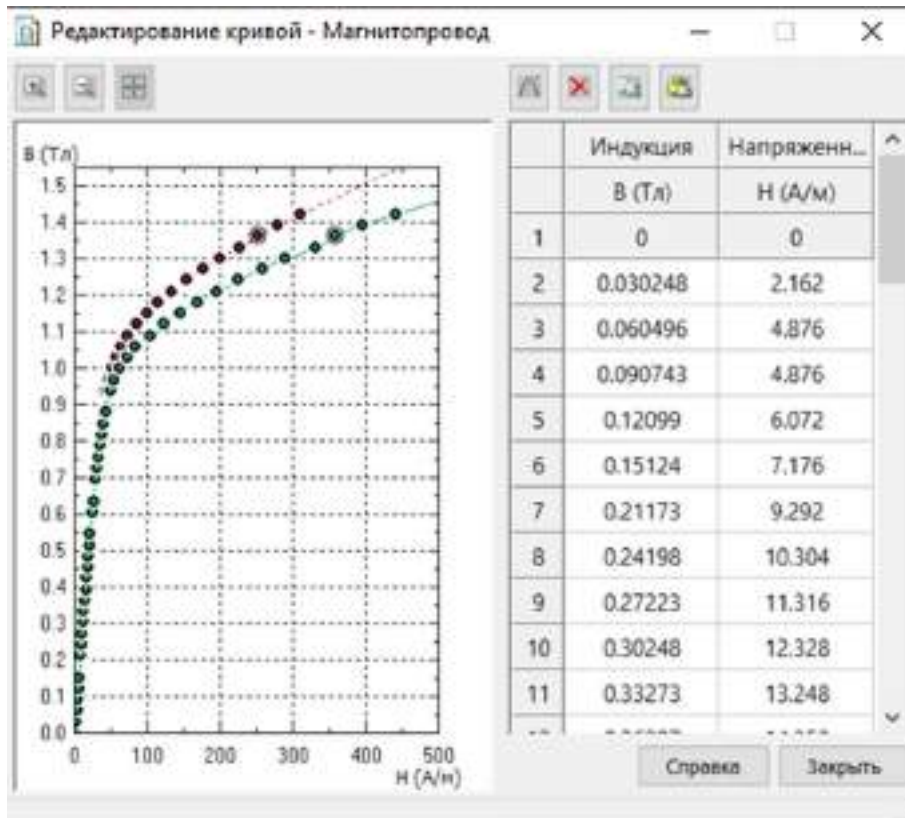


Рисунок 6 – Кривая намагничивания магнитопровода стержня трансформатора

Этo исследование было профинансировано Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14972779).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаген А.Ф., Пястолов А.А. Релейная защита трансформаторов от витковых замыканий // Электричество. – 1984. – № 2. С. 70-72.
2. Засыпкин, А.С. Релейная защита трансформаторов [Текст] / Засыпкин А.С. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.
3. Беркович М.А. Основы техники релейных защит [Текст] / Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 232 с.
4. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. М.: Высшая школа, 1991. – 496 с.: ил.
5. Иннов. пат. № 26738 РК. МПК H02H 7/04. Устройство защиты трехфазного трансформатора от замыканий обмоток / Новожилов А.Н., Новожилов Т.А., Колесников Е.Н. и др.; опубл. 15.03.13, Бюл. № 3. – 3 с.
6. Новожилов Т.А. Защита однофазного трансформатора от электрических и механических повреждений на магнитном трансформаторе тока [Текст] / Т.А. Новожилов // Электричество. – 2017. – № 6. – С. 65-70.
7. Гринберг Г.А. Избранные вопросы математической теории электрических и магнитных явлений [Текст] / Гринберг Г.А. – М.: АН СССР, 1948. – 836 с.
8. Туровский Я. Электромагнитные расчеты элементов электрических машин [Текст] / Туровский Я. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 201 с.
9. Novozhilov A.N., Novozhilov T.A., Volgina E.M., Kolesnikov E.N. et al. Magnetic field scattering of a transformer winding on a round rod for a safety relay // Russian Engineering Research. – 2020. – No. 9. – Pp. 710-714.
10. ELCUT. Моделирование электромагнитных, тепловых и упругих полей методом конечных элементов. Версия 6.5. Руководство пользователя. [Электронный ресурс] / ООО «Тор». – Санкт-Петербург, 2021. URL: https://elcut.ru/downloads/manual_r.pdf.
11. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1967. – 775 с.
12. Алексеев В.С. Реле защиты [Текст] / Алексеев В.С., Варганов Б.И., Панфилов Б.И., Розенблюм Р.З. – Л.: Энергия, 1976. – 464 с.
13. Какучевицкий Л.И., Смирнова Т.В. Справочник реле защиты и автоматики. – М.: Энергия, 1972. – 344 с.

Үш фазалы қуат трансформаторын токтан қорғау үшін ЭҚК магниттік ток трансформаторларын модельдеу

¹*КОЛЕСНИКОВ Евгений Николаевич, PhD, постдокторант, jeka89_pvl@mail.ru,

¹НОВОЖИЛОВ Александр Николаевич, т.ғ.д., профессор, novozhilova_on@mail.ru,

¹РАХИМБЕРДИНОВА Дилара Мұратқызы, PhD, постдокторант, Di_lara83@mail.ru,

²НОВОЖИЛОВ Тимофей Александрович, т.ғ.к., доцент, timokvey@mail.ru,

¹ИСЕНОВ Жанат Сансызбайұлы, докторант, issenov.zh@gmail.com,

¹«Торайғыров университеті» КеАҚ, Қазақстан, Павлодар, Ломов көшесі, 64,

²Омбы мемлекеттік техникалық университеті, Ресей, Омбы, Мира даңғылы, 11,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Үш фазалы трансформаторлардың орамаларына жиі кездесетін зақымдардың бірі-айналмалы түйықталу. Дәстүрлі ток қорғанысы оларға төмен сезімталдыққа ие, ал газ қорғанысы «құрғақ» трансформаторларды қорғай алмайды. Бұл кемшіліктер магниттік ток трансформаторларындағы дәстүрлі емес қорғаныстардан айырылған. Алайда, мұндай қорғаныстарды трансформатор катушкаларының шашырауының магнит өрісінің осьтік компонентінің шамасымен анықталатын трансформатордың ерікті жұмыс режимінде МТТ ЭҚК есептеусіз жүзеге асыру мүмкін емес. Олардың математикалық модельдеуі күрделі мәселе болып табылады және бұл трансформатордың сызықтық үстігін ескеруге мүмкіндік бермейді. Егер трансформатор орамаларының шашырауының магнит өрісінің осьтік компонентін модельдеу үшін ELCUT бағдарламалық кешенін пайдалансаңыз, мұны болдырмауға болады. Оны пайдалану негізінде elcut бағдарламалық кешенінің көмегімен сызықтық үш фазалы трансформаторды қорғау құрылғысында ұсынылған жерлерде орналасқан МТТ орамаларында индукцияланатын ЭМӨ-нің қолданыстағы мәнін модельдеу әдісі ұсынылды. Өлшенген және есептелген МТТ ЭҚК салыстыру арқылы трансформатор орамаларының шашырауының магнит өрістерін модельдеу нәтижелерінің барабарлығына баға берілді. Бұл трансформатордың сызықтық еместігін ескеру бойынша ұсыныстар берілген.

Кілт сөздер: үш фазалы трансформатор, трансформатор орамдары, магниттік ток трансформаторы, магнит өрістерін модельдеу және магниттік ток трансформаторының ЭҚК, ELCUT бағдарламалық кешені.

Simulation of EMF of Magnetic Current Transformers for Current Protection of a Three-phase Power Transformer¹*KOLESNIKOV Evgeniy, PhD, Postdoctoral Student, jeka89_pvl@mail.ru,¹NOVOZHILOV Alexander, Dr. of Tech. Sci., Professor, novozhilova_on@mail.ru,¹RAKHIMBERDINOVA Dilara, PhD, Postdoctoral Student, Di_lara83@mail.ru,²NOVOZHILOV Timofey, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, timokvey@mail.ru,¹ISENOV Janat, Doctoral Student, issenov.zh@gmail.com,¹NCJSC «Toraighyrov University», Kazakhstan, Pavlodar, Lomov Street, 64,²Omsk State Technical University, Russia, Omsk, Mira Avenue, 11,

*corresponding author.

Abstract. One of the most common damage to the windings of three-phase transformers are loop closures. Traditional current protections have low sensitivity to them, and gas protections are not able to protect «dry» transformers. Unconventional protections on magnetic current transformers are devoid of these disadvantages. However, the implementation of such protections is impossible without calculating the MTT EMF in an arbitrary transformer operation mode, the magnitude of which is determined by the magnitude of the axial component of the magnetic field scattering of the transformer coils. Their mathematical modeling is a difficult task and does not allow taking into account the nonlinearity of this transformer. This can be avoided if the ELCUT software package is used to simulate this axial component of the magnetic scattering field of the transformer windings. Based on its use, a method is proposed for modeling the effective value of the EMF induced in the MTT windings located in the places proposed in the considered protection device of a linear three-phase transformer using the ELCUT software package. The adequacy of the results of modeling the magnetic fields of scattering of transformer windings is assessed by comparing the measured and calculated MTT EMF. Recommendations for taking into account the nonlinearity of this transformer are given.

Keywords: three-phase transformer, transformer windings, magnetic current transformer, modeling of magnetic fields and EMF of a magnetic current transformer, ELCUT software package.

REFERENCES

- Gagen A.F., Pjastolov A.A. Relejnaja zashhita transformatorov ot vitkovykh zamykanij // *Jelektrichestvo*. – 1984. – No. 2. Pp. 70-72.
- Zasypkina, A.S. Relejnaja zashhita transformatorov [Tekst] / Zasypkina A.S. – Moscow: Jenergoatomizdat Publ, 1989. – 240 p.
- Berkovich M.A. Osnovy tehniki relejnykh zashhit [Tekst] / Berkovich M.A., Molchanov V.V., Semenov V.A. – Moscow: Jenergoatomizdat Publ, 1984. – 232 p.
- Andreev V.A. Relejnaja zashhita i avtomatika sistem jelektronsnabzhenija. Moskva: Vysshaja shkola, 1991. – 496 p.: il.
- Innov. pat. No. 26738 RK. MPK N02N 7/04. Ustrojstvo zashhity trehfaznogo transformatora ot zamykanij obmotok / Novozhilov A.N., Novozhilov T.A., Kolesnikov E.N. i dr.; opubl. 15.03.13, Bjul. No. 3. – 3 p.
- Novozhilov T.A. Zashhita odnofaznogo transformatora ot jelektricheskikh i mehanicheskikh povrezhdenij na magnitnom transformatore toka [Tekst] / T.A. Novozhilov // *Jelektrichestvo*. – 2017. – No. 6. – Pp. 65-70.
- Grinberg G.A. Izbrannye voprosy matematicheskoj teorii jelektricheskikh i magnitnykh javlenij [Tekst] / Grinberg G.A. – Moscow: AN SSSR, 1948. – 836 p.
- Turovskij Ja. Jelektrromagnitnye raschety jelementov jelektricheskikh mashin [Tekst] / Turovskij Ja. – Moscow: Jenergoatomizdat Publ, 1986. – 201 p.
- Novozhilov A.N., Novozhilov T.A., Volgina E.M., Kolesnikov E.N. et al. Magnetic field scattering of a transformer winding on a round rod for a safety relay // *Russian Engineering Research*. – 2020. – No. 9. – Pp. 710-714.
- ELCUT. Modelirovanie jelektrromagnitnykh, teplovykh i uprugih polej metodom konechnykh jelementov. Versija 6.5. Rukovodstvo pol'zovatelja. [Jelektronnyj resurs] / OOO «Tor». – Saint Petersburg, 2021. URL: https://elcut.ru/downloads/manual_r.pdf.
- Bessonov L.A. Teoreticheskie osnovy jelektrrotehniki. – Moscow: Vysshaja shkola, 1967. – 775 p.
- Alekseev V.S. Rele zashhity [Tekst] / Alekseev V.S., Varganov B.I., Panfilov B.I., Rozenbljum R.Z. – Leningrad: Jenergija Publ, 1976. – 464 p.
- Kakuevickij L.I., Smirnova T.V. Spravochnik rele zashhity i avtomatiki. – Moscow: Jenergija Publ, 1972. – 344 p.

Шынайы георадар деректері үшін радиолокациялық зерттеулер әдістері мен алгоритмдерін талдау

¹КУСАИНОВА Айнұр Төлеубекқызы, аға оқытушы, ainurkussainova89@gmail.com,

¹ТУРАРОВА Маржан Кабдыкалиевна, PhD, аға оқытушы, marzhan_08@mail.ru,

²ДАУРЕНБЕКОВ Қуаныш Койшыгулович, т.ғ.к., департамент директоры, dkuankaz@gmail.com,

^{1*}ОРАЛБЕКОВА Жанар Орымбайқызы, PhD, доцент, oralbekova@bk.ru,

¹ҰЗАҚҚЫЗЫ Нүргүл, PhD, аға оқытушы, nura_astana@mail.ru,

¹«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

²«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, 62,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Георадар зерттеулері бүгінде танымал болуда және қызметтің әртүрлі салаларында: археология, топырақтану, жер асты сулары, экология және тағы сол сияқты салаларда белсенді қолданыс табууда. Сондай-ақ автомобиль жолдарын тексеру кезінде жабынның қалыңдығын бағалау және жабындардың зақымдану себептерін анықтау, теміржол жолдарын бақылап тексеру үшін қолданылады. Георадиолокация ұстанымдарын пайдаланатын құрылғы георадар деп аталады. Георадармен зерттелетін орта бойынша қозғалған кезде радарограмма (кескін) алынады. Радарограммаларды интерпретациялаудың негізгі міндеті қоршаған ортаның геофизикалық қимасын анықтау болып табылады. Бұл есептерді шешу үшін инженерлі-техникалық әдістерге, компьютерлік және математикалық модельдеуге негізделген алгоритмдер қолданылады. Радарограмманы интерпретациялаудың инженерлі-техникалық әдісі экспериментті радарограммалардың бұрыннан белгілі түрлерімен салыстыру арқылы жүзеге асырылады. Мақалада шынайы георадар деректері үшін радиолокациялық зерттеу әдістері мен алгоритмдеріне талдау келтірілді. Жасалған отандық алгоритмдерге толыққанды талдау берілді.

Кілт сөздер: георадиолокациялық зерттеулер, радарограммаларды интерпретациялау, инженерлі-техникалық әдіс, кері есептер, қисынсыз есептер.

Кіріспе. Георадиолокациялық зерттеулер бүгінгі таңда танымал болып, әр түрлі салаларда белсенді қолданылады. GPR – жер қойнауын суретке түсіру үшін радар импульстерін пайдаланатын геофизикалық әдіс. Қазіргі уақытта бұл әдіс әр түрлі ортада белсенді пайдаланылады: тау жыныстарын, топырақты, жер асты сулары мен мұзды зерттеу, алтын кесектері мен гауһар тастарды іздеу кезінде мамандар жер асты объектілерін, материалдардың қасиеттерінің өзгеруін, бос жерлер мен жарықтарды анықтау үшін георадарды қолдана алады. Экологтар полигондарды, ластаушы заттардың шлейфтерін анықтау үшін георадарды пайдаланады, ал археологияға келетін болсақ, ол археологиялық нысандар мен зираттарды картаға түсіру үшін қолданылады. Сондай-ақ автомобиль жолдарын тексеру кезінде жабынның қалыңдығын бағалау және жабындардың зақымдану себептерін анықтау, теміржол жолдарын тексеріп бақылау және т.б. үшін пайдаланады. Георадарлар жер астындағы диэлектрлік қасиеттердің өзгерістерін анықтайтындықтан, ол электр өткізбейтін коммуникацияларды табуға өте тиімді бо-

луы мүмкін екендігін айта кеткен жөн.

Қазіргі уақытта қолданыстағы георадарлық жүйелерінің кемшіліктеріне мыналар жатады: георадардың өнімділігі гетерогенді жағдайларда (мысалы, тасты топырақтарда) сигналдың шашырауымен шектеледі; радарограммаларды түсіндіру әдетте жаңадан бастағандар үшін түсініксіз; георадарлық сауалнамасын тиімді жобалау, жүргізу және түсіндіру үшін айтарлықтай тәжірибе қажет.

Зерттеу әдістері. Радарограммаларды түсіндірудің негізгі міндеті – өлшеу нүктелеріндегі бақылау деректері бойынша ортаның геофизикалық қимасын анықтау. 1-суретте эксперимент барысында алынған радарограмманың мысалы келтірілген.

Аталған мәселені шешу үшін инженерлі-техникалық әдістер мен компьютерлік және математикалық модельдеуге негізделген алгоритмдер қолданылады. Жер қойнауындағы радиолокацияны зерттеудің негізгі тәсілдерінің бірі нақты георадар деректері (объектілері) бойынша эксперименттік зерттеулерге негізделген ин-

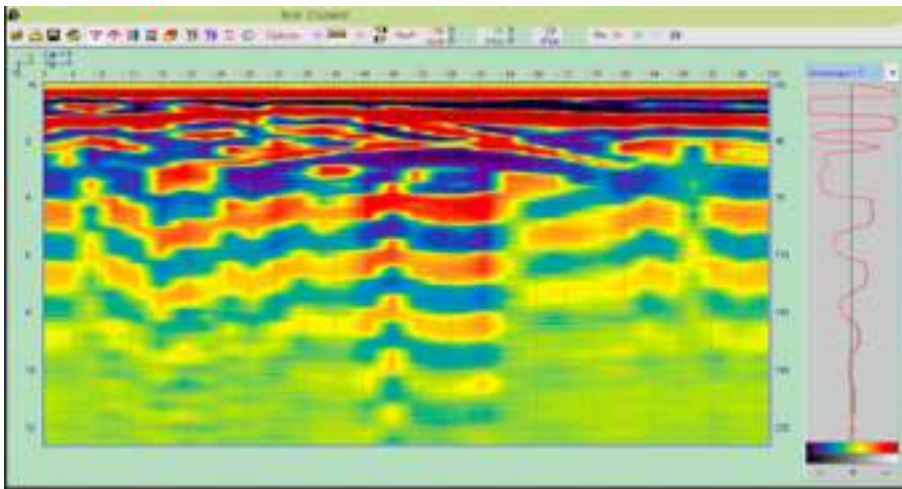
женерлі-техникалық әдістер болып табылады. Радарограмманы интерпретациялаудың инженерлі-техникалық әдісі – бұл тәжірибені, яғни алынған радарограммаларды бұрыннан белгілі радарограмма түрлерімен (әр түрлі георадарлық деректер қоры қолданылады) салыстыру болып табылады. Зерттеу барысында теориялық және эксперименттік деректер негізінде георадарлық деректер қоры құрылып, бұл деректерді ыңғайлы қарау және жұмыс істеу үшін «Радарограмма деректерін өңдеу» пайдаланушы веб-қосымшасы әзірленді. Көрнекі болу үшін 2-суретте құрылған деректер қорындағы бір тәжірибенің нәтижесі ретінде «Эксперимент карточкасы» беті бейнеленген.

Бұл веб-бетте пайдаланушыға ыңғайлы болу үшін эксперимент трассасының графигі көрсетілген.

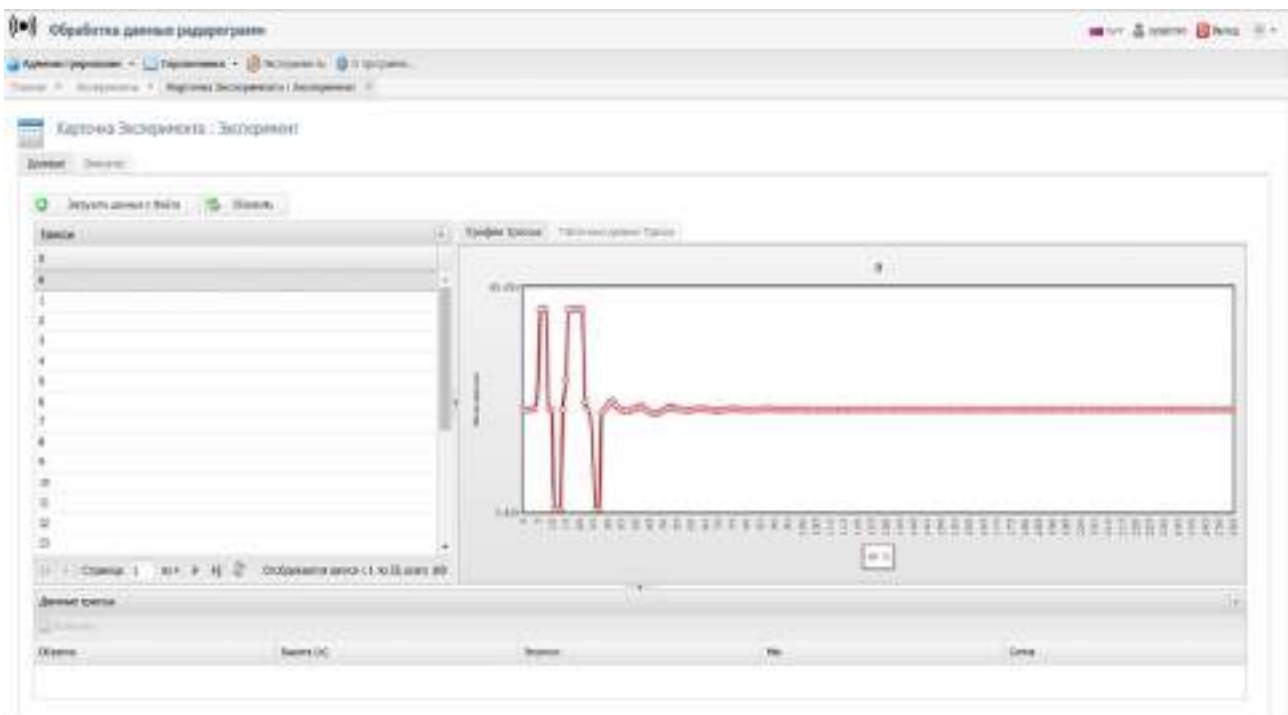
3-суретте эксперимент деректерін жылдам көруге арналған қосымшаның веб-беті келтірілген.

Жер асты радиолокациясының есептерін шешудің тағы бір тәсіл – қисынсыз және кері есептер теориясына негізделген радарограммаларды интерпретациялау әдісі.

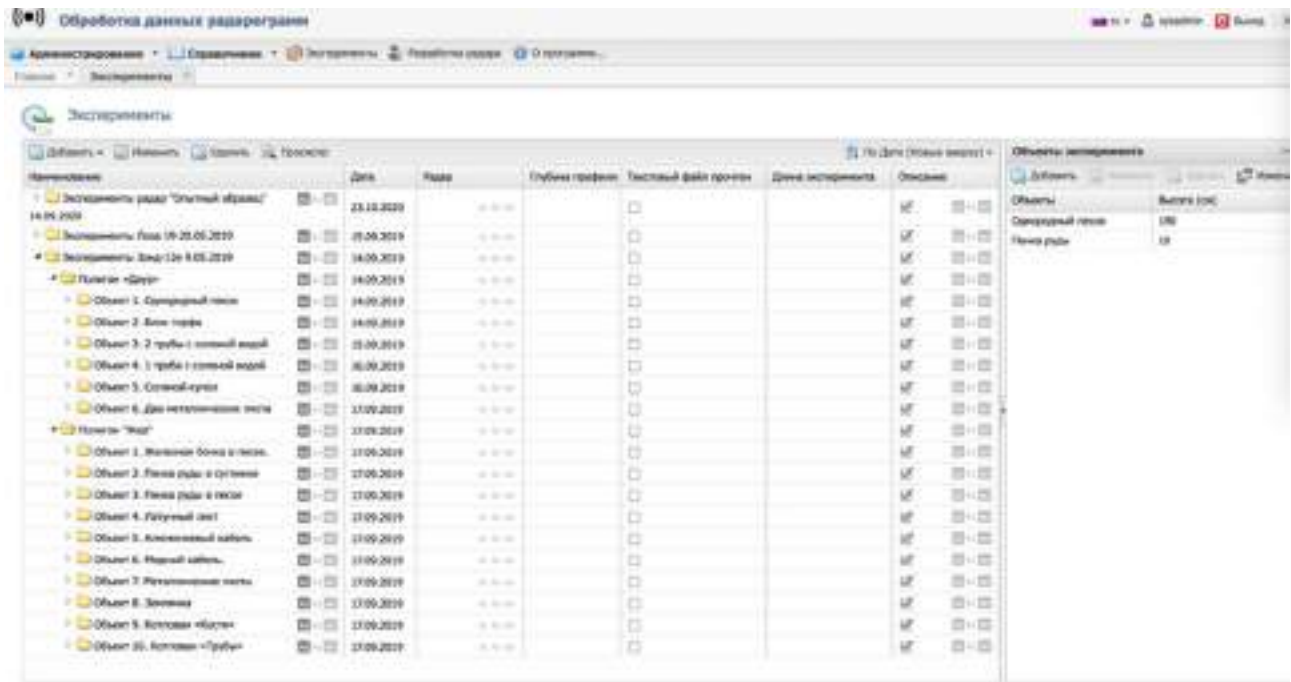
Ортадағы электромагниттік үрдістерді сипаттау үшін Максвелл теңдеулері қолданылады (есеп қойылымының мүмкін нұсқаларының бірі төменде келтірілген):



1-сурет – Эксперимент нәтижесінде алынған радарограмма мысалы



2-сурет – «Радарограмма деректерін өңдеу» веб-қосымшасы



3-сурет – Эксперименттер қоры

$$\begin{cases} \varepsilon \frac{\partial E}{\partial t} - \text{rot}H + \sigma E + j^{cm} = 0, (x, y, z) \in R^3, x \neq 0, t > 0. \\ \mu \frac{\partial H}{\partial t} + \text{rot}E = 0, \end{cases}$$

мұндағы $\varepsilon(x, y, z)$, $\sigma(x, y, z)$ және $\mu(x, y, z)$ – оң функциялар, сәйкесінше диэлектрик өтімділік, ортаның өткізгіштігі және магниттік өтімділігі.

$R^3 = \{x, y, z \in R^3, x < 0\}$ – ауа; $R^3 = \{x, y, z \in R^3, x > 0\}$ – жер.

$t = 0$ уақыт моментіне дейін электромагниттік тербелістер жоқ деп есептейміз:

$$(E, H) |_{t < 0} \equiv 0, \quad j^{cm} |_{t < 0} \equiv 0,$$

одан кейін $j^{cm}(x, y, z, t)$ сыртқы токпен индукцияланады.

Максвелл теңдеулерінің толық жүйесі үшін динамикалық кері есептерді зерттеуге жалпы көзқарас, геоэлектрика теңдеуіне қойылған кері коэффициенттік есептерді шешу алгоритмдері, толқындық және квазистационарлық жуықтауда ауаның әсерін ескере отырып, бұл есептерді шешуге оңтайландыру әдісін қолдану С.И. Кабанихиннің жұмысында қарастырылған [1].

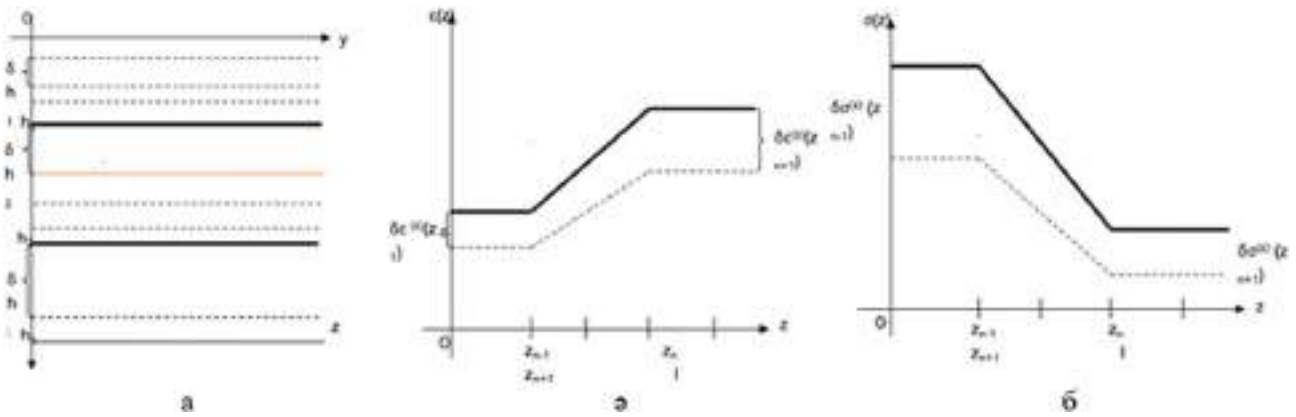
Қабатты орта жағдайында аналитикалық әдістерді қолдануға болады. Осыған байланысты Риккати теңдеуі үшін қабатты қайта есептеу әдісі қолданылды, бұл әдіс А.Л. Карчевскийдің жұмысында көрсетілген [2]. Бұл жұмыста автор қабат қалыңдығы мен қабаттардағы олардың мәндері белгісіз болған жағдайда, жиілік облысындағы геоэлектриканың кері есебіне қабатты қайта есептеу алгоритмін қолданды.

