

республикалық
журналы

республиканский
журнал

УНИВЕРСИТЕТ
ЕҢБЕКТЕРІ
ТРУДЫ
УНИВЕРСИТЕТА



3 (80)
2020

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет

Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

Журнал Қазақстан Республикасының Инвестициялар және даму министрлігінің жанындағы Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитетінде тіркелген (тіркеу куәлігі № 15375–ж 27.05.2015 ж.)

Журнал зарегистрирован в Комитете связи, информатизации и информации при Министерстве по инвестициям и развитию Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 15375–ж от 27.05.2015 г.)

МЕНШІК ИЕСІ

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

СОБСТВЕННИК

Некоммерческое акционерное общество
«Карагандинский технический университет»
(г. Караганда)

Главный редактор

М.К. Ибатов

И.о. Председателя правления – ректор, д-р техн. наук, профессор

Редакционный совет

Ибатов М.К.	И.о. Председателя правления – ректор НАО «КарТУ», академик КазНАЕН, иностранный член Академии горных наук РФ, д-р техн. наук, проф. (председатель)
Исагулов А.З.	И.о. исполнительного директора НАО «КарТУ», академик МАИН, КазНАЕН, НАН ВШК, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя)
Фешин Б.Н.	профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)
Ахметжанов Б.	профессор кафедры экономики и менеджмента предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.
Байджанов Д.О.	профессор кафедры строительных материалов и технологий, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
Брейдо И.В.	зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, академик КазНАЕН, д-р техн. наук, проф.
Выжва С.А.	проректор по научной работе, зав. кафедрой геофизики КНУ им. Т. Шевченко, д-р геол. наук, проф.
Дрижд Н.А.	профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, д-р техн. наук, проф.
Ермолов П.В.	зав. лабораторией ИПКОН, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук, проф.
Жетесова Г.С.	первый проректор, академик КазНАЕН, д-р техн. наук, проф.
Кошебаета Г.К.	профессор кафедры экономики и менеджмента предприятия, д-р экон. наук, проф.
Левицкий Ж.Г.	профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, д-р техн. наук, проф.
Малыбаев С.К.	профессор кафедры промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.
Нургужин М.Р.	президент АО «Национальная компания «Қазақстан ғарыш сапары», академик НИА РК, МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.
Ожигин С.Г.	проректор по научной работе, иностранный член Академии горных наук РФ, д-р техн. наук, проф.
Пак Ю.Н.	руководитель УМО, академик КазНАЕН, д-р техн. наук, проф.
Пивень Г.Г.	почетный ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
Портнов В.С.	академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
Смирнов Ю.М.	академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
Тутанов С.К.	профессор кафедры высшей математики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ.....	5
НҰРМАҒАНБЕТОВА М.С., БАКИНА Ю.А., БЛЯЛОВА Ж.С. Бейіндік оқыту ресурстық орталығы (БОРО) жоғары сынып оқушыларының кәсіби өзін-өзі анықтауға әсері.....	5
АУЕЗОВА А.Т., ТАЖИБЕКОВА К.Б., МОЛДАКЕНОВА Е.К., КОСМУРАТОВА А.Н. Активизация лекционных занятий с применением метода фасилитации	9
КАЙБАСОВА Д.Ж., ЛА Л.Л., КОЖАНОВ М.Г. Білім беру бағдарламаларын қалыптастыруда силлабус мазмұнын интеллектуалды талдау	13
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ.....	19
НҰРҒОЖИН М.Р., ДӘНЕНОВА Г.Т., САЙЛАУҚЫЗЫ Ж. Қалдық дәнекерлеу кернеулеріне және деформацияға механикалық әсердің әсерін компьютерлік модельдеу	19
ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., ДОСТАЕВА А.М., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., АРИНОВА С.К. Исследование пористости и газопроницаемости шамотных изделий, сформированных в условиях двухстадийного прессования	25
АКБЕРДИН А.А., ИСАГУЛОВ А.З., КИМ А.С., СУЛТАНГАЗИЕВ Р.Б., АУБАКИРОВ Д.Р. Экспериментальные исследования по производству борбариевого ферросплава.....	29
НАРЕМБЕКОВА А., ТОКЕНОВА З.Ш. Альтернативная технология переработки медьсодержащих растворов.....	33
ОМАРОВА Н.К., АМИРХАН А.А., ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., МУХТАР А.А., ОЛЖАБАЕВА А.С. Исследования по разработке технологии переработки упорной золотосодержащей руды	37
АЙЖАМБАЕВА С.Ж., ШАШАЛОВА О.С. CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторының салыстырып тексеру әдістемесін жаңарту маңызын зерттеу	44
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	48
КОПОБАЕВА А.Н., АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ А., ОЖИГИН Д.С., АСҚАРОВА Н.С., БЛЯЛОВА Г.Г. Изучение редкоземельных элементов в углях и глинистых прослоях месторождения Шубарколь.....	48
MINGZHASAROV B., NURPEISOVA M.B., SCHULTZ R.G., ISSATAYEVA F.M., ZHUNUSOVA G.E. Geodetic Construction Support of the North Caspian Sea Canal with Berthing Facilities.....	54
БАКИРОВ Ж.Б., ТАКИШОВ А.А., БАКИРОВ М.Ж. Исследование напряженного состояния выработок при сопряжении выемочных камер	58
АКИМБЕКОВА Н.Н., НУРГАЛИЕВА А.Д., САТТАРОВА Г.С., АХМЕТОВА А.Ж., КАЛИЯСКАРОВА А.Ж. Определение движения газа в барьерной скважине	62
МАХАНОВА Н.А., КРЯЖЕВА Т.В., ЖЕЛАЕВА Н.В., ГАБАЙДУЛЛИН Р.И. Анализ трещиноватости массива западного участка рудника «Нурказган».....	65
РОМАН А.Т., ТУНГЫШБАЕВА А.Т. Геолого-геофизическая характеристика структур металлогенических зон Жаильминской синклинали.....	68
БАЙКЕНЖИН М.А., ХУАНГАН Н., АУЕЛЬБЕКОВ А.Г. Қарағанды көмір бассейніндегі шақтылардағы болған көмір мен газдың кенеттен лақтырысының талдауы	71
ХАННАНОВ Р.Р., МИХНЕВ А.В., КУЛАКОВА Е.П. Проведение геодезических измерений на объектах Топарской ГРЭС	75

РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ80

УТЕНОВ Е.С., МУХАМЕДЖАНОВА А.Т. Аумақтарды су басудан қорғаудың геотехникалық жобалауының ерекшеліктері80

ФИЛАТОВ А.В., ЖАКУЛИНА А.А., КУЗЬМИЧЕВ С.С. Способ наращивания ограждающих дамб хвостохранилищ промышленных предприятий.....84

МЕХТИЕВ А.Д., ҚОЖАС А.К., НЕШИНА Е.Г., КИКНАДЗЕ Р.К., МУХАМЕДЖАНОВА А.Т. Инновационные методы мониторинга дефектов и повреждений строительных конструкций и лабораторные исследования.....88

IBATOV M.K., ILESSALIYEV D.I., KASSYMZHANOVA A.D. To the Question of Increasing LPI By Improving the Method of Loading Containers94

КРЮЧКОВ Е.Ю., КАБИКЕНОВ С.Ж., ИНТЫКОВ Т.С. Разработка паспорта планово-предупредительной системы проведения ТО и ТР для автобусов YUTONG на примере ТОО «Автобусный парк №3» г. Караганды.....97

КЕЛЖАН С.К., ҚЫЗЫЛБАЕВА Э.Ж. Рационалды жоспарлау мен ресурстарды бөлуді ұлғайта отырып, жүк автомобильдеріне қызмет көрсету жүйесі..... 102

МАЛЫБАЕВ Н.С., БИТЫМАЛИ Н.Е. Контроль качества смазочного материала 106

РЯБКОВА М.П., ДЖЕКЕМБАЕВ Т.М. К вопросу повышения долговечности предприятий энергетического комплекса РК..... 110

БАЛАБАЕВ О.Т., АСКАРОВ Б.Ш., САРЖАНОВ Д.К., ЖАШКЕЕВ Е.К., АСКАРОВА А.Б. Исследование напряженно-деформированного состояния крепежных узлов устройства изоляции выхлопных газов ДВС..... 115

РАЗДЕЛ 5. ЭКОНОМИКА..... 119

ТАЖИБЕКОВА К.Б., АУЕЗОВА А.Т., КОСМУРАТОВА А.Н., ЕРСҰЛТАНҚЫЗЫ Ә. Кәсіпорынның нарықтық жағдайын кешенді бағалау 119

ЖАРЫЛКАСЫНОВА А.К. Возрождение и развитие жилищных кооперативов 124

РАЗДЕЛ 6. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. УПРАВЛЕНИЕ 129

ЯКОВЛЕВ Е.А., ЗИНОВЬЕВ Л.А., КАШЛЕВ А.Р., БЕЗРУКОВ В.О., ДАНЬКО И.А. Газодинамика частичного разряда в плазмохимическом реакторе..... 129

СЕРІКБАЙ А.Т., ШОЛАНОВ К.С. Авиатренажер на базе параллельного манипулятора SHOLKOR 135

ТАРАН Н.Ю., КАВЕРИН В.В., ЭМ Г.А., КАРИБАЕВА М.Ж., ТАРАН А.Ю. Экспериментальные исследования резонансного трансформатора 138

ЗАВЬЯЛОВ В.М., ШПАКОВА Л.Г., ШПАКОВ М.А. Параметрическая оптимизация автоматизированного электропривода звена робота-манипулятора 143

НИКОНОВА Т.Ю., ЖЕТЕСОВА Г.С., ЖАРКЕВИЧ О.М., КАЛИНИН А.А., ДАЙЧ Л.И., БАЙМУЛЬДИН М.М. Обзор существующих автоматизированных систем для хранения зерна..... 148

РАЗДЕЛ 7. НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ 153

ИБРАЕВ М.К., СМАГУЛОВА Б.Б., ТУРАШЕВА Е.Н. Исследование метрологического сопровождения в химическом анализе органических веществ 153

ЖОЛМАГАМБЕТОВА Б.Р., МАЗАКОВ Т.Ж., БУКЕНОВ М.М., ИЗАТ Ә.Ж. Обнаружение и шумоподавление R-пиков электрокардиограммы с гибридной линеаризацией и анализом основных компонентов..... 157

БЕКСУЛТАНОВ А.Т., ЕСЕНБАЕВ С.Х. Повышение энергоэффективности цикла оборотного водоснабжения горно-обогадательного комбината 163

СУЛЕЙМЕНОВА Д.Н., ПЕНТАЕВ Т.П., МАДИМАРОВА Г.С. Геодезические методы измерения деформации высотных зданий и сооружений..... 168

РЕЗЮМЕ..... 172

ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ 185

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ 186

■

Проблемы
высшей школы



DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_5
ЭОЖ 378.126(07)

****М.С. НҰРМАҒАНБЕТОВА**, х.ғ.к., доцент,
Ю.А. БАКИНА, п. және п.ғ.м., аға оқытушы,
Ж.С. БЛЯЛОВА, «Кәсіптік оқыту» мамандығының магистранты,
Қарағанды техникалық университеті, КБ және П кафедрасы
автор-корреспондент

Бейіндік оқыту ресурстық орталығы (БОРО)
жоғары сынып оқушыларының кәсіби өзін-өзі
анықтауға әсері

Кілт сөздер: ресурстық орталықтар, бейін, оқушылар, желілік мектептер, бейіндік оқыту, пәндер, элек-
тивті курстар, оқу жоспары, әлеуметтік серіктестер, траектория, мамандық, жоғары сынып оқушыла-
ры, қызығушылық, ЖОО, оқу траекториясы

Бүгінгі таңда орта мектеп оқушыларының кәсіби өзін-өзі анықтау мәселесі қазіргі қоғамның толыққанды мүшесі ретінде тұлға болып қалыптасуының маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Жас адам мамандықты, тиісті оқу орнын таңдау керек, сонымен қатар елдің жалпы әлеуметтік-экономикалық өзгерістеріне байланысты өзінің кәсіби қалыптасу жолындағы мүмкін болатын өзгерістерге дайын болуы керек.

Кәсіби өзін-өзі анықтау – бұл жас ұрпақ үшін өте маңызды және қиын процесс. Жалпы білім беретін мектеп шеңберіндегі кәсіптік бағдар беру жүйесінің мақсаты – оқушылардың жеке тұлғалық ерекшеліктері мен еңбек нарығының қажеттіліктеріне оңтайлы кәсіби қызмет саласын таңдау қабілетін дамыту.