Отандық ғалымдардың георадиолокацияға арналған жұмыстарын атап өтуге болады: георадарлық деректерді бастапқы өңдеу алгоритмдері [3], георадиолокация деректері бойынша кеңістік-

тіктегі бір айнымалыға тәуелді ортаның диэлектрик өткізгіштігін анықтау туралы кері есебі [4], георадар деректері бойынша геофизикалық қиманы анықтау [5].

Ғылыми нәтижелер. Эксперименттік деректерді өңдеу бойынша бірқатар жұмыстар қарастырылды: «Лоза-В», «Зонд-12е» георадарларымен жасалған эксперименттік зерттеулер нәтижесіне сәйкес радарограммаларды интерпретациялау үшін арналған кері электродинамика есептерін сандық шешу алгоритмдері, нақты сигналдарды өңдеу алгоритмдерін сынақтан өткізу [6]; «Лоза-В» георадарының деректерін өңдеуді математикалық қамтамасыз ету алгоритмі және «Зонд-12» георадарының нақты деректеріндегі интерпретациялау алгоритмі [7] жұмыста сипатталған. Сондай-ақ, нақты радарограмманы интерпретациялау бойынша бірқатар есептердің шешімдері [4, 8-9] еңбектерінде ұсынылған.

Әрі қарай есептелген физикалық өрістер класы үшін «таңдау» әдісі қарастырылды. Қабатты орта жағдайында геологиялық қима үлгілерінің жиынтығына арналған есептелген физикалық өрістер класын құру үшін алгоритмнің шешімі ретінде деректер қоры құрылды. Орталардың мүмкін құрылымдарының класын құру әдістерін келтірейік: а) қабат қалыңдығының тереңдігінің вариациясы (4,а-сурет); ә) диэлектрик өтімділік параметрінің вариациясы (4,ә-сурет); б) ортаның өткізгіштік параметрі бойынша вариациясы (4,б-сурет). Ортаның негізгі сипаттамаларын (диэлектрик өтімділік, ортаның өткізгіштігі, қабаттардың қалыңдығын) өзгерту арқылы мүмкін болатын орталардың жеткілікті кең класы құрылды. Одан кейін ортаның мүмкін құрылымдарының



4-сурет – Ортаның мүмкін құрылымдарының классын қалыптастыру амалдары

әрбір класы үшін тура есептер тізбегі шешілді.

Заманауи әдебиеттерде георадиолокация мәселесін жасанды интеллект әдістерін қолдану арқылы шешуге болады деп ұсынылады, өйткені олар үлкен көлемдегі деректерді өңдей алады. Жасанды интеллектті қолдану арқылы деректерді өңдеу барысында георадиолокация деректері бойынша ауытқуларды анықтау әдісін дұрыс таңдауға мүмкіндік береді.

Пайдаланылатын әдістердің ішінде жасанды нейрондық желілерді, тірек және сәйкес векторлық әдістерді, генетикалық алгоритмдерін бөліп атап өтуге болады [10]. Қазіргі уақытта нейрондық желілерді қолданатын алгоритмдер белсенді түрде қолданылып келеді. [11] жұмыста нейрондық желілер арқылы кері операторды аппроксимациялауға негізделген геофизиканың шартты қисынды сызықтық емес кері есептерін шешудің аппроксимациялы-нейрондық әдісі ұсынылған.

Бұл мәселені шешу кезінде фильтрация, кедергілерді азайту алгоритмдері де маңызды рөл атқарады: қолдануға негізделген кедергілерді азайту алгоритмдері келесідей: жиілікті фильтрация, Баттерворттың сандық филтрлерін; әр түрлі Хаар, Добеши және т.б. вейвлеттерді қолдану [12]. Төменде сигналдарды өңдеуге арналған алгоритмдер келтірілген.

Мысалы, Фурье түрлендіруі сигналды өңдеудің кілттік құралына айналды, себебі ол сигналдағы әр түрлі деректерді компьютермен оңай өңдеуге болатын пішінге түрлендіруге мүмкіндік береді. Дегенмен Фурье түрлендіруін пайдалану есептеу ресурстарына айтарлықтай есептеу шығындарын қажет етеді [13]. Корреляция – бұл екі үрдістің ұқсастығын, бұл жағдайда екі сигналдың ұқсастығын өлшеу әдісі. Бұл әдіс уақыт аймағындағы радиолокациялық сигналдарды талдау кезінде қолданылады. Бұл шуыл жағдайында периодты сигналдарды анықтау, екі кездейсоқ сигнал арасындағы үйлесімдік дәрежесін анықтау және сигнал қайнар көздерін, оларды генерациялау уақытын анықтау үшін пайдалы болады.

Калман филтрі шуыл мен кездейсоқ ауытқу-

ларға ұшырайтын осы шаманы өлшеу негізінде белгілі бір шаманың мәнін бағалау үшін пайдаланылады. Бұл бағалау осы шаманың нақты мәндеріне (сондай-ақ сәйкес өлшенген мәндерге) жуықтауға тырысады. Бұл алгоритм анықталған мақсаттарды бақылайтын көптеген заманауи радиолокациялық жүйелерде шешуші рөл атқарады.

Мақсатты анықтау алгоритмдері, CFAR-ды қоса алғанда және машиналық оқыту әдістері шуыл кезінде нысандарды бөліп алуға көмектеседі [14].

Антенналық сканерлеу сигналдардың келу бағытын және объектілердің орналасуын анықтау үшін қолданылады. Интерферометрия сигналдардың интерференциясын талдау арқылы объектілердің орналасуы мен қозғалысын дәл анықтауға мүмкіндік береді [15].

Қорытынды. Әдістерге талдау жасау және нақты георадарлық радиолокациялық зерттеулердің алгоритмдерін талдау нәтижесінде геофизикалық қасиеттерді анықтау үшін кері есептерді шешу әдістерін және инженерлі-техникалық технологияларға негізделген әдістерді қолдану қажет.

Кері есептерді шешу алгоритмдерін пайдалана отырып, инженерлі-техникалық тәсілдер негізінде геологиялық қиманы анықтау бойынша программалық қамтамасыздандыруды әзірлеу радарограммаларды интерпретациялау мәселесін сапалы түрде шешуге мүмкіндік береді.

Георадиолокация мәселесін шешу кезінде жоғары дәлдігіне және тиімділігіне қол жеткізу үшін жоғары өнімді жабдықтар мен программалық жасақтаманы пайдалану керек екенін атап өтейік.

Жұмыс ҚР ҒЖБМ 2023-2025 жылдарға арналған гранттық қаржыландыруы аясында АР 19680361 «Автомобиль жолдарының жол төсеніштерін диагностикалау үшін есептеу технологияларын әзірлеу» жобасының қолдауымен жүргізілді.

1. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи: учебник. – Новосибирск, 2018. – 512 с.
2. Карчевский А.Л. Аналитические решения дифференциального уравнения поперечных колебаний кусочно-однородной балки в частотной области для краевых условий любого вида // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2020. – Т. 23. № 4. – С. 46-68.
3. Искаков К.Т., Муканова Б.Г., Боранбаев С.А. и др. Алгоритмы и технические средства систем георадиолокации. – Астана, 2016. – 124 с.
4. Mukanova B.G., Iskakov K.T., Kembay A.S., Boranbayev S.A. Inverse source identification problem for the wave equation: An application for interpreting GPR data // Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2020. – Vol. 8, Issue 3. – Pp. 78-91.
5. Токсеит Д.К., Боранбаев С.А., Оралбекова Ж.О., Нуржанова А.Б. Определения геоэлектрического разреза по георадарным данным // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета имени Д. Серикбаева. – 2020. – № 3. – С. 154-160.
6. Искаков К.Т., Токсеит Д.К., Боранбаев С.А., Атанов С.К., Оралбекова Ж.О., Нуржанова А.Б. Математическое обеспечение и руководство по интерпретации георадарных данных. – Нур-Султан, 2020. – 220 с.
7. Iskakov K.T., Boranbaev S.A., Uzakyzy N. Wavelet processing and filtering of the radargram trace // Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2017. – Vol. 5, Issue 4. – Pp. 43-54.
8. Zhartybayeva M.G., Oralbekova Z.O., Iskakov K.T. The interpretation of the radarograms on the basis of experimental data // Acta Physica Polonica A. – 2015. – Vol. 128, no. 2. – Pp. 467-468.
9. Iskakov K.T., Tokseit D.K., Oralbekova Zh.O., Mirgalikyzy T. Creation and testing of a new mathematical software for processing georadar data // Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – Vol. 7, Issue. 4. – 2019. – Pp. 86-99.
10. Соколов К.О. Интерпретация данных георадиолокации для определения зон повышенной трещиноватости массива мерзлых горных пород // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 12. – С. 150-155.
11. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А., Оборнев И.Е. Применение аппроксимационного нейросетевого метода для решения обратной задачи гравиразведки // Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования: тезисы докладов Пятой Международной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, академика Европейской академии наук Л.Д. Кудрявцева. – Москва, 2018. – С. 14-31.
12. Uzakyzy N., Iskakov K.T., Boranbayev S.A. About the results of the processing route radarogram Haar wavelets and Daubechies // Progress in Electromagnetics Research Symposium. – 2017. – Pp. 3729-3739.
13. Музыченко А. Быстрое преобразование Фурье. – <https://www.radartutorial.eu/10.processing/sp15.ru.html> (Дата обращения 13.09.2023).
14. Camilo, S. Review of radar detectors with Constant False Alarm Rate // Telemática. – 2020. – Vol. 19, no. 3. – Pp. 78-90.
15. Музыченко А. Интерферометрические радиолокаторы. – <https://www.radartutorial.eu/02.basics/rp29.ru.html> (Дата обращения 13.09.2023).

Анализ методов и алгоритмов радиолокационных исследований для реальных георадарных данных

¹КУСАИНОВА Айнур Толеубековна, старший преподаватель, ainurkussainova89@gmail.com,

¹ТУРАРОВА Маржан Кабдыкалиевна, PhD, старший преподаватель, marzhan_08@mail.ru,

²ДАУРЕНБЕКОВ Куаныш Койшыгулович, к.т.н., директор департамента, dkuankaz@gmail.com,

^{1*}ОРАЛБЕКОВА Жанар Орымбаевна, PhD, доцент, oralbekova@bk.ru,

¹ҰЗАҚҒЫЗЫ Нұрғұл, PhD, старший преподаватель, nura_astana@mail.ru,

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

²НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Георадиолокационные исследования на сегодняшний день набирают популярность и активно применяются в различных сферах деятельности: археология, изучение почв, подземные воды, экология и другие. А также при обследовании автомобильных дорог для оценки толщины покрытия и выявления причин повреждения покрытий, для диагностики железнодорожных путей и т.д. Прибор, использующий принципы георадиолокации, называется георадаром. При перемещении георадара по исследуемой среде получается радарограмма (профиль). Главной задачей интерпретации радарограмм является определение геофизического разреза среды. Для решения перечисленных проблем используются алгоритмы на основе инженерно-технических методов, компьютерное и математическое моделирование. Инженерно-технический метод интерпретации радарограмм – это сравнение эксперимента с уже известными типами радарограмм. В статье приведен анализ методов и алгоритмов радиолокационных исследований для реальных георадарных данных. Приведен подробный анализ разработанных отечественных алгоритмов.

Ключевые слова: георадиолокационные исследования, интерпретация радарограмм, инженерно-технический метод, обратные задачи, некорректные задачи.

Analysis of Radar Research Methods and Algorithms for Real GPR Data

¹KUSSAINOVA Ainur, Senior Lecturer, ainurkussainova89@gmail.com,

¹TURAROVA Marzhan, PhD, Senior Lecturer, marzhan_08@mail.ru,

²DAURENBEKOV Kuanysh, Cand. of Tech. Sci., Director of Department, dkuankaz@gmail.com,

^{1*}ORALBEKOVA Zhanar, PhD, Associate Professor, oralbekova@bk.ru,

¹UZAKKYZY Nurgul, PhD, Senior Lecturer, nura_astana@mail.ru,

¹NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

²NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

*corresponding author.

Abstract. Georadar research is gaining popularity today and actively used in various fields of activity: archaeology, soil studies, groundwater, ecology and others. Moreover, it is used for inspecting highways to assess the thickness of the coating and identify the causes of damage to the coatings, for diagnosing railway tracks, etc. A device that uses the principles of ground penetrating radar is called a georadar. When the GPR moves across the environment under study, a radarogram (profile) is obtained. The main task of interpreting radarograms is to determine the geophysical section of the environment. To solve these problems, algorithms based on engineering technical methods, and computer and mathematical modeling are used. The engineering and technical method of interpreting a radarogram is a comparison of the experiment with already known types of radarograms. The article provides an analysis of radar research methods and algorithms for real ground penetrating radar data. A detailed analysis of the developed domestic algorithms is provided.

Keywords: GPR research, interpretation of radarograms, engineering and technical method, inverse problems, ill-posed problems.

REFERENCES

1. Kabanikhin S.I. Obratnye i nekorrektnye zadachi: uchebnik [Inverse and ill-posed problems]. – Novosibirsk, 2018. – 512 p.
2. Karchevckij A.L. Analiticheskie resheniya differencial'nogo uravneniya poperechnyh kolebanij kusochno-odnorodnoj balki v chastotnoj oblasti dlya kraevyh uslovij lyubogo vida [Analytical solutions of the differential equation of transverse vibrations of a piecewise homogeneous beam in the frequency domain for boundary conditions of any type]. Sibirskij zhurnal industrial'noj matematiki [Siberian Journal of Industrial Mathematics]. – 2020. – T. 23. No. 4. – Pp. 46-68.
3. Isakov K.T., Mukanova B.G., Boranbaev S.A. i dr. Algoritmy i tekhnicheskie sredstva sistem georadiolokacii [Algorithms and technical means of ground penetrating radar systems]. – Astana, 2016. – 124 p.
4. Mukanova B.G., Isakov K.T., Kembay A.S., Boranbayev S.A. Inverse source identification problem for the wave equation: An application for interpreting GPR data. Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2020. – Vol. 8, Issue 3. – Pp.78-91.
5. Tokseit D.K., Boranbaev S.A., Oralbekova Zh.O., Nurzhanova A.B. Opredeleeniya geoelektricheskogo razreza po georadarnym dannym [Determination of the geoelectric section using GPR data]. Vestnik Vostochno-Kazahstanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni D. Serikbaeva [Bulletin of D.Serikbaev East Kazakhstan State Technical University]. – 2020. – No. 3. – Pp. 154-160.
6. Isakov K.T., Tokseit D.K., Boranbaev S.A., Atanov S.K., Oralbekova Zh.O., Nurzhanova A.B. Matematicheskoe obespechenie i rukovodstvo po interpretacii georadarnyh dannyh [Software and guidance for interpreting GPR data]. – Nur-Sultan, 2020. – 220 p.
7. Isakov K.T., Boranbaev S.A., Uzakkyzy N. Wavelet processing and filtering of the radargram trace. Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2017. – Vol. 5, Issue 4. – Pp. 43-54.
8. Zhartybayeva M.G., Oralbekova Z.O., Isakov K.T. The interpretation of the radarograms on the basis of experimental data. Acta Physica Polonica A. – 2015. – Vol. 128, no. 2. – Pp. 467-468.
9. Isakov K.T., Tokseit D.K., Oralbekova Zh.O., Mirgalikyzy T. Creation and testing of a new mathematical software for processing georadar data. Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – Vol. 7, Issue 4. – 2019. – Pp. 86-99.
10. Sokolov K.O. Interpretaciya dannyh georadiolokacii dlya opredeleniya zon povyshennoj treshchinovatosti massiva merzlyh gornyh porod [Interpretation of ground penetrating radar data to identify zones of increased fracturing in frozen rock masses]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances of modern natural science]. – 2019. – No. 12. – Pp. 150-155.
11. Shimelevich M.I., Osborne E.A., Osborne I.E. Primenenie approksimacionnogo nejrosetevogo metoda dlya resheniya obratnoj zadachi gravirazvedki [Application of an approximation neural network method to solve the inverse problem of gravity exploration]. Funkcional'nye prostranstva. Differencial'nye operatory. Problemy matematicheskogo obrazovaniya: tezisy dokladov Pyatoj Mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 95-letiyu so dnya rozhdeniya chlena-korrespondenta RAN, akademika Evropejskoj akademii nauk L.D. Kudryavceva [Functional spaces. Differential operators. Problems of mathematical education: abstracts of the Fifth International Conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Academician of the European Academy of Sciences L.D. Kudryavtsev]. – Moscow, 2018. – Pp. 14-31.
12. Uzakkyzy N., Isakov K.T., Boranbayev S.A. About the results of the processing route radarogram Haar wavelets and Daubechies. Progress in Electromagnetics Research Symposium. – 2017. – Pp. 3729-3739.
13. Muzychenko A. Bystroe preobrazovanie Fur'e [Fast Fourier Transform]. – <https://www.radartutorial.eu/10.processing/sp15.ru.html> (Date of circulation 13.09.2023).
14. Camilo, S. Review of radar detectors with Constant False Alarm Rate. Telemática. – 2020. – Vol. 19, no. 3. – Pp. 78-90.
15. Muzychenko A. Interferometricheskie radiolokatory [Interferometry radio locators]. – <https://www.radartutorial.eu/02.basics/rp29.ru.html> (Date of circulation 13.09.2023).

Алгоритм координации роя автономных мобильных роботов

^{1*}КЫЗЫРКАНОВ Абзал Ермекбайулы, магистр, сеньор-лектор, abzzall@gmail.com,

²АТАНОВ Сабыржан Кубейсинович, PhD, профессор, atanov5@mail.ru,

³АЛЬДЖАВАРНЕХ Шади Абдель Рахман, PhD, профессор, saaljavarneh@just.edu.jo,

¹ОТАРБАЙ Женис Сагындыкулы, магистр, сеньор-лектор, zh.otarbay@astanait.edu.kz,

¹Astana IT University, Казахстан, Астана, пр. Мәңгілік Ел, Бизнес-центр EXPO, блок С1,

²НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

³Иорданский университет науки и технологии, Иордания, Ирбид, P.O.Box 3030,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлен алгоритм, который координирует движения множества роботов, обеспечивая сохранение их позиций относительно друг друга при движении. Также алгоритм позволяет адаптироваться к изменяющимся условиям, таким как наличие препятствий. Для проверки эффективности предложенного алгоритма было проведено моделирование роя из девяти роботов. Результаты показали, что алгоритм успешно позволил роботам сохранять желаемую формацию при движении по заданному маршруту. Основываясь на этих результатах, можно сделать вывод, что предложенный алгоритм является многообещающим подходом для координации движения роя роботов. Практическое применение этого алгоритма многочисленно, включая военные миссии, операции поиска и спасания и системы управления транспортом. Алгоритм также может быть расширен на более крупные рои роботов или другие типы автономных систем. Также возможно дальнейшее развитие данного алгоритма для решения более сложных задач, связанных с движением роя в динамической и непредсказуемой среде.

Ключевые слова: рой, рой-робототехника, роевые роботы, алгоритм координаций, мобильные роботы.

Введение. В настоящее время робототехника развивается очень активно. По мере развития роботов было предложено множество различных подходов для улучшения действий роботов [1, 2, 3, 4]. Один из них заключается в использовании группы из нескольких простых роботов для выполнения одной сложной задачи. Этот подход известен как *групповая робототехника*. Самые первые достижения в виде реальных проектов в области групповой робототехники появились около 30 лет назад [5].

Основной задачей групповой робототехники является координация движением группы. На практике для координации движения роботы образуют некоторую геометрическую структуру, сохраняя при этом расстояние между собой [6, 7, 8]. Этот подход называется *управлением формирования*.

Управление формированием – это техника управления, направленная на достижение группой роботов определенных форм [9]. Здесь роботы могут двигаться без столкновений, формируя при этом блок определенной формы для улучшения работы всей системы [10].

Постановка задач. Во многих приложениях группы автономных роботов должны следовать

по заданному пути, придерживаясь определенной геометрической формы. При правильной организации движения можно получить множество преимуществ, таких как снижение стоимости системы, повышение надежности и эффективности системы, при этом обеспечивая реконфигурируемую и гибкую структуру системы.

В данной работе представлен алгоритм движения с определенной геометрической структурой группы автономных мобильных роботов. Разработанный алгоритм управления движением роя позволяет двигаться к цели без столкновения с препятствием, снижая при этом энергопотребление лидаров. Для координации движений использовался подход «лидер-последователь».

Включение/выключение лидара. Современные лидары могут обнаруживать препятствия на достаточно большом расстоянии. Можно найти лидары, способные ощущать расстояния, в несколько раз превышающие размеры самого роя. Но такие лидары тратят много энергии. Чтобы снизить энергопотребление, роботы могут, по возможности, отключать свои лидары и ориентироваться на движения своих соседей.

Подход «лидер-последователь». Основная идея подхода «лидер-последователь» заключается в

том, что роботы-последователи стараются все время сохранять требуемое расстояние. Представляя лидера и последователей в виде точек на поверхности и имея положение каждой точки, можно оценить расстояние между ними. Предположим, что позиция последователя (x_F, y_F) , а позиция лидера (x_L, y_L) , расстояние рассчитывается как:

$$D = \sqrt{(x_L - x_F)^2 + (y_L - y_F)^2}. \quad (1)$$

Это расстояние может быть использовано в качестве диапазона, которого старается придерживаться робот-последователь (рисунок 1).

Если какой-то робот из роя назначается лидером, стабильность роя подвергается серьезному риску: в случае отказа лидера весь рой становится неработоспособным. Для решения этой проблемы можно определить виртуального лидера и поддерживать расстояние с ним [11]. Положение виртуального лидера может быть просто отмечено в центре роя.

Описание алгоритма. Роботы в рое продолжают двигаться, обновляя свою скорость с некоторой частотой. Вектор скорости движения можно рассматривать как пару (v, w) , где v – линейная скорость движения, измеряемая в м/с, а w – угол поворота. Согласно нашему алгоритму, линейная скорость движения не меняется, меняется только направление движения. Сначала по формулам 4 и 5 рассчитывается положение виртуального лидера. Затем, в соответствии с направлением движения, определяются наблюдатели – роботы с

включенным лидаром.

Угловая скорость определяется в зависимости от расстояния до препятствия, замеченного включенными лидарами, и местоположения целевой позиции. Далее подробно описывается каждый шаг алгоритма. Блок-схема алгоритма показана на рисунке 2.

Вычисление позиции виртуального лидера. Координаты виртуального лидера можно определить как среднее арифметическое координат роботов в группе. Таким образом, положение виртуального лидера (x_L, y_L) может быть рассчитано с помощью следующих уравнений:

$$x_L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad (2)$$

$$y_L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i. \quad (3)$$

Здесь N – количество роботов в рое, а (x_i, y_i) – позиция каждого робота.

Назначение наблюдателей. Если сместить центр координат в положение виртуального лидера и повернуть ось X в направлении роя (рисунок 3), то можно легко определить роботов-наблюдателей. Положение любого робота в этой новой системе координат очень легко вычисляется:

$$x'_i = (x_i - x_L) \cos(w) + (y_i - y_L) \sin(w), \quad (4)$$

$$y'_i = -(x_i - x_L) \sin(w) + (y_i - y_L) \cos(w). \quad (5)$$

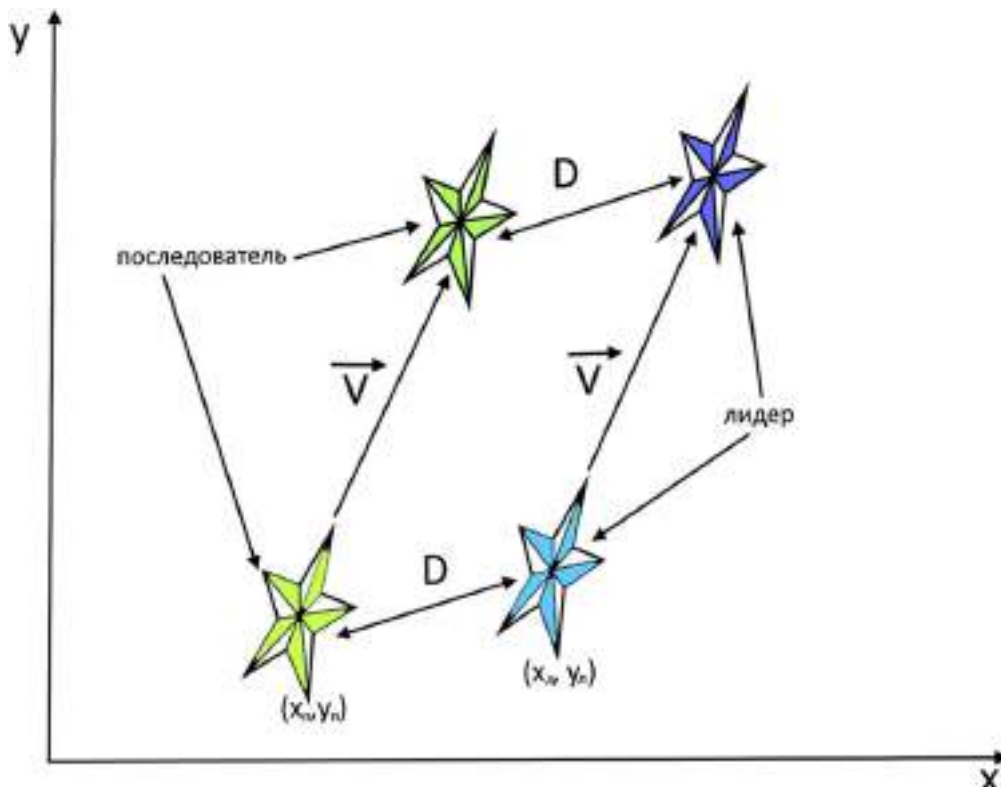


Рисунок 1 – Представление лидера и последователя в виде материальных точек



Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма

Здесь (x_i, y_i) – положение i -го робота, (x_L, y_L) – положение виртуального лидера, (x'_i, y'_i) – координаты i -го робота в новой системе координат.

Пример определения наблюдателей показан на рисунке 4. Центральный лидар включается у робота, который опережает всех по направлению движения. Если таких роботов несколько, то среди них выбирается тот, который ближе всего к середине (оси ОХ), т.е. модуль величины y' минимален. На рисунке 4 видно, что x' третьего и четвертого роботов одинаковы, но поскольку модуль значения x' у третьего агента меньше, этот агент выбирается в качестве среднего.

Левый и правый наблюдатели определяются аналогично, выбираются роботы, находящиеся на максимальном расстоянии от середины, т.е. от оси

ОХ. Робот с максимальным значением y' включает лидар слева, а робот с минимальным значением y' включает лидар справа. На рисунке 4 у первого и второго агентов y' одинаково и максимально у всех, но у второго робота x' больше, чем у первого, поэтому был выбран второй робот.

В случае, когда один робот подходит под критерии и среднего, и левого (правого) наблюдателя, он выбирается в качестве левого (правого) наблюдателя, а второй, подходящий под критерии, выбирается для включения среднего лидара. Этот случай продемонстрирован на рисунке 5, здесь пятый агент подходит под критерии как среднего, так и правого наблюдателя и выбирается в качестве правого наблюдателя.

Обработка данных из лидара. Выбранные наблюдатели включают свой лидар и в зависимости от информации, полученной от лидара, выбирают направление движения прямо, налево или направо. По выбранному направлению рассчитывается угловая скорость.

Если препятствия обнаружены лидаром только слева или слева и в центре, то выбирается направление вправо. Аналогично, если правый лидар или средний и правый лидар обнаруживают препятствие, выбирается поворот налево.

Если все лидары обнаруживают препятствие или только средний лидар обнаруживает его, необходимо рассмотреть несколько случаев

- Если на предыдущем этапе вы выбрали направление вправо или влево, то на этом этапе вы выберете то же направление.

- Если предыдущее направление было прямо, то выбирается направление на цель.

- Если также направление движения совпадает с направлением на цель, то рой выбирает направление произвольно вправо или влево, иначе он может столкнуться лоб в лоб с препятствием.

В случае, если ни один лидар не обнаруживает препятствия, выбирается направление к цели.

Экспериментальный анализ и обсуждение.

Для того чтобы проверить алгоритм, мы разработали симулятор на языке Python. Для визуализации движения роботов использовалась библиотека rpygame. Было смоделировано движение по карте с несколькими препятствиями.

При значениях линейной скорости $v < 1$ м/с все роботы роя достигают целевой позиции, при значениях больше или равных 1 м/с и меньше 3,4 м/с количество роботов, достигающих цели, постепенно уменьшается за счет колебаний, а при значениях больше 3,3 м/с роботы не достигают цели. При линейной скорости 0,2 м/с рой входит в петлю, двигаясь по одному и тому же пути. Рой движется по разным траекториям, и при значениях линейной скорости более 3,3 м/с все роботы роя сталкиваются с препятствием, а при значениях более 5,2 м/с роботы сталкиваются с первым препятствием, не успев отвернуть.

При увеличении значения w до 2, 3, 5 градусов в целом картина остается такой же, но рой стано-

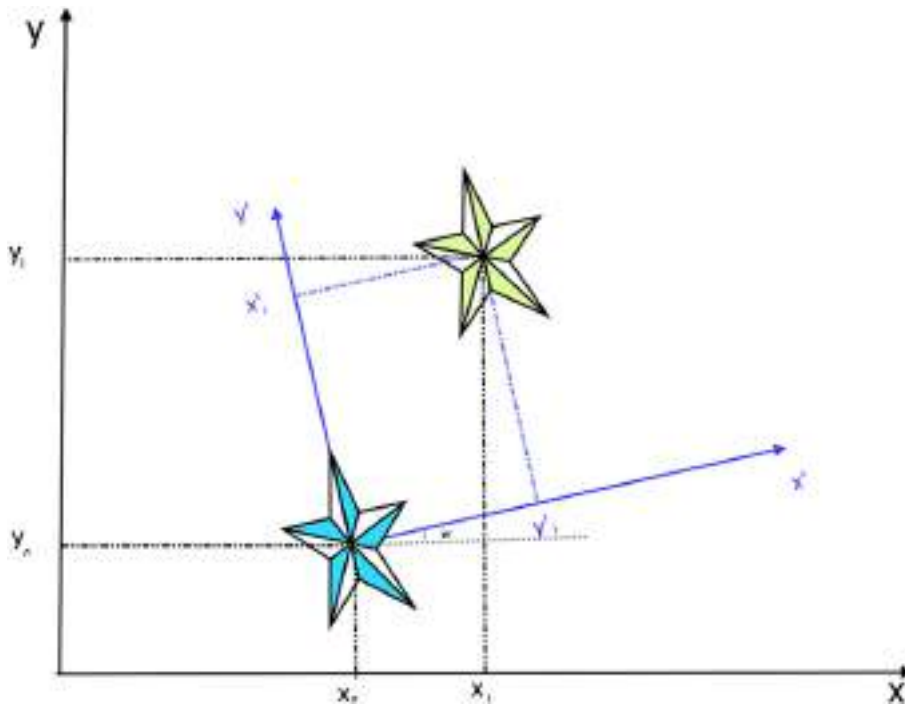


Рисунок 3 – Переход к новой системе координат с центром на позиции виртуального лидера и направлением движения роя

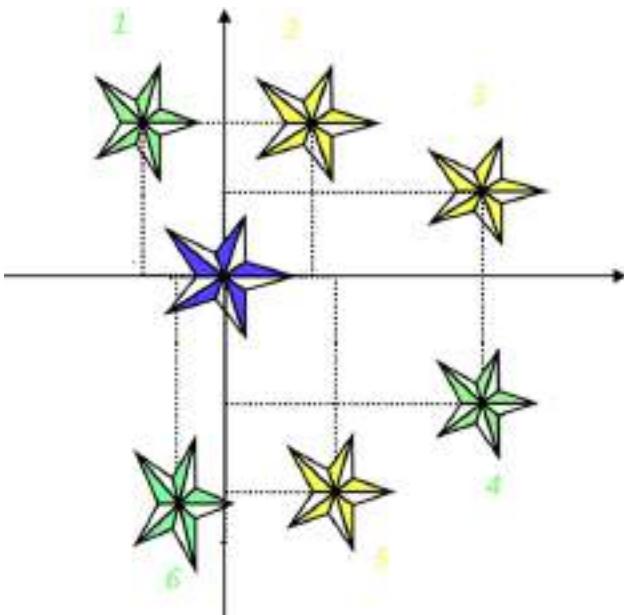


Рисунок 4 – Выбор наблюдателей в системе координат с центром на позиции виртуального лидера (выбранные наблюдатели показаны желтым)

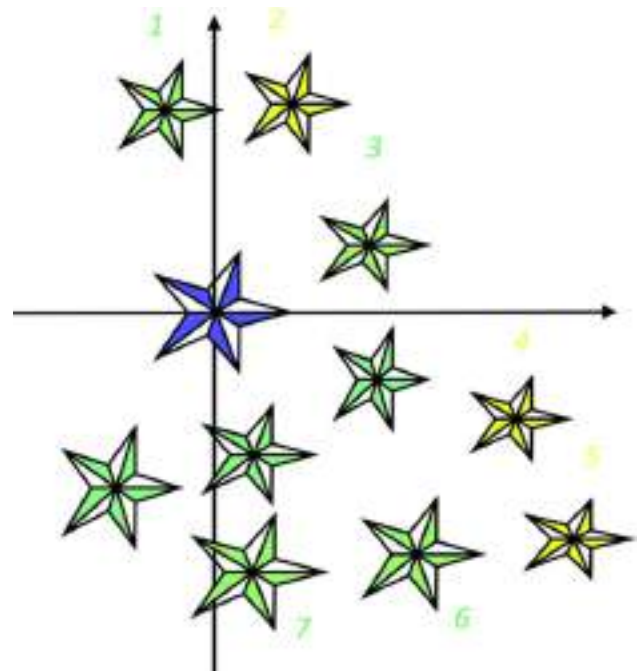


Рисунок 5 – Определение наблюдателя, когда один робот подходит под критерии среднего и левого наблюдателя

вится более устойчивым к потерям и при малых значениях линейной скорости более быстрым в достижении цели. Это связано с тем, что с увеличением значения w рой быстрее отворачивает от препятствия и быстрее корректирует свое направление при обходе препятствия и пересечении

разрыва. Дальнейшее увеличение значения w (до 10, 15, 20, 30 градусов) количество сбитых роботов становится переменным.

Заключение. Групповая деятельность мобильных роботов имеет ряд преимуществ, таких как масштабируемость, отказоустойчивость, воз-



Рисунок 6 – Начальное состояние роя

возможность самоорганизации и саморегулирования, чего невозможно достичь с одним центральным роботом.

В данной работе был представлен алгоритм координации и управления движением, который позволяет группе роботов двигаться, сохраняя геометрическую форму. Разработанный алгоритм управления движением роевых агентов позволяет им двигаться к цели без столкновения с препятствием, снижая при этом энергопотребление лидаров. Было предложено включать лидар только у трех роботов-наблюдателей. Для координации движений использовался метод «лидер-последователь». Для повышения отказоустойчивости роя использовался виртуальный лидер.

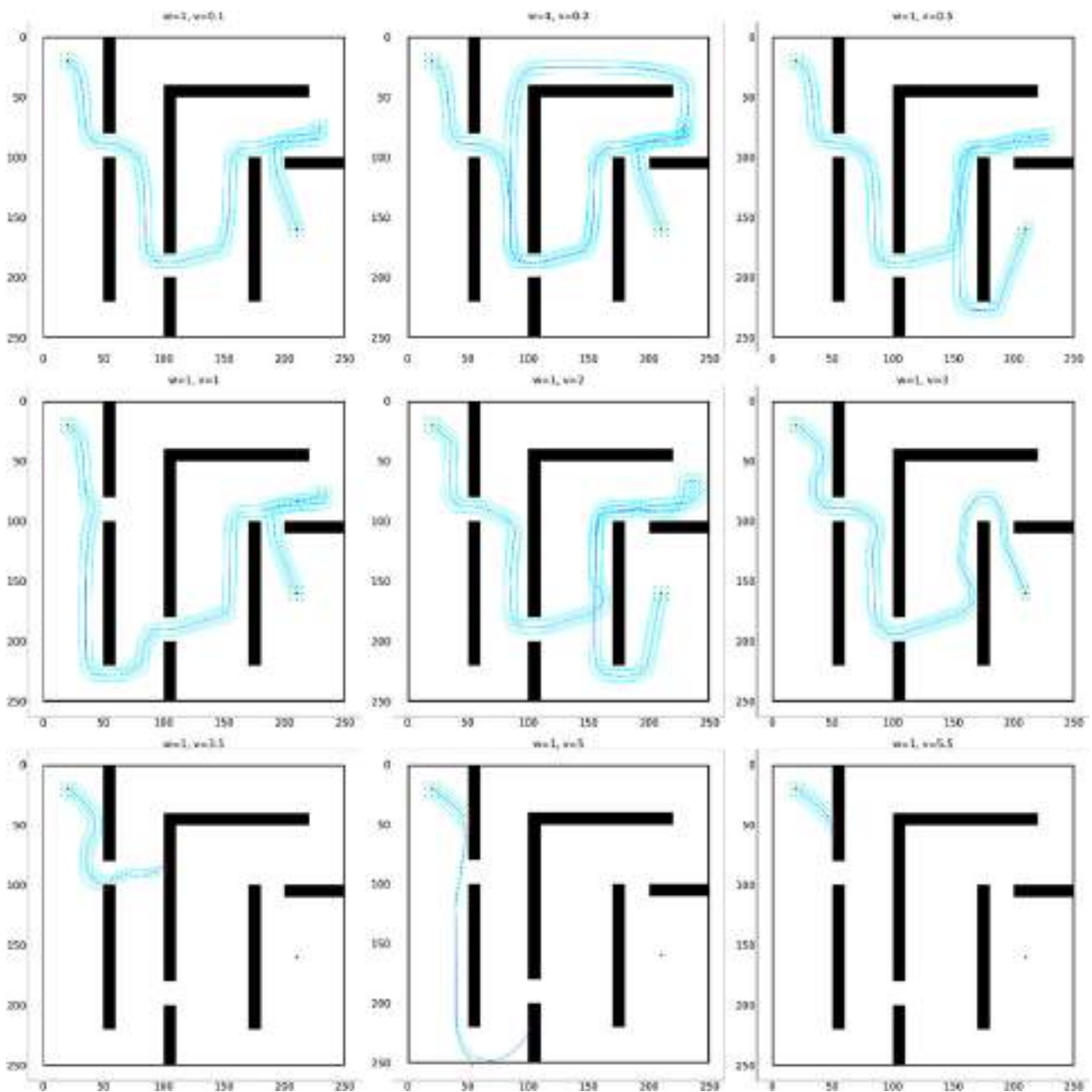


Рисунок 7 – Траектория движения роя под углом $w = 1$ градус, на который изменяется угловая скорость и линейная скорость $v = 0.1$ м/с, 0.2 м/с, 0.5 м/с, 1 м/с, 2 м/с, 3 м/с, 3.5 м/с, 5 м/с, 5.5 м/с

Кроме того, для проведения экспериментального исследования были смоделированы движения роя, состоящего из 9 роботов. Проверилось

количество сбитых роботов и количество шагов для достижения целевой позиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kereyev, A.K., Atanov, S.K., Aman, K.P., Kulmagambetova, Z.K., & Kulzhagarova, B.T. (2020). Navigation system based on bluetooth beacons: Implementation and experimental estimation. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98 (8), 1187-1200.
2. Adilzhan, K.K., Sabyrzhan, A.K., & Timur, T.Z. (2021, April). The Usage of Extended Kalman Filter to Increase Navigation Accuracy of Mobile Units in Closed Spaces. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-5). IEEE.
3. Mukanova, Z., Atanov, S., & Jamshidi, M. (2021, April). Features of Hardware and Software Smoothing of Experimental Data of Gas Sensors. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-6). IEEE.
4. Seitbattalov, Z.Y., Atanov, S.K., & Moldabayeva, Z.S. (2021, April). An Intelligent Decision Support System for Aircraft Landing Based on the Runway Surface. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-5). IEEE.
5. Карпов, В.Э. (2016). Модели социального поведения в групповой робототехнике. *Управление большими системами: сборник трудов*, (59), 165-232.
6. Кызырканов, А., Атанов, С., Турсынова, Н., & Альджаварнех, Ш. (2022). Координация движения многоагентных робототехнических систем // *Физико-математические науки*. 77 (1). 56-63.
7. Ermekbayuly Kyzyrkanov, A., Kubeisinovich Atanov, S., & Abdel Rahman Aljawarneh, S. (2021, October). Formation control and coordination of swarm robotic systems. In *The 7th International Conference on Engineering & MIS 2021* (pp. 1-11).
8. Jia, Y. (2016). Design and implementation for controlling multiple robotic systems by a single operator under random communication delays. In *Handbook of Research on Design, Control, and Modeling of Swarm Robotics* (pp. 672-685). IGI Global.
9. La, H.M. (2020). Multi-robot swarm for cooperative scalar field mapping. In *Robotic Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 208-223). IGI Global.
10. Ильичев, К.В., & Манцеров, С.А. (2017). Разработка масштабируемой мобильной робототехнической системы роевого взаимодействия // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления*. (21). 91-108.
11. Das, B., Subudhi, B., & Pati, B.B. (2014). Adaptive sliding mode formation control of multiple underwater robots. *Archives of control Sciences*, 24 (4), 515-543.

Автономды мобильді роботтар тобырын үйлестіру алгоритмі

¹*ҚЫЗЫРҚАНОВ Абзал Ермекбайұлы, магистр, сеньор-лектор, abzzall@gmail.com,

²АТАНОВ Сабыржан Кубейсинович, PhD, профессор, atanov5@mail.ru,

³АЛЬДЖАВАРНЕХ Шади Абдель Рахман, PhD, профессор, saaljawarneh@just.edu.jo,

¹ОТАРБАЙ Жеңіс Сағындықұлы, магистр, сеньор-лектор, zh.otarbay@astanait.edu.kz,

¹Astana IT University, Қазақстан, Астана, Мәңгілік Ел даңғылы, Бизнес-центр EXPO, блок C1,

²«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

³Иордания ғылым және технология университеті, Иордания, Ирбид, P.O.Box 3030,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Бірнеше роботтардың қозғалыстарын үйлестіретін алгоритм ұсынылған, олар қозғалған кезде олардың орындарының бір-біріне қатысты сақталуын қамтамасыз етеді. Алгоритм кедергілердің болуы сияқты өзгермелі жағдайларға бейімделуге мүмкіндік береді. Ұсынылған алгоритмнің тиімділігін тексеру үшін тоғыз роботтан тұратын топ имитацияланды. Нәтижелер алгоритм роботтарға берілген маршрут бойынша қозғалу кезінде қажетті түзілімді сақтауға сәтті мүмкіндік бергенін көрсетті. Осы нәтижелерге сүйене отырып, ұсынылып отырған алгоритм роботтар тобының қозғалысын үйлестірудің перспективалы тәсілі болып табылады деген қорытынды жасауға болады. Бұл алгоритмнің практикалық қолданбалары өте көп, соның ішінде әскери миссиялар, іздеу-құтқару операциялары және көлік құралдарын басқару жүйелері. Алгоритмді үлкенірек роботтар тобына немесе автономды жүйелердің басқа түрлеріне де кеңейтуге болады. Сонымен қатар, динамикалық және болжауға болмайтын ортада роботтар тобының қозғалысына қатысты күрделі есептерді шешу үшін бұл алгоритмді одан әрі дамытуға болады.

Кілт сөздер: тобыр, тобырлық робототехника, тобырлы роботтар, үйлестіру алгоритмі, мобильді роботтар.

Coordination Algorithm of Autonomous Mobile Robot Swarms

¹***KYZYRKANOV Abzal**, Master, Senior Lecturer, abzzall@gmail.com,

²**ATANOV Sabyrzhan**, PhD, Professor, atanov5@mail.ru,

³**ALJAWARNEH Shadi**, PhD, Professor, saaljawareh@just.edu.jo,

¹**OTARBAY Zhenis**, Master, Senior Lecturer, zh.otarbay@astanait.edu.kz,

¹Astana IT University, Kazakhstan, Astana, Mangilik El Avenue, EXPO Business-Center, Block C1,

²NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

³Jordan University of Science and Technology, Jordan, Irbid, P.O.Box 3030,

*corresponding author.

Abstract. An algorithm is presented that coordinates the movements of multiple robots, ensuring that their positions remain relative to each other as they move. Also, this algorithm allows it to adapt to changing conditions, such as the presence of obstacles. To test the effectiveness of the proposed algorithm, a swarm of nine robots was simulated. The results showed that the algorithm successfully allowed the robots to maintain the desired formation while moving along a given route. Based on these results, it can be concluded that the proposed algorithm is a promising approach for coordinating the movement of a swarm of robots. The practical applications of this algorithm are numerous, including military missions, search and rescue operations, and vehicle control systems. The algorithm can also be extended to larger robot swarms or other types of autonomous systems. In addition, it is possible to further develop this algorithm to solve more complex problems related to robot swarm motion in a dynamic and unpredictable environment.

Keywords: swarm, swarm robotics, swarm robots, coordination algorithm, mobile robots.

REFERENCES

1. Kereyev, A.K., Atanov, S.K., Aman, K.P., Kulmagambetova, Z.K., & Kulzhagarova, B.T. (2020). Navigation system based on bluetooth beacons: Implementation and experimental estimation. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98(8), 1187-1200.
2. Adilzhan, K.K., Sabyrzhan, A.K., & Timur, T.Z. (2021, April). The Usage of Extended Kalman Filter to Increase Navigation Accuracy of Mobile Units in Closed Spaces. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-5). IEEE.
3. Mukanova, Z., Atanov, S., & Jamshidi, M. (2021, April). Features of Hardware and Software Smoothing of Experimental Data of Gas Sensors. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-6). IEEE.
4. Seitbattalov, Z.Y., Atanov, S.K., & Moldabayeva, Z.S. (2021, April). An Intelligent Decision Support System for Aircraft Landing Based on the Runway Surface. In *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-5). IEEE.
5. Karpov, V.E. (2016). Modeli social'nogo povedeniya v gruppovoj robototekhnike. *Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov*, (59), 165-232.
6. Kyzyrkanov, A., Atanov, S., Tursynova, N., & Al'dzhavarnekh, SH. (2022). Koordinaciya Dvizheniya Mnogoagentnyh Robototekhnicheskikh Sistem // *Fiziko-matematicheskie nauki*. 77 (1). 56-63.
7. Ermekbayuly Kyzyrkanov, A., Kubeisinovich Atanov, S., & Abdel Rahman Aljawarneh, S. (2021, October). Formation control and coordination of swarm robotic systems. In *The 7th International Conference on Engineering & MIS 2021* (pp. 1-11).
8. Jia, Y. (2016). Design and implementation for controlling multiple robotic systems by a single operator under random communication delays. In *Handbook of Research on Design, Control, and Modeling of Swarm Robotics* (pp. 672-685). IGI Global.
9. La, H.M. (2020). Multi-robot swarm for cooperative scalar field mapping. In *Robotic Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 208-223). IGI Global.
10. Il'ichev, K.V., & Mancero, S.A. (2017). Razrabotka masshtabiruemoj mobil'noj robototekhnicheskoy sistemy roevogo vzaimodejstviya // *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotehnika, informacionnye tekhnologii, sistemy upravleniya*. (21). 91-108.
11. Das, B., Subudhi, B., & Pati, B.B. (2014). Adaptive sliding mode formation control of multiple underwater robots. *Archives of control Sciences*, 24 (4), 515-543.

Разработка программы цифровой реализации для функции разворота усилителей ветропотока

¹ХАБДУЛЛИН Асет Бакирович, PhD, старший преподаватель, a.khabdullin@kazatu.edu.kz,

¹ТАТКЕЕВА Галина Галимзяновна, д.т.н., зав. кафедрой, tatkeeva@mail.ru,

¹БАУЫРЖАНҰЛЫ Мәди, магистр, старший преподаватель, m.bauyrrzhanuly@kazatu.edu.kz,

^{2*}АЛИНА Гаухар Жуманжапаровна, докторант, diamond_gaxa@mail.ru,

¹АСАИНОВ Гибрат Жоламанович, PhD, старший преподаватель, asainovgibrat@gmail.com,

¹НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», Казахстан, Астана, пр. Женис, 62,

²НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», Казахстан, Астана, ул. Сатпаева, 2,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Использование технических и программных средств для контроля и принятия решения по оптимизации процесса производства электроэнергии поможет решить проблему ограниченности экономических и трудовых ресурсов. Результаты, полученные в ходе данного исследования, позволяют решить проблему экономии электроэнергии в городах Казахстана. Пока существуют только крупные ветряные электростанции, что не всегда приемлемо в простых городских условиях. Более того, разработанное в ходе исследования программное обеспечение позволит осуществлять автономный контроль и анализ поведения ветряной электростанции с учетом различных погодных условий. Осуществлено построение системы принятия решений по управлению щитовыми конструкциями ветряного генератора. По результатам экспериментов установлено, что автоматическое управление щитовыми конструкциями позволяет специалистам увеличить мощность на 25%. Таким образом, выявлена нелинейная зависимость между мощностью вырабатываемой энергии, скоростью и направлением ветра.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, web-приложение, Django, Arduino, ветер, «зеленая» энергетика, цифровая платформа.

Введение

Данное исследование посвящено разработке программного обеспечения для повышения эффективности автономных ветрогенерирующих подстанций с использованием панельных конструкций, что позволит использовать энергию ветра для выработки электроэнергии с минимальными потерями и для жизнеобеспечения зданий и сооружений, которое выполнено в рамках научно-исследовательской работы АР14871978 грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. В ходе работы был разработан программно-аппаратный комплекс с функциональной схемой для проведения экспериментальных измерений. В работе также описан процесс моделирования ветрогенерации, сбора и передачи данных в реальном времени на веб-сервер по HTTP-протоколу.

Целью исследования является создание экспериментальной площадки для сбора и хранения данных в режиме реального времени, передаваемых с датчиков скорости и направления ветра, а также прототипирование системы

ветрогенерации.

Таким образом, планируется подготовить цифровую платформу для дальнейшего моделирования направления ветровых потоков по полученным данным для усиления самого ветрового потока и проектирования ветрогенератора.

Планируется подготовить цифровую платформу для моделирования направления ветровых потоков по полученным данным для усиления самого ветрового потока. Провести сравнительное исследование экспериментальных характеристик (скорость и направление ветра). На основе полученных данных с системы ветрогенерации разработать интеллектуальную систему для управления и оптимизации процесса генерации энергии.

Задачи исследования

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- Проведение сравнительного исследования экспериментальных характеристик (скорость и направление ветра). Разработка моделей и методов, выявляя зависимости и закономерности процесса оптимизации генерации энергии.

- Провести разведывательный анализ данных:

выбор наиболее важных переменных, обнаружение отклонений и аномалий, проверка основных гипотез, разработка начальных моделей;

- Определение типа задачи прогнозирования;
- Разработка алгоритма управления интеллектуальной системой;

- Смоделировать направление ветрового потока и тем самым увеличить ветровой поток для ветрогенератора в моделируемой среде;

- Разработать скрипт приема и обработки данных, получаемых в режиме реального времени с датчиков информации;

- Разработать веб-приложение для мониторинга данных о ветроэнергетике.

- Разработать автоматизированный механизм управления щитовыми конструкциями ветрогенератора с системой поддержки принятия решений.

Предпосылкой для реализации данного исследования послужило создание ветроустановки на базе панельных установок для повышения эффективности выработки электроэнергии. Несомненным преимуществом перед существующими разработками является возможность работы установки автономно. В [1] проведен анализ данных о ветре с целью определения потенциального места применения энергии ветра. Исследование сопровождалось введением нового метода оценки классификации бортов на основе таких факторов, как сила ветра, турбулентность. Однако это исследование не имело практической составляющей в виде программного обеспечения для получения постоянно актуальных данных. В другом замечательном примере [2] обсуждается разработка IoT-системы для мониторинга параметров погоды и газообразных загрязнителей в воздухе с помощью веб-приложения. В статье представлена методика отправки всех данных параметров. Существенным недостатком данной работы является отсутствие применения полученных результатов для конкретной отрасли, в данном случае энергетики.

В [3] предложены методы разработки алгоритмов мониторинга параметров в реальном масштабе времени. Следует отметить, что платформа, на которой разрабатывалась программная часть, не является кроссплатформенной, поэтому возникает проблема внедрения и сопровождения.

В работе [4] рассматривается разработка системы дистанционного управления сельскохозяйственными работами с использованием аппаратной платформы на базе микроконтроллера Raspberry Pi. Результатом этого исследования стало изобретение АГРИПИ, однако оно решает узкий круг задач, касающихся проблем сельского хозяйства. В работе [5] рассмотрен проект системы мониторинга гидропонного процесса посадки на базе Интернета вещей, где в качестве основного контроллера используется плата микроконтроллера ESP32. В этом случае параметрами, которые отслеживались и собирались, были условия ги-

дропонной среды для выращивания. Достижения в области технологий упростили внедрение IoT, например, как авторы [6] разработали систему безопасности, с помощью которой можно контролировать жилые дома. Авторы [7] решили проблему управления кондиционированием воздуха, предложив систему, способную заставить вентилятор работать по принципу автоматического включения/выключения и регулирования скорости вращения двигателя в соответствии с требованиями температуры в помещении. В [8] предложена система передачи данных, передаваемых от датчиков, к микроконтроллеру по беспроводной сети.

Оценка погодных условий также полезна при определении потенциала использования энергии ветра. Разработать теорию генерации энергии ветра [9, 10], а именно планирование хранения энергии базовых станций, оценку отходов лопастей в Германии. Эффективность возобновляемых источников энергии рассматривалась в [11]. По вопросу полностью возобновляемой энергетики в США были изучены работы [12].

Исследование позволит решить задачу выявления наличия закономерностей и зависимостей между значениями скорости и направления ветра и мощностью вырабатываемой энергии.

Есть модель нестандартной ветряной электростанции, которая включает в себя ветряную электростанцию и щитовые конструкции. Ветряная электростанция представляет собой полотно с группой лопастей, на передаточных механизмах расположено. Энергия, вырабатываемая этими лопастями, передается через редуктор и накапливается в специальной батарее. Щитовые конструкции предназначены для увеличения ветрового потока и позволяют значительно повысить КПД ветроустановок, ничего не меняя в их конструкции.

При разработке программно-аппаратного комплекса основной упор будет сделан на простоту освоения и масштабируемость. Программная часть должна была иметь возможность автоматически регулировать щитовые конструкции ветрогенератора, а также увеличивать ветровой поток в районе его расположения с целью получения максимальной мощности тока.

Сервоприводы установлены с 4 сторон макета ветрогенераторной установки и управляются стандартным способом с помощью программного скрипта поворачивания на нужный угол. Логика управления сервоприводами заложена в специальном скрипте, написанном на C++ для скетча Arduino. Схема расположения сервоприводов для щитовых конструкций ветрогенераторной установки изображена на рисунке 1.

Для разработки программно-аппаратного комплекса был использован электронный конструктор, платформа быстрой разработки электронных устройств – микроконтроллер Arduino Mega 2560. Схема подключения аппаратной части



Рисунок 1 – Схема расположения ветрогенераторной установки

показана на рисунке 2.

Данные скорости и направления ветра одновременно передаются на веб-сервер через HTTP-метод GET в виде строковых параметров, после чего веб-сервер приступает к их обработке в режиме реального времени. Схема передачи данных изображена на рисунке 3.

Для хранения поступающих показаний была создана реляционная база данных на основе СУБД PostgreSQL, состоящая из двух таблиц: indications, rotations. Структура таблиц базы данных приведена в таблицах 1 и 2.

Линейный алгоритм движения потока данных изображена на рисунке 4.

Алгоритм хода процессов изображен на рисунке 5.