Ресурстық орталық – оқушыларды бейіндік

оқыту мен бейіналды даярлықтарын ұйымдастырудың тиімді құралы. Ресурстық орталық желілік мектептердің кадрлық, материалды-техникалық, ғылыми-әдістемелік мүмкіншіліктерін ескере отырып, олардың білім берудегі бейіндік және базалық сапасын қамтамасыз етуге бағытталған. Білім беру кеңістігіндегі желілік модельдердің құндылығы: әрбір желілік мектеп оқушыларды біршама бәсекеге қабілетті, сұранысқа ие, қоғамның қажеттілігіне жауап беруге дайындап шығарады.

Бейіндік ресурстық орталықтарының артықшылығы:

- көпбейінділікті қажет етеді;
- бейіндік пәндер мен элективті курстарды таңдау үшін кең мүмкіндіктің болуы;
- оқушыларды индивидуалды оқу жоспарла-

ры бойынша оқыту үшін жағдайлардың жасалуы; – ауыл мектептерін жеке білім беру мекемелері ретінде сақтауға мүмкіндік беруі.

Бейіндік оқытудың ресурстық орталықтары мектептердің құрылымдық бөлімшесі бола отырып, өзіне жақын орналасқан шағын аймақтардағы бірнеше мектептерді біріктіреді. Осылайша ресурстық орталық толыққанды бейіндік оқытуды қамтамасыз етеді. Қазіргі таңда білім беру өз алдына мақсат қояды, яғни әрбір білім алушы өзінің әлеуметтік маңыздылығын сезінетін және жеке білім беру бағытын таңдап, кәсібилікке дейінгі дайындық алатындай білім беру кеңістігін құру.

Бұл орталықтағы кадрлық және материалды ресурстардың шоғырлануы бейіндік оқытуды жүзеге асыруға қажет қаржыны үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұдан басқа мұнда құнды педагогикалық басшылықтық тәжірибеге негіз болуға қызмет ететін үлкен интеллектуалды потенциал шоғырланады. Орталықтарды ашу лицейлермен және гимназиялармен бәсекелестікті тудыруы мүмкін, бұл олардың дамуына түрткі болып табылады. Бұл жүйе тек қана ыңғайлы транспортты, оқушыларды орталыққа апаратын жағдайы бар қашықтықтан оқытуды пайдалануға мүмкіндіктері бар мекемелерге ғана тән. Ал басқа жағдайларда ресурстық орталықтар желілік мекемелер ретінде қызмет етуі тиіс, яғни көптеген филиалдар, әр жерде орналасқан құрылымдық бөлімдері бар және жалпы басқару орталығы, оқушыларды оқыту міндеттерін бірлесіп шешу үшін желілік байланыстар және бұл үшін қажетті ресурстармен алмасу тиіс. Мұндай орталықтардың жұмыстарын ұйымдастыруда туындайтын қиыншылықтардың себебі – мектептер мен орталық арасындағы оқушыларды оқыту нәтижесіне жауапкершілік дәрежесі мен қатынастарын реттейтін нормативті-құқықтық базасының болмауы.

Ресурстық орталықтардың жұмысының кемшілігі – оқушыларды даярлау нәтижесіне мұғалімдердің жауапкершілігі төмен болуы мүмкін, себебі жалпы білім беру туралы құжаттардың сапасына жауапкершілікті мектеп береді. Екі мекеме арасындағы жауапкершілікті бөлуде мектепте ресурстық орталықтағы оқушылардың сабақтарының үлгерімі мен қатысуын бақылау күрделірек болады. Оқушылардың бейіндік емес пәндерге қызығушылығы күрт төмендеуі мүмкін, яғни жалпы білім берудің де сапасы төмендейді. Бәлкім, жалпы білім беретін және бейіндік мектептердің арасындағы бәсеке, оқушыға талас болуы мүмкін. Нақты тәжірибеде бір модельдің таза түрінде қолданылу жағдайы сирек, мектептер аралас типте бірігеді.

Мектепшілік бейінде ресурстық модельмен сәйкестенуі мүмкін, мұнда мектептер әртүрлі білім беру мекемелерімен келісім-шарттарға тұрады. Немесе басқа нұсқалы мектеп мектепшілік бейіндеуді сәйкестендіреді және көрші мектептермен кооперативтік қатынастарға кіреді.

Мектеп ресурстық орталықтың қызметтерін пайдалана отырып, көрші мектептердің желілік ресурстарын қолданады және өзінің жеке ресурстарына сүйенеді.

Мектеп байланыстары тек қана білім берумен шектелмеуі тиіс. Шеткей орналасқан аймақтық мекемелермен байланысулары қажет. Басқаша айтқанда бейіндік оқытуды жүзеге асырудың көптеген түрлі нұсқалары құрылып, мектепте ең күрделі білім беру бағдарламаларын жүзеге асыруға көмектесуі тиіс [1,2].

Әрбір мектеп түрлі деңгейдегі жүйелерге кіретін мекемелермен қарым-қатынас орнатуы тиіс: республикалық, аймақтық, яғни көптеген желілік байланыстарды құруы тиіс. Бірақ барлық деңгейлердегі басқару органдары мекемелерге өз желілерін дамытуға ғана көмек беріп қоймай, өздері де оларды құруға бастамалар беруі тиіс. Осылайша, бейіндік оқытудың ресурстық орталықтары оқушылардың кәсіби мамандық жоспарлауда және тереңдетілген кәсіби бағытталған бағдарламалар таңдауда, білім беру формалары мен өзінің кәсіби жолын сәтті анықтай алатын базалық аймақ болып табылады. Жаңа технологиялардың енуі, интерактивті формалар мен әдістерді қолдану, қашықтан оқыту формалары, білім беру сатыларының қарқынды дамуы, ғылым интеграциясы, білім беру және өндіріс ресурстық орталық қатысушыларының білім беру жүйесіндегі сапалы жағдайына алып келеді.

Бейіндік оқытудың ресурстық орталықтары – бұл жаңа басқарушы механизмі. Бейіндік оқытудың ресурстық орталықтарының білім беру ортасы және жоғары оқу орны, біліктілігі жоғары педагогикалық оқытушылардың бар болуы, орта және жоғары білімнің интеграциясы – бұл еліміздегі сапалы білім берудің сәтті жүзеге асуының кепілі.

Осыған орай, Қарағанды қаласындағы бейіндік оқыту ресурстық орталықтарының жұмысы бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Қазіргі таңда, Қарағанды қаласында 4 бейіндік оқыту ресурстық орталықтары жұмыс жасайды. Атап айтатын болсақ:

- БОРО ЖББОМ №5;
- БОРО ЖББОМ №51;
- БОРО ЖББОМ №13;
- БОРО КМ №100.

I №5 жалпы білім беретін орта мектебіндегі бейіндік оқыту ресурстық орталығы – заманауи талаптарға сай бәсекеге қабілетті, жан-жақты дамыған тұлғаны тәрбиелеу үшін құрылған. Бұл ресурстық орталық Қарағанды қаласының Оңтүстік-шығыс мөлтек ауданында 9 мектептің басын қосқан жаңа мазмұнды білім кеңістігі.

Ресурстық орталықтың басты миссиясы – оқушыларды қабілеттері мен жеке ерекшелігін, бейімділіктерін анықтап, дамытып, сапалы біліммен қамтамасыз етуге жағдай жасау. Нәтижесінде барлық оқушы өзінің болашақ кәсібін жоспарлай алады.

№5 ЖББОМ-де 2007 жылы алғашқы бейіндік оқыту ресурстық орталығы мектептің құрылымдық бөлімі ретінде ашылған.

№5 ЖББОМ ресурстық орталығы – қаладағы бірінші желілік инновациялық жоба.

Ресурстық орталық Қазақ мемлекеттік ҚыздарПУ (Алматы қ.), ҚартУ, ҚМУ (Қарағанды қ.) жоғары оқу орындарымен өткізілетін республикалық, қалалық пәндік олимпиадалар өткізу аймағы болып табылады.

Қазіргі уақытта бұл ресурстық орталық өзіне Оңтүстік-Шығыс мөлтек ауданында орналасқан 9 мектепті қосады: №5, 15, 16, 23, 27, 39, 57, 59, 81 жалпы білім беретін орта мектептері.

№5 ЖББОМ бейіндік оқыту ресурстық орталығы 10 бағыт бойынша қызмет атқарады [3]:

- автокөлік және жол қозғалыс қауіпсіздігі;
- медициналық білім негіздері;
- аспаздық;
- кәсіби бағдар;
- экономика және өндіріс;
- электртехника;
- физика және өндірістегі заманауи технологиялар;
- қолданбалы математика;
- кәсіпкерлік және бизнес негіздері;
- кәсіби-техникалық білім негіздері.

Ресурстық орталық бірнеше әлеуметтік серіктестермен жұмыс жасайды. Атап айтатын болсақ:

- Қарағанды облысының мемлекеттік мұрағаты;
- Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы;
- Қарағанды техникалық университеті;
- Қарағанды медициналық университеті;
- Орталық-Қазақстан академиясы;
- Қыздар педагогикалық университеті (Алматы қ.);
- Қарағанды жоғары политехникалық колледжі;
- Қарағанды кәсіптік-техникалық колледжі;
- Қарағанды медициналық колледжі;
- Қарағанды машина жасау колледжі;
- Қарағанды технология және сервис колледжі;
- Қарағанды тамақтану және сервис колледжі;
- Транспорттық-технологиялық колледжі;
- Теміржол колледжі;
- «Сары Арқа» технопарк;
- Қарағанды автобус паркі.

Ресурстық орталықтың жұмыс жасау мазмұны:

1. Әр жылдың басында желілік мектептермен, әлеуметтік серіктестермен келісім-шарт жүргізіледі;
2. Оқушылар бағыт таңдайды, әр оқушының бағытты өзі таңдауға мүмкіндігі бар;
3. Курстар аптасына 1 сағаттан өткізіледі;
4. Әр тоқсан сайын, оқушылардың білімін тексеруге арналған олимпиадалар, конкурстар өткізіліп тұрады;

3. Жылдың соңында барлық желілік мектептер, әлеуметтік серіктестер жиналып, жылды қорытындылауға арналған көрме өткізіледі;

4. Курсты аяқтаған соң оқушыларға куәлік беріледі.

II №51 ЖББОМ ресурстық орталығы Қалалық білім бөлімінің 06.02.2010 жылғы №85 «№51 ЖББОМ базасында ресурстық орталық құру туралы» бұйрығына негізделіп құрылды.

Ресурстық орталықтың міндеттері: оқушы таңдаған бейін бойынша оқу процесін қамтамасыз ету; бейіналды және бейіндік оқыту бағдарламаларын жүзеге асыру; балаларды әлеуметтік қорғау бойынша ата-аналармен жұмыс істеу механизмдерін әзірлеу және жүзеге асыру; оқушылардың кәсіби бағдар беру жұмысына деген қызығушылығын арттыру бойынша танымдық қызметтерін ұйымдастыру.

Ресурстық орталыққа кіретін желілік мектептер: №11, 18, 25, 30, 32, 33, 50 жалпы білім беретін орта мектептері.

Ресурстық орталықтың білім беру процесі екі бағытта жүзеге асады:

1. Базалық компонент – «Технология» пәні;
2. Вариативті бөлік – 8-9 сыныптарға арналған таңдау бойынша курстар.

Ресурстық орталықта «Технология» пәні бойынша оқыту 6 бағыт бойынша жүргізіледі: киімдерді моделдеу және құрастыру; құрылыс және сәулет негіздері; бухгалтерлік есеп негіздері; автокөлік және жол қозғалыс қауіпсіздігі; сурет-бездіру жұмыстарын орындау; хатшы-кәсіпкер.

Таңдау бойынша курс бойынша оқытылатын бағыттар: мамандық әлемі; мамандық және адам; мен мамандық әлемінде.

Бейіндік оқыту ресурстық орталығының әлеуметтік серіктестіктері:

- Қарағанды коммерциялық колледжі;
- Қарағанды агротехникалық колледжі.

Ресурстық орталықта жұмыс атқаратын ұстаздар оқушылармен оқу-тәрбие процесін сәтті жүзеге асыру үшін кәсіптік тұрғыда мамандандырылған.