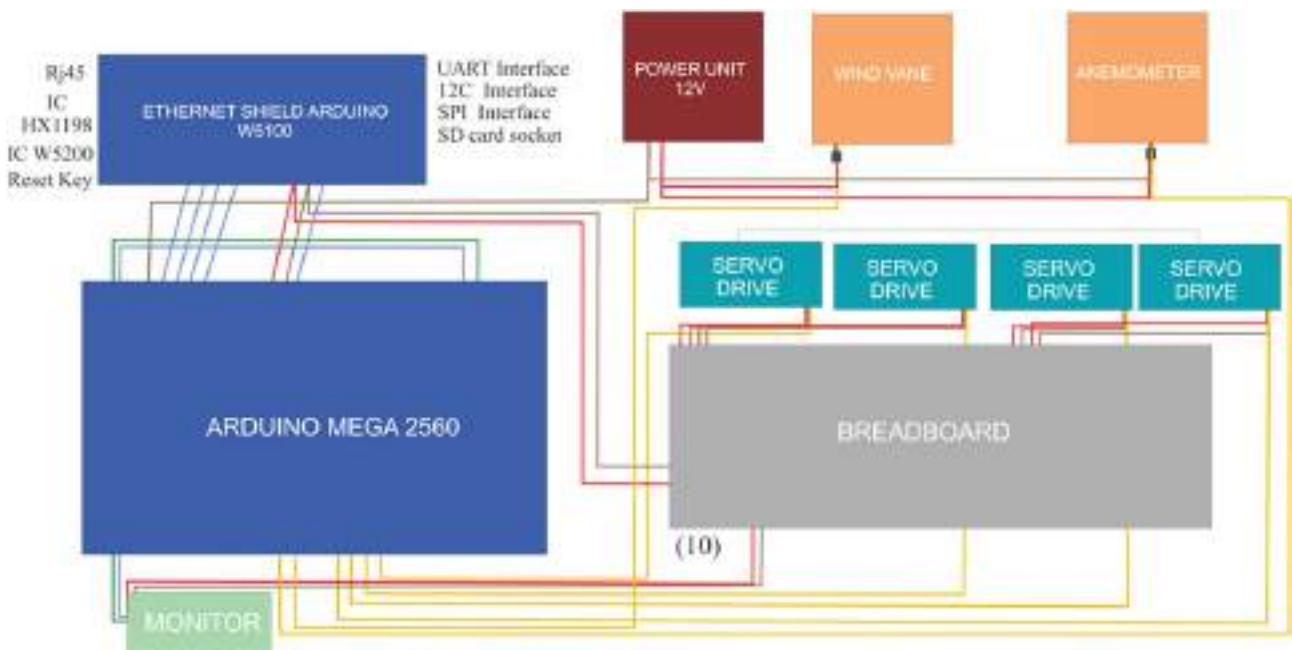


Рисунок 2 – Схема подключения аппаратной части

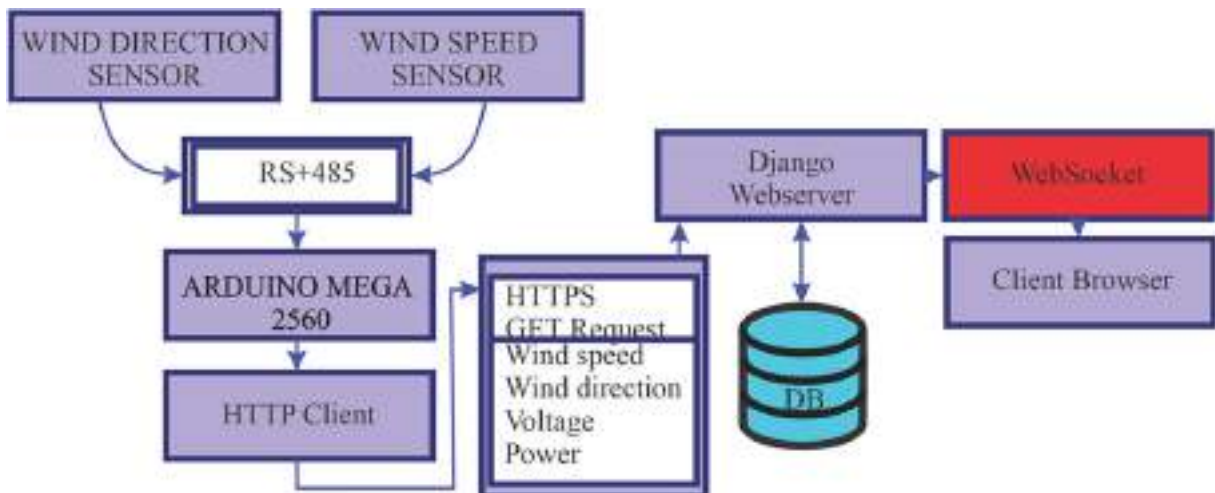


Рисунок 3 – Схема передачи данных

Поле	Тип
id	Integer, Primary key
wind_speed	Float
wind_direction	Integer
power	Float
voltage	Float
date_time	Datetime

Поле	Тип
id	Integer, Primary key
servo_motor_1	Integer
servo_motor_2	Integer
servo_motor_3	Integer
servo_motor_4	Integer
indication_id	Integer, Foreign key



Рисунок 4 – Алгоритм движения потока данных

Согласно направлению и скорости ветра изменяются положения щитов с помощью вращения сервоприводов на определенный угол. Здесь важно отметить, что в данном исследовании осуществлялся именно сбор данных, поэтому величина угла поворота каждого сервопривода была экспериментальной. Решение о вращении нужного сервопривода исходило из направления ветра. При процессе вращения также учитывалась величина мощности, вырабатываемой ветрогене-

раторной установкой. Вращение имело постепенный характер с шагом 10 градусов и временным интервалом 10 секунд. Если в течение 10 секунд вырабатываемая мощность увеличивалась на соответствующую величину, то вращение продолжалось, и наоборот, при уменьшении мощности, сервопривод возвращался в исходное положение.

Бэкенд веб-приложения был разработан на фреймворке Django языка программирования Python. При разработке использовался паттерн Model-Template-View (MTV), который подразумевает разделение проекта на слои бизнес-логики, доступа к данным и клиентской части.

Мониторинг данных осуществлялся в режиме реального времени с помощью протокола вебсокетов. Логика функции мониторинга разработана с помощью библиотеки asyncio языка Python. В веб-приложении реализована возможность визуализации параметров в виде таблиц и графиков, полученных с датчиков.

Этот тест был проведен, чтобы выяснить, может ли основная схема контроллера в этом случае Arduino Uno с Ethernet Shield функционировать должным образом или нет. Тест включал тест подключения Arduino к последовательному порту компьютера и добавленному Ethernet Shield на плате Arduino. Цель состоит в том, чтобы добавить возможности Arduino для подключения к компьютерным сетям.

Чтобы проверить соединение Arduino, USB-кабель подключается от компьютера к серии Arduino, затем запускается программное обеспечение Arduino IDE. Если Arduino подключен к компьютеру, Arduino IDE предоставляет соединение через последовательный порт на компьютере, который использует Arduino. Для теста с Ethernet Shield модуль подключается путем размещения печатной платы Ethernet Shield на плате Arduino. Кабель UTP с разъемом RJ-45, пересеченный кроссовером, соединял локальные хост-компьютеры с Ethernet Shield. В Arduino IDE были загружены примеры программ из библиотеки Ethernet, IP-адрес компьютера с Ethernet Shield, настроенного на одну сеть. Если Arduino работает правильно, на мониторе Arduino IDE будет отображаться соединение, а на последовательной ширине монитора отображается порт, используемый Arduino, как

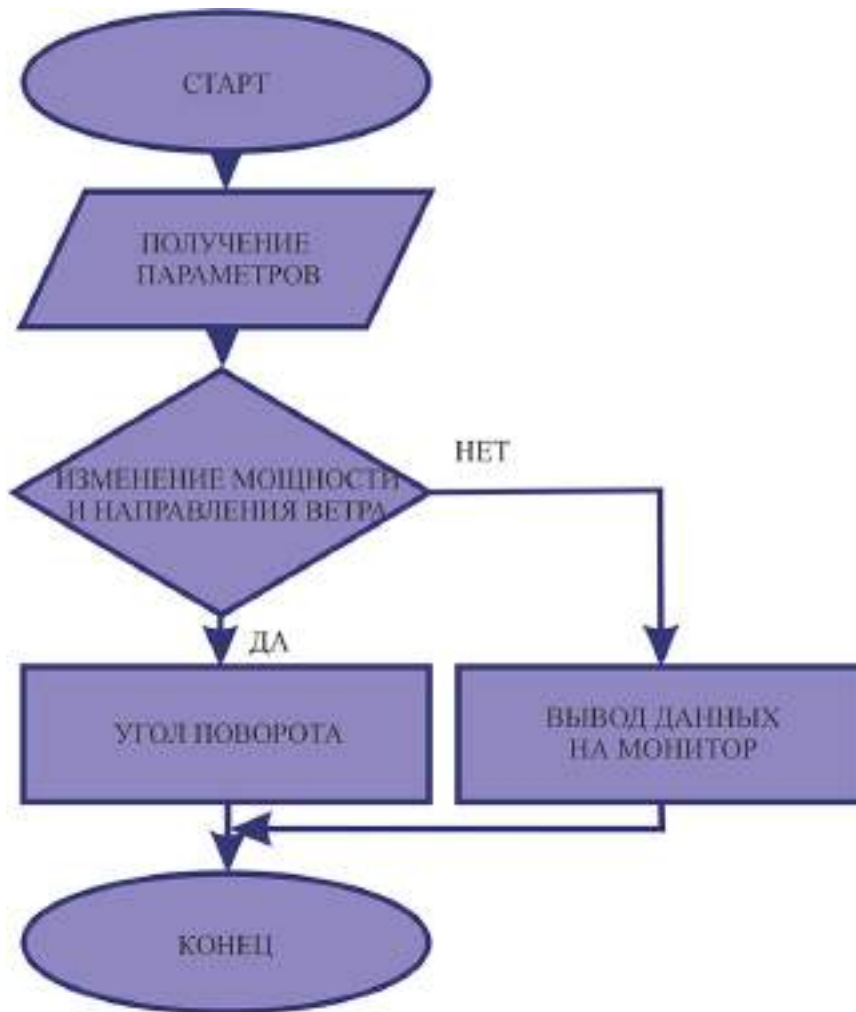


Рисунок 5 – Алгоритм работы программы

показано на рисунке 2.

Направление ветра тестировалось подключением датчика направления ветра к аналоговому входу микроконтроллера Arduino. Скрипт получения данных с этого датчика показан в программном коде:

```
int VaneValue = analogRead(A1);
int Direction = map(VaneValue, 0, 1023, 0, 360);
Serial.println(Direction);
```

Как показано в программном коде, диапазон значений из 0-1023 пропорционально преобразовывается в диапазон от 0 до 360, что соответствует направлению ветра, где 0 настроен на север.

Тестирование веб-приложения осуществлялось при помощи инструмента тестирования фреймворка Django. Для тестирования использовались юнит-тесты и интеграционные тесты. Вид формы пользовательского интерфейса веб-приложения показан на рисунке 6.

На рисунке 7 видно как меняется скорость ветра с применением щитов.

На рисунке 8 видна разница выходного напряжения.

На рисунке 9 изображен график мощности.

Всего за время моделирования было собрано

350 тысяч записей в базе данных. Фрагмент собранных данных приведен в таблицах 3 и 4.

Далее приведена интерпретация результатов по полученным данным.

Заключение

Согласно полученным данным, можно сказать, что вырабатываемая мощность увеличивается примерно на четверть от той, замеры которой производились без применения боковых щитовых конструкций. Это, в первую очередь, позволяет говорить о том, что имеет место утверждение об эффективности применения щитовых конструкций для выработки электрической энергии с помощью ветра.

Проведенные эксперименты показали, что эффективность применения щитовых конструкций и использование программно-аппаратного комплекса для управления ими повышает мощность вырабатываемой энергии ветра. Мониторинг данных в режиме реального времени с помощью разработанного веб-приложения позволяет своевременно реагировать на изменения метеоданных, а именно, скорости и направления ветра. Создание централизованной базы данных откры-

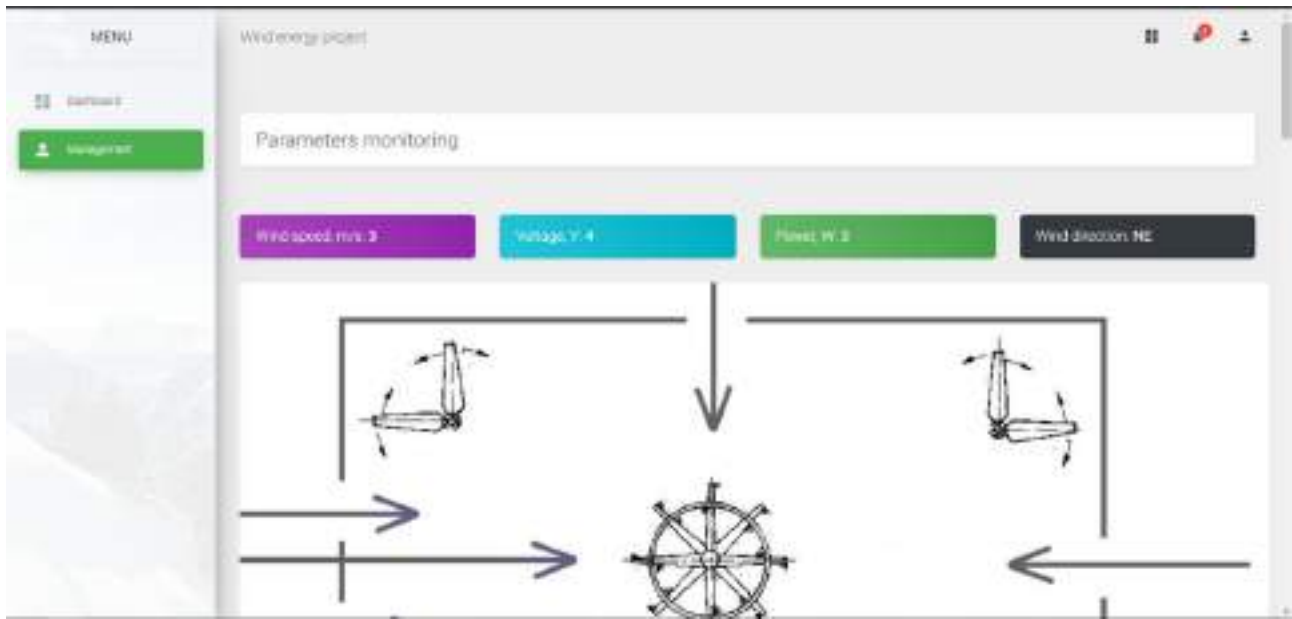


Рисунок 6 – Тест веб-приложения

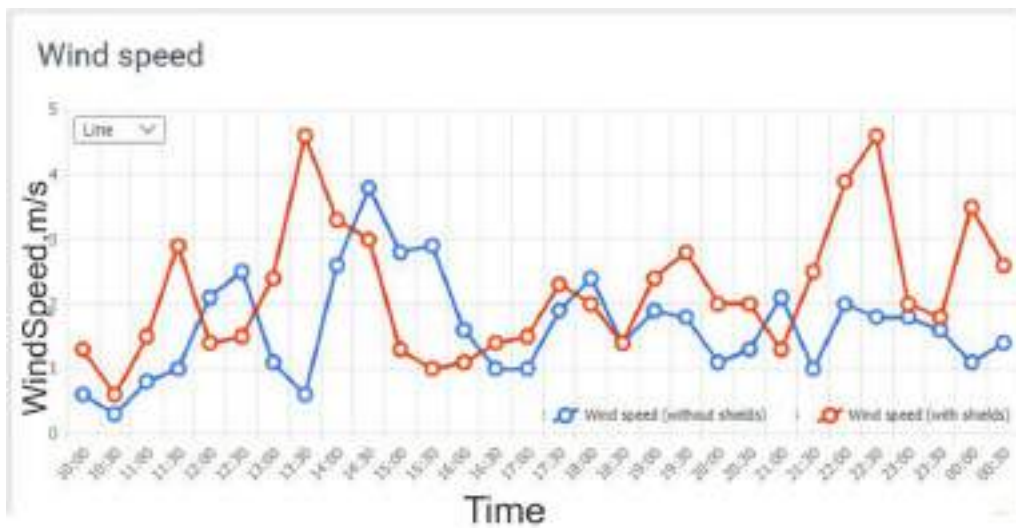


Рисунок 7 – Эффективность применения щитов усиления ветра

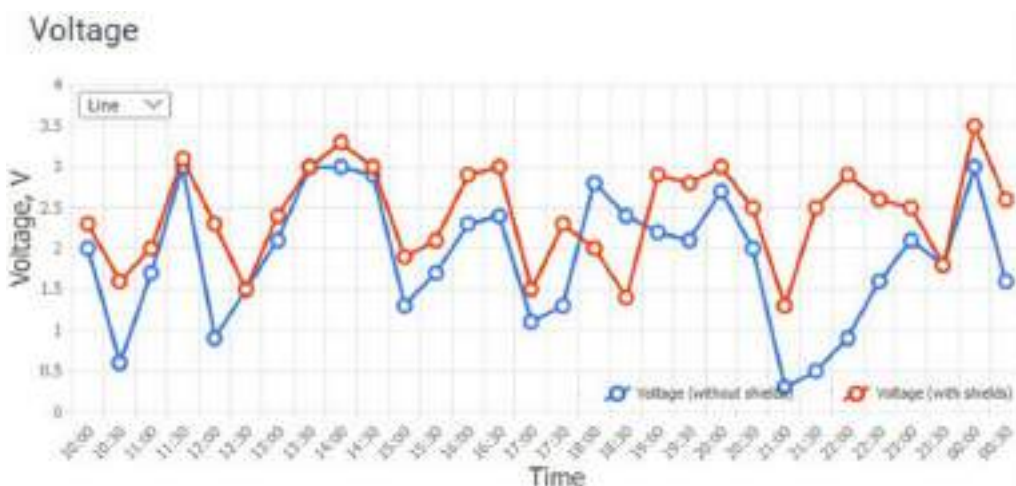


Рисунок 8 – Разница выходного напряжения

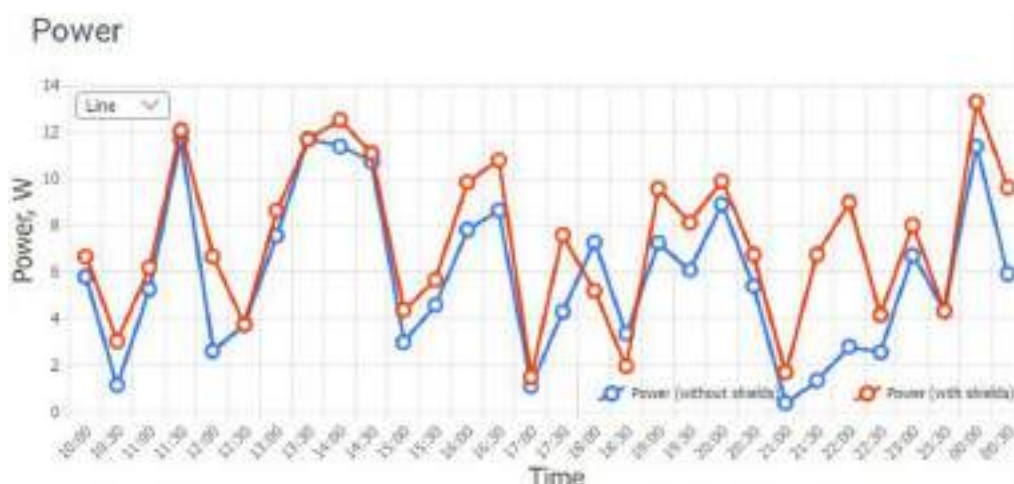


Рисунок 9 – Расчет мощности

Таблица 3 – Фрагмент полученных данных без применения щитовых конструкций

Время	Скорость ветра, м/с	Направление ветра N – север S – юг W – запад E – восток	Мощность, W	Напряжение, V
10:00	0.6	SW	5.8	2.0
10:30	0.3	SW	1.1	0.6
11:00	0.8	S	5.3	1.7
11:30	1.0	S	11.7	3.0
12:00	2.1	SW	2.6	0.9
12:30	2.5	S	3.8	1.5
13:00	1.1	SW	7.6	2.1

Таблица 4 – Фрагмент полученных данных

Время	Скорость ветра, м/с	Направление ветра N – север S – юг W – запад E – восток	Мощность, W	Напряжение, V
10:00	1.3	SE	6.7	2.3
10:30	0.6	S	3.0	1.6
11:00	1.5	SE	6.2	2.0
11:30	2.9	SE	12.1	3.1
12:00	1.4	S	6.7	2.3
12:30	1.5	S	3.8	1.5
13:00	2.4	SE	8.6	2.4

вает возможности объединить несколько таких ветрогенераторных установок в единый комплекс управления генерацией электроэнергии.

Применение программно-аппаратного ком-

плекса для управления щитовыми конструкциями ветрогенераторной установки позволит решить снизить энергозатраты, что в конечном итоге будет выгодно экономически.

Благодаря полученным в процессе моделирования данным можно будет в будущем провести интеллектуальный анализ для выявления зако-

номерностей и зависимостей между величинами вырабатываемой мощности, скорости и направления ветра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Strickland, M.D., E.B. Arnett, W.P. Erickson, D.H. Johnson, G.D. Johnson, M.L., Morrison, J.A. Shaffer, W. Warren-Hicks. «COMPREHENSIVE GUIDE TO STUDYING WIND ENERGY/WILDLIFE INTERACTIONS». National Wind Coordinating Collaborative, 2011.
2. Megantoro P., Pramudita B.A., Vigneshwaran P., Yurianta A., Winarno H.A. Real-time monitoring system for weather and air pollutant measurement with html-based ui application (2021) Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, 10 (3), pp. 1669-1677, DOI: 10.11591/eei.v10i3.3030.
3. S. Navulur, A.S. C.S. Sastry, and M.N. Giri Prasad, «Agricultural management through wireless sensors and internet of things», Int. J. Electr. Comput. Eng., vol. 7, no. 6, pp. 3492-3499, 2017, doi: 10.11591/ijece.v7i6.pp3492-3499.
4. Megantoro P., Prastio R.P., Kusuma H.F.A., Abror A., Vigneshwaran P., Priambodo D.F., Alif D.S. Instrumentation system for data acquisition and monitoring of hydroponic farming using ESP32 via Google Firebase (2022) Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 27 (1), pp. 52-61, DOI: 10.11591/ijeecs.v27.i1.pp52-61.
5. T. Chaudhuri, V. Nyamati and K. Jayavel, «Design and implementation of IoT framework for Home Automation and Monitoring», 2018 2nd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)-I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2018 2nd International Conference on, 2018, pp. 5-11, doi: 10.1109/I-SMAC.2018.8653724.
6. Robson W., Ernawati I., Nugrahaeni C. Design of multisensor automatic fan control system using sugeno fuzzy method (2021) Journal of Robotics and Control (JRC), 2 (4), pp. 302-306, DOI: 10.18196/jrc.2496.
7. Das B., Jain P.C. Real-time water quality monitoring system using Internet of Things (2017) 2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics, COMPTHELIX 2017, art. no. 8003942, pp. 78-82, DOI: 10.1109/COMPTHELIX.2017.8003942.
8. Y. Peng, Y. Shi, J. Li and Y. Hu, «Optimal Scheduling of 5G Base Station Energy Storage Considering Wind and Solar Complementation», 2022 4th Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES), 2022, pp. 384-389, doi: 10.1109/AEEES54426.2022.9759744.
9. Volk, Rebekka & Stallkamp, Christoph & Herbst, Magnus & Schultmann, Frank. (2021). Regional rotor blade waste quantification in Germany until 2040. Resources, Conservation and Recycling. 172. 105667. 10.1016/j.resconrec.2021.105667.
10. Bezrukikh P.P., Bezrukikh P.P. (Ml.), Karabanov S.M. O balansakh proizvodstva elektroenergii v mire i Rossii [On balances of electricity production in world and in Russia]. Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta. Vestnik MEI, 2020, no. 4, pp. 21-28.
11. Ергешов А.А., Ергеш Н.А. Математическая модель ВЭУ на базе асинхронных машин для оценки возможности подключения и совместной работы таких ВЭУ в составе ЭЭС // ВЕСТНИК НАУКИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА, 2018. № 2 (2). С. 56-63.
12. Быков Н.Д., Максимов Ю.П. Применение асинхронного генератора в ветроэнергетических установках // Материалы научно-практической конференции ДНИ науки студентов ИАСЭ-2020, 2020. С. 149-154.
13. Никитенко Г.В., Коноплев Е.В. Ветроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения: Монография. – Ставрополь: Издательство «Агрус», 2008. 152 с.
14. Бубенчикова Т.В., Молодых В.О., Руденок А.И., Данилов Д.И., Шевченко Д.Ю. Выбор электрогенераторов для ВЭУ // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-3 (54). С. 43-50.

Жел ағынын күшейткіштерді бұру функциясы үшін цифрлық іске асыру бағдарламасын әзірлеу

¹ХАБДУЛЛИН Асет Бакирович, PhD, аға оқытушы, a.khabdullin@kazatu.edu.kz,

¹ТАТКЕЕВА Галина Галимзяновна, т.ф.д., кафедра меңгерушісі, tatkeeva@mail.ru,

¹БАУЫРЖАНҰЛЫ Мәди, магистр, аға оқытушы, m.bauyrrzhanuly@kazatu.edu.kz,

²*АЛИНА Гаухар Жуманжапаровна, докторант, diamond_gaxa@mail.ru,

¹АСАИНОВ Ғибрат Жоламанұлы, PhD, аға оқытушы, asainovgibrat@gmail.com,

¹«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Жеңіс даңғылы, б2,

²«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Астана, Сәтпаев көшесі, 2,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Электр энергиясын өндіру процесін оңтайландыру үшін бақылау және шешім қабылдау үшін техникалық және бағдарламалық құралдарды пайдалану экономикалық және еңбек ресурстарының шектеулілігі мәселесін шешуге көмектеседі. Осы зерттеу барысында алынған нәтижелер Қазақстан қалаларында электр энергиясын үнемдеу мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Әзірге тек ірі жел электр станциялары бар, бұл қарапайым қалалық жағдайларда әрқашан қолайлы бола бермейді. Сонымен қатар, зерттеу барысында әзірленген бағдарламалық қамтамасыз ету жел электр станциясының мінез-құлқын әртүрлі ауа-райын ескере отырып, дербес бақылауға және талдауға мүмкіндік береді. Жел генераторының қалқан құрылымдарын басқару бойынша шешім қабылдау жүйесін құру жүзеге асырылды. Эксперименттердің нәтижелері бойынша қалқан конструкцияларын автоматты басқару мамандарға қуатты 25%-ға арттыруға мүмкіндік беретіні анықталды. Осылайша, өндірілетін энергияның қуаты, желдің жылдамдығы мен бағыты арасындағы сызық-

тық емес байланыс анықталды.

Кілт сөздер: жасанды интеллект, машинамен оқыту, web-қосымша, Django, Arduino, жел, «Жасыл» энергетика, цифрлық платформа.

Development of a Digital Implementation Program for the Reversal Function of Wind Flow Amplifiers

¹**KHABDULLIN Asset**, PhD, Senior Lecturer, a.khabdullin@kazatu.edu.kz,

¹**TATKEYEVA Galina**, Dr. of Tech. Sci., Head of Department, tatkeeva@mail.ru,

¹**BAUYRZHANULY Madi**, Master, Senior Lecturer, m.bauyrrzhanuly@kazatu.edu.kz,

²***ALINA Gaukhar**, Doctoral Student, diamond_gaxa@mail.ru,

¹**ASSAINOV Gibrat**, PhD, Senior Lecturer, asainovgibrat@gmail.com,

¹NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62,

²NPJSC «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Kazakhstan, Astana, Satpayev Street, 2,

*corresponding author.

Abstract. The use of technical and software tools to control and make decisions to optimize the electricity production process will help solve the problem of limited economic and labor resources. The results obtained during this study solve the problem of saving electricity in the cities of Kazakhstan. So far, there are only large wind farms, which is not always available in simple urban conditions. Moreover, the software developed during the study will allow autonomous control and analysis of the behavior of the wind farm taking into account various weather conditions. Implemented a construction of decision-making system for control of wind generator panel structures. According to the results of experiments, it was found that automatic control of shield structures allows specialists to increase power by 25%. Thus, a nonlinear relationship between the power of the generated energy, wind speed and direction has been revealed.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, web application, Django, Arduino, wind, Green energy, digital platform.

REFERENCES

1. Strickland, M.D., E.B. Arnett, W.P. Erickson, D.H. Johnson, G.D. Johnson, M.L., Morrison, J.A. Shaffer, W. Warren-Hicks. «COMPREHENSIVE GUIDE TO STUDYING WIND ENERGY/WILDLIFE INTERACTIONS». National Wind Coordinating Collaborative, 2011.
2. Megantoro P., Pramudita B.A., Vigneshwaran P., Yurianta A., Winarno H.A. Real-time monitoring system for weather and air pollutant measurement with html-based ui application (2021) Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, 10 (3), pp. 1669-1677, DOI: 10.11591/eei.v10i3.3030.
3. S. Navulur, A.S. C.S. Sastry, and M.N. Giri Prasad, «Agricultural management through wireless sensors and internet of things», Int. J. Electr. Comput. Eng., vol. 7, no. 6, pp. 3492-3499, 2017, doi: 10.11591/ijece.v7i6.pp3492-3499.
4. Megantoro P., Prastio R.P., Kusuma H.F.A., Abror A., Vigneshwaran P., Priambodo D.F., Alif D.S. Instrumentation system for data acquisition and monitoring of hydroponic farming using ESP32 via Google Firebase (2022) Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 27 (1), pp. 52-61, DOI: 10.11591/ijeecs.v27.i1.pp52-61.
5. T. Chaudhuri, V. Nyamati and K. Jayavel, «Design and implementation of IoT framework for Home Automation and Monitoring», 2018 2nd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)/I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2018 2nd International Conference on, 2018, pp. 5-11, doi: 10.1109/I-SMAC.2018.8653724.
6. Robson W., Ernawati I., Nugrahaeni C. Design of multisensor automatic fan control system using sugeno fuzzy method (2021) Journal of Robotics and Control (JRC), 2 (4), pp. 302-306, DOI: 10.18196/jrc.2496.
7. Das B., Jain P.C. Real-time water quality monitoring system using Internet of Things (2017) 2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics, COMPTTELIX 2017, art. no. 8003942, pp. 78-82, DOI: 10.1109/COMPTTELIX.2017.8003942.
8. Y. Peng, Y. Shi, J. Li and Y. Hu, «Optimal Scheduling of 5G Base Station Energy Storage Considering Wind and Solar Complementation», 2022 4th Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES), 2022, pp. 384-389, doi: 10.1109/AEEES54426.2022.9759744.
9. Volk, Rebekka & Stallkamp, Christoph & Herbst, Magnus & Schultmann, Frank. (2021). Regional rotor blade waste quantification in Germany until 2040. Resources, Conservation and Recycling. 172. 105667. 10.1016/j.resconrec.2021.105667.
10. Bezrukikh P.P., Bezrukikh P.P. (M.I.), Karabanov S.M. O balansakh proizvodstva elektroenergii v mire i Rossii [On balances of electricity production in world and in Russia]. Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta. Vestnik MEI, 2020, no. 4, pp. 21-28.
11. Ergeshov A.A., Ergesh N.A. Matematicheskaya model' VEU na baze asinhronnyh mashin dlya ocenki vozmozhnosti podklyucheniya i sovmestnoj raboty takih VEU v sostave EES // VESTNIK NAUKI YUZHNOGO KAZAHSTANA, 2018. No. 2 (2). Pp. 56-63.
12. Bykov N.D., Maksimov YU.P. Primenenie asinhronnogo generatora v vetroenergeticheskikh ustanovkakh // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii DNI nauki studentov IASE-2020, 2020. Pp. 149-154.
13. Nikitenko G.V., Konoplev E.V. Vetroenergeticheskie ustanovki v sistemah avtonomnogo elektrosnabzheniya. Monografiya. – Stavropol': Publ. «Agrus», 2008. 152 p.
14. Bubenchikova T.V., Molodyh V.O., Rudenok A.I., Danilov D.I., Shevchenko D.YU. Vybor elektrogeneratorov dlya VEU // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2016. No. 12-3 (54). Pp. 43-50.

Matlab пакетіндегі күн тақтасынан энергиямен қамтамасыз ету жүйесін басқаруды зерттеу

¹**БАЙДИЛДИНА Айжан Төлеубековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, atj-43@mail.ru,

^{1*}**АЛИБЕККЫЗЫ Карлыгаш**, PhD, қауымдастырылған профессор, Karlygash.eleusizova@mail.ru,

²**БЕЛЬГИНОВА Сауле Аскербековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, sbelginova@gmail.com,

³**БУГУБАЕВА Алина Жанатбековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, alina_bugubayeva@mail.ru,

¹**САРСЕНОВА Айжан Аскербековна**, оқытушы, ASarsenova75@mail.ru,

¹«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

²«Тұран» университеті, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 16а,

³Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қазақстан, Қарағанды, Академическая көшесі, 9,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта көптеген дамыған елдерде жаңартылатын энергия көздерін белсенді пайдалану осы елдердің экономикасының перспективалық дамуын қамтамасыз ететін өмірлік маңызды, стратегиялық қажетті ресурс ретінде қабылдануда. Болжамдар бойынша жаһандық энергия тұтынуудағы жаңартылатын энергияның (күн, жел, толқын, күн энергиясы және т.б.) үлесі жыл сайын артып, 2030 жылға қарай 30%-ға, 2050 жылға қарай 50%-ға жетуі мүмкін. Қазақстан экономикасының орнықты даму болашақтары, басқа дамушы елдер сияқты, сандық трансформация тұжырымдамасына негізделген «инклюзивті» экономиканың жаңа моделін енгізумен байланысты – ұйымның негізгі технологиялық үрдістерді басқару жүйесін оңтайландырумен сүйемелденетін сандық технологияларды енгізу процесі. Сандық трансформация энергетикалық бизнес-құрылымдар мен тұтынушылар үшін әлеуметтік-экономикалық нәтижелерді ұлғайтудың жаңа бағыттарын ашады: ағымдағы операциялық шығындарды азайту, өнімділікті арттыру, жекелендіру және білім берудің практикалық бағдарлануы. Мақала MatLab пакетіндегі күн тақтасынан автономды объектінің энергиямен қамтамасыз ету жүйесін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында біз аккумулятор батареясы мен күн тақтасының оңтайлы кернеуін анықтадық, мысалы, тіркелген жүктеме параметрлеріндегі кернеу түрлендіргіші.

Кілт сөздер: сандық түрлендіру, күн тақтасы, реттеу, тоқ, кернеу, энергиямен қамтамасыз ету жүйесі, трансформация коэффициенті, төмен вольтты жүйе, түрлендіргіштер, аккумулятор батареясы.

Кіріспе. Мамандардың көзқарасы бойынша, оны «цифрландыру» ұғымынан ажырататын «сандық трансформацияның» негізгі белгілері – бұл платформалардың интеграциясы, саннан сапаға көшу, барлық әлеуметтік-экономикалық ортада күрделі жүйелік мәселелерді шешу. Сандық трансформацияның салалық ерекшелігі жаңа ақпараттық байланыстар мен артықшылықтарды тудыратын барлық бизнес-үрдістерде бар. Салыстырмалы түрде жақында сандық трансформация ақпараттық құжатталған процедуралардың өнімділігін арттыру мақсатында жеке қызметтерді компьютерлендіру үшін сандық технологияларды жергілікті енгізу деп есептелді. Бірақ көп ұзамай сандық трансформация – бұл интеграцияланған сандық әлемде сәтті бәсекелестіктің жаңа мүмкіндіктері пайда болатын бизнес-үрдістерді ұйымдастыру деген түсінік пайда болды.

Сандық трансформация жаңартылатын энергия көздерінен энергияны түрлендіруді зерттеу-

дің толық талдауын қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта әлемнің көптеген дамыған елдерінде жаңартылатын энергия көздерін белсенді пайдалану осы елдердің экономикасының перспективалық дамуын қамтамасыз ететін өмірлік маңызды, стратегиялық қажетті ресурс ретінде қабылдануда. Болжамдар бойынша жаһандық энергия тұтынуудағы жаңартылатын энергияның үлесі (күн, жел, толқын, жылуэнергетика және т.б.) жыл сайын артып, 2030 жылға қарай 30%, 2050 жылға қарай 50% жетеді. Дегенмен, болашағы зор нәтижелерге қарамастан, баламалы энергия көздері жаппай тұтынушының күтуіне оңтайлы сәйкестік деңгейін әлі таба алмады.

Энергиямен қамтамасыз ету жүйесінде жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудағы маңызды мәселелердің бірі күн батареясы, жел қондырғысы өндіретін қуаттың айтарлықтай тұрақсыз мәні болып табылады.

Қазақстанда су электр станциялары, жылу

электр станциялары есебінен орталықтандырылған энергиямен қамтамасыз ету басым. Қазіргі уақытта электр энергетикасы саласында өндірістік қорлардың негізгі және қосалқы жабдықтарының тозуы, электр желілеріндегі жоғары ысыраптар, электр энергиясын өндіру мен тарату бағасының жиі көтерілуі сияқты мәселелер бар. Өткен ғасырдың 60-жылдары орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесіне жаппай қосылу басталды, сондықтан ішкі тарату желілерінің тіректері мен сымдарының тозуы 50%, ЖЭО жабдықтарының тозуы 60% дерлік. Сондықтан көп ұзамай орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесі сенімсіз болып, электр энергиясы тапшы болуы мүмкін. Бұл жағдайдан шығудың бір жолы күн тақтасымен энергиямен қамтамасыз ету жүйесін пайдалану болуы мүмкін.

Материалдар мен тәсілдер. Matlab пакетінің құрамына кіретін Simulink-те (3) сурет аккумулятор батареясының бағыныңқы кернеуін реттеудің құрылымдық сұлбасын қарастырған кезде, күн тақтасының құрылымдық сұлбасы тұрғызылды [1] (4-сурет).

Зерттеу барысында біз аккумулятор батареясы мен күн тақтасының оңтайлы кернеуін анықтадық, мысалы, тіркелген жүктеме параметрлеріндегі кернеу түрлендіргіші [2].

Автономды объектінің энергиямен қамтамасыз ету жүйесі күн тақтасынан тұрады [3]. Иілгіш күн тақтасының сыртқы түрі 3-суретте көрсетілген.

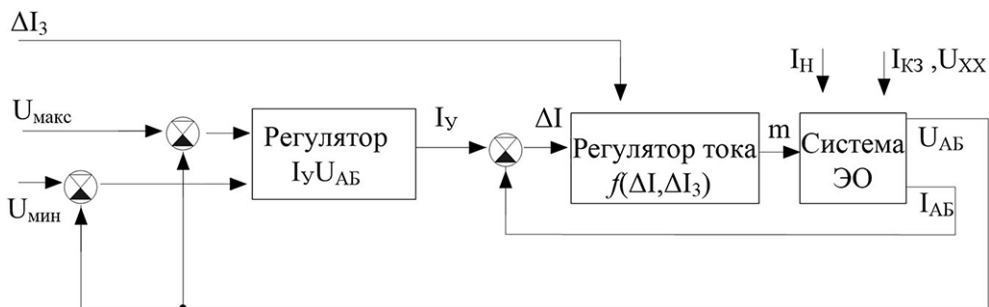
Аккумулятор батареясын (accumulator battery) тоқ кернеуінің артуынан қорғау, кернеуді 24В-тан 220В-қа түрлендіру (converter) кезінде математикалық үлгі негізінде әзірленген аккумулятор батареясының қорғаныс блогын (protection unit) қамтамасыз етеді [4] (4-сурет).

Үлгілеу көрсеткендей, оң энергия теңгерімі кезінде АВ1 және АВ2 кернеулері берілген режимде 24/220 В және сонымен бірге жүктеменің толық жұмыс істеуі қамтамасыз етіледі. Теріс энергия теңгерімі кезінде жүктеме жұмысы АВ1 және АВ2 кернеуінің рұқсат етілген мәніне жеткен кезде тоқтайды, ал энергиямен қамтамасыз ету жүйесі (ЭКЕЖ) апаттық жұмыс тәртібіне кіріседі және аккумуляторларды зарядтайды.

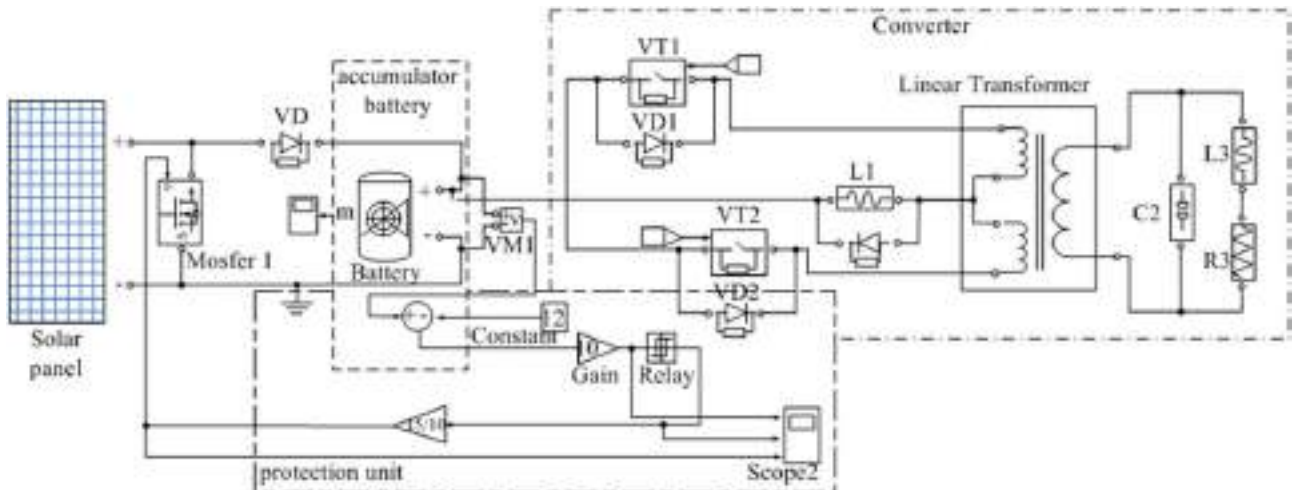
MatLab пакетіндегі күн тақтасынан энергиямен жабдықтау жүйесін әзірлеу

Төмен вольтты жарықтандыру жүйесі бойынша эксперименттік деректерді жүргізгеннен кейін аккумулятор батареясы мен күн тақтасының кернеуін реттеу қажет.

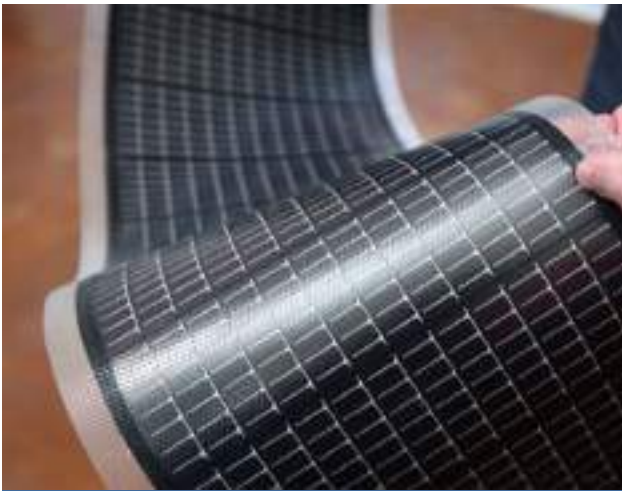
Әзірленген математикалық үлгілер негізінде MatLab пакетіне кіретін Simulink және



1-сурет – Аккумулятор батареясының бағыныңқы кернеуін реттеудің құрылымдық сұлбасы



2-сурет – MatLab-та күн тақтасының жұмысын үлгілеу



3-сурет – Күн тақтасының сыртқы түрі

Simpowersystems визуалды үлгілеу бағдарламалық құралында күн батареясының аккумулятор батареясының заряд сұлбасы құрастырылды. Бұл сұлба 4-суретте көрсетілген, төменде 12 В-тан 220 В-қа дейінгі кернеу түрлендіргішінің классикалық амплитудалық реттеуі берілген.

Күн тақтасы мен аккумулятор батареясының кернеуі 12 және 220 В арасында таңдалды және 50 Гц жиілікте 220 В айнымалы тоққа түрлендірілді.

Өртүрлі номиналды кернеулермен және түрлендіргішпен Simulink ортасында үлгілеу нәтижесінде аккумулятор батареясы мен күн тақтасының кернеуін таңдауға болады. Екінші тарауда келтірілген күн тақтасының есептеу әдісіне сәйкес, MatLab пакетінде үлгі құрастырылды, ол VD бөлетін диод арқылы аккумулятор батареясына қосылған PV1 тоқ көзінен тұрады. VM1 бақылағышы, GainRelay аккумулятор батареяның шамадан асыра қуаттауын болдырмау үшін аккумулятор батареясының тізбегіне қосылған. Аккумуляторды күн тақтасынан белгіленген максималды кернеуге дейін қуат алған кезінде, асыра қуаттауды болдырмау тізбегі күн тақтасының ар-

тық қуатын сіңіру үшін күн тақтасына параллель VT жүктеме транзисторын қосады. Аккумулятор батареясын асыра қуаттаудан реле реттегіші қорғайды, ол Constant тірек кернеуді орнатушыдан, Battery Constant – sumblock кернеуді салыстыру құрылғысынан, қателік күшейткіші Gain реттегіштен, VT басқаратын релелік Relay блогынан тұрады. Аккумулятор батареясындағы заряд кернеуі 14 В жеткенде, күн тақтасы VT қосқышы арқылы коммутацияланады [5].

U_{AB} 10-24 В кернеуіндегі төмен вольтты тізбекте кернеуді 220 В U_H -ға дейін арттыру үшін TV күштік трансформатор қолданылады, трансформация коэффициенті $22 \div 16$ болады. Үлгілеу кезінде ендік-импульстік реттеу принципіне сәйкес 50 Гц шығыс кернеуін реттейтін тікбұрышты түрлендіргіш қолданылды.

Жүктемедегі синусоидалы кернеу TV трансформаторы арқылы түрлендіргішке қосылған параллельді резонанстық LC контуры арқылы қамтамасыз етіледі. L_H индуктивтілігі инвертордың тұтынылатын тоғын тегістейді, 0,8 бұрышпен белсенді-индуктивті жүктеменің L_H индуктивтілігі және C_2 конденсаторы бар параллель қосылған трансформатор параллель резонанстық контурды құрайды. Жүктеме C_2 конденсаторына қосылған және $KG \leq 10\%$ синусоидалы кернеуге ие, аккумулятор батареясының кернеуі 220 В болғанда, TV күшейткіш трансформатор өшіріледі [6].

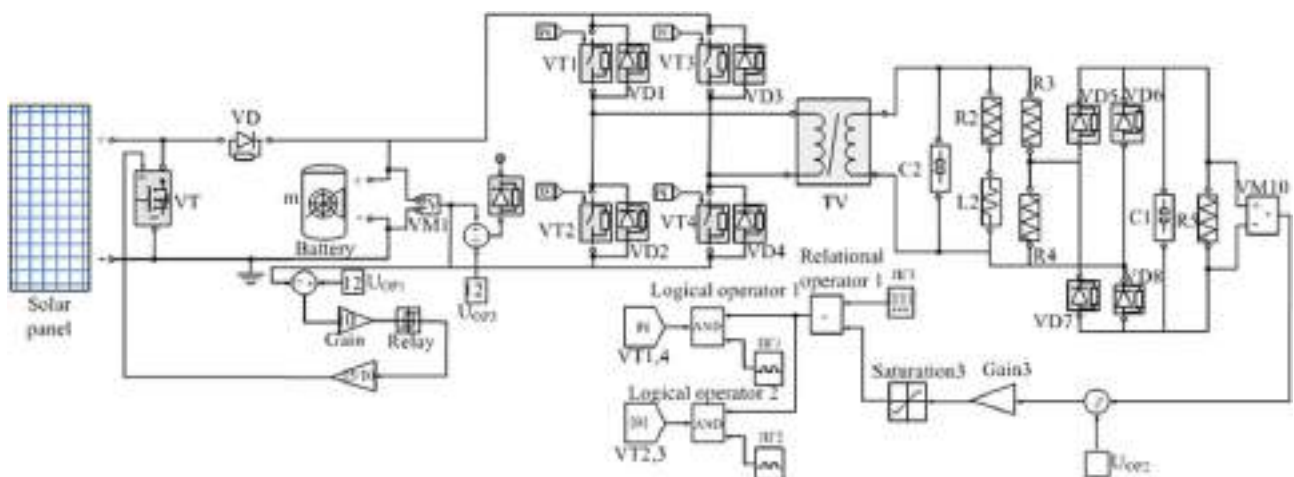
Үлгілеуде 5-суретте көрсетілген шығыс кернеуін реттеудің классикалық алгоритмі қолданылды.

Симметриялы үшбұрышты пішіннің жайылатын кернеуінің амплитудасы $U_p = 2V$ тірек кернеуі $U_{OP} = 3,5V$.

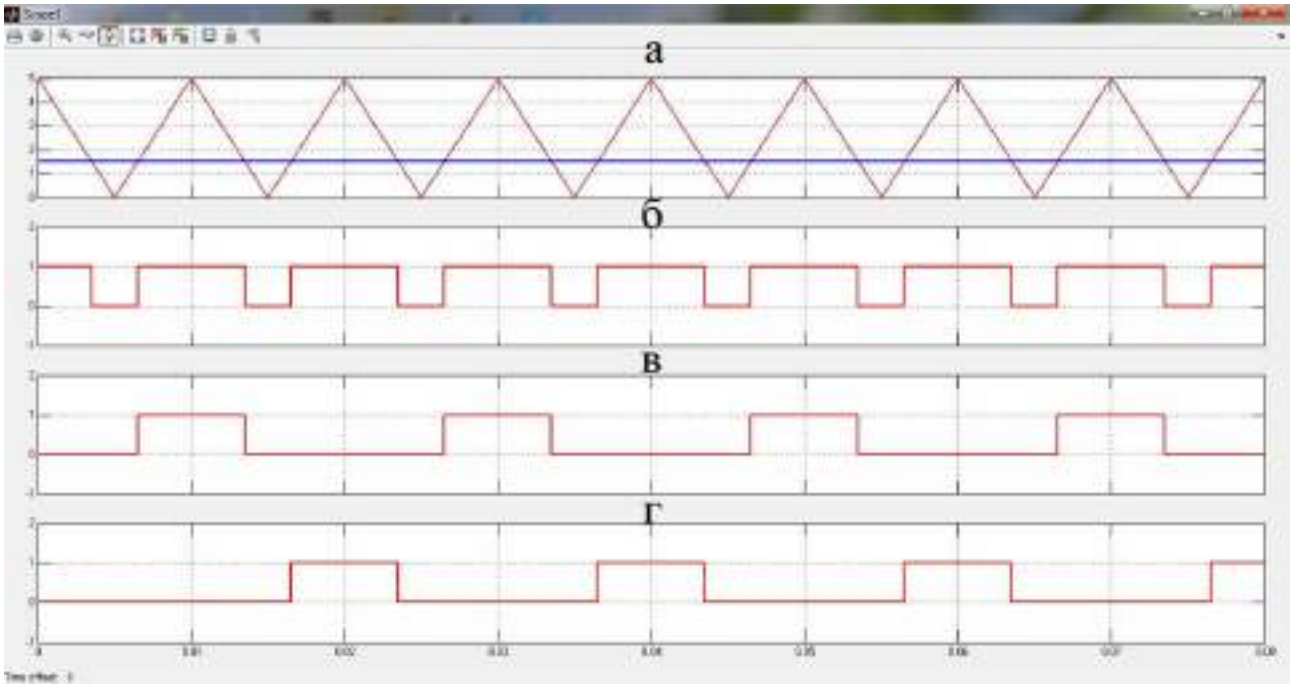
Келесі 6-суретте реттеу және реттеусіз режимінде U_H -ның U_{AB} -ге тәуелділігі көрсетілген [7, 8].

6-суретте тұтас сызықпен реттелетін түрлендіргіштің сипаттамалары, ал реттегішсіз нүктелі сызықпен көрсетілген.

Келесі 7-суретте 220 В кернеудің реттеу сипаттамасы және 10-нан 14 В-қа дейінгі аккумулятор

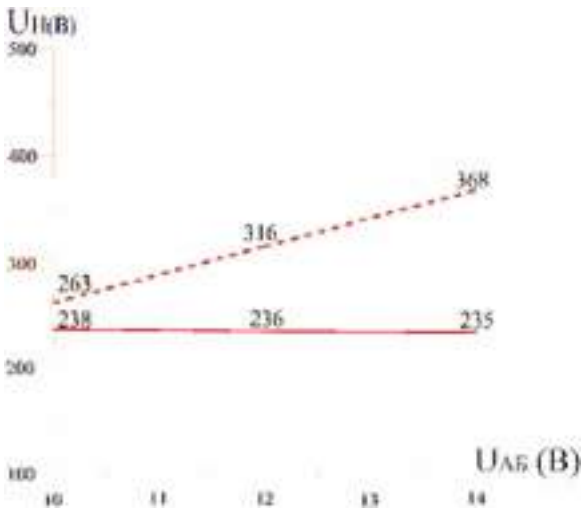


4-сурет – MatLab бағдарламасында күн тақтасын үлгілеу сұлбасы

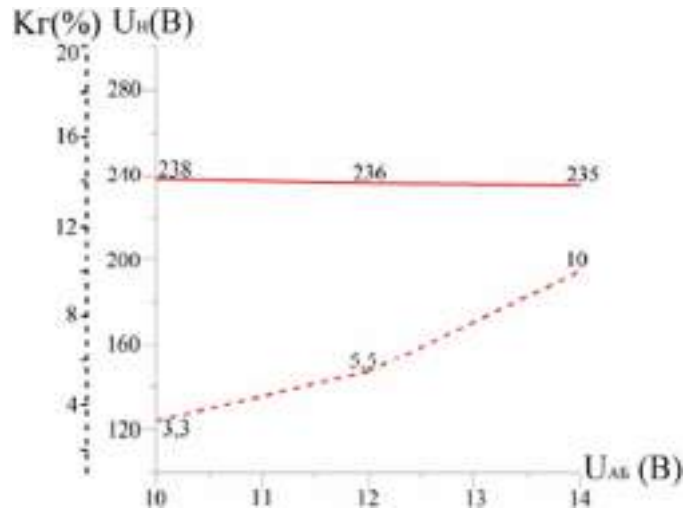


а) тірек кернеуді үшбұрышты пішінімен салыстыру, б) үшбұрышты пішінімен және тірек кернеумен салыстырудан кейінгі сигналдар; в) 1, 4 транзисторға келетін сигналдар; г) 2, 3 транзисторға келетін сигналдар

5-сурет – Шығу кернеуін үлгілеу нәтижелерінің терезесі



6-сурет – Түрлендіргіштің сипаттамалары



7-сурет – Реттеу сипаттамалары

батареясы кернеуіне байланысты гармоникалық коэффициент K_T көрсетілген.

1-кестеде жүктің және өлшеуші органның сипаттамалары көрсетілген.

8-суретте 10 В аккумулятор батареясының тұрақты кернеуіндегі түрлендіргіштің жүктеме сипаттамасы көрсетілген, ол жүктеме номиналдан бос жүріске ауысқанда жойылады [7-10].

Келесі 9-суретте 14 В кернеуде реттеусіз алынған түрлендіргіштің сыртқы сипаттамасы көрсетілген

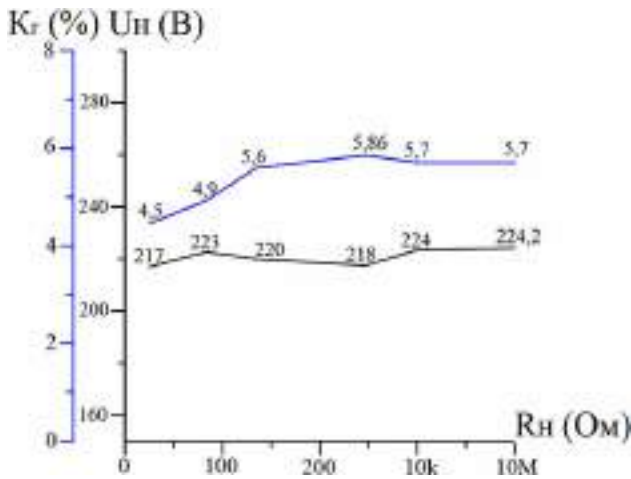
Классикалық амплитудалық реттеу режимінде тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін тірек кер-

неудің мәнін және жайылатын кернеу амплитудасын анықтаймыз (2-кесте және 10-сурет).

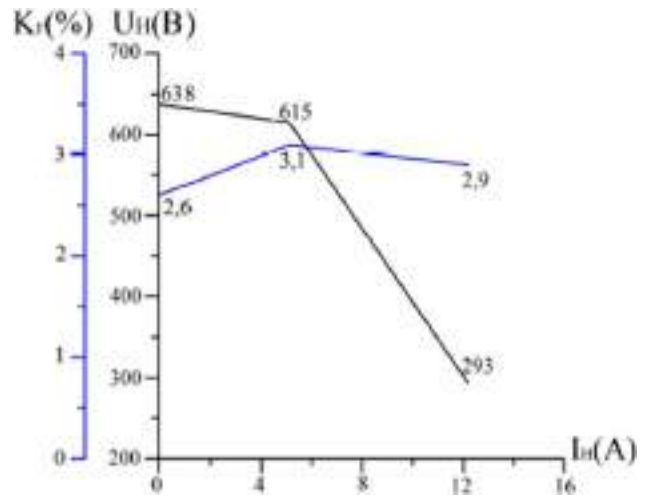
Гармоника өлшемшарты бойынша $K_T = 10\%$ қолайлы, сондықтан 2-кестеден $U_H = 235V$, $U_{OP} = 3,5$ мВ және $U_P = 2V$ қатынастарын таңдаймыз.

Аккумулятор батареясының кіріс кернеуі 14 В болатын шығыс кернеуінің классикалық амплитудалық реттеуі арқылы күн тақтасын басқаруды үлгілеу нәтижелері 11-суретте көрсетілген, [9].

Зерттеу шығыс кернеуінің классикалық амплитудалық реттеуін пайдалана отырып, күн тақтасын басқаруды үлгілеу $K_T \leq 10\%$ гармоникалық коэффициенті бар 220 В жүктеме кернеуі



8-сурет – Түрлендіргіштің жүктеме сипаттамасы



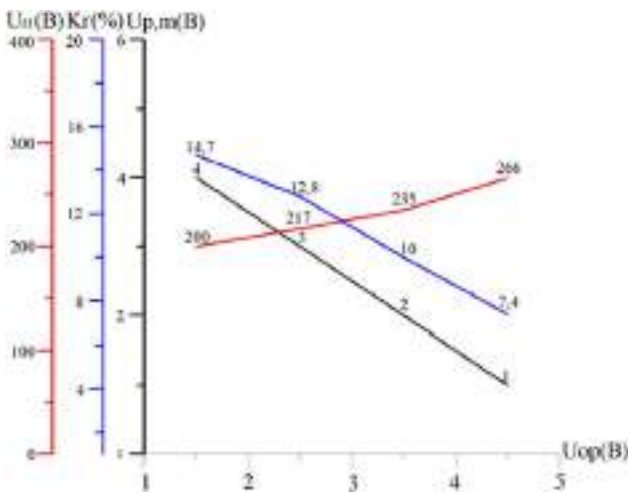
9-сурет – Түрлендіргіштің реттеусіз сыртқы сипаттамасы

1-кесте – Жүктеме мен өлшеуші органның мәндері

Конденсатор C_2	150 мкФ
Кедергі R_2	19,36 Ом
Индуктивтілік L_2	46 мГн
Кедергі R_3	26 кОм
Кедергі R_4	0,45 кОм
Конденсатор C_1	100 мкФ
Кедергі R_5	10 кОм

2-кесте – Тірек және орнатушы кернеу генераторы арасындағы параметр нәтижелері

U_{AB}, B	14			
$U_{OP} + U_P$	5			
U_{OP}, mB	1,5	2,5	3,5	4,5
U_P, B	4	3	2	1
U_n, B	200	217	235	266
$K_t, \%$	14,7	12,8	10	7,4



10-сурет – Түрлендіргіштің параметрлері

деңгейінің қажетті дәлдігін қамтамасыз ететінін көрсетті [10].

Бұл реттеу әдісі 24 В кернеуі бар төмен вольтты жарықдиодты жарықтандыру үшін қолданылады.