Ресурстық орталықтың жұмыс істеу мазмұны:

1. Әр жылдың басында желілік мектептермен, әлеуметтік серіктестермен келісім-шарт жүргізіледі;
2. Оқушылар бағыт таңдайды, әр оқушының бағытты өзі таңдауға мүмкіндігі бар;
3. Курстар аптасына 1 сағаттан өткізіледі;
4. Жазғы уақытта 10-сынып оқушылары кәсіпорындарда және мектептерде еңбек тәжірибесінен өтеді;
5. 11-сыныпты аяқтаған соң оқушылар теория бойынша емтихан тапсырады және тәжірибелік жұмыстар орындайды. Содан соң біліктілікке сай бітіргені туралы төлқұжат алады.

III Қарағанды қаласының білім бөлімінің 2011 жылдың 30 наурызынан №186 бұйрығымен №13 ЖББОМ аясында бейіндік оқытудың ресурстық

орталығы құрылды.

№13 ЖББОМ аясында бейіндік оқытудың ресурстық орталығы құрылуының мақсаты еңбек нарығының нақты қажеттіліктерін ескере отырып, оқушылардың тиімді өзін-өзі тану процесін, олардың жеке басын және әлеуметтенуін қамтамасыз ету процесіне бағытталған «Базалық мектеп – желілік өзара әрекеттесу мектебі» білім беру кешені ретінде бейіндік оқыту үшін ақпараттық-технологиялық ресурстық орталық моделін әзірлеу және апробациялау болып табылады.

Негізгі міндеттері:

– ресурстық орталықтың теориялық негіздерін зерделеу, Қазақстанның білім беру жүйесінде бейіндік оқытуды ұйымдастырудың осы формасын енгізудің алғашқы тәжірибесі;

– жоғары оқу орын (ЖОО), колледж, сондай-ақ кәсіпорындар мен ұйымдармен келісім-шарт пен өзара ынтымақтастық негізінде бірлескен іс-шараларды ұйымдастыру;

– оқушыларды бейінді оқытуға арналған ресурстық орталықтың жұмыс істеуі үшін ұйымдық механизмді әзірлеу, алдын ала даярлау және мамандандырылған оқытудың барлық объектілерінің қызметін үйлестіру;

– оқу үдерісіне қатысушылардың эксперименталдық белсенділігін психологиялық-педагогикалық қолдауды ұйымдастыру;

– материалдық-техникалық базаны кеңейту және нығайту, заманауи ақпараттық технологияларды қолданумен автоматтандырылған жедел басқару және басқару жүйесін құру.

Жалпы білім беретін №13 бейіндік оқыту ресурстық орталығының құрамына кіретін желілік мектептер: Қарағанды қаласының № 17, 34, 35, 36, 54, 65, 68, 73, 74, 76, 77, 82, 95 жалпы білім беретін орта мектептері.

Жалпы білім беретін №13 бейіндік оқыту ресурстық орталығында бейіндік оқытудың 10 курсы, яғни бағыт бойынша жұмыс атқарады. Олар:

– ДК операторы;

– ағаш бойынша қолданбалы-көркемдік жұмыстар;

– компьютерлік іс-қағаздар жүргізу;

– бағдарламалау негіздері; Web-дизайн;

– киім дизайны;

– қоғамдық тамақтандыру қызметі;

– автокөлік және жол қозғалыс қауіпсіздігі;

– медициналық білім негіздері;

– педагогикалық білім негіздері.

Жалпы білім беретін №13 бейіндік оқыту ресурстық орталығы оқушыларға таңдау бойынша курсты мемлекеттік немесе орыс тілінде жүргізіп, оларға сәйкес қорытынды аттестациямен бірге сертификат береді. Оқыту барысын сегіз жоғары

білікті мамандар қамтамасыз етеді.

IV №100 КМ бейіндік оқыту ресурстық орталығы 2007 жылдан бастап жұмыс істеп келеді.

Ресурстық орталықтың мақсаты – жалпы білім беретін орта мектептерде оқитын оқушыларды еңбекке және мамандық таңдауға бейіндеу. Сондай-ақ, оқушыларды техникалық жұмыстарға үйрету.

Ресурстық орталыққа кіретін желілік мектептер: №6, 10, 41, 48, 58, 63, 83, 88.

Ресурстық орталық бейінді 6 бағыт бойынша жұмыс жасайды:

– компьютерлік өндіріс;

– аспаздық іс;

– автокөлік және жол қозғалыс қауіпсіздігі;

– қызмет көрсету;

– шаштараз-әрлеуші;

– педагог-ұйымдастырушы.

БОРО КМ №100 бейіндік оқыту ресурстық орталығының әлеуметтік серіктестіктері: Е. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды тамақтану және сервис колледжі.

Орталықта 21 мұғалім қызмет жасайды. Алдағы уақытта тігін ісі бейінін жүзеге асыру жоспарланып отыр. 4 ресурстық орталық толығымен оқу-материалдық базасымен қамтамасыз етілген.

Қарағанды қаласындағы 4 ресурстық орталық бүгінгі күні өз жұмыстарын толығымен жүзеге асырып жатыр. Ресурстық орталықта оқитын 10-11 сынып оқушыларының өздері таңдаған бағыт бойынша білім алып, жоғары оқу орындарына түсу мүмкіншіліктері жоғары.

Ресурстық орталықтарда көптеген конкурстар, пәндік олимпиадалар жиі өтіп тұрады. Бұл оқушылардың пәнге деген қызығушылықтарын арттырады.

Сонымен, бейіндік оқыту ресурстық орталықтары – қоғамдағы елеулі өзгерістер мен адамдар арасындағы қарым-қатынас құралдарының қарыштап дамуына байланысты жаңа адамды қалыптастыруды көздеген заман талабы. Әлемдік білім кеңістігіндегі оқытудың озық технологияларын қамтитын жаңа білім мазмұны шынайы жарыс, адал бәсекеге қабілетті адам тәрбиелеуді қамтамасыз етуге тиіс.

Ресурстық орталық желісіндегі жалпы білім беретін мекемелер және кәсіби білім беру мекемелері (қаладағы бірыңғай білім беру кеңістігінің қатысушылары) мектеп оқушыларының білім сапасы және сондай-ақ әрі қарай сәтті әлеуметтенуі үшін де мүдделі. Олардың бағдарлары бірдей, олар білім беруді оңтайландырудың, кәсіби бағдарланған, еңбек нарығындағы бәсекеге қабілетті түлектерді даярлаудың бірыңғай мақсатымен біріктірілген.

кеттік техникалық университеті. — Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2018. — 81 б.

3. Нұрмағанбетова М.С., Байжұманова Н.С., Бакина Ю.А., Өмірбекова М.А. Қарағанды қаласының жалпы білім беретін № 5 бейіндік оқыту ресурстық орталығында // Труды университета: Научный журнал, Караганда: Изд-во Карагиндского государственного технического университета. — 2019. — № 1 (74). — С. 5-9.

REFERENCES

1. Mukatayev A.A. Organizatsiya profil'nogo obucheniya: Uchebnik. - Karaganda: Izdatel'stvo «Sanat», 2011. - 98 s.
2. Nurmaganbetova M.S. Organizatsiya professional'noy podgotovki studentov: Uchebnoye posobiye / MS. Nurmaganbetova; Karagandinskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet. - Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2018. - 81 s.
3. Nurmaganbetova M.S., Bayzhumanova N.S., Bakina YU.A., Omirbekova M.A. V resursnom tsentre obshcheobrazovatel'nogo profilya №5 profil'nogo obucheniya v Karagande // Trudy vuza: Nauchnyy zhurnal, Karaganda: Izd-vo Karagandinskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2019. - № 1 (74). - S. 5-9.

DOI

10.52209/1609-1825_2020_3_9
УДК 37.013

А.Т. АУЕЗОВА¹, PhD, доцент, кафедра русской филологии,

***К.Б. ТАЖИБЕКОВА²**, к.э.н., ст. преподаватель,

Е.К. МОЛДАКЕНОВА¹, докторант, ст. преподаватель, кафедра «Менеджмент»,

А.Н. КОСМУРАТОВА¹, докторант, ст. преподаватель, кафедра русской филологии,

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан,

²Карагиндский технический университет, кафедра ЭМП

*автор-корреспондент

Активизация лекционных занятий с применением метода фасилитации

Ключевые слова: лекция, занятие, студент, активизация, групповая работа, фасилитация

В вузовской учебной практике сложились вполне оправдавшие себя в преподавании общественных наук следующие формы учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студентов, семинарские занятия, консультации, экзамены, различные формы внеаудиторной работы.

Ни одна из этих форм не может быть признана универсальной, способной заменить другие. Поэтому с методической точки зрения нельзя признать правильным, когда некоторые кафедры встают на путь искусственного разъединения отдельных звеньев учебного процесса, необоснованно заменяя их другими.

Формы учебного процесса находятся во взаимосвязи, взаимообусловленности и логической последовательности. Методика одной формы работы оказывает существенное влияние на другую.

Наиболее удачными методами в усвоении студентами знаний являются активные методы обучения. Суть активных методов обучения, направленных на формирование умений и навыков, состоит в том, чтобы обеспечить выполнение студентами тех задач, в процессе решения которых они самостоятельно овладевают умениями и навыками.

Следует иметь в виду, что количественное соотношение и роль различных методов обучения могут изменяться. Так, на старших курсах возрастает роль семинарских занятий и самостоятельной работы студентов. На методы обучения влияют и такие факторы, как количество времени, выделенного на предмет учебным планом, обеспеченность современными техническими средствами обучения и оборудование ими учебных аудиторий и т. д.

Очевидно, что переход от обучения «знаниям, умениям, навыкам» к компетентностному подходу потребует изменения всех составляющих учебного процесса: содержания, способов контроля и методов обучения. Одно из возможных направлений изменения методов обучения при переходе к компетентностному подходу – использование активных методов обучения в учебном процессе.

Проявление и развитие активных методов обучения обусловлено тем, что перед обучением были поставлены задачи не только усвоения студентами знаний и формирования профессиональных умений и навыков, но и развития творческих и коммуникативных способностей личности, формирования личностного подхода к возникаю-

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мұқатаев А.А. Бейіндік оқытуды ұйымдастыру: Оқу құралы. — Қарағанды: Санат баспасы, 2011. — 98 б.
2. Нұрмағанбетова М.С. Оқушылардың бейіндік оқуын ұйымдастыру: Оқу құралы / М.С. Нұрмағанбетова; Қарағанды мемле-

щей проблеме [1].

Так, непосредственное вовлечение студентов в активную учебно-познавательную деятельность в ходе учебного процесса связано с применением приемов и методов, получивших обобщенное название «активные методы обучения».

Преподаватель в своей профессиональной деятельности использует ту классификацию и группу методов, которые наиболее полно помогают осуществлению тех дидактических задач, которые он ставит перед занятием. И активные методы обучения являются одним из наиболее эффективных средств вовлечения студентов в учебно-познавательную деятельность.

Определение активных методов обучения, которое дал Г.П. Щедровицкий: «Активные методы обучения и воспитания – те, которые позволяют «учащимся в более короткие сроки и с меньшими усилиями овладеть необходимыми знаниями и умениями» за счет сознательного «воспитания способностей учащегося» и сознательного «формирования у них необходимых видов деятельности».

Активные методы обучения при умелом применении позволяют решить одновременно три учебно-организационные задачи:

- 1) подчинить процесс обучения управляющему воздействию преподавателя;
- 2) обеспечить активное участие в учебной работе как подготовленных студентов, так и неподготовленных;
- 3) установить непрерывный контроль за про-

цессом усвоения учебного материала.

Выдающийся ученый Н.Е. Жуковский так писал о лекции: «По силе впечатлений лекционный способ стоит выше всех других приемов преподавания и ничем не заменим. Вместе с тем он есть и самый экономичный по времени».

Однако лекция не свободна и от недостатков, в частности: она не может совершенно отходить от базовых трудов, учебников, аксиом и истин; она обеспечивает лишь самую минимальную обратную связь от студентов к лектору; наконец, чем многочисленнее лекционная аудитория, тем слабее влияние лектора на конкретного обучаемого (см. рисунок).

Ведущее место лекции в учебном процессе определяется тем, что:

- во-первых, курс лекций по предмету передает основное его содержание;
- во-вторых, именно лекции определяют не только содержание, но и идейно-теоретическую и профессиональную направленность всего учебного процесса;
- в-третьих, от них зависят направление, содержание и эффективность других форм учебного процесса [2].

В современных вузах методом активизации лекционных занятий применяется метод фасилитации, что в переводе от английского означает «облегчать», «помогать», «способствовать». Метод фасилитации рассматривается как профессиональная организация процесса групповой работы, направленная на достижение целей занятия,

решения в процессе обучения вопросов повышенной сложности и важности. Особенное положительное фасилитирующее влияние ярко проявляется при работе над проблемными задачами, не имеющими не только очевидного, но и «единственного верного» решения и требующими творческого подхода. При профессиональном подходе применение метода фасилитации в обучении может приводить к повышению эффективности групповой работы, вовлеченности, повышению заинтересованности участников, а также максимальному раскрытию их потенциала.