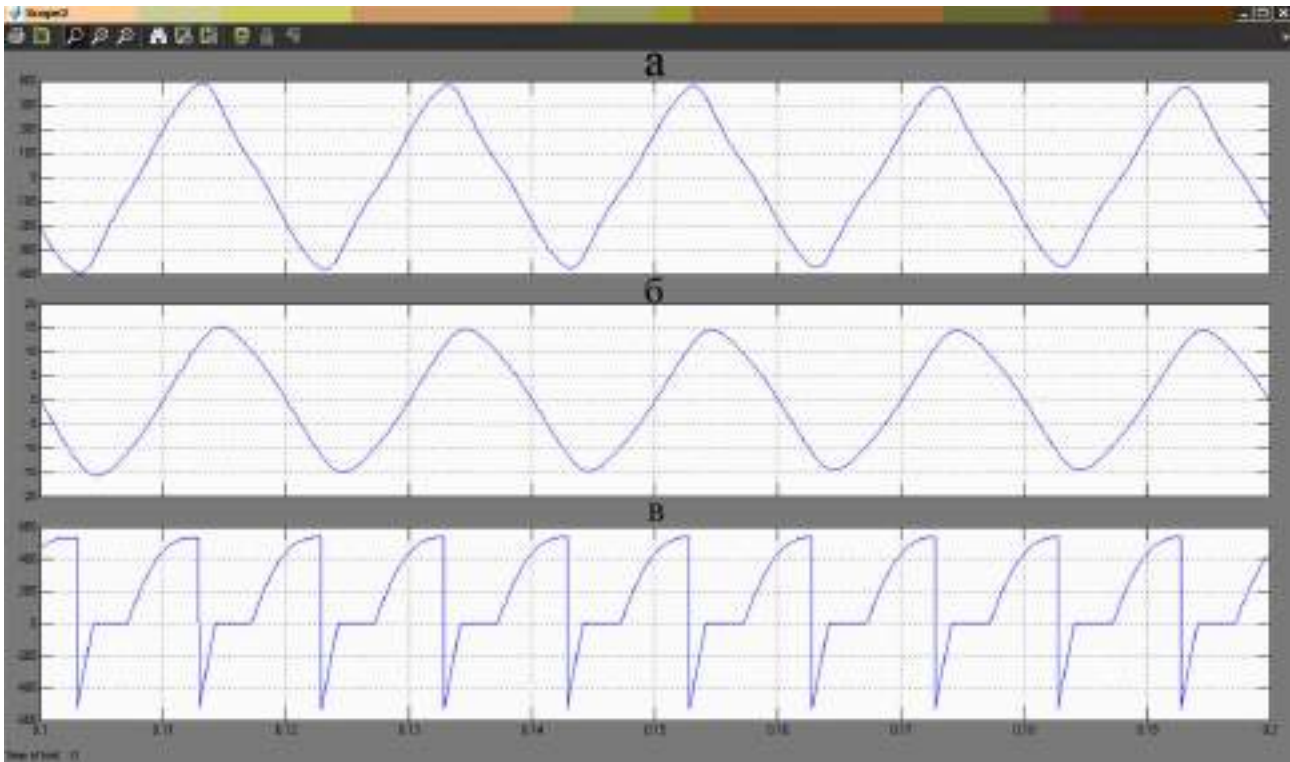
Қорытынды. Үлгілеу нәтижелері энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің имитациялық үлгісі оған енгізілген жұмыс логикасына сәйкес

құрылған және соған байланысты жұмыс істейді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл үлгінің көмегімен энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің әртүрлі жұмыс тәртiптерiн көрнекi түрде имитациялауға болады.

Әртүрлі номиналды кернеулермен және түрлендіргішпен Simulink ортасында үлгілеу нәтижесінде аккумулятор батареясы мен күн тақтасының кернеуін таңдауға болады.

Зерттеу шығыс кернеуінің классикалық амплитудалық реттеуін пайдалана отырып, күн тақтасын басқаруды үлгілеу жүктеме кернеуі деңгейінің қажетті дәлдігін қамтамасыз ететінін көрсетті.

Жүйелік сандық трансформация іргелес салаларда орталықтандырылмаған (автономды) энергия жүйелері мен инфрақұрылымның пайда болуын (мысалы, ақылды ұтқырлық), сандық қызметтер спектрін кеңейтуді, предиктивті аналитикаға арналған машиналық оқыту алгоритмдерін қоса алғанда, жаңа шешімдердің кең ауқымын, таратылған тізілім жүйелері арқылы энергия өндірушілер мен тұтынушылар арасындағы өзара есеп айырысуды автоматтандыруды, энергия ресурстарын сатуға арналған сандық сервистерді, қазіргі заманғы энергетикалық менеджмент жүйелері және салааралық платформалық шешімдер.



а) түрлендіргіштің шығыс кернеуі; б) жүктеме арқылы өтетін ток; в) қуат көзінің тоғы
11-сурет – Күн тақтасын үлгілеу нәтижелері

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Цифровой Казахстан – официальный сайт Государственной программы digitalkz.kz
2. Цифровая трансформация энергопотребления в Казахстане // energoinform.kz/news/cifrovaya-tra...
3. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, G. Gyorok, Study of the Effectiveness of Switching-on LED Illumination Devices and the Use of Low Voltage System in Lighting. Journal of Applied Sciences Acta Polytechnica Hungarica. – Budapest. Volume 12. Issue Number 5. 2015. Pp. 71-80.
4. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, Improving the efficiency of led lighting by switching to low-voltage technology. International Conference on Industrial Engineering. «Procedia Engineering» (ICIE-2015). Netheriands. 2015. – Pp. 171-177.
5. A. Baidildina, A. Baklanov, The Technique of Providing the Specified Operating Modes of the Power System with Using a Solar Battery as an Element of Smart Technologies. Materials 2018 5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE 2018). – Vol. 433. – Pp. 162-165. www.scopus.com.
6. A. Baidildina, A. Baklanov, Development of complex control of electric power supply system with the application of a solar battery. Materials 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Pp. 1-4. ISBN: 978-153869535-7. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602755, EID: 2-s2.0-85061726207. www.scopus.com
7. A. Baidildina, The process automation of an autonomous object power supply system using Smart technologies. Materials 2018 4th International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2018. – Pp. 1-4.
8. Сценарий развития направления «Безопасная, чистая и эффективная энергетика» в Казахстане до 2030 года. <http://www.ncste.kz/ru/content/сценарий-энергетика>.
9. Проект Стратегия «Эффективное использование энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года».
10. Байдилдина А.Т., Бакланов А.Е. Smart-технологии контроля и управления системами энергообеспечения автономного объекта / ВКГТУ. Усть-Каменогорск, Семей: Редакционно-издательский центр «Zhardem». 2019. – 135 с. ISBN 978-601-208-535-8.

Исследование управления системой энергоснабжения от солнечных панелей в пакете Matlab

¹БАЙДИЛДИНА Айжан Толеубековна, PhD, ассоциированный профессор, atj-43@mail.ru,

^{1*}АЛИБЕККЫЗЫ Карлыгаш, PhD, ассоциированный профессор, Karlygash.eleusizova@mail.ru,

²БЕЛЬГИНОВА Сауле Аскербековна, PhD, ассоциированный профессор, sbelginova@gmail.com,

³БУГУБАЕВА Алина Жанатбековна, PhD, ассоциированный профессор, alina_bugubayeva@mail.ru,

¹САРСЕНОВА Айжан Аскербековна, преподаватель, ASarsenova75@mail.ru,

¹НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,

²Университет «Туран», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 16а,

³Карагандинский университет Казпотребсоюза, Казахстан, Караганда, ул. Академическая, 9,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В настоящее время активное использование возобновляемых источников энергии во многих развитых странах принято в качестве жизненно важных, стратегически необходимых ресурсов, обеспечивающих перспективное развитие экономик этих стран. По прогнозам доля возобновляемой энергетики (солнечной, ветряной, приливной, гелиоэнергетики и т.п.) в мировом энергопотреблении будет ежегодно возрастать и к 2030 г. составит 30%, к 2050 г. – 50%. Перспективы устойчивого развития экономики Казахстана, как и других развивающихся стран, связаны с внедрением новой модели «инклюзивной» экономики, основанной на концепции цифровой трансформации – процесса внедрения цифровых технологий, сопровождающегося оптимизацией системы управления основными технологическими процессами организации. Цифровая трансформация открывает новые направления повышения социально-экономических результатов для энергетических бизнес-структур и потребителей: снижение текущих операционных затрат, повышение производительности, персонализация и практическая направленность образования. Статья посвящена исследованию системы энергоснабжения автономного объекта от солнечной батареи в пакете Matlab. В ходе нашего исследования мы определили оптимальное напряжение для аккумулятора и солнечной панели, например, преобразователя напряжения при фиксированных настройках нагрузки.

Ключевые слова: цифровое преобразование, солнечная панель, регулирование, ток, напряжение, система электроснабжения, коэффициент трансформации, низковольтная система, преобразователи, батарея.

Study of the Power Supply System Management from Solar Panels in the Matlab Package

¹BAIDILDINA Aizhan, PhD, Associate Professor, atj-43@mail.ru,

^{1*}ALIBEKKYZY Karlygash, PhD, Associate Professor, Karlygash.eleusizova@mail.ru,

²BELGINOVA Saule, PhD, Associate Professor, sbelginova@gmail.com,

³BUGUBAYEVA Alina, PhD, Associate Professor, alina_bugubayeva@mail.ru,

¹SARSENOVA Aizhan, Lecturer, ASarsenova75@mail.ru,

¹NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

²Turan University, Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 16a,

³Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Kazakhstan, Karaganda, Akademicheskaya Street, 9,

*corresponding author.

Abstract. At present, the active use of renewable energy sources in many developed countries is accepted as a vital, strategically necessary resource that ensures the promising development of the economies of these countries. According to forecasts, the share of renewable energy (solar, wind, tidal, solar energy, etc.) in global energy consumption will increase annually and will reach 30% by 2030, and 50% by 2050. The prospects for sustainable development of the economy of Kazakhstan, as well as other developing countries, are associated with the introduction of a new model of an «inclusive» economy based on the concept of digital transformation – the process of introducing digital technologies, accompanied by optimization of the management system of the organization's main technological processes. Digital transformation opens up new directions for improving socio-economic results for energy business structures and consumers: reducing current operating costs, increasing productivity, personalization and practical orientation of education. The article is devoted to the study of the power supply system of an autonomous object from a solar battery in the Matlab package. During our research, we determined the optimal voltage for a battery and a solar panel, such as a voltage converter, at fixed load settings.

Keywords: digital conversion, solar panel, regulation, current, voltage, power supply system, transformation ratio, low voltage system, converters, battery.

REFERENCES

1. Cifrovoy Kazahstan – oficial'nyj sajt Gosudarstvennoj programmy digitalkz.kz
2. Cifrovaya transformaciya energopotrebleniya v Kazahstane // energoinform.kz>news/cifrovaya-tra...
3. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, G. Gyorok, Study of the Effectiveness of Switching-on LED Illumination Devices and the Use of Low Voltage System in Lighting. Journal of Applied Sciences Acta Polytechnica Hungarica. – Budapest. Volume 12. Issue Number 5. 2015. Pp. 71-80.
4. A. Zhaparova, A. Baklanov, D. Titov, Improving the efficiency of led lighting by switching to low-voltage technology. International Conference on Industrial Engineering. «Procedia Engineering» (ICIE-2015). Netheriands. 2015. – Pp. 171-177.
5. A. Baidildina, A. Baklanov, The Technique of Providing the Specified Operating Modes of the Power System with Using a Solar Battery as an Element of Smart Technologies. Materials 2018 5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE 2018). – Vol. 433. – Pp. 162-165. www.scopus.com.
6. A. Baidildina, A. Baklanov, Development of complex control of electric power supply system with the application of a solar battery. Materials 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Pp. 1-4. ISBN: 978-153869535-7. DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602755, EID: 2-s2.0-85061726207. www.scopus.com
7. A. Baidildina, The process automation of an autonomous object power supply system using Smart technologies. Materials 2018 4th International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2018. – Pp. 1-4.
8. Scenarij razvitiya napravleniya «Bezopasnaya, chistaya i effektivnaya energetika» v Kazahstane do 2030 goda. <http://www.ncste.kz/ru/content/scenarij-energetika>.
9. Proekt Strategiya «Effektivnoe ispol'zovanie energii i vozobnovlyaemyh resursov Respubliki Kazahstan v celyah ustojchivogo razvitiya do 2024 goda».
10. Bajdildina A.T., Baklanov A.E. Smart-tehnologii kontrolya i upravleniya sistemami energoobespecheniya avtonomnogo ob'ekta / VKGTU. Ust'-Kamenogorsk, Semej: Redakcionno-izdatel'skij centr «Zhardem». 2019. – 135 p. ISBN 978-601-208-535-8.

Адамның басын салқындатуға арналған термоэлектрлік құрылғылары

¹***АСЫЛБЕКОВА Ляида Рамазанқызы**, докторант, laida08081996@gmail.com,

¹**АЛДИЯРОВ Нахыпбек Уалиевич**, ф.-м.ф.к., кафедра меңгерушісі, n.aldiyarov@satbayev.university,

¹**КУАНДЫКОВА Гулбагила Елеубаевна**, магистр, аға оқытушы, kuandikova75@mail.ru,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыста адамның басын салқындатуға арналған құрылғылардың түрлері мен олардың медициналық тәжірибеде қолдану тиімділігіне талдау жасалды. Адам миының гипотермиясына арналған қолданыстағы құрылғылардың жұмыс принципінің қысқаша сипаттамасы, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған. Басты салқындатудың әртүрлі әдістері, соның ішінде мұзды, суды және ауаны пайдалану арқылы салқындату қарастырылды. Адам басын салқындату үшін термоэлектрлік құрылғыларының мәні анықталды. Адам миын салқындату үшін оңтайлы және қауіпсіз технологияларды жасау саласында одан әрі зерттеулер жүргізу қажеттілігі айқындалды. Жұмыстың нәтижелері бастың жергілікті гипотермиясының жаңа әдістерін жасауда қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: адамның басын салқындату, термоэлектрлік салқындатқыш құрылғы, бассүйек-ми және жергілікті гипотермия.

Кіріспе

Соңғы жылдары термоэлектрлік салқындатқыш құрылғылар қолданылатын міндеттер ауқымын кеңейтудің тұрақты тенденциясы байқалды, бұл бүкіл әлемде ықшам, үнсіз және сенімді салқындату құрылғыларына сұраныстың артуына байланысты.

Әдетте, адамның басын салқындату үшін қолданыстағы жабдықтар компрессорлық тоңазытқыш қондырғыларына негізделген ауқымды стационарлық құрылғылар болып табылады. Соңғы уақытта термоэлектрлік салқындатуға негізделген құрылғылардың дамуы үрдісі болды, алайда олар айқын артықшылықтарға қарамастан кең практикалық қолдануды таппады.

Сондықтан жұмыстың мақсаты адамның басын салқындату үшін термоэлектрлік энергияны пайдаланудың маңыздылығын анықтау болып табылады.

Салқындатудың адам миының жұмысына әсері

Төмен температуралар денеге емдік мақсатпен әсер ететін физикалық факторлардың бірі ретінде медициналық тәжірибеде ағзаның операцияға реакциясын төмендету, ауыр гипоксияның дамуын болдырмау және мидың оттегі ашығуына төзімділігін арттыру әдісі ретінде кеңінен қолданылады. Бассүйек-ми гипотермия әдісі әртүрлі гипоксиялық және постгипоксиялық жағдайлар-

ды кешенді емдеуде қолданылады. Мысалы, бас сүйек-ми жарақаттарында, церебральды қан айналымы бұзылғанда, газ алмасу және церебральды ісіну пайда болғанда, бассүйек-ми гипотермиясы бастың 30°C температураға дейін салқындату арқылы бассүйек ішіндегі қысымның жоғарылауын және церебральды ісінуді болдырмауға мүмкіндік береді.

Жедел жәрдемдегі терапевтік гипотермия әдістерінің негізі жылуды кетірудің келесі принциптері болып табылады: дене бетінің үлкен аумақтарын сыртқы салқындату, мүшелердің бос жерлерін салқындату (асқазан, тік ішек), экстракорпоральды және ішілік қанды салқындату. Сонымен қатар, бас сүйек-ми гипотермиясының техникасын (оттегі ашығуына төзімділігін арттыру үшін бастың сыртқы қабығы арқылы миды салқындату) бөлектеу керек. Бас сүйек-ми гипотермиясының келесі түрлері бар: бірқалыпты гипотермия 37-35°C (организмнің салқындатуға бейімделуімен және терморегуляцияны сақтауға бағытталған компенсаторлық функциялардың дамуымен сипатталады), орташа гипотермия 34-30°C (организм функцияларының тұрақсыздығымен және жоғарылауымен сипатталады, жылу генерациясы) және терең гипотермия 29-24°C (организмнің өмірлік маңызды функциялары минимумға дейін төмендейді – кейбір шартты рефлекстер жоғалады, шеткергі нервтердің өткізгіштігі, жүрек соғу жиілігі де төмендейді 64%, ар-

териялық қысым төмендейді).

Адам миының оттегі ашығуының алғашқы минуттарында мыңдаған жасушалар өледі, бұл қайтымсыз өзгерістерге әкелуі мүмкін, сондықтан ми жасушаларының жаппай өлімін барынша азайту маңызды. Бұл метаболикалық процестердің тежелуіне, оттегін тұтынудың төмендеуіне және гипоксияға төзімділіктің жоғарылауына әкелетін адам басының жергілікті гипотермиясына байланысты. Медициналық тәжірибеде адамның басының бетімен жанасатын салқындатқыштың (су, ауа және т.б.) оңтайлы температурасы $+2^{\circ}\text{C}$ болатыны анықталды. Төменгі температура терінің тоңуына байланысты адам ағзасына қауіпті. Бұл жағдайда науқастың дене температурасы бірнеше нүктелерде өлшенеді (құлақ қалқаны деңгейінде құлақ арнасының ішінде, мұрын-жұтқыншақта, өңеште және тік ішекте). Тимпаникалық мембрана деңгейіндегі құлақ арнасының ішіндегі температура ішкі бас сүйек қоймасынан 25 мм тереңдіктегі ми қыртысының температурасына сәйкес келеді. Салқындату тік ішектегі температура кем дегенде $33-32^{\circ}\text{C}$, өңеште $32-31^{\circ}\text{C}$ болғанша созылады. Бас сүйек-ми гипотермиясынан кейін науқасты 35°C жоғары емес дене температурасына дейін белсенді жылыту ұсынылады, науқасты одан әрі жылыту біртіндеп болуы керек [1, 2].

Адамның басын салқындатуға арналған құрылғылар

Бүгінгі күні бастың сыртқы қабығы немесе жоғарғы тыныс жолдары арқылы адам миының гипотермиясына арналған құрылғылардың оннан астам тәжірибелік әзірлемелері бар [3-9]. Мұндай құрылғылардың жұмысы салқындатқышты салқындату үшін тоңазытқыш қондырғыға (әдетте компрессорлық типті) және криоаппликатор арқылы салқындатқыштың мәжбүрлі айналымын қамтамасыз ететін гидравликалық жүйеге негізделген. Көптеген құрылғыларда салқындатқыш ретінде $+5^{\circ}\text{C}$ температурадағы су қолданылады. Мұндай құрылғылардың салқындату режимдерін бақылау салқындатылған аймақтың биологиялық тінінің температурасының төмендеуінің алдын ала белгіленген деңгейіне жеткенде криоаппликатор арқылы салқындатқыштың айналу жылдамдығын реттеу арқылы жүзеге асырылады.

Жергілікті гипотермия кезінде беттік жылуды кетіру негізінен жылу өткізгіштікке байланысты жүзеге асырылады және адам ағзасының өз жылу өндіруінен гөрі энергиясы жоғары болуы керек. Бұл жағдайда дененің жылу орталығынан термиялық ағып кетуді жеңу қажет, бұл салқындату үшін жеткілікті ұзақ уақытты қажет етеді.

Адамның миын жоғарғы тыныс жолдары арқылы салқындату болып табылатын құрылғылардың әзірлемелері белгілі (1-5-сурет) [10-14]. Мұндай құрылғыларда науқастың танауларына енгізілген катетер бар, одан салқындатылған тұзды ерітінді құйылады немесе салқындатылған ауа үрленеді. Алайда, мұндай құрылғылардың негіз-

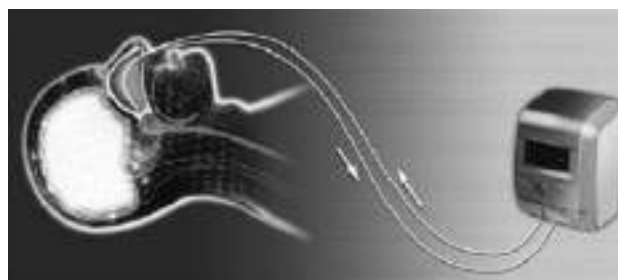
гі кемшілігі – оларды бас миының жарақаттары, мұрынның сынуы және тыныс алу органдарының аурулары үшін қолдануға болмайды, бұл олардың практикалық қолдану аймағын айтарлықтай тарылтады.



1-сурет – Жоғарғы тыныс жолдары арқылы адам миын салқындату құрылғысы



2-сурет – Жылдам гипотермияға арналған құрылғы



3-сурет – Quickcool мұрын ішілік жүйесі

Сонымен қатар сыртқы қабықтар арқылы адамның басын салқындатуға арналған құрылғы-



4-сурет – Фарингальды салқындатқыш манжет



5-сурет – Rhinochill адам миының гипотермиясына арналған құрылғы



6-сурет – Терапиялық гипотермияға арналған аппарат



7-сурет – «Холод 2Ф» гипотермияға арналған құрылғы



8-сурет – Blanketrol-II бас сүйек-ми салқындатуға арналған құрылғы

лардың әзірлемелері бар (6-12-сурет) [3-6]. Мұндай құрылғылар бастың салқындатқыш шлемінен және салқындатқышты (ауа, су, спирт ерітіндісі және т.б.) салқындататын тоңазытқыш қондырғыдан тұрады. Дегенмен, жоғарыда аталған әзірлемелерді қолдана отырып, адам миының температурасын қажетті $+30\div+32^{\circ}\text{C}$ дейін төмендетудің эксперименталды растауы әлі жоқ екенін атап өткен жөн.

Әдетте, адамның басын сыртқы қабықтар арқылы салқындату үшін қолданыстағы жабдық компрессиялық тоңазытқыш қондырғыларына негізделген үлкен өлшемді стационарлық құрылғылар болып табылады. Термоэлектрлік салқындатуға негізделген құрылғылардың тек 2

әзірлемелері бар [7-9]: адамның басын салқындату үшін дулыға түріндегі термоэлектрлік құрылғы (11-сурет) және Olympic Cool-Cap System жаңа туған нәрестелерді салқындату үшін термоэлектрлік жүйесі (12-сурет).

Адам басын салқындатуға арналған термоэлектрлік құрылғы мотоцикл шлемі түрінде жасалған (11-сурет). Салқындату шлемінде термопараллель және электрлік тізбектей қосылған 120 термопар бар. Мұндай құрылғының суық өнімділігі 200 Вт, дегенмен, бұл дамудың негізгі



9-сурет – Coolsystem ауыр ми жарақаттарын емдеудегі церебральды гипотермияға арналған құрылғы



11-сурет – Адам басын салқындату үшін шлем түріндегі термоэлектрлік құрылғы



10-сурет – Sovika GmbH адам басын салқындату құрылғысы



12-сурет – Olympic Cool-cap System жаңа туған нәрестелерді салқындату үшін термоэлектрлік жүйесі

кемшілігі салқындатқыш шлемнің үлкен массасы болып табылады – 9 кг, бұл мұндай құрылғыны медициналық тәжірибеде пайдалану кезінде белгілі бір қолайсыздықтар тудырады. Сонымен қатар, мұндай құрылғы тек әзірleme болып табылады және оның медициналық сынақтары туралы деректер жоқ.

Olympic Cool-Cap System жаңа туған нәрестелерді салқындатуға арналған жүйесінің (12-сурет) алдыңғы әзірлемелерден айырмашылығы, коммерциялық қол жетімді және медициналық тәжірибеде гипоксиялық-ишемиялық энцефалопатиямен байланысты неврологиялық зақымдануды болдырмау немесе айтарлықтай азайту үшін қолданылатын жүйе болып табылады. Аспаптың салқындатқыш шлемі сорғыштан (салқындату құрылғысынан су айналатын арналар желісі бар), сорғыш ұстағыштан және сыртқы оқшаулағыш қалпақтан тұрады. Құрылғы жаңа туған баланың басын +32°C температураға дейін біркелкі және бақыланатын салқындатуды қамтамасыз

етеді. Салқындату каскасының қажетті температурасын ұстап тұру үшін сыртқы қақпақ жылу оқшаулағышын қамтиды және қосымша металл фольгамен жабылған [7, 8]. Мұндай құрылғының кемшілігі оның үлкен салмағы мен өлшемді параметрлері болып табылады – салқындату қондырғысының өлшемдері (132 × 44 × 57) см, ал салмағы 52 кг.

Дегенмен, бүгінгі күнге дейін ересектердің миын салқындату үшін ұқсас термоэлектрлік құрылғылар жоқ. Осылайша, ересек адамның басын салқындату үшін заманауи портативті құрылғыларды әзірлеу үшін осы мақсаттарда термоэлектрлік энергияны пайдаланудың өзектілігін анықтау қажет.

Адам басын салқындату үшін қолданыстағы құрылғылар (әдетте компрессорлық тоңазытқыш қондырғыларына негізделген) қажетті температуралық жағдайларды толығымен қамтамасыз етеді, алайда олардың үлкен өлшемдері мен жоғары энергия тұтынуына байланысты оларды стационарлық емес емдеу жағдайында (мысалы, медициналық көлік – автомобильдер, тікұшақтар, ұшақтар және т.б.) пайдалану күрделі болып табылады.

1. Усенко Л.В., Царев А.В. Искусственная гипотермия в современной реаниматологии // *Общ. реаниматол.* 2009. – Т. 5. – № 1. – С. 21-23.
2. Шевелёв О.А., Бутров А.В. Технологии лечебной гипотермии в интенсивной терапии и реаниматологии // *Неотложная медицина.* – № 3. – 2010. – С. 45-49.
3. B. Harris, P.J.D. Andrews, G.D. Murray, J. Forbes, O. Moseley. Systematic review of head cooling in adults after traumatic brain injury and stroke. *Health Technology Assessment* 2012; Vol. 16, No. 45.
4. Harris O.A., Muh C.R., Surlis M.C., Pan Y., Rozycki G., Macleod J., et al. Discrete cerebral hypothermia in the management of traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Neurosurg.* 2009;110:1256-1264.
5. Patent US 20100168825 A1. Device for cooling a body part / Ingrid Barbknecht. – 2010.
6. <http://www.cmed-plus.ru/atg.html>.
7. «Cool-Cap System Gets FDA Nod». *Medgadget.com*. Retrieved 2009-10-13.
8. «Cool-Cap System – Children's Hospital – Scott & White – Central Texas». *Sw.org*. Retrieved 2009-10-13.
9. Ахиска Р., Гүлер І., Явуз А.Х., Топрак А. Система контроля термоэлектрического охладителя мозга с нечетким алгоритмом // *Термоэлектричество.* – № 2. – 2008. – С. 64-70.
10. Sung G, Torbey M, Abou-Chebl A. Rhinochill: a novel brain hypothermia delivery device. *Neurology* 2009; 72, A75.
11. <http://www.benechill.com>.
12. <http://eng.jhu.edu/wse/cbid/page/Rhid-rapid-hypothermia-induction-device>.
13. Covaciu L. Intranasal cooling for cerebral hypothermia treatment. Phd thesis. Uppsala: Uppsala University; 2010.
14. Takeda Y., Fumoto K., Naito H., Morimoto N. Development of a pharyngeal cooling system that enables brain temperature to be immediately reduced. *Crit Care Med* 2009;37:506.

Термоэлектрические устройства для охлаждения головы человека

¹***АСЫЛБЕКОВА Ляида Рамазанкызы**, докторант, laida08081996@gmail.com,

¹**АЛДИЯРОВ Нахыпбек Уалиевич**, к.ф.-м.н., зав. кафедрой, n.aldiyarov@satbayev.university,

¹**КУАНДЫКОВА Гулбагила Елеубаевна**, магистр, старший преподаватель, kuandikova75@mail.ru,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»,
Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В работе проанализированы виды устройств для охлаждения головы человека и их эффективность в медицинской практике. Дано краткое описание принципа действия существующих устройств для гипотермии головного мозга человека, описаны их преимущества и недостатки. Рассмотрены различные способы охлаждения головы, включая использование льда, воды и воздуха. Определено значение термоэлектрических охлаждающих устройств для охлаждения головы человека. Показана необходимость дальнейших исследований в области создания оптимальных и безопасных технологий охлаждения головного мозга человека. Результаты работы могут быть использованы при разработке новых методов локальной гипотермии головы.

Ключевые слова: охлаждение головы человека, термоэлектрическое охлаждающее устройство, краниоцеребральная и локальная гипотермия.

Thermoelectric Devices for Human Head Cooling

¹***ASYLBEKOVA Lyaida**, Doctoral Student, laida08081996@gmail.com,

¹**ALDIYAROV Nakhypbek**, Cand. of Phys. and Math. Sci., Head of Department, n.aldiyarov@satbayev.university,

¹**KUANDYKOVA Gulbagila**, Master, Senior Lecturer, kuandikova75@mail.ru,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

*corresponding author.