Данный метод можно применить при проведении таких видов лекционных занятий, как проблемная лекция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-дискуссия, лекция-беседа, лекция-пресс-конференция, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – визуализация.

Цель применения фасилитации в образовательном процессе может сводиться к решению кейсов, конкретных бизнес-ситуаций, где требуется найти решения, проанализировать проблемы, собрать идеи, уточнить задачи, спланировать действия и т.д.

Организация занятий с применением метода фасилитации целесообразна в случаях, когда поднимаются острые темы, которые требуют конкретных решений; когда ситуацию нужно рассмотреть комплексно, с разных сторон; тогда, когда требуется организовать эффективное групповое обсуждение, где каждый участник может высказаться, поделиться идеями, опытом и предположениями.

Продукт, полученный с помощью применения метода фасилитации, можно представить как принятое, зафиксированное на бумаге (на фотографиях, на любом другом носителе) организационное решение или предложение.

Однако возникает совершенно закономерный вопрос о том, существует ли принципиальная разница между понятиями «фасилитатор» и «модератор»?

При условии, что и «фасилитатор», и «модератор» организуют работу в группе и направляют ее к достижению поставленной цели.

На наш взгляд, особенностью модерирования групповых процессов является то, что модератор в большей степени должен владеть предметной областью, в которой ведется обсуждение и больше вмешиваться в процесс, чем фасилитатор, цель работы которого ограничивается побуждением к действию и соблюдением регламента обсуждения.

Рассмотрим подробнее использование метода фасилитации при проведении лекции с разбором конкретных ситуаций.

Данная лекция по форме похожа на лекцию-дискуссию, однако на обсуждение преподаватель ставит не вопросы, а конкретную ситуацию. Обычно такая ситуация представляется устно или в очень короткой видеозаписи, диафильме.

Поэтому изложение ее должно быть очень кратким, но содержать достаточную информацию для оценки характерного явления и обсуждения.

Студенты анализируют и обсуждают эти микроситуации и обсуждают их сообща, всей аудиторией. Преподаватель в роли фасилитатора старается активизировать участие в обсуждении отдельными вопросами, обращенными к отдельным студентам, представляет различные мнения, чтобы развить дискуссию, стремясь направить ее в нужное направление. Затем, опираясь на правильные высказывания и анализируя неправильные, ненавязчиво, но убедительно подводит студентов к коллективному выводу или обобщению.

Иногда обсуждение микроситуации используется в качестве пролога к последующей части лекции для того, чтобы заинтересовать аудиторию, заострить внимание на отдельных проблемах, подготовить к творческому восприятию изучаемого материала [3].

Чтобы сосредоточить внимание, ситуация подбирается достаточно характерная и острая. Однако это может потребовать слишком много учебного времени на ее обсуждение. Так, например, услышав от фасилитатора ситуацию, студенты могут начать приводить примеры подобных ситуаций из собственного опыта, и дискуссия постепенно уходит в сторону других проблем. Хотя это весьма полезно, но основным содержанием занятия является лекционный материал, и преподаватель вынужден останавливать дискуссию. Вот почему подбор и изложение таких ситуаций должны осуществляться с учетом конкретных рассматриваемых вопросов. Кроме того, у преподавателя должна остаться возможность перенести дискуссию на специально планируемое занятие, считая свою задачу – заинтересовать студентов – выполненной.

Лекция, кроме того, является весьма «экономическим» средством приобретения основ знаний в обобщенном виде, ориентации в материале.

Как отмечалось, лекция обязательно должна содержать внутренний план, по усмотрению лектора можно сообщать или в начале лекции, или при рассмотрении определенных вопросов. В план входят главные узловые вопросы лекции, которые можно использовать при составлении экзаменационных билетов.

Полезно также вспомнить вопросы, которые рассматривались на предыдущих лекциях и связаны с новым материалом. В процессе дальнейшего раскрытия темы можно использовать ряд примеров, фактов, постепенно подводящих слушателей к научным выводам, т.е. использовать индуктивные методы учения.

Возможен и дедуктивный способ подачи материала, когда первым идет тезис, а затем его раскрывают, демонстрируют возможности применения их на конкретных примерах.

Важнейшая задача – организация эффективной работы студентов на лекции, в основе кото-

Одна из распространённых форм организации учебного процесса – лекция



рой лежит активный процесс слушания, понимания, осмысления и преобразования в форме короткой записи, что помогает быстро восстановить основное содержание материала, который был прослушан.

Преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты записывают основные положения его лекции. Это помогает им внимательно слушать, лучше запоминать и иметь конспект или опорные вехи, которые облегчают последующую самостоятельную работу. Для того чтобы запись делалась осознанно, т.е. студенты не только понимали, о чем говорит лектор, но и успевали сочетать слушание лекций с ведением записей, необходима помощь при изложении материала, особенно на младших курсах. Это и акцентированное изложение наиболее важного материала, т.е. выделение темпом, голосом, интонацией, повторением более важной, существенной информации, использование пауз записей на доске опорного материала, таблиц, схем, формул, строгое соблюдение регламента занятий, иногда (на младших курсах) выделение абзацев, подчеркивание главных мыслей, ключевых слов, выводов и т.д.

Оценка качества лекции и улучшение качества лекции становится возможным при условиях:

- а) наличия постоянной обратной связи;
- б) оценки коллег, студентов, самооценки.

Вопрос, которому следует уделить внимание при оценке лекции, делают процесс оценки более сознательным и систематическим.

Результаты лекции: информационная ценность лекции, воспитательное воздействие, достижение дидактических целей.

Следует отметить, что есть и другие подходы к оценке лекций. Например, у Н.В. Кузьминой, критерии оценки качества лекции такие:

- 1) посещение лекций студентами;

2) запись лекции: лекции записывают большинство студентов, менее половины, большинство не записывают;

3) содержание лекции: идейно направлено, достаточно содержательно, научно; слишком сложно, слишком популярно, ненаучно; теоретический материал сочетается с конкретными примерами, преобладает эмпирический материал.

4) вопросы, побуждающие студентов рассуждать: слишком много, достаточно, мало, вовсе не относятся;

5) доказательность лекции: лектор аргументированно доказывает правильность положений, выдвигаемых бездоказательно, декларирует истину;

6) лекция имеет связь с профилем подготовки специалиста: очень хорошую, достаточную, неудовлетворительную, неупорядоченную;

7) план, структура лекции: четкая, размытая, неупорядоченная;

8) манера чтения лекции: увлекательная, живая, наглядная, лекцию легко записывать, монотонная, скучная, лекцию трудно записывать;

9) отношение преподавателя к студентам: слишком строгое, взвешенно требовательное, безразличное, внимательное;

10) контакт с аудиторией: добрый, недостаточный.

Таким образом, фасилитатор – это нейтральный лидер, который делает процесс групповой работы легким и эффективным. Фасилитатор не предлагает готовых решений, не навязывает своего мнения, он предоставляет определенные средства, с помощью которых группа сама находит решение. Поэтому роль фасилитатора должна сводиться к выбору темы и вопросов для обсуждения, организации процесса работы, а именно созданию творческой, свободной, позитивной атмосферы.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_13
ЭОЖ 004.048

***Д.Ж. КАЙБАСОВА**, докторант,
Л.Л. ЛА, ф.-м.ф.к., доцент м.а.,
М.Г. КОЖАНОВ, докторант,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, АЖ кафедрасы
**автор-корреспондент*

Білім беру бағдарламаларын қалыптастыруға сиплабус мазмұнын интеллектуалды талдау

Кілт сөздер: табиғи тілді талдау, білім беру бағдарламасы, ақпарат алу, векторландыру, косинус ұқсастығы, иерархиялық кластерлеу

Кіріспе

Қазіргі таңда жоғарғы оқу орындарында білім беру бағдарламаларын қалыптастыру үшін ақпараттық технологияларды енгізу студенттерге ғана емес, сонымен қатар, жұмыс берушілерге де қажетті, өйткені, әртүрлі бос лауазымдарға үміткерлерге қойылатын біліктілік талаптарын көруге мүмкіндік береді. Білім беру бағдарламаларын қалыптастыру үшін оқу пәнінің мазмұнын талдауда білім беру және кәсіптік стандарттардың талаптарын еңбек нарығының сұранысын ескере отырып, кәсіби пәндер мен білім беру бағдарламасының бағытын сәйкестендіру маңызды болып табылады.

Білім беру ұйымдарының негізгі міндеттерінің бірі – ұсынылған құзыреттерге сәйкес келетін пәндердің жиынтығын анықтау үшін білім беру бағдарламаларын әзірлеу. Деректерді зияткерлік талдау компоненттерін қолданбалы бағдарламалық қамтамасыз етудің кең спектріне біріктіру мүмкіндігі қазіргі уақытта өзекті. Мұндай компоненттердің бірі табиғи тілді талдау болуы мүмкін. Оқу мәліметтерін зияткерлік талдау саласындағы танымал міндет – білім құрылымын шығару. Мысалы [1, 2] еңбектерінде, оқу курстары мен бағдарламалары шеңберіндегі дидактикалық бірліктердің құрылымы мен қатынастарын сипаттауда онтологияны қолданған.

Осындай мәселелерді шешу үшін көптеген жұмыстар машиналық оқыту әдістерінің көмегіне жүгінген. Мысалы, [3] жұмыс авторлары осы мәселені шешуде оқытушыларға ақпараттық қолдау көрсете алатын жалпы жүйелік құрылымды ұсынды. [4]-жұмыста мәліметтерді талдаудың белгілі әдістерінен иерархиялық кластерлік талдау, негізгі құрамдас бөліктерді талдау және теріс емес матрицалық факторизация әдістерін құзыреттіліктің орташа салмағын өлшеу үшін пайдаланған. [3] жұмыс авторлары мәтінді салыстырудың ұқсастығын есептеу үшін курстың сипаттамасын, курстың нәтижелері мен курстың құрылымын орташа дәлдіктегі «mean average precision» метрикасы арқылы қолдануды ұсына-

ды. Метрика талап етілетін құжаттарды саралау және құжаттардың жақындығын орташа дәлдік көрсеткіштері бойынша бағалауда қолданылады.

Табиғи тілдегі мәтінді талдаудың екі әдісі бар, олар: мәтіннің мағынасын семантикалық құрылымы арқылы шығаруға арналған лингвистикалық талдау және статистикалық талдау, ол мәтіннің мағынасын мәтіндегі сөздердің жиілігін анықтауға негізделген. Ұсынылған жұмыста сөздердің пайда болу жиілігін санауға негізделген мәтінді статистикалық талдау әдісі қолданылады.

Алдымен ақпараттық іздеу сұраныстар нәтижесінде таңдалған құжаттардың векторлық моделін құру қажет. Сұраныс бойынша құжатты іздеу сұраныс сол кеңістіктің векторы түрінде ұсынылады және құжаттардың сұранысқа сәйкестігін анықтауға болады [5]. Бұл тәсіл олардың мазмұны бойынша құжаттарды іздеуге бағытталған. Жұмыста векторлық модель қолданылады (VSM – Vector Space Model) – бұл ақпараттық іздеуде құжаттар жиынын векторлық кеңістікте векторлармен сипаттау. Модельді қолданудың негізгі идеясы – жинақтағы әр мәтіндік құжатты кеңістіктегі нүкте (немесе вектор кеңістігіндегі вектор) ретінде ұсыну. Векторлық модельде құжаттар реттелмеген термдер жиыны ретінде қарастырылады. Ақпараттық іздеуде терм – мәтіннің сөздері мен элементтері. Алдыңғы [6] жұмыста машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, мәтіндер жиынтығынан терминдерді автоматты түрде алу толығымен қарастырылған.

Құжаттарды ұсынудың векторлық моделі

Мәтінді өңдеудің лингвистикалық міндеттерін шешу кезінде мәтінді сандық мәліметтер жиынтығына түрлендірудің әртүрлі тәсілдері мен әдістерін ақпараттан білім алу үшін қолданылуы мүмкін. Мәтіндерді салыстыру және олардағы сәйкестіктерді анықтау мақсатында автоматты лингвистикалық талдау құралдары қажет. Векторлық модельді құру алгоритмін келесі дәйекті қадамдар түрінде жазуға болады:

1. Мәтінді алдын ала өңдеу. Мұнда пәннің тақырыптық мазмұны алынады. Бұл қадамның

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тажибекова К.Б. Методика преподавания экономических дисциплин. Караганда: КарГТУ, 2014. – 157 с.
2. Бусыгина Т.А., Кисметова Г.Н. Методика оценки качества подготовки вузовской лекции // Альманах «Телескоп». – 2008. – № 9. – С. 54.
3. Райс О.И. Фасилитация как метод интерактивного обучения // Психология, социология и педагогика. – 2014. – № 7. – С. 14-16.