Abstract. The article analyzes the types of devices for cooling the human head and their effectiveness in medical practice. A brief description of the principle of operation of existing devices for hypothermia of the human brain is given, their advantages and disadvantages are described. Various methods of head cooling are considered, including the use of ice, water and air. The value of thermoelectric cooling devices for cooling the human head is determined. The need for further research in the field of creating optimal and safe technologies for cooling the human brain is shown. The results of the work can be used in the development of new methods of local hypothermia of the head.

REFERENCES

1. Usenko L.V., Tsarev A.V. Artificial hypothermia in modern resuscitation // General. resuscitation. 2009. – V. 5. – No. 1. – Pp. 21-23.
2. Shevelev O.A., Butrov A.V. Technologies of therapeutic hypothermia in intensive care and resuscitation // Urgent Medicine. – No. 3. – 2010. – Pp. 45-49.
3. B. Harris, P.J.D. Andrews, G.D. Murray, J. Forbes, O. Moseley. Systematic review of head cooling in adults after traumatic brain injury and stroke. Health Technology Assessment 2012; Vol. 16, No. 45.
4. Harris O.A., Muh C.R., Surles M.C., Pan Y., Rozycki G., Macleod J., et al. Discrete cerebral hypothermia in the management of traumatic brain injury: a randomized controlled trial. neurosurgery. 2009;110:1256-1264.
5. Patent US 20100168825 A1. Device for cooling a body part / Ingrid Barbknecht. – 2010.
6. <http://www.cmed-plus.ru/atg.html>.
7. «Cool-Cap System Gets FDA Nod». Medgadget.com. Retrieved 2009-10-13.
8. «Cool-Cap System – Children's Hospital – Scott & White – Central Texas». sw.org. Retrieved 2009-10-13.
9. Ahiska R., Guler I., Yavuz A.Kh., Toprak A. Control system of thermoelectric brain cooler with fuzzy algorithm // Thermoelectricity. – No. 2. – 2008. – Pp. 64-70.
10. Sung G., Torbey M., Abou-Chebl A. Rhinocill: a novel brain hypothermia delivery device. Neurology 2009; 72, A75.
11. <http://www.benechill.com>.
12. <http://eng.jhu.edu/wse/cbid/page/Rhid-rapid-hypothermia-induction-device>.
13. Covaciu L. Intranasal cooling for cerebral hypothermia treatment. PhD thesis. Uppsala: Uppsala University; 2010.
14. Takeda Y., Fumoto K., Naito H., Morimoto N. Development of a pharyngeal cooling system that enables brain temperature to be immediately reduced. Crit Care Med 2009;37:506.

Линейный криптоанализ алгоритма LBC

^{1*}АЛГАЗЫ Кунболат Тилеуханулы, PhD, старший научный сотрудник, kunbolat@mail.ru,

¹ХАУМЕН Армиянбек, младший научный сотрудник, haumen.armanbek@gmail.com,

¹ХОМПЫШ Ардабек, научный сотрудник, ardabek@mail.ru,

¹САКАН Кайрат Саканулы, научный сотрудник, kairat_sks@mail.ru,

¹Институт информационных и вычислительных технологий, Казахстан, Алматы, ул. Шевченко, 28,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Алгоритмы легковесного шифрования считаются относительно новым направлением в развитии криптографии с закрытым ключом. Такая потребность появилась в результате появления большого количества устройств с небольшой вычислительной мощностью и памятью. LBC – это 64-битный симметричный блочный алгоритм. Он поддерживает 80-битный секретный ключ. Количество раундов – 20. В статье оценена его защищенность от линейного криптоанализа. Результаты исследований выявила хорошие криптографические свойства данного алгоритма. Алгоритм будет применяться для устройств, обладающих малыми аппаратными ресурсами, в информационно-коммуникационных системах, где циркулируют сведения конфиденциального характера, а также крайне необходимо в оперативно приемлемые сроки обмениваться информацией в защищенном виде.

Ключевые слова: легковесная криптография, линейный криптоанализ, S-блок, криптостойкость, нелинейность.

Введение

Линейный криптоанализ является одним из наиболее важных методов анализа криптографических примитивов с симметричным ключом. Линейный криптоанализ фокусируется на линейном приближении между открытым текстом, зашифрованным текстом и ключом. Если шифр ведет себя иначе, чем случайная перестановка для линейного криптоанализа, это можно использовать для создания отличительного признака или даже атаки восстановления ключа путем добавления нескольких раундов. Линейный криптоанализ использовался для анализа многих шифров [1].

Основа линейного криптоанализа [2] – поиск линейного приближения, которое изучает линейную приблизительную связь между набором битов открытого текста и битов зашифрованного текста, т.е. выяснить, какая линейная связь существует между некоторыми битами открытого текста, битами зашифрованного текста и битами неизвестного ключа.

$$A[a_1, a_2, \dots, a_n] \oplus C[c_1, c_2, \dots, c_m] = K[k_1, k_2, \dots, k_l], \quad (1)$$

где $a_1, a_2, \dots, a_n, c_1, c_2, \dots, c_m$ и k_1, k_2, \dots, k_l обозначают фиксированные позиции битов, а уравнение (1) выполняется с вероятностью $p \neq 1/2$ для произвольно заданного открытого текста A , соответствующего шифртекста C и ключа K [2].

Для простых линейных операций, таких как xor с ключом или перестановка битов, можно на-

писать очень простые линейные уравнения, которые выполняются с вероятностью единица. Для нелинейных элементов шифра, таких как S-блоки, найти линейные приближения с вероятностью p . При этом для успешного проведения анализа, вероятность уравнений p должна быть как можно дальше удалена от значения 0,5.

Сначала проводится поиск аппроксимации для отдельных операций внутри шифра, затем объединяются в аппроксимации, которые справедливы для одного раунда шифра. Путем соответствующей конкатенации однораундовых аппроксимаций злоумышленник в конечном итоге получает аппроксимацию для всего шифра [3].

Для определения сложности атаки необходимо оценить вероятность линейной характеристики. Линейную аппроксимацию одного раунда можно рассматривать как случайную величину вида $\alpha_1 X_1 \oplus \alpha_2 X_2 \oplus \dots \oplus \alpha_n X_n \oplus \beta_1 Y_1 \oplus \beta_2 Y_2 \oplus \dots \oplus \beta_m Y_m$, которая принимает либо значение ноль, либо единицу (в зависимости от битов ключа). Тогда линейная характеристика хог этих случайных величин и вероятность линейной характеристики может быть вычислена с помощью леммы о набегании знаков (лемма 1).

Рассмотрим две независимые случайные величины X_1 и X_2 . Отсюда $P(X_i=0)=p_i$ и $P(X_i=1)=1-p_i$ для $i \in \{1, 2\}$. Тогда из независимости X_1 и X_2 следует, что $P(X_1=0, X_2=0)=p_1 p_2$ и что $P(X_1=1, X_2=1)=(1-p_1)(1-p_2)$.

Таким образом, $P(X_1 \oplus X_2=0)=p_1 p_2 + (1-p_1)(1-p_2)$

[4].

Лемма 1. Пусть $X_i (1 \leq i \leq n)$ – независимые случайные величины, принимающие значения из Z_2 значения которых равны к нулю с вероятностью $\frac{1}{2} + \epsilon$. Тогда вероятность того, что $X_1 \oplus X_2 \oplus \dots \oplus X_n = 0$

равна $\frac{1}{2} + \epsilon$, где $\epsilon = 2^{n-1} \prod_{i=1}^n (p_i - \frac{1}{2})$.

Лемма 2. Пусть N – количество заданных случайных открытых текстов и p – вероятность того, что уравнение (1) выполняется, и пусть $|p_i - \frac{1}{2}|$ достаточно мало. Тогда вероятность успеха алгоритма есть:

$$\int_{-2\sqrt{N}|p-\frac{1}{2}|}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx.$$

Линейный криптоанализ LBC. Алгоритм LBC разработан для шифрования данных блочно-го типа длиной 64 бит с ключом 80 бит. LBC при шифровании выполняет 20 раундов. Каждый раунд включает в себя 4 вида преобразования: преобразование S , преобразование RL , преобразование L , преобразование K . Подробное описание алгоритма приведено в [5].

В алгоритме шифрования LBC единственным нелинейным этапом является S -блок замены. Все остальные операции линейны и легко поддаются анализу. Построим линейную аппроксимационную таблицу (ЛАТ) для заданного S -блока. В ходе построения таблицы прослеживаются всевозможные комбинации двоичных векторов входа и выхода. Каждую пару векторов используют в качестве маски, которую накладывают на всевозможные пары вход-выход блока замены и опреде-

ляются следующим соотношением:

$$LAT(\alpha, \beta) \stackrel{def}{=} \{X | X \in Z_2^8, \bigoplus_{i=1}^8 X[i] \cdot \alpha[i] = \bigoplus_{i=1}^8 S(X[i]) \cdot \beta[i]\},$$

где $\alpha, \beta \in Z_{256}$ и знак умножения обозначает операцию скалярного произведения [6, 7].

В линейной аппроксимационной таблице 1 первый столбец содержит входные маски, а первая строка содержит выходные маски. Если 4-битное линейное уравнение удовлетворяется 0 раз, то можно сделать вывод, что данное 4-битное линейное соотношение отсутствует для этого конкретного S -блока. Если 4-битное линейное уравнение удовлетворяется 16 раз, то также можно сделать вывод, что данное 4-битное линейное соотношение присутствует для этого конкретного 4-битного S -блока. В обоих случаях полная информация передается криптоаналитикам. Результат лучше для криптоаналитиков, если вероятность присутствия или отсутствия уникальных 4-битных линейных уравнений далеко от 1/2 или близко к 0 или 1. Если вероятности присутствия или отсутствия всех уникальных 4-битных линейных отношений равны 1/2 или близко к 1/2, то говорят, что на 4-битном S -блоке трудно произвести линейный криптоанализ. Поэтому результат для криптоаналитика будет лучше, если число восьмерок в таблице меньше. Если количество восьмерок намного больше, чем других чисел в таблице, то говорят, что 4-битный криптографический S -блок более устойчив к линейному криптоанализу [8, 9].

В линейной аппроксимационной таблице ячейки с числами, наиболее удаленными от числа 8, состоят из 12 или 4. Поэтому согласно таблице, эффективные линейные уравнения, необходимые

Таблица 1 – Линейная аппроксимационная таблица для S-блока

Входная маска / Выходная маска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	8	8	8	10	10	10	10	6	6	10	10	4	12	8	8
2	8	8	4	8	8	12	8	10	10	10	6	10	10	6	10
3	8	12	8	6	6	6	10	8	8	8	12	10	10	6	10
4	8	10	6	12	8	6	6	10	6	8	8	6	6	4	8
5	8	10	6	6	10	8	8	4	8	6	6	6	6	8	12
6	4	10	6	8	8	6	6	8	8	6	6	8	12	10	6
7	4	6	10	6	6	8	8	10	10	8	8	4	8	6	10
8	10	8	6	8	10	8	6	10	12	6	12	6	8	10	8
9	6	8	10	10	8	10	4	8	6	8	10	10	8	10	12
10	10	8	10	12	6	8	10	8	10	4	6	8	10	8	10
11	6	12	10	10	8	10	8	6	12	10	8	8	6	8	6
12	10	6	8	8	6	6	4	4	10	10	8	8	10	6	8
13	6	6	4	10	4	8	10	6	8	8	10	8	6	10	8
14	6	6	8	8	10	10	8	6	8	4	10	10	8	4	6
15	10	10	8	6	4	12	6	8	6	6	8	6	8	8	6

для дальнейшего анализа и вероятность каждого из них равна 3/4, т.е. с наибольшими отклонениями от 1/2:

$$\begin{aligned} x[3] \oplus s[0] \oplus s[1] &= 1, \\ x[3] \oplus s[0] \oplus s[1] \oplus s[3] &= 0. \end{aligned}$$

...

Сначала введем обозначение, $k[i, j]$ – элементы раундовых ключей $x[i, j]$ – входные значения блока, $s[i, j]$ и $y[i, j]$ – выходные значения S -блока замены и R_i -функции, где i – номер раунда ($i = 1, 2, \dots, 20$) и j – номер позиции в блоке, $j = 0, 1, \dots, 64$. Проведем анализ алгоритма шифрования на семи раундах, так как все выходные биты зависят от всех входных битов после седьмого раунда. Также выбираем выходные уравнение для второго подблока, поскольку в выходном уравнении имеется наименьшее число переменных.

$$Y_1 = SSS(RS\{RS[RS(RS(X_1) \oplus S(X_2)) \oplus SS(X_3)] \oplus SSS(X_4)\} \oplus SSSS(X_1)). \quad (2)$$

Из числа линейных эффективных уравнений, полученных от S -блоков, выберем $x[1] \oplus s[1] = 0$. Поскольку входные и выходные переменные участвуют только по одному разу, то это в свою очередь является удобным для дальнейшего анализа. Напишем это уравнение для первого подблока в первом раунде (с учетом, что добавляется ключ): $x[0, 1] \oplus k[0, 1] \oplus s[0, 1] \oplus 1 = 0$. Вероятность этого уравнения равна 3/4. Далее, согласно схеме шифрования выполняется функция R определим суммы, соответствующие выходному элементу $y[0, 1]$. На рисунке показана R -функция для первого подблока.

Согласно схеме R -функции, показанной на рисунке 11, выходной элемент $y[0, 1]$ состоит из суммы первого, восьмого и одиннадцатого элементов, $y[0, 1] = s[0, 1] \oplus s[0, 8] \oplus s[0, 11]$. $s[0, 8]$ и $s[0, 11]$ – 0-й и 2-й выходные биты S -блока замены. В связи с этим, для этих переменных лучше выбрать уравнения $x[1] \oplus x[3] \oplus y[0] = 0$ и $x[2] \oplus x[3] \oplus y[2] = 1$.

Согласно схеме алгоритма шифрования, переменная $y[0, 1]$ объединяется с переменной $y[0, 17]$, чтобы получить выходное выражение $y[1, 1]$ для первого раунда. Напишем наиболее линейно приближенное уравнение для $y[0, 17]$, используя первое выбранное уравнение:

$$y[1, 1] = x[0, 1] \oplus x[0, 8] \oplus x[0, 11] \oplus x[0, 17] \oplus k[0, 1] \oplus k[0, 8] \oplus k[0, 11] \oplus x[0, 17]. \quad (3)$$

Тогда согласно лемме 1, вероятность данного эффективного уравнения будет равна $\frac{1}{2} + 2^2 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4}\right)^3 = \frac{1}{2} + 2^{-4}$.

Если используем уравнение (3) для второго раунда, то получим следующее уравнение:

$$y[2, 1] = y[1, 1] \oplus y[1, 8] \oplus y[1, 11] \oplus y[1, 33] \oplus k[1, 1] \oplus k[1, 8] \oplus k[1, 11] \oplus k[2, 33].$$

Учитывая, что каждое $y[1, i]$, $i = 1, 8, 11, 33$ состоит из входных переменных в полученном уравнении и под воздействием R -функции, число переменных в первом подблоке удваивается на каждом шаге. Также, в результате проведенного анализа установлено, что в уравнении, полученном после седьмого раунда, участвует 31 переменная. Запишем уравнение линейной аппроксимации выходного элемента для второго подблока в седьмом раунде, используя уравнение (2):

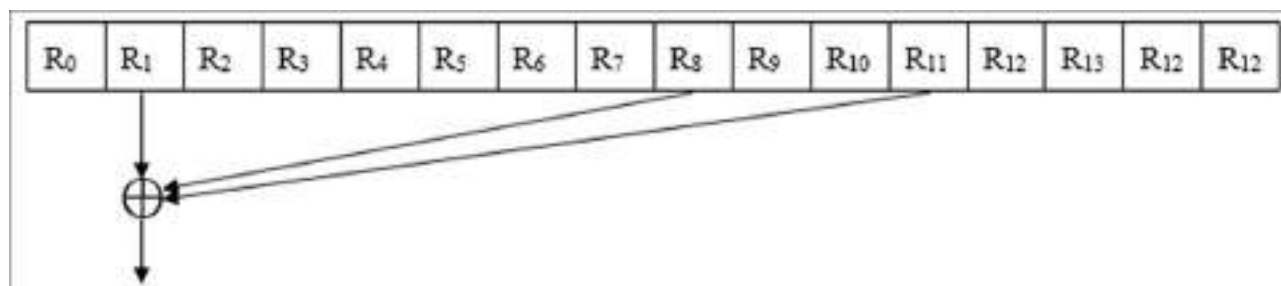
$$y[7, 1] \oplus y[6, 1] \oplus y[6, 8] \oplus y[6, 11] \oplus y[6, 49] \oplus k[6, 1] \oplus k[6, 8] \oplus k[6, 11] \oplus k[7, 49] = 0.$$

Вычисляем отклонение вероятности полученного уравнения от 0,5 (согласно по лемме 1: $\epsilon = 2^{31-1} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4}\right)^{31} = 2^{-32}$).

Следующий этап заключается в нахождении количества пар открытых текстов и их вероятностей, который позволит нам решить эти уравнения. Для этих целей воспользуемся леммой 2. Для удобства проведения вычислений, выбираем из таблицы нормальных распределений значение, имеющее одного из наиболее высоких вероятностей, например 0,977. Тогда,

$$-2\sqrt{N} \left| p - \frac{1}{2} \right| \approx -2 \Rightarrow N = \left(\frac{1}{0,5 + 2^{-32} - 0,5} \right)^2 = 2^{64}.$$

Для проведения эффективной атаки с помощью линейного криптоанализа необходимо 2^{64} пары открытого/закрытого текста. В связи с тем, что на вход алгоритма шифрования подаются блоки длиной 64 бита, то максимально возможное количество пар открытого/закрытого текста



равно 2^{64} . Таким образом, нет необходимости в проведении линейного криптоанализа для большего числа раундов.

Оценка стойкости нелинейных узлов замены S-блока. Применение математического аппарата векторных булевых функций позволяет упростить описание основных элементов симметричных алгоритмов. Такое представление даёт возможность обобщения множества критериев, в том числе и применяемых к подстановкам, одновременно позволяя оценить корреляционные, алгебраические и другие свойства S-блоков [9].

Если кратко характеризовать возможности этого подхода, то можно отметить, что его основой является представление S-блока в виде композиции компонентных булевых функций с последующим изучением их свойств. Правда, к этим критериям пришлось добавить дополнительные ограничения на максимально допустимые значения элементов таблиц разностей и линейных аппроксимаций, которые, однако, присутствуют и при использовании аппарата булевых функций [8].

В таблице 2 приведены сравнительные характеристики S-блоков облегченных шифров. Криптографические характеристики исследованных S-блоков получены с помощью специальной программы, разработанной в нашей лаборатории [10].

Выводы. Блочный шифр считается достаточно безопасным для практического использования после того, как он подвергнется обширному криптоанализу. Известно, что метод линейного криптоанализа является одним из самых основных критериев оценки криптостойкости алгоритмов блочного шифрования. Для повышения стойкости блочного шифра к линейному и дифференциальному криптоанализу применяют два основных подхода: увеличение числа активных S-блоков и использование S-блоков с сильными криптографическими свойствами. Результаты линейного криптоанализа показали, что после седьмого раунда шифротексты повторяют свойства случайных подстановок, для эффективной атаки с помощью линейного криптоанализа необходимо 264 пары открытого/закрытого текста. Вероятность нахождения правильных пар очень мала и стремится к сложности полного перебора алгоритма, что позволяет сделать вывод о его стойкости к линейному криптоанализу.

Будут изучены исследовательские работы по алгоритму шифрования LBC и другим методам криптоанализа, а результаты будут опубликованы в журналах.

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP14870719).

Таблица 2 – Сравнение криптографических характеристик сгенерированной подстановки с S-блоками известных облегченных алгоритмов шифрования

Свойства	S-блоки		
	Present	SIT	LBC
Вес Хэмминга	8	8	8
Сбалансированность	True	True	True
Расстояние Хэмминга	8	8	8
Нелинейность (min)	4	4	4
Нелинейность (max)	12	12	12
Значение корреляции (min)	-8	-8	-8
Значение корреляции (max)	8	8	8
$ AC _{\min}$	-16	-8	-8
$ AC _{\max}$	16	8	16
$ SSI _{\min}$	640	640	640
$ SSI _{\max}$	1024	640	640
SAC	False	False	False
Критерий распространения	нет	нет	нет
CI	да	нет	нет
t-устойчивость	да	нет	нет
Циклическая структура S-box	(0; 5; 7), (2; 15; 4), (3; 8; 3), (7; 13; 2),	(0; 3; 2), (1; 15; 2), (2; 14; 2), (4; 5; 2), (6; 11; 2), (7; 12; 2), (8; 13; 2), (9; 10; 2),	(0; 5; 7), (2; 15; 4), (4; 5; 2), (6; 11; 2),

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liu Yu, Liang Huicong, Wang Wei, Wang Meiqin. New Linear Cryptanalysis of Chinese Commercial Block Cipher Standard SM4 // Security and Communication Networks, Hindawi, volume 2017, Article ID 1461520, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2017/1461520>
2. Matsui M. Linear cryptanalysis method for DES cipher Advances in Cryptology – EUROCRYPT'93. Berlin: Springer, 1994. Pp. 386-397.
3. Zhengbin LIU. Differential-linear cryptanalysis of PRINCE cipher [J]. Chinese Journal of Network and Information Security, 2021, 7 (4): 131-140. doi: 10.11959/j.issn.2096-109x.2021072
4. Julia Borghoff. Cryptanalysis of Lightweight Ciphers, 2011, Technical University of Denmark, pp. 60-65. https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/5456432/phd-thesis_Julia_Borghoff.pdf
5. Nyssanbayeva, Saule, Kapalova, Nursulu, Haumen, Armiyanbek and Suleimenov, Olzhas. The LBC-3 lightweight encryption algorithm // Open Engineering, vol. 12, no. 1, 2022, pp. 570-577. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0372>
6. Кузнецов А.А., Лисицкая И.В., Исаев С.А. Линейные свойства блочных симметричных шифров, представленных на украинский конкурс Прикладная радиоэлектроника, 2011, Том 10, № 2, С. 135-140.
7. Ardabek Khompysh, Nursulu Kapalova, Kunbolat Algazy, Dilmukhanbet Dyusenbayev & Kairat Sakan. Design of substitution nodes (S-Boxes) of a block cipher intended for preliminary encryption of confidential information, Cogent Engineering, no. 9:1, (2022), pp. 1-14. DOI: 10.1080/23311916.2022.2080623
8. Dey S, Ghosh R. A review of existing 4-bit crypto S-box cryptanalysis techniques and two new techniques with 4-bit Boolean functions for cryptanalysis of 4-bit crypto S-boxes. PeerJ Preprints, 2017, 5:e3441v1 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3441v1>
9. Kapalova N., Sakan K. Algazy K. and Dyusenbayev D. Development and study of an encryption algorithm. Computation 2022, 10, 198. – Pp. 1-16. <https://doi.org/10.3390/computation10110198>.
10. D.S. Duysenbayev, K.T. Algazy, K. Sakan. Study of nonlinear nodes used in symmetric ciphers // International scientific and practical conference, «Actual problems of information security in Kazakhstan», June 11, 2021, Kazakhstan, pp. 34-38.

LBC алгоритмінің сызықты криптоалдауы

¹**АЛҒАЗЫ Күнболат Тілеуханұлы**, PhD, аға ғылыми қызметкер, kunbolat@mail.ru,

¹**ХАУМЕН Армианбек**, кіші ғылыми қызметкер, haumen.armanbek@gmail.com,

¹**ХОМПЫШ Ардабек**, ғылыми қызметкер, ardabek@mail.ru,

¹**САҚАН Қайрат Сақанұлы**, ғылыми қызметкер, kairat_sks@mail.ru,

¹Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Қазақстан, Алматы, Шевченко көшесі, 28,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жеңіл салмақты шифрлау алгоритмдері құпия кілтті криптографияның дамуындағы салыстырмалы түрде жаңа бағыт болып саналады. Бұл қажеттілік есептеу қуаты мен жады аз құрылғылардың санының көбеюі нәтижесінде пайда болды. LBC – 64 биттік симметриялық блок алгоритмі. Ол 80 биттік құпия кілтті қолданады. Раундтардың саны – 20. Мақалада оның сызықтық криптоалдауға қарсы қауіпсіздігі бағаланады. Зерттеу нәтижелері бұл алгоритмнің жақсы криптографиялық қасиеттерін көрсетті. Алгоритм шағын аппараттық ресурстары бар құрылғылар үшін, құпия ақпарат айналатын ақпараттық және коммуникациялық жүйелер үшін пайдаланылады, сонымен қатар операциялық қолайлы уақыт шеңберінде қауіпсіз түрде ақпарат алмасу өте қажет.

Кілт сөздер: жеңіл салмақты криптография, сызықтық криптоалдау, S-блок, криптоберіктілік, сызықсыздық.

Linear Cryptoanalysis Algorithm LBC

¹**ALGAZY Kunbolat**, PhD, Senior Researcher, kunbolat@mail.ru,

¹**HAUMEN Armiyanbek**, Junior Researcher, haumen.armanbek@gmail.com,

¹**KHOMPYSH Ardabek**, Researcher, ardabek@mail.ru,

¹**SAKAN Kairat**, Researcher, kairat_sks@mail.ru,

¹Institute of Information and Computational Technologies, Kazakhstan, Almaty, Shevchenko Street, 28,

*corresponding author.

Abstract. Lightweight encryption algorithms are considered a relatively new direction in the development of private key cryptography. This need arose as a result of the emergence of a large number of devices with little computing power and memory. LBC is a 64 bit symmetric block algorithm. It supports 80 bit secret key. The number of rounds is 20. The article evaluates its security against linear cryptanalysis. The research results revealed good cryptographic properties of this algorithm. The algorithm will be used for devices with small hardware resources, in information and communication systems where confidential information circulates, and it is also extremely necessary to exchange information in a secure

manner within an operationally acceptable time frame.

Keywords: *lightweight cryptography, linear cryptanalysis, S-box, cryptographic strength, non-linearity.*

REFERENCES

1. Liu Yu, Liang Huicong, Wang Wei, Wang Meiqin. New Linear Cryptanalysis of Chinese Commercial Block Cipher Standard SM4 // Security and Communication Networks, Hindawi, volume 2017, Article ID 1461520, pp. 1-11, <https://doi.org/10.1155/2017/1461520>
2. Matsui M. Linear cryptanalysis method for DES cipher Advances in Cryptology – EUROCRYPT'93. Berlin: Springer, 1994. Pp. 386-397.
3. Zhengbin LIU. Differential-linear cryptanalysis of PRINCE cipher[J]. Chinese Journal of Network and Information Security, 2021, 7 (4), pp. 131-140. doi: 10.11959/j.issn.2096-109x.2021072
4. Julia Borghoff. Cryptanalysis of Lightweight Ciphers, 2011, Technical University of Denmark, pp. 60-65. https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/5456432/phd-thesis_Julia_Borghoff.pdf
5. Nyssanbayeva, Saule, Kapalova, Nursulu, Haumen, Armiyanbek and Suleimenov, Olzhas. The LBC-3 lightweight encryption algorithm // Open Engineering, vol. 12, no. 1, 2022, pp. 570-577. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0372>.
6. Kuznecov A.A., Lisickaja I.V., Isaev S.A., Linejnye svojstva blochnyh simmetrichnyh shifrov, predstavlenykh na ukrainskij konkurs Prikladnaja radioelektronika [Linear Properties of Block Symmetric Ciphers Submitted to the Ukrainian Competition Applied Radio Electronics], 2011, volume 10, no. 2, pp. 135-140.
7. Ardabek Khompysh, Nursulu Kapalova, Kunbolat Algazy, Dilmukhanbet Dyusenbayev & Kairat Sakan. Design of substitution nodes (S-Boxes) of a block cipher intended for preliminary encryption of confidential information, Cogent Engineering, no. 9:1, (2022), pp. 1-14. DOI: 10.1080/23311916.2022.2080623
8. Dey S, Ghosh R. A review of existing 4-bit crypto S-box cryptanalysis techniques and two new techniques with 4-bit Boolean functions for cryptanalysis of 4-bit crypto S-boxes. PeerJ Preprints, 2017 5:e3441v1 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3441v1>
9. Kapalova N., Sakan K. Algazy K. and Dyusenbayev D. Development and study of an encryption algorithm. Computation 2022, 10, 198. – Pp. 1-16. <https://doi.org/10.3390/computation10110198>.
10. Duysenbayev D.S., Algazy K.T., Sakan K., Study of nonlinear nodes used in symmetric ciphers // International scientific and practical conference, «Actual problems of information security in Kazakhstan», June 11, 2021, Kazakhstan, pp. 34-38.

РОВЕСНИК И ПАТРИОТ КАРАГАНДИНСКОГО "ПОЛИТЕХА"



27 октября 2023 года исполнительный директор НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РК имени аль-Фараби Исагулов Аристотель Зейнуллинович отметил знаменательную дату в своей жизни – 70-летний юбилей.

Глубоко символично, что это событие в жизни Аристотеля Зейнуллиновича совпало с юбилеем Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова – вуза, с которым он связал свою судьбу уже более полувека.

Исагулов А.З. родился в нашей шахтерской столице в 1953 году в семье участника Великой Отечественной войны, известного ученого и педагога, философа, Почетного гражданина города Караганды Исагулова Зейнуллы Исагуловича и Шаиховой Бэрлен Шаиховны.

В Карагандинский политехнический институт Исагулов А.З. поступил после окончания средней школы в 1971 году на специальность «Литейное производство черных и цветных металлов». В 1976 году он окончил учебу в КарПТИ с отличием с получением квалификации инженера. Проработав год инженером-конструктором отдела главного металлурга в производственном объединении «Каргормаш», он поступил в очную аспирантуру Московского автомобилестроительного института и досрочно, в 1980 году, защитил кандидатскую диссертацию.

В 1980 году Аристотель Зейнуллинович начинает свою научно-педагогическую деятельность в стенах alma mater в качестве старшего преподавателя, доцента (1982 г.), профессора (1992 г.).

В 1999 году в Государственном научном центре Российской Федерации «ЦНИИТМАШ» (г. Москва) Исагулов А.З. успешно защитил докторскую диссертацию и стал первым доктором технических наук – литейщиком в Республике Казахстан, академиком КазНАЕН, МАИН и НАН ВШК.

В 2000 году был назначен заведующим кафедры «Машины, технология литейного производства и конструкционные материалы» (ныне – кафедра «Нанотехнологии и металлургия»).

С 2004 по 2020 годы он работал в должности первого проректора, и с 2020 года по настоящее время является исполнительным директором университета.

Впечатляет высокая результативность его активной исследовательской и изобретательской работы по актуальным направлениям, связанным с разработкой новых и повышением эффективности существующих технологических процессов в металлургии и машиностроении, с созданием новых и улучшением уже имеющихся сплавов и смесей промышленного значения. Внедрение научно-технических разработок в производство на основе проведенных Исагуловым А.З. исследований позволило внести значительный вклад в технологическую модернизацию казахстанской индустрии.

Одним из примеров разработанной им и внедренной в практику при активной поддержке ректора, д.т.н., профессора Ибатов М.К. наукоемкой технологии является производство инновационных антикоррозионных покрытий с использованием галлазитовых нанотрубок.

Профессор Исагулов А.З. по праву считается одним из крупных специалистов-литейщиков не только в Казахстане, но и за рубежом: его компактные устройства высокоскоростного прессования и импульсных головок автоматических формовочных машин широко внедрены на заводах Казахстана, России, Литвы и Беларуси.

Опытный педагог и наставник, ответственный и эффективный руководитель одного из ведущих технических вузов страны, талантливый ученый и изобретатель, инноватор, основатель научной школы литейщиков Казахстана, Исагулов А.З. является примером высокого профессионализма, трудолюбия и беззаветного служения образованию и науке, настоящего патриота своего университета, города и отечества.

Под его научным руководством подготовлены 3 доктора и 18 кандидатов технических наук, свыше 20 докторов философии (PhD) и более 90 магистров.

За большие заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов и вклад в развитие науки и индустрии Республики Казахстан Исагулов А.З. награжден орденом «Құрмет», медалью «Ерен еңбегі үшін», 7 государственными юбилейными медалями и 4 благодарностями Президента РК, орденом им. А. Байтұрсынова Ассоциации вузов РК, нагрудными знаками «Трудовая слава» трех степеней, «Почетный работник образования РК», «Почетный металлург РК», «Почетный машиностроитель РК», «За вклад в развитие науки РК», «Ы. Алтынсарин».

Он является лауреатом премии Ленинского комсомола Казахстана, лауреатом Государственной премии РК в области науки и техники имени аль-Фараби, обладателем званий: «Европейский преподаватель вуза», «Заслуженный изобретатель РК», «Лучший инженер РК», «Лучший научный работник РК», неоднократным победителем национального конкурса «Золотой Гефест».

Исагулов А.З. является автором свыше 1100 научных трудов, изданных на государственном, русском и английском языках, в том числе 90 статей в научных журналах, входящих в базы Thomson Reuters и Scopus, 55 монографий и 69 учебников, рекомендованных Министерством науки и высшего образования РК для студентов и магистрантов высших учебных заведений. Им также получены 185 инновационных патентов РК, России, Германии, Швейцарии. По научным публикациям Исагулов А.З. имеет индекс Хирша 9.

Неоценим вклад профессора Исагулова А.З. в развитие научного журнала «Университет еңбектері – Труды университета», который стал платформой, объединяющей ученых и преподавателей высших учебных заведений Республики Казахстан и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Редакционный совет журнала «Университет еңбектері – Труды университета» от всей души поздравляет юбиляра. Пусть сбываются мечты, умножаются возможности, успешно идут все дела и хватает сил и энергии для новых свершений.

*Главный редактор, доктор технических наук,
профессор Ю.Н. Пак*

Информационное сообщение

Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» входит в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных результатов научных диссертаций (свидетельство о перерегистрации № KZ63VPY00044097 от 15.12.2021 г.).

Результаты реформы высшей школы и системы научной аттестации в Республике Казахстан, основанные на трехуровневой системе образования, в соответствии с принципами Болонского процесса: академической мобильностью, международным обменом, двудипломным образованием, множественностью траекторий обучения в бакалавриате, магистратуре и докторантуре, развитием системы дистанционного образования, положительно влияют на все сферы жизни университета, в том числе и на содержание статей в журнале.

Проблемы высшей школы в рамках Болонского процесса, инновационное развитие профессионального образования на базе специализированных программно-аппаратных комплексов и телекоммуникационных средств, с последующим созданием систем дистанционного образования, не ограниченных в географических границах, стали платформой, объединяющей ученых и преподавателей высших учебных заведений Республики Казахстан, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Примерами являются международные контакты ученых, преподавателей, студентов, магистрантов и докторантов с коллегами из России, Германии, Чехии, Японии, Китая и других стран, участие университета в международных программах «Синергия», «ТЕМПУС», УШОС.

Известные в РК, СНГ и дальнем зарубежье ученые университета продолжают плодотворную работу по подготовке магистров и докторов:

в области геотехнологий, геолого-геофизических исследований, безопасности жизнедеятельности – доктора наук: Демин В.Ф., Исабек Т.К., Ибраев М.К., Низаметдинов Ф.К., Пак Ю.Н., Портнов В.С.;

в области машиностроения и металлургии – доктора наук: Глотов Б.Н., Жетесова Г.С., Исагулов А.З.;

в области строительства и транспорта – доктора наук: Байджанов Д.О., Ибатов М.К., Кадыров А.С., Малыбаев С.К., Нугужинов Ж.С.;

в области педагогики высшей школы и экономики – доктора наук: Аубакирова Г.М., Бирюков В.В., Головачева В.Н., Ибатов М.К., Исмакова Б.С., Кошебаева Г.К., Пак Ю.Н.;

в области автоматизации и электроэнергетики – доктор наук: Фешин Б.Н.

Своими научными достижениями и публикациями, культурой и инновационной направленностью статей, публикуемых в журнале на момент его становления и в настоящее время, ученые университета помогли журналу приобрести новое качество.

АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы» определил импакт-фактор научного журнала «Университет еңбектері – Труды университета» за 2020 г., который по Казахстанской базе цитирования составляет величину, равную 0,037, импакт-фактор журнала по РИНЦ составляет 0,031.

Воплощая государственную политику триединства языков, журнал предоставляет возможность публикации статей на казахском, русском или английском языке.

Основная тематическая направленность журнала определена в публикации материалов по следующим разделам:

1. Машиностроение. Металлургия.
2. Геотехнологии (Горное дело. Геология). Безопасность жизнедеятельности.
3. Строительство. Транспорт.
4. Педагогика высшей школы. Экономика.
5. Энергетика. Автоматика. Информационно-коммуникационные технологии.

Собственник журнала: НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда).

Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны СНГ.

Почтовый адрес: 100027 г. Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56.

Факс: (8-7212)-56-03-28.

Журнал выходит 4 раза в год – ежеквартально.

Адрес редакционно-издательского отдела (РИО):

100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 60, IV корп., ауд. 208.

Электронный сайт журнала: <http://tu.kstu.kz/>.

E-mail редакционно-издательского отдела: rio_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакцию в электронном виде только через сайт журнала <http://tu.kstu.kz/>. Структура статьи должна включать: **введение, методы исследования, научные результаты, выводы**. Статья должна иметь: УДК, резюме, содержащее 6-7 предложений (не более 300 слов) (**обязательно должно включать цели и методы исследования**), ключевые слова – не более 15 слов и словосочетаний, сведения об авторах (**ФИО полностью, должность, регалии, страна, почтовый индекс, город, место работы, полный адрес организации**) – всё на русском, казахском и английском языках. Список литературы должен быть **дополнительно транслитерирован**. Объем статьи должен быть не менее 6-ти и не более 8 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через один интервал форматом А4, страницы нумеруются. Текст необходимо набирать в редакторе Word шрифтом Times New Roman, размер шрифта (кегель) – 14. Все буквенные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в основном или подрисуночном тексте. Рисунки должны быть хорошего качества, иметь расширения, совместимые с Word, т.е. CDR, JPG, PCD, TIF, BMP. Формулы должны быть набраны в формуляторе **MathMagic**, совместимом с программой **InDesign**, и дополнительно сохранены отдельным файлом с расширением MMF. Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в последующем изложении. В статье не должно быть сложных и громоздких формул и уравнений, особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. **Количество формул не более 10**. Все сокращения и условные обозначения в формулах следует расшифровать, размерности физических величин давать в системе СИ, названия иностранных фирм, их продуктов и приборов – в транскрипции первоисточника с указанием страны. Список литературы (за последние 10-15 лет, только органически связанной со статьей, не более 10, в статьях обзорного характера не более 15) составляется в порядке цитирования и дается в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно [1, 2]. Авторские свидетельства в списке литературы оформляются следующим образом: номер а.с., название, год и № «Бюллетеня изобретений».

После регистрации на сайте каждая статья проходит **проверку на антиплагиат и «слепое» рецензирование** ведущими экспертами по тематическим направлениям. Каждой статье, получившей положительное заключение, присваивается DOI (ДОИ) – цифровой идентификатор объекта для уникальной и постоянной онлайн-идентификации содержания журнала и ссылок в интернете.

Статья должна носить авторский характер, т.е. принадлежать лично автору или группе авторов, причем количество последних не должно быть более пяти. В одном номере журнала может быть напечатано не более одной статьи одного автора. В исключительных случаях, по решению редакционного совета, может быть опубликовано более одной статьи одного автора.

Предпочтение отдается статьям, имеющим исследовательский характер и содержащим элементы научной новизны. Рекомендуется аналитические результаты научных исследований подтверждать экспериментальными данными или результатами имитационного моделирования.

Статья должна иметь законченный характер, то есть в ней рекомендуется отобразить кратко историю рассматриваемого вопроса, поставить задачу, определить методику ее решения, привести результаты решения задачи, сделать выводы и заключение, привести список литературы. Не допускается использование в статьях фрагментов текстов, рисунков или графиков из работ других авторов (или из Internet) без ссылки на них.

В случае грантового финансирования, авторы должны указывать источник финансирования научной статьи.

Обращаем Ваше внимание, что с 1 июля 2023 г., в связи с повышением расходов на экспертизу, рецензирование и подготовку научных статей к публикации в журнале «Университет еңбектері – Труды университета», стоимость всех услуг для публикации статьи составляет 17 740 тг. (Решение Ученого совета университета от 26.04.2023 г., протокол № 11).

При возврате денег за отклоняемую статью (по решению Редсовета или желанию автора), автору возвращается оплаченная денежная сумма за вычетом стоимости оказанных услуг на этапах рассмотрения статьи.

Адрес редакционно-издательского отдела (РИО):

100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 60, IV корп., ауд. 208.

E-mail: rio_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56

Тел.: 8-7212 (56-51-92), (56-88-95)

ИИК KZ63856000000147366

АО Банк ЦентрКредит

БИК KСJBKZKX

КБЕ 16

БИН 000240004524

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	3
ЖАРКЕВИЧ О.М., ТАЙМАНОВА Г.К., МУХИТОВА А.Е. Электр қозғалтқыштарының біліктерінің ақауларын талдау және оларды қалпына келтіру әдістері.....	3
BAIGEREYEV S., GURYANOV G., VASILYEVA O. Evaluation the Effectiveness of the Comminution Process in a New Rotary Vibration Mill Using the Finite Element Method.....	10
НИКОНОВА Т.Ю., КАМЗЕ А.Г., СИНЬКО А.Н., ДАНДЫБАЕВ Е.С., ИМАШЕВА К.И. Анализ процессов в гидравлической системе плоскошлифовального станка с возвратно-поступательным движением стола, влияющих на качество обработки и эффективность работы привода.....	16
TOREKHANOVA M., KABDULLINA D. Nitrogenous Porosity and Ways to Prevent it Under Conditions of Arc Surfacing in a Nitrogen-containing Atmosphere.....	24
ЕРСАЙЫНОВА А.А., ЧЕРНЫШОВА О.В., УСОЛЬЦЕВА Г.А., КОНЫРАТБЕКОВА С.С. Поисковые исследования по гидрометаллургической переработке медьсодержащей руды месторождения Кеншоқы-1.....	30
КОСАНОВА И.М., ТОЛЕУОВА А.Р., КАНАЕВ А.Т., БАЙЖАН Д., АМЕНОВА А.А. Исследование влияния плазменной закалки на процессы упрочнения тяжело нагруженных деталей почворежущих машин.....	36
МАКНАМБЕТОВ Ye., BAISANOV A., VOROBKALO N., MUSSIN A., MAKISHEV A. Thermodynamic Modeling of the Vanadium Alloy Smelting Process Using a Silicon-aluminum Reducing Agent.....	43
ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., ОМАРОВА Н.К., МУХТАР А.А. Халлимонд түтігіндегі мыс сульфидті минералдардың флотациясы.....	51
ЖОЛДУБАЕВА Ж.Д., ОМАРОВА А.Е., МАҚУЛБЕК Ә.М. Иттриймен модификацияланған болаттардағы металл емес қосындыларды қалыптастыру.....	57
ЖУНУСОВ А.К., КЕНЖЕБЕКОВА А.Е., ЖУНУСОВА А.К. Илем отқабыршығынан темір кені агломератын алуды зерттеу.....	61
НАЙЗАБЕКОВ А.Б., ПОПОВ Ф.Е., ПАНИЧКИН А.В., ЛЕЖНЕВ С.Н., АРБУЗ А.С. Моделирование применимости метода радиально-сдвиговой прокатки для закрытия дефектов литой структуры стального слитка.....	67

РАЗДЕЛ 2. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	72
ИРАНҒАИП С.Р., МЕДЕУБАЕВ Н.А., КАКЕНОВА М.Ж. Құрылыстың кешенді қауіпсіздігі түсінігін талдау	72
БАЙГЕНЖИНОВ К.А., БРУНО Ф., КАЗБЕКОВА Д.Б., ЕНСЕБАЕВА А.Р., САРЫБАЕВА И.Е. Факторы успешного внедрения OHSAS 18001	78
SATTAROVA G., SPATAYEV N., BAIMENDI A., KUSAINOV A., DEMINA T. Methodological Approach to the Analysis and Assessment of Professional Risks	85
АЙТПАЕВА А.Р., ИСАБЕК Т.К., ХУАНГАН Н., ВОРОБЬЕВ А.Е. Схемы бурения газодренажных скважин в выявленные зоны нарушения сплошности горного массива.....	93
АЙТИМОВА Ш.Т. Қазақстан Республикасындағы кәсіптік тәуекел деңгейін бағалау үшін өндірістегі жазатайым оқиғаларды статистикалық зерттеу	99
РАК D., ТЕВАЕВА А., РАК Yu. Instrumental Express Analysis of Ferromanganese Ores by Nuclear-geophysical Method.....	104
КЕНЖЕТАЕВ Ж.С., ТОГИЗОВ К.С., ЖАПАБАЕВ К.А., ЖАНГИРХАНОВА А.А., МУЗАППАРОВА А.Б. Подбор рациональных параметров ремонтно-восстановительных работ при скважинной добыче урановых руд	109
ШАПАЛОВ Ш.К., КИИЗБАЙ А. Шымкент қаласы аумағындағы ауа бассейнінің ластану дәрежесі	116
БАКБАЕВА З.Т., МАКАШЕВ Б.К., НЫҒМИТУЛЛИНА А.Ф. Ашық кен өндірісі атмосферасына түсетін шаңмен күресу жолдарын ұсыну	122
ЧЕРНЕНКО З.И., МИЗЕРНАЯ М.А., МАТАЙБАЕВА И.Е., КАПЖАПАРОВА Ж.З., КУЗЬМИНА О.Н. Перспективная оценка при подсчете запасов Суздальского золоторудного месторождения с применением новых геоинформационных технологий (Восточный Казахстан).....	127
МЫНБАЕВ М.Б., РЕВА Н.В., КРЯЖЕВА Т.В. Геолого-геофизические исследования колчеданных месторождений уральского типа.....	134
АСУБАЕВА С.К., ОМАРОВА Г.М., ЛУКАШОВА А., ХАМЗИНА Б.Е. Парагенетические ассоциации и минералогические особенности месторождения Баян	139
GARDOK N., PONOMAREVA Ye., PONOMAREVA M. Optimizing A Complex of Geophysical Surveys in the Course of Well Workover at the Karazhanbas Deposit	144
БАБЕЦ Д.В., СУЛТАНБЕКОВА Ж.Ж., СДВИЖКОВА Е.А., МОЛДАБАЕВ С.К., НУРМАНОВА А.Н. Прогностическая модель развития поверхности скольжения в бортах карьера в условиях водонасыщения пород и развития трещиноватости	151
ХАННАНОВ Р.Р., МИХНЕВ А.В. Геодезическое обследование каркаса котлоагрегата в условиях ограниченной видимости	158
БАТЕСОВА Ф.К., ШЕВЦОВА В.С., ӨМІРБАЙ Р.С., МУРАТОВА С.К., ОМИРЗАКОВА Э.Ж. Полипропилен мен полистиролды жағу кезінде атмосфераға шығарылатын қатты тұрмыстық қалдықтардың қоршаған ортаға зиянды әсерін зерттеу	164
ХАЛИКОВА Э.Р., ДЕМИН В.Ф., ТАНЕКЕЕВА Г.Д., АБДРАХМАН Е.А. Тау-кен қазбаларының аралас бекітпелерінің кезінде бос жыныстардағы деформацияға тау-кен техникалық жағдайларының әсері	171
БАЛАБАС Л.Х., ТРИКОВ В.В., САТТАРОВА Г.С., БАЛАБАС А.Ю. Исследования влияния аэродинамических показателей пылевого потока для определения параметров запыленности промышленных объектов	178
РАЗДЕЛ 3. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ	183
МОНТАЕВ С.А., ШИНГУЖИЕВА А.Б., ГАБДРАШЕВА К.А., ИСАБАЕВ Б.П. Технология получения пористой керамики на основе некондиционных глин с добавлением модифицирующих добавок	183
ALTYNBEKOVA A., LUKRANOV R., DYUSSEMINOV D., TOKANOV D., ORAZOVA D. Influence Research of Modified Additives on Concrete Properties	188
КРОПАЧЕВ П.А., АЛПЫСБАЕВА Н.А., ЗАКАРИА Р., ГАБДРАШ А.Т. Проблемы модернизации и эксплуатации жилого фонда в Республике Казахстан.....	195

РАХИМОВ М.А., РАХИМОВА Г.М., САМОЙЛОВА Т.Ю., ЖУМАГУЛОВА А.А., РАХИМОВА Ж.Б. Анализ эффективности использования доменного шлака в качестве компонента композиционного вяжущего для полистиролбетона	201
ЖАПАХОВА А.У., ЖАПАХОВА Г.У., КЕЛМАФАМБЕТОВ Н.К. Қызылорда қаласының геологиялық жағдайында көпқабатты үйлердің іргетасын салудың конструктивті шешімдері	208
КУЛЬШИКОВА С.Т., КУДАШЕВА А.Ф. Исследование свойств заполнителя из топливных шлаков	215
АСКАРОВ Б.Ш., БАЛАБАЕВ О.Т., РОЖКОВ А.В., АТЬКЕН Е., КЕНЖЕКЕЕВА А.Р. «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ «Мырза» станциясының кірме жолдарына вагондарды беруді зерттеу және оңтайландыру.....	222
АКАШЕВ А.З., КОСБАРМАКОВ С.Ж. Ашық тау-кен қазбаларында көлік құралдарын пайдалану тиімділігі	227
ШНАКНМОВ Zh., TLEULENOVA G., КНАФИЗ K. Influence of Freezing Depth on the Composition of Road Layers.....	233
КУНАЕВ В.А., ТИМУХИНА Е.Н. Проект технологической линии для избирательного дробления и гидрофобизации дорожно-строительного щебня из доменного шлака	241
SULEYEV B. Development of Recommendations on the Design of the Grader Based on the Use of Multivariate Parametric Analysis.....	247
БЕКБАСАРОВ И.И. О влиянии показателей глинистых грунтов на сжимающие напряжения в свае при забивке	254
РАЗДЕЛ 4. ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ. ЭКОНОМИКА	261
ABDYROV A., ALDABERGENOVA S., AYAZBAYEVA A., AKIZHANOVA A., ALDABERGENOVA A. Reflection Influence on the Thought Process of Students with Distance Learning	261
ЖЕКЕЕВА К.О., НУРГУЖИНА Г.М., ХАМЗИНА К.М. Техникалық мамандықтар үшін тілдерді оқытудың өзіндік ерекшеліктері (кәсіби қазақ, орыс және ағылшын тілдері)	267
КАЗБЕКОВ Н.А., НАҰАТІ В., ГОТТИНГ В.В., КАЗБЕКОВА Н.А., СМИРНОВА Г.М. Формирование духовных потребностей студенческой молодежи в системе высшего образования.....	273
АЛЬСИТОВА А.Б. Исследование факторов и барьеров, негативно влияющих на развитие креативного потенциала личности.....	278
ВОРОБЬЕВ А.Е., ГАЙРАБЕКОВ И.Г., МАДАЕВА М.З., ВОРОБЬЕВ К.А. Перспективы развития международной составляющей в государственном Грозненском нефтяном техническом университете.....	283
ПОБЕЖУК Н.Ю., ПОГРЕБИЦКАЯ М.В. Модель проектирования и дизайна образовательных программ	289
ОШАНОВ Н.З., НУРЛИГЕНОВА З.Н. Некоторые аспекты военно-патриотического воспитания	296
DULAMBAYEVA R., JUMABAYEV S., KUSSAINOVA L., YESMAGAMBETOV D., KHALIKOV S. DDDM Concept: Completeness and Reliability of Potato Market Data in the Republic of Kazakhstan	301
АБДИКАРИМОВА А.М., ЖУМАНБАЕВА Т.К., РАУАНДИНА Г.К., КОЧЕРБАЕВА А.А. «Жасыл» экономика Қазақстанның тұрақты дамуын қамтамасыз етудің маңызды құралы ретінде.....	307
КОШЕБАЕВА Г.К., МАГРУПОВА З.М., БИРЮКОВ В.В. Управляемая урбанизация в Казахстане в условиях цифровой экономики.....	312
ПУПЫШЕВА Т.Н., КУРИЛКИН А.А., ДОСКАЛИЕВА Б.Б., КЕНЖЕБЕКОВ Н.Д., ПУНТУС Е.А. Развитие международной торговли в условиях регионализации: влияние на Казахстан.....	324
АЛИМБАЕВ А.А., САЛЬЖАНОВА З.А., АСАНОВА М.К. Подготовка кадров в условиях цифровой экономики	330
DEMIRAL M., KAIRATKYZY A., KHOICH A. «Green» Investment Risk Management	340
СЕЙТАЛИЕВА А.А., САПАРХОДЖАЕВ Н.П., ШЫНДАЛИЕВ Н.Т., ЖАМАНГАРИН Д.С. Дуалды оқыту жүйесін жоғарғы оқу орны мен мектеп байланысының негізінде ұйымдастырудың педагогикалық шарттары.....	347

РАЗДЕЛ 5. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. ИКТ	353
DAICH L., VOITKEVICH S., LISSITSYN D., IVANOV V. Experimental Studies of a Universal Mathematical Model of Leakage Currents and Ground Currents Distribution on the Elements of HVPTL.....	353
МУСИРАЛИЕВА Ш.Ж., АЗАМАНОВА Д.Т., БАЙСПАЙ Г.Б. Фэйк-аккаунттарды анықтау мәселесінде машиналық оқытуды қолдану	360
МАНБЕТОВА Ж.Д., ДУНАЕВ П.А., ИМАНКУЛ М.Н., КАЛИАСКАРОВ Н.Б. Қалалық инфрақұрылым ауқымында жарықтандыруды интеллектуалды басқару үшін LoRaWAN технологиясын пайдалану	370
НУРМАГАНБЕТОВА Г.С., КАВЕРИН В.В., ЭМ Г.А., ЛИХАЧЁВ В.В., АХМЕТКАЛИЕВА К.Ж. Система контроля и прогнозирования начала обледенения элементов конструкции высоковольтных воздушных линий электропередач.....	378
МУСАГАЖИНОВ М.Ж., МЕХТИЕВ А.Д., ЮРЧЕНКО А.В. Анализ существующих методов обеспечения защиты информации в волоконно-оптических линиях связи	386
ТАЙСАРИЕВА К.Н., ОСПАНОВА А.А., ДЖОБАЛАЕВА Г.С. 5G ұялы желілердегі ұяшықтардың орналасу тығыздығын талдау.....	392
AMANKELDIN Sh., KALININ A. Review of Gasifier Control Methods.....	399
МАМИ Д., АМИРОВ А.Ж., КОЖАНОВ М.Г., СУЛТАНОВА Б.К., ОРЫНБАСАРОВ А.С. Кванттық симулятор оқу құралы ретінде	406
TEN T., SPANOVA B., DROZD V., KOGAY G., ABILDAEVA G. Modelling of Software and Hardware Information Protection Complex	413
КУЛМАГАМБЕТОВА Ж.К., МҰРЗАҒҰЛОВ Д.Т., БИГАЛИЕВА А.З. Разработка алгоритма распознавания казахско-латинского алфавита на изображении.....	420
ГОРЬКАЕВА Е.Ю., ДЕЙМУНДТ А.С., МАНАПОВА Н.М., ДЕМЬЯНЕНКО А.В. Совершенствование алгоритма автоматической частотной разгрузки с применением технологий Smart Grid.....	428
КОЛЕСНИКОВ Е.Н., НОВОЖИЛОВ А.Н., РАХИМБЕРДИНОВА Д.М., НОВОЖИЛОВ Т.А., ИСЕНОВ Ж.С. Моделирование ЭДС магнитных трансформаторов тока для токовой защиты трехфазного силового трансформатора	435
КУСАИНОВА А.Т., ТУРАРОВА М.К., ДАУРЕНБЕКОВ К.К., ОРАЛБЕКОВА Ж.О., ҰЗАҚҚЫЗЫ Н. Шынайы георадар деректері үшін радиолокациялық зерттеулер әдістері мен алгоритмдерін талдау.....	442
КЫЗЫРКАНОВ А.Е., АТАНОВ С.К., АЛЬДЖАВАРНЕХ Ш.А.Р., ОТАРБАЙ Ж.С. Алгоритм координации роя автономных мобильных роботов.....	448
ХАБДУЛЛИН А.Б., ТАТКЕЕВА Г.Г., БАУЫРЖАНҰЛЫ М., АЛИНА Г.Ж., АСАИНОВ Г.Ж. Разработка программы цифровой реализации для функции разворота усилителей ветропотока.....	455
БАЙДИЛДИНА А.Т., АЛИБЕККЫЗЫ К., БЕЛЬГИНОВА С.А., БУГУБАЕВА А.Ж., САРСЕНОВА А.А. Matlab пакетіндегі күн тақтасынан энергиямен қамтамасыз ету жүйесін басқаруды зерттеу.....	464
АСЫЛБЕКОВА Л.Р., АЛДИЯРОВ Н.У., КУАНДЫКОВА Г.Е. Адамның басын салқындатуға арналған термоэлектрлік құрылғылары	472
АЛГАЗЫ К.Т., ХАУМЕН А., ХОМПЫШ А., САКАН К.С. Линейный криптоанализ алгоритма LBC	478
РОВЕСНИК И ПАТРИОТ КАРАГАНДИНСКОГО «ПОЛИТЕХА»	484
ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ	486
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ	487

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ • ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА 2023. №4. 492 с.

№ KZ63VPY00044097 қайта есепке алу куәлігі 2021 жылдың 15 желтоқсанында Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің жанындағы Ақпарат комитетімен берілген (алғашқы тіркеу куәлігінің № 1351-Ж 04 шілде 2000 жыл)

Свидетельство о перерегистрации № KZ63VPY00044097 от 15 декабря 2021 года выдано Комитетом информации при Министерстве информации и общественного развития Республики Казахстан (первоначальное регистрационное свидетельство № 1351-Ж от 04 июля 2000 года)

Әдеби редакторлар – Литературные редакторы

Р.С. Искакова, К.К. Сагадиева

Компьютерлік ажарлау және беттеу – Компьютерный дизайн и верстка

М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева

Жарыққа шыққан күні	26.12.2023	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	61,5	Объем, п.л.
Таралымы	300	Тираж
Тапсырыс	249	Заказ
Индексі	74379	Индекс

Электронный сайт журнала: <http://tu.kstu.kz/>

E-mail редакции: rio_kstu@mail.ru

Отпечатано в типографии НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова». Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, пр. Н. Назарбаева, 60.