REFERENCES

1. Tazhibekova K.B. Metodika prepodavaniya ekonomicheskikh distsiplin. Karaganda: KarGTU, 2014. – 157 s.
2. Busygina T.A., Kismetova G.N. Metodika otsenki kachestva podgotovki vuzovskoy lektcii // Al'manakh «Teleskop». – 2008. – № 9. – S. 54.
3. Rays O.I. Fasilitatsiya kak metod interaktivnogo obucheniya // Psikhologiya, sotsiologiya i pedagogika. – 2014. – № 7. – S. 14-16.

нәтижесі – құжаттар жиынынан алынған корпус.

2. Мәтінді түрлендіру. Бұл қадам – «тоқтау сөздерін», арнайы таңбалар мен сандарды сүзу, содан кейін векторлық модель құру үшін «сөздер пакеті» құрылады.

3. Сыртқы белгілері бойынша құжатты бағалау. Бұл кезеңнің мәні – құжаттың векторлық модельді қолдана отырып, тиісті құзыретке жата- тындығын анықтау.

Векторлық модельдің басты айырмашылығы – құжаттардың осындай векторлық көрінісі арқылы кеңістіктегі нүктелердің арасындағы ара қашықтықты тауып, құжаттардың ұқсастығын табу мәселесін шешуге болатындығында. Нүкте- лер жиі орналасқан сайын, сәйкесінше құжаттар ұқсас болады. Құжаттың салмақ векторын алу үшін құжаттарды индекс-теу керек. Құжатты ин- декстеу процесі [6] – жұмыста қарастырылды.

Төменде берілген құзыреттерге жауап беретін білім беру бағдарламасын қалыптастыру моделі сипатталған. Есептің қойылымы:

$D = (d_1, d_2, ..., d_n)$ – жиындағы силлабустар топ- тамасы, $S = (s_1, s_2, ..., s_m)$ – құзыреттер қорынан алынған сөздер жиыны бар делік. Мұнда құзырет- тер қорынан алынған сөздер жиынын қолданушы сұранысымен байланысты.

$d_i \in D$ – силлабустар жиынынан алынған құ- жатты қарастырайық және ол R^n кеңістігіндегі вектор ретінде ұсынылсын. Онда мұндай вектор төмендегідей түрде болады:

$$d_i = (tf_{i1}, tf_{i2}, ..., tf_{in}),$$

мұндағы tf_{ij} – саны d_i құжатындағы s_j сұраныс сөзінің кездесетін мәнінен тұрады.

Векторлық модельде құжат реттелмеген терм- дер жиыны ретінде қарастырылады.

Төмендегідей матрицаны алу қажет:

$$X = \{x_{ij}\},$$

мұндағы $x_{ij} = tf(s_j, d_i)$ – құжаттағы термдер жиілігі. d_i құжатынан іздеуді ұйымдастыруға арналған s_j тізбегін қарастырайық:

- құжаттар жиынтығынан мәтіндік-құжат таң- далады;
- мәтіннен «тоқтау сөздері» алынып тасталады;
- сөздердің морфологиясын ескере отырып, әр сөздің пайда болу жиілігі есептеледі;
- терминдер пайда болу жиілігінің азаюы бойынша орналасады;
- терм-құжат матрицасы қалыптасады.

Осылайша, терм-құжат матрицасы алынады, ондағы жолдар құжаттарға, бағандар термдерге сәйкес келеді. Нәтижесінде бос жолдар ешқан- дай құзыреттерге сәйкес келмейтін силлабустарға сәйкес келеді.

Веторлық модель құру ерекше сөздердің сал- мағын TF-IDF («Term Frequency – Inverse Document Frequency» – терм жиілігі – құжаттың кері жиілі- гі) әдісіне негізделген [7]. Бұл әрекетті толығырақ қарастырақ:

$T = \{t_i\}$ D құжаттар топтамасында кездесетін

сөздер жиыны болсын. Әр $d_k \in D$ құжатына n -өл- шемді кеңістіктегі ($n = |T|$) $\vec{d}_k = (x_0, x_1, ..., x_n)$ векто- ры сәйкестендіріледі, мұндағы $x_i = d_k$ құжатындағы $t_i \in T$ сөзінің салмағы, $tf-idf$ әдісімен есептелінген.

TF-IDF әдісін [6] қарастырылған құжаттар жи- нағына (корпусқа) қатысты құжаттағы сөздердің жиілігін статистикалық талдау үшін қолдану ыңғайлы. Осы әдісті қолдана отырып, құжаттар жинағына қатысты әр терминнің салмағын алуға болады. Бұл үшін терминге осы құжатта пайда болған санға салмақ қосылады және осы термин пайдаланылатын басқа құжаттардың санына азайтылады.

Термнің жиілігі деп аталатын құжаттағы тер- мнің қолданылу санын жай ғана есептеуге болады, яғни құжатта сөз көбірек кездескен сайын сөздің салмағы да үлкен болады. Сәйкесінше, құжатта терм кездеспесе, сол құжаттағы салмағы нөлге тең болады.

TF (ағылш. – сөз диілігі) – берілген сөздің ағымдағы құжатта қолданылу саны. Ол келесі формуламен есептеледі:

$$TF = \frac{n_i}{\sum n_k}, \quad (1)$$

мұндағы n_i – берілген сөздің қолдану саны, n_k – құ- жаттағы жалпы сөздер саны [7].

IDF (ағылш. – құжаттың кері жиілігі) – беріл- ген сөздің барлық құжаттар жинағында кезде- су жиілігін анықтайтын сандық мән. Есептеу формуласы:

$$IDF = \log\left(\frac{D}{d_i}\right), \quad (2)$$

мұндағы D – жалпы құжаттар саны, d_i – берілген сөздің құжатта кездескен саны [7].

Жиындағы сөздің қолдану жиілігі сол сөз бар құжаттардың жиындағы санын есептеу арқылы шығаруға болады. idf өскен сайын құжаттағы сөздің салмағы төмендей береді. Оны (1) құжат- тағы сөздің қолдану жиілігін оның кері шамасын (2) көбейту арқылы шығаруға болады:

$$TFIDF = TF \cdot IDF. \quad (3)$$

Нәтижесінде, векторлық модель құжаттағы оның маңыздылығын анықтау үшін терминнің салмағын (жиілігін) қолданады. Сонда бұл алго- ритм бойынша сөздің салмағы құжатта осы сөздің қолданылу мөлшеріне тепе-тең және жиын- тықтың барлық құжаттарында сөзді пайдалану жиілігіне кері пропорционалды. Нысандар арасындағы ұқсастық өлшемінің мәндерін есептеу үшін корпустың жеке сөздердің салмақтық ко- эффициенттерін ескере отырып, мәтіндік құжат- тарға кластерлік талдау жасау ұсынылады.

Мәтіндік құжаттарды кластерлік талдау

Кластерлік талдау – бұл әртүрлі бірліктер, адамдар, топтар немесе қоғамдар сияқты жалпы сипаттамалар бойынша біріктіруге болатын ста- тистикалық әдіс [5]. Сондай-ақ, кластерлеу деп те аталатын, бұл деректерді талдау құралы болып

табылады, ол түрлі нысандарды топтарға бірік- тіруге мүмкіндік береді, сол кезде олар сол топқа жатса, олар бірікестіктің барынша дәрежесі бар және сол топқа жатпайтын кезде қауымдастығы- ның дәрежесі ең аз. Мәтіндік құжаттарды кластер- леуде келесі операцияларды орындау қажет:

- 1) Кластерлеу үшін нысандарды таңдау (біздің жағдауда силлабустар);
- 2) Таңдалған силлабустарды бағалау үшін қол- данылатын айнымалылар жиынтығын анықтау;
- 3) Силлабустар арасындағы ұқсастық өлшем- дерін есептеу;
- 4) Кластерлік талдауды ұқсас нысандар тобын анықтау үшін қолдану.

Кластерлік талдау қадамында векторлардың косинустық ұқсастық өлшемі қолданылды. Ко- синустық ұқсастық – предгильберттік кеңістіктегі екі вектордың ұқсастық өлшемі, ол үшін олардың арасындағы косинус бұрышы өлшенеді [5]. Егер екі A және B векторлары берілсе, онда $\cos(\theta)$ коси- нустық ұқсастық скалярлы көбейтінді мен норма- ны қолдана отырып ұсынылады [5]:

$$\cos(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}}. \quad (4)$$

Көптеген кластерлер құрылымына сәйкес кла- стерлік алгоритмдер жалпақ кластерлеу немесе иерархиялық кластерлеуді тудыруы мүмкін. Ие- рархиялық кластерлеу кірістірілген кластерлер ағашының болуын білдіреді. Жаңа W кластерінен кез-келген басқа S кластеріне дейінгі қашықтық $R(U, V)$, $R(U, S)$, $R(V, S)$ осы сәтте белгілі болуы ке- рек қашықтықпен есептеледі:

$$R(U \cup V, S) = \alpha_U R(U, S) + \alpha_V R(V, S) + \beta R(U, V) + \gamma |R(U, S) - R(V, S)|, \quad (5)$$

мұндағы α_U , α_V , β , γ – сандық параметрлер. Бұл әмбебап формула кластер аралық қашықтықты есептеу үшін 1967 жылы Ланс және Уильямс жү- мысында ұсынылған.

W және S кластерлер арасындағы қашықтықты $R(W, S)$ есептеудің бірнеше әдістері бар және олардың әрқайсысы үшін параметрлердің белгілі бір комбинациясы үшін Лэнс-Уильямс форму- ласына сәйкестігі дәлелденді. Өз кезегінде орта- ша қашықтық төмендегі формула (6) бойынша есептеледі:

$$R(W, S) = \frac{1}{|W||S|} \sum_{w \in W} \sum_{s \in S} p(w, s); \quad (6)$$

$$\alpha_U = \frac{|U|}{|W|}, \alpha_V = \frac{|V|}{|W|}, \beta = \gamma = 0.$$

Бұл әдіспен екі кластерлер арасындағы қашықтық олардағы орташа қашықтығы ретінде есептеледі.

Жоғарыда аталып кеткен әдістерді іске асыру үшін Python бағдарламалау тілінің scipy.cluster модуліндегі функциялар қолданылды.

Эксперименттік жұмыстар нәтижесі

Кластерлеуге арналған объектілерді таңдау пайдаланушы таңдаған кәсіби құзыреттілік- тер базасынан түйінді сөздер векторын құруды қамтиды. Іріктеу басқарудың және білім беру бағдарламаларын қалыптастырудың барлық не- гізгі аспектілерін көрсететін құзыреттілік модель- дерінің базасы негізінде жүзеге асырылады.

Деректер базасымен байланыс визуализаци- ялау блогымен таңдау командасы көмегімен ұй- ымдастырылған, ол өз кезегінде енгізілген мәтінді матрицаға түрлендіру функциясын орындайды, матрицаның мәні мәтіндегі берілген сөздің (тер- мнің) кездесі саны болып табылады.

Мысалы, $T = \{t_1, t_2, ..., t_n\}$ кілттік сөздер векто- рын қалыптастыруда:

['Жизненный цикл программного обе- спечения', 'Программное обеспечение и его функциональные возможности', 'Мето- ды выявления требований к программному обеспечению']

құзыреттері таңдалды.

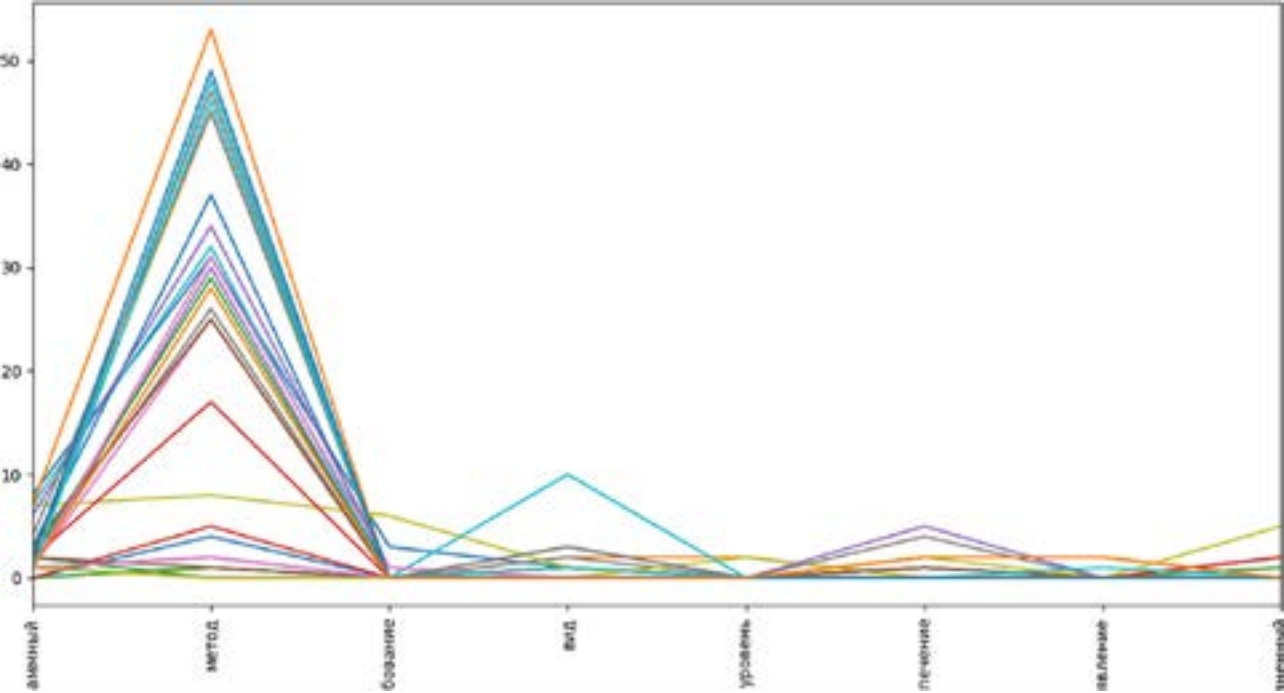
Ұсынылған алгоритм құжаттар топтамасы мәтініндегі сөздерді түйінді сөздер векторынан алынған сөздермен салыстырады және жиілік ма- трицасын құрады. Содан кейін ол олардың іші- нен мәтінде кездесетін максималды саны бар сөз- дерді табады. Кілттік сөздердің нақты салмағына сәйкес ең сәйкес құжаттар таңдалынады. Айта кететін ескертпе, матрицадағы нөлдік жолдар ешқандай құзыретті қалыптастырмайтын силла- бустарға сәйкес келмейді, өйткені олар әрі қарай талдау үшін қарастырылмайды, сондықтан олар жойылады.

Сондай-ақ, нөлдік бағандар қамтылмаған құ- зыреттерді анықтайды, мұндай жағдайда білімнің осы саласын қалыптастыратын силлабустарды қо- суды қажет етеді. Біз 10 жолдан тұратын жиілік матрицасын алдық, ондағы жолдар топтамадағы силлабустарға сәйкес келеді, бағандар ұсынылған алгоритм бойынша таңдалған шарттарға (құзы- реттілікке) сәйкес келеді. Демек, тақырыптық бай- ланысқан құжаттарды жиілік графигінен (1-сурет) көруге болады. Жиілік графикте топтамадағы құ- жаттардың ортақ сөздері мен сол сөздердің кез- дескен саны келтірілген. 1-суретте көрсетілгендей силлабустар әртүрлі түспен сипатталған.

Сонымен, векторлардан тұратын матрица құрылды, онда әр жол жеке құжатты ұсынады. Ақпараттық сипаттамаларға негізделген матри- цаны алу үшін кейбір сүзгілеу жұмыстары орын- далды, мысалы, ақпараттық емес бағандарды жою, яғни, тек бір силлабустан табылған термин- дер аз қамтылған болса, олар жойылады.

Аталған жұмыстар нәтижесінде (10x129) өл- шемді матрица алынды, мұнда жолдар саны 10, яғни силлабустар саны, ал 129 – сол силлабустар- дағы ортақ сөздер санын білдіреді. Құжатта тер- миннің қандай жиілікте кездесетіндігін есептей- тін өлшем кестеде келтірілген.

Енді айнымалыларды (құзыреттер) және ны-



1-сурет – Жиілік график

TFIDF салмақ матрицасы							
Құжаттар атауы	алгоритм	анализ	безопасность	ввод	ветвление	взаимодействие	вид
IT-инфраструктура 2019.txt	0	0,0668	0,0102	0,0205	0	0,0311	0,0083
АСДП.txt	0,1529	0	0	0,0434	0,0745	0	0,0117
Искусств_Интеллект_аудит.txt	0,0371	0	0	0,0205	0	0	0
Методы исследования операций.txt	0,1151	0,0493	0	0,0363	0,0612	0	0
Моделирование АнализПО.txt	0,0098	0,1282	0,0121	0	0,0156	0	0,0098
Проектирование ИС_рус.txt	0	0,0951	0,0167	0,0669	0	0,0215	0,0135
Искусств_Интеллект менеджмент.txt	0,0379	0	0	0,0209	0	0	0
СППР.txt	0,0343	0,1375	0	0,0190	0	0	0
Операционные системы.txt	0	0,1743	0,0143	0,0572	0	0,0368	0,0581
СУБД Oracle.txt	0	0	0	0	0	0	0,0285

сандарды (силлабустар) таңдау міндеті аяқталғаннан кейін біз силлабустар арасындағы ұқсастық өлшемін есептеуге кірісе аламыз. Жоғарыда айтылғандай, векторлардың косинустық ұқсастығы өлшенеді. Салмақ матрицасы (кесте) векторлық салмақ матрицасын қабылдайтын және косинус қашықтық матрицасын қайтаратын cosine_similarity функциясын қолдана отырып өңделді.

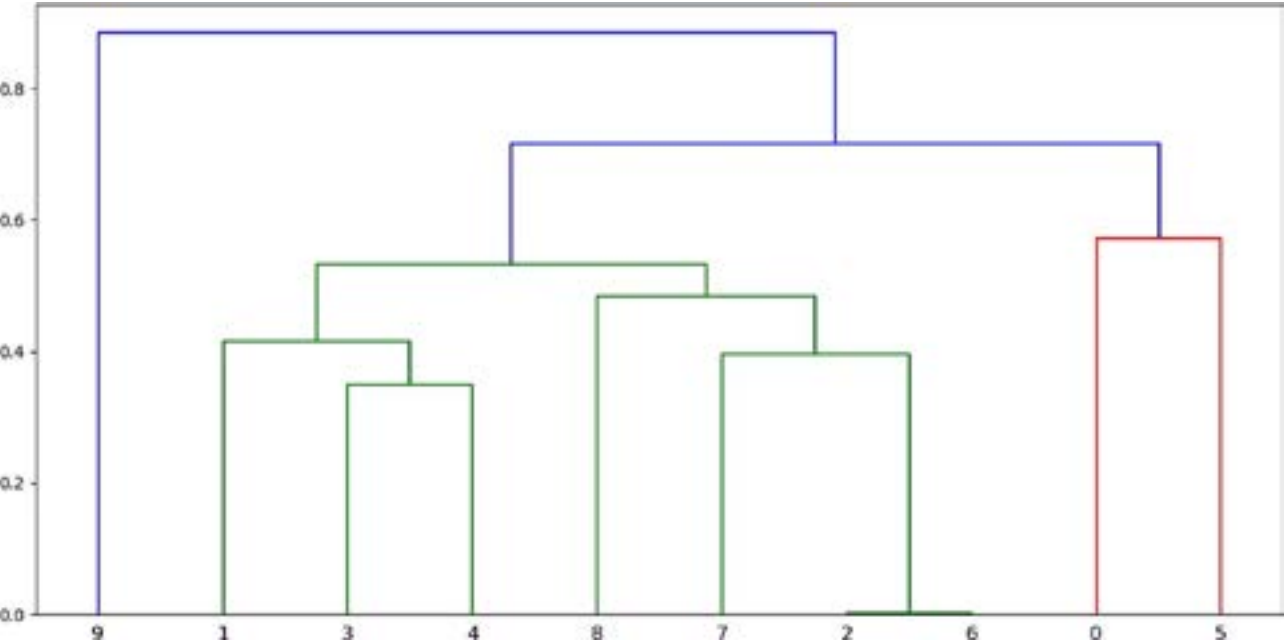
2-суретте іріктеп алынған 10 силлабустардың косинустық қашықтық матрицасы көрсетілген. Мәліметтерді зерттеу барысында 2 және 6 индекстердегі құжаттар ең ұқсас екендігі анықталды.

Көрнекі бейнелеу үшін есептеу нәтижелерінің графикалық кескінін – дендрограмманы қолдануға болады (3-сурет). Мұнда жол мен баған қиылысындағы мән осы сандармен белгіленген құжаттар арасындағы қашықтық өлшемін білдіреді. Косинустық қашықтық мәні 0 мен 1 арасында болады, егер өлшем неғұрлым 0-ге жақын болса, екі құжат соғұрлым ұқсас болады.

3-суретте вертикалды дендрограмма келтірілген. Төменгі сызық құжаттар нөмерін сипаттайды. Алғашқы байқауда әр құжат жеке кластерді сипаттайды, келесі қадамда жұп құжаттар пай-

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.0000	0.3692	0.3714	0.3823	0.3297	0.4287	0.3768	0.3266	0.4577	0.0847
1	0.3692	1.0000	0.4502	0.5398	0.6298	0.1368	0.4543	0.3997	0.3682	0.2862
2	0.3714	0.4502	1.0000	0.4787	0.5205	0.2437	0.9970	0.6144	0.5709	0.0937
3	0.3823	0.5398	0.4787	1.0000	0.6503	0.1213	0.4822	0.6052	0.3536	0.0964
4	0.3297	0.6298	0.5205	0.6503	1.0000	0.1488	0.5235	0.5125	0.4511	0.1256
5	0.4287	0.1368	0.2437	0.1213	0.1488	1.0000	0.2508	0.1325	0.3399	0.1504
6	0.3768	0.4543	0.9970	0.4822	0.5235	0.2508	1.0000	0.5935	0.5757	0.0966
7	0.3266	0.3997	0.6144	0.6052	0.5125	0.1325	0.5935	1.0000	0.4032	0.0788
8	0.4577	0.3682	0.5709	0.3536	0.4511	0.3399	0.5757	0.4032	1.0000	0.0243
9	0.0847	0.2862	0.0937	0.0964	0.1256	0.1504	0.0966	0.0788	0.0243	1.0000

2-сурет – Қосинустық қашықтық матрицасы



3-сурет – Силлабустарды кластеризациялаудағы дендрограмма

да болды: 2 және 6; 3 және 4; 0 және 5; 8 және 9; құжаттары бір кластерде орналасады. Келесі қадамда жұптар бір кластерге топтастырылады: бақылау бойынша 1, 3 және 4; 8, 7 және 9 т.с.с. Мұндай әрекет барлық нысандар ортақ бір кластерге біріккенше орындалады. Кластар санын анықтау үшін бақылау жүргізуші ұқсастық шегін белгілеуі керек.

Қорытынды

Мәтіндік құжаттарды өңдеудің қолданыстағы әдістерін талдау білім беру бағдарламаларын қалыптастыру проблемасын шешуге қолданы-

латын бірқатар тәсілдер бар екенін көрсетті. Бұл жұмыста біз құжаттың векторлық моделіне негізделген кластерлеу әдісін қолдандық. Векторлық модельдерді және құжаттарды кейіннен кластерлеу үшін Python-да MVC тұжырымдамасы негізінде бағдарламалық қосымшасы жасалды, ол жоғары білім беру бағдарламаларында кәсіптік құзыреттіліктерді қалыптастыру үшін пәндердің тиісті жұмыс оқу бағдарламаларын анықтауға, сондай-ақ косинустардың арасындағы қашықтық матрицасын құру үшін кіріс деректерін кезең-кезеңмен өңдеуге мүмкіндік берді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баканова А., Летов Н.Е., Кайбасова Д., Кузьмин К.С., Логинов К.В., Шиков А.Н. Использование онтологий в разработке мобильного приложения для электронного обучения в процессе адаптации персонала, Международный журнал новейших технологий и инженерии (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-2S10, сентябрь 2019 г.

2. Чунг Х., Ким Дж. Онтологический подход к семантическому моделированию учебных программ и программ высшего образования // Международный журнал информационных и образовательных технологий. Vol. 6, вып. 5. 2016. - С. 365–369.

3. Ботов Д., Кленин Ю. Семантическое моделирование содержания образования для разработки учебных курсов в соответствии с требованиями рынка труда // Материалы 1-го Международного семинара по технологиям цифровой обработки и хранения сигналов, Россия, Уфа, УГАТУ, 2015. - С. 214–218.

4. Ёситацу Мацуда, Такаюки Секия, Кадзунори Ямагути. Анализ учебных программ факультетов компьютерных наук упрощенным контролируемым LDA // Журнал обработки информации. Том 26 июня 2018. - С. 497–508.

5. Лю Сяоян, Крофт В. Брюс. Кластерный поиск с использованием языковых моделей. Материалы 27-й ежегодной международной конференции ACM SIGIR по исследованиям и разработкам в области информационного поиска. ACM. 2004. С. 186–193.

6. Кайбасова Д.Ж. Предварительная обработка коллекции рабочих учебных программ дисциплин для формирования корпуса текстов // Вестник КазНУ. № 6 (136) декабрь, 2019, С. 541-546. ISSN 1680-9211.

7. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: уч.пособие / Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э. и др. М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 269 с.

REFERENCES

1. Bakanova A., Letov N.E., Kaibassova D., Kuzmin K.S., Loginov K.V., Shikov A.N. The use of Ontologies in the Development of a Mobile E-Learning Application in the Process of Staff Adaptation, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-2S10, September 2019.

2. Chung H., Kim J. An Ontological Approach for Ssemantic Modelling of Curriculum and Syllabus in Higher Education // International Journal of Information and Education Technology. Vol. 6, no. 5. 2016. – pp. 365–369.

3. Botov D., Klenin J. Educational Content Semantic Modelling for Mining of Training Courses according to the Requirements of the Labor Market // Proceedings of the 1st International Workshop on Technologies of Digital Signal Processing and Storing, Russia, Ufa, UGATU, 2015. – pp. 214–218.

4. Yoshitatsu Matsuda, Takayuki Sekiya, Kazunori Yamaguchi. Curriculum Analysis of Computer Science Departments by Simplified, Supervised LDA // Journal of Information Processing. Vol.26 June 2018. – pp. 497–508.

5. Liu Xiaoyong, Croft W Bruce. Cluster-based retrieval using language models. Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. ACM. 2004, pp. 186–193.

6. Kaybasova D.ZH. Predvaritel'naya obrabotka kolleksii rabochikh uchebnykh programm distsiplin dlya formirovaniya korpusa tekstov // Vestnik KazNITU. № 6 (136) dekabr', 2019, S. 541-546. ISSN 1680-9211.

7. Avtomaticheskaya obrabotka tekstov na yestestvennom yazyke i analiz dannikh: uch.posobiye / Bol'shakova Ye.I., Vorontsov K.V., Yefremova N.E. i dr. M.: NIU VSHE, 2017. – 269 s.

Раздел 2

Машиностроение.
Металлургия



DOI 10.25209/1609-1825_2020_3_19
ЭОЖ 378.02:372.8:004.9

М.Р. НҰРҒОЖИН¹, т.ғ.д., АҚ басқармасының төрағасы,
***Г.Т. ДӘНЕНОВА²**, т.ғ.к., доцент,
Ж. САЙЛАУҚЫЗЫ², ғ.м., аға оқытушы,
¹«Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» АҚ,
Алматы қ.,
²Қарағанды техникалық университеті, АТ және Қ кафедрасы
*автор-корреспондент

Қалдық дәнекерлеу кернеулеріне және деформацияға
механикалық әсердің әсерін компьютерлік модельдеу

Кілт сөздер: модельдеу, деформацияланған күй, инженерлік есептер, қалдық кернеулер мен деформациялар, температуралық өрістер

Компьютерлік техниканы дамытудың қазіргі заманғы деңгейінде, сондай-ақ инженерлік есептерді шешудің аналитикалық және сандық әдістері кезінде дәнекерлеу және ілеспе операциялар: термиялық және механикалық өңдеу, сондай-ақ кейінгі пайдалану жүктемелері кезінде термдеформациялық процестер мен құрылымдық айналу процестері сияқты күрделі процестерді модельдеу мүмкіндігі пайда болады.

Дәнекерлеуді модельдеу кезінде принципті мәселе металға дәнекерлеу жылуын енгізу процесін ұсыну болып табылады [1, 2, 3]. Бұл міндетті шешу кезінде екі тәсілді бөлуге болады. Бірінші жылу көзі балқытылатын металдың көлемі немесе дәнекерлеу ваннасы болып табылады. Екінші тәсіл дәнекерлеу қайнату көзінен металға берілетін жылу қуатының беттік немесе көлемді

таралуын сипаттайтын дәнекерлеу көздерінің үлгілерін әзірлеуге және пайдалануға сүйенеді.

Дәнекерлеу кезінде жылуды енгізу және кейіннен қайта бөлудің ең дәл көрінісін эксперименттік және есептік деректер негізінде дәнекерлеудің нақты түрлері үшін арнайы әзірленген көздердің үш өлшемді модельдері береді.

Түйіспені дәнекерлеу кезінде металл пластинаға жылу дәнекерлеу көзінің әсері кезінде температуралық өрістердің болуы туралы көлемді есепті шешу уақытша және қалдық көлемді кернеулер мен деформациялар сияқты дәнекерлеудің қауіпті ілеспе факторларын табу үшін бастапқы деректерді алу үшін қажет.

Есептеу кезінде ANSYS бағдарламалық-әдістемелік кешенде іске асырылған соңғы элементтер әдісі қолданылады. Бұл жалпы мақсатты бағдар-

ламалық өнім әртүрлі физикалық өрістерді жобалау нысандарын модельдеуге мүмкіндік береді. Жылу есебін шешуден механикалық есепті шешуге көшу үшін бірнеше физикалық өрістердің байланыс мүмкіндігі пайдаланылады. Өрістердің тізбекті байланыс әдісі таңдалған. Оның алгоритмі біздің жағдайда келесі:

1. Бірінші кезеңде SOLID70 көлемді термиялық элементтің көмегімен температуралық есеп – қыздыру және суыту кезеңдері біртіндеп шешіледі, тораптық шешімдердің нәтижелері температуралық нәтижелер файлына сақталады FILE.RTH;

2. Келесі кезеңде элемент түрін механикалық қасиеттері бар бірінші ретті тиісті көлемдік берік түпкілікті элементке ауыстыру қажет – SOLID45, сондай-ақ шекаралық шарттарды көрсету қажет;

3. Қорытынды кезеңде стационарлы емес термосерпимдіпластикалық есеп шешіледі, ол үшін бастапқы деректер әр қадамда температуралық шешім нәтижелерінің файлынан алынады және құрылымдық дискретті модельге қолданылады.

Жылжымалы бөлінген жылу көзінің көмегімен қыздыру арқылы үшөлшемді есепті шешу көлденең, бойлық және жанаспалы қалдық және уақытша кернеулер мен деформацияларға, сондай-ақ үлгі қалыңдығы бойынша кернеу мен деформацияларға талдау жүргізуге мүмкіндік береді. Алынған үлгіні пайдалы қолдану қалдық кернеулер мен деформацияларды жою үшін механикалық әсерлерді зерттеу мүмкіндігі болып

табылады.

Көлемді температуралық есепті шешу кезінде SOLID70 сегіз тораптық үш өлшемді соңғы элементі қажет. Оның бір еркіндік дәрежесі бар-температура (TEMP). Ол жылу ағыны түрінде жүктемені қабылдай алады. Шешім нәтижесі зерттелетін пластинаның барлық көлемі бойынша жылу кернеулерінен және температурадан тұратын көптеген тораптық деректер болып табылады.

Жылу есебін шешудің екі кезеңі қарастырылады:

1) жылжымалы жылу көзінен бөлінген жылу ағынының қосымшасы және болат беріктендіру температурасына дейін тігіс және тігіс маңы аймағының қызуы үлгіленетін дәнекерлеу циклі;

2) дәнекерлегеннен кейін суыту циклі, оның кезінде үлгіні бөлме температурасына дейін суыту үлгіленеді (+15°C).

Біз металдан пластина үлгісін жасаймыз (1-сурет), өлшемі 260x62x19 мм бір шетінен адиабаттық жылу алмасу шартын қолданамыз (жылу симметриясы – осы жазықтықтан жылудың өтпеуі).

Соңғы элементтің өлшемі жылу, сондай-ақ беріктік есептегі соңғы элементтерге айырудың осындай тәсілі кезінде қанағаттанарлық ұқсастықты көрсеткен бірқатар тәжірибе негізінде пластина қалыңдығынан 1/5 қабылданады.

Бастапқы деректер: шығыстағы дәнекерлеу көзінің қуаты: $Q=4,6$ кВт, КПД $Nu=0,7$. Бұдан әрі шешімнің бірінші сатысының теориялық бөлігі

сипатталады.

Жүктеме пластинаның жоғарғы бетіне қалыпты таралу заңы бойынша бөлінген жылу ағыны түрінде қолданылады.

$$Q = I \cdot U. \quad (1)$$

Модельдің симметриялығын ескере отырып, зерттелетін жартыға қолданылатын жылу мөлшері тең:

$$Q = \frac{I \cdot U}{2}. \quad (2)$$

Ескере отырып, ПЭК тең 0.7, аламыз:

$$q = Nu \cdot Q. \quad (3)$$

Жылу ағыны пісіру ваннасының орталығында ең үлкен мәнмен қалыпты заң бойынша бөлінген. [4] сәйкес дәнекерлеу кезінде жартылай ұшты пластина беті бойынша жылу ағынын бөлу формуласы мынадай формула бойынша болады:

$$q_2 = q_{2m} e^{-kr}, \quad (4)$$

мұнда q_2 – кез келген нүктедегі ағын, q_{2m} – дәнекерлеу ванналарының ортасындағы ең жоғарғы мән, k – жылу ағынының шоғырлану коэффициенті, r – дәнекерлеу ванналарының ортасынан арақашықтық.

Сонда тапсырма шарттарына сәйкес жылу ағыны қосымшасының заңын құрастыруға болады:

$$q_{2m} = qk/\pi, \quad (5)$$

мұнда $k=1/3$.

ANSYS-ға енгізу үшін APDL тілінде $Q(x,y)$ тәуелділігін шығарамыз:

$$q(X,Y) = q_{2m} \exp(-k \cdot \sqrt{(X0-X) \cdot (X0-X) + (Y0-Y) \cdot (Y0-Y)}), \quad (6)$$

мұнда X, Y – пластина бетіндегі кез келген (жылжымалы) координат, $X0, Y0$ – жүктеме қосымшасы орталығының координаттары (дәнекерлеу ваннасының ағымдағы орталығы).

Дәнекерлеу көзінен өткеннен кейін дәнекерлеу тігісінің бойымен 2-суретте көрсетілген температуралық өрістерді аламыз.

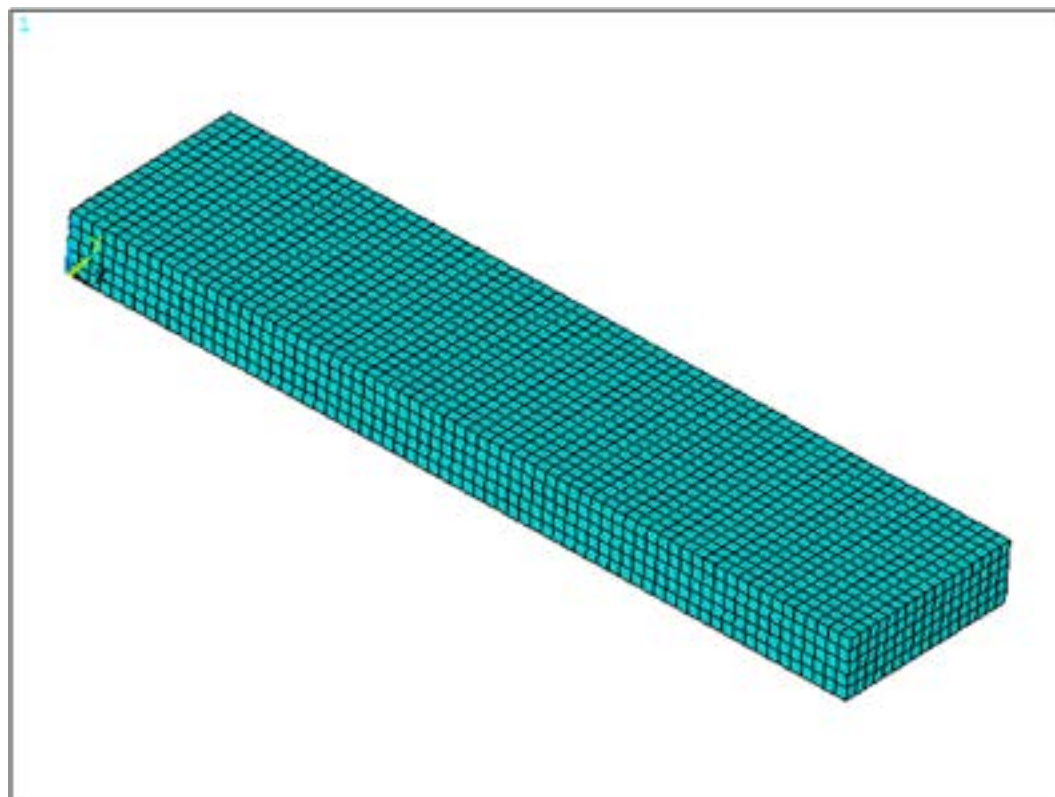
Жылу жүктемесін қолданғаннан кейін (дәнекерлеуді модельдеу) дайындаманы суыту процесін зерттеу қажет. Бұл үшін екінші кезеңде уақыт қадамын өзгертудің экспоненциалды заңы қолданылады:

$$T_i = 0.5 \cdot e^{i/10}. \quad (7)$$

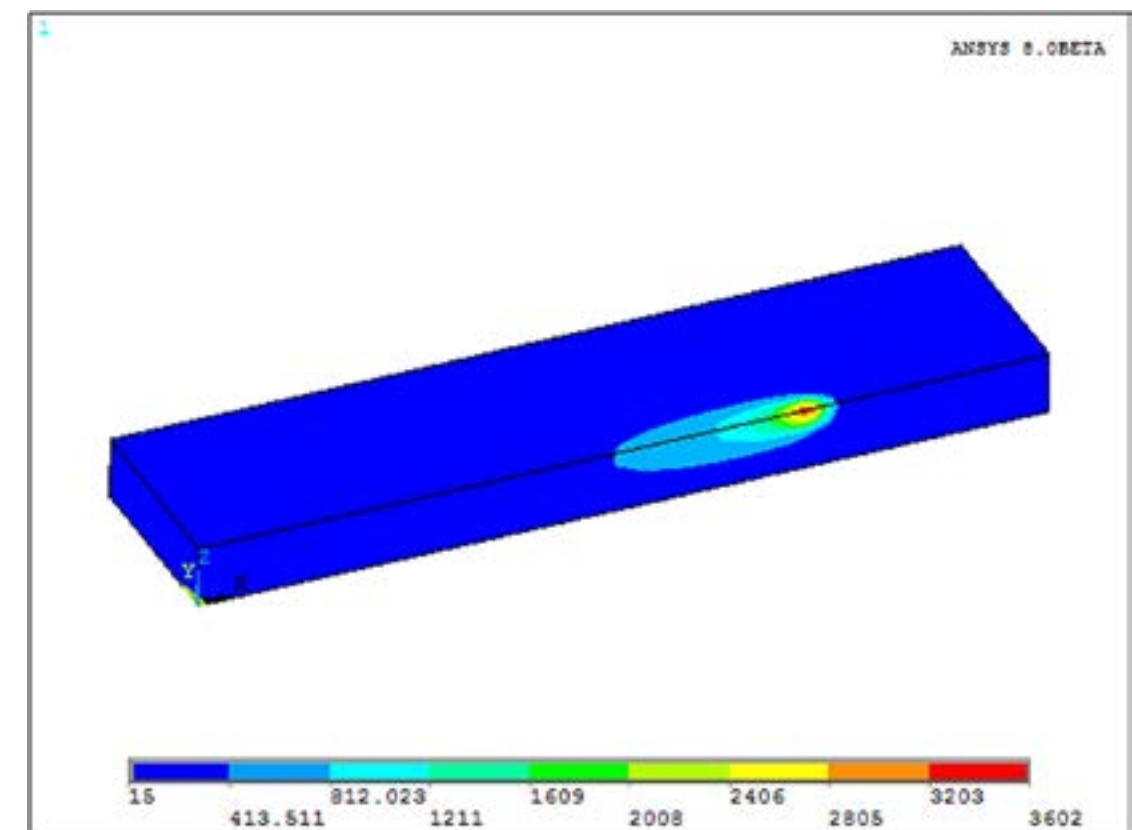
Есепті одан әрі шешу кезінде табиғи конвекция жағдайында суыған пластинада пайда болатын жылу жүктемелері туралы деректер жинақталады.

Алынған деректерді талдау келесі ерекшеліктерді анықтауға мүмкіндік береді:

- 1) температураны бөлу «комета тәрізді»;
- 2) металды балқытудың есептік аймағы дәне-



1-сурет – Объектінің дискреттік моделі

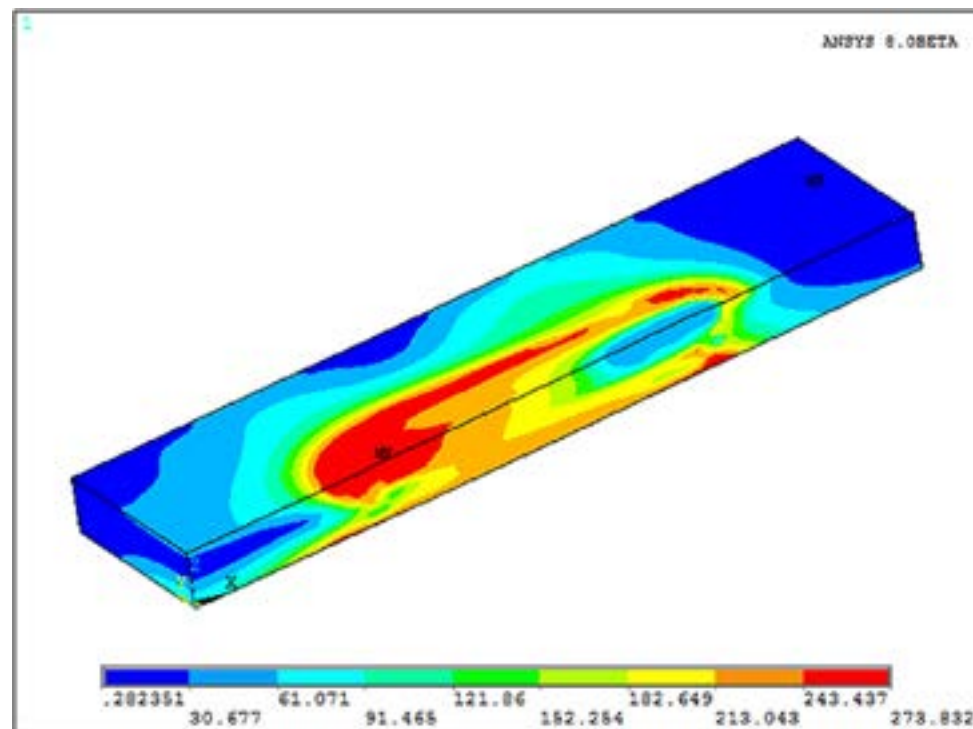


2-сурет – Жылу дәнекерлеу көзі өткеннен кейінгі температуралық өрістер

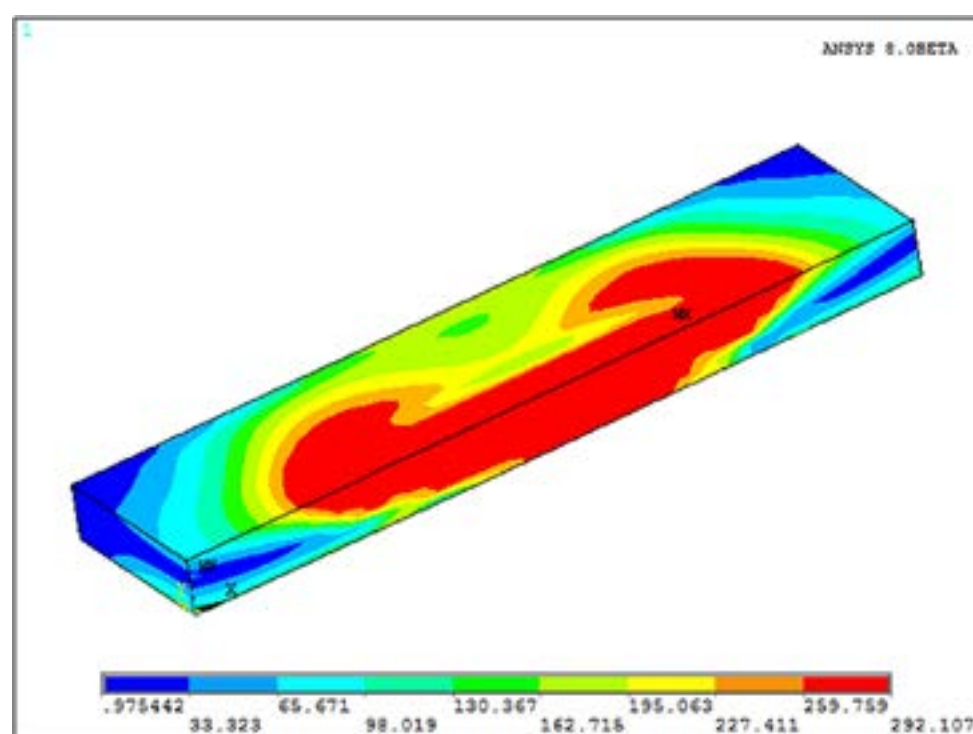
керлеу ванналарының пішінін қайталайды.

Барлық деректер жинақталғаннан кейін толық термомеханикалық есептің шешімі мүмкін. Шешім нәтижесінде көлемді уақытша және қалдық дәнекерлеу кернеулері мен деформациялар анықталады (3-5 суреттер).

Қалдық кернеулер мен деформациялардың мәні бойынша алынған нәтижелер эксперименталды зертханалық өлшеулермен барабар салыстырылады [3]. Компьютерлік модель негізінде зерттеу бере алатын мүмкіндіктерді көрсету үшін механикалық әсердің көмегімен қалдық бойлық



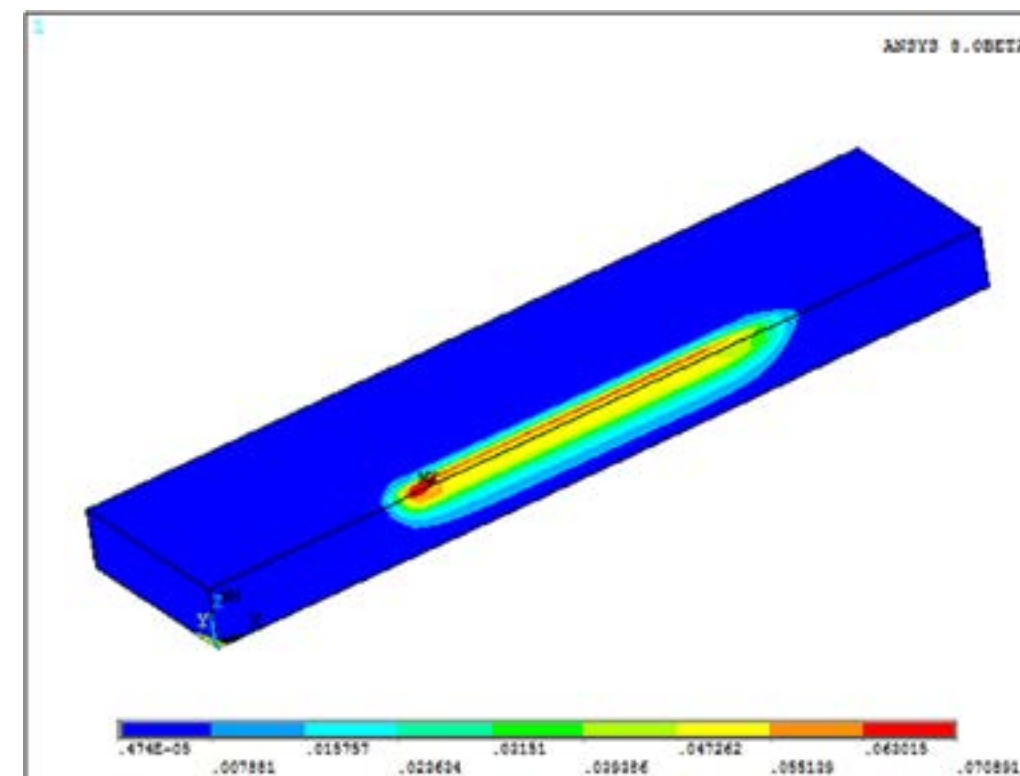
3-сурет – Уақытша балама кернеу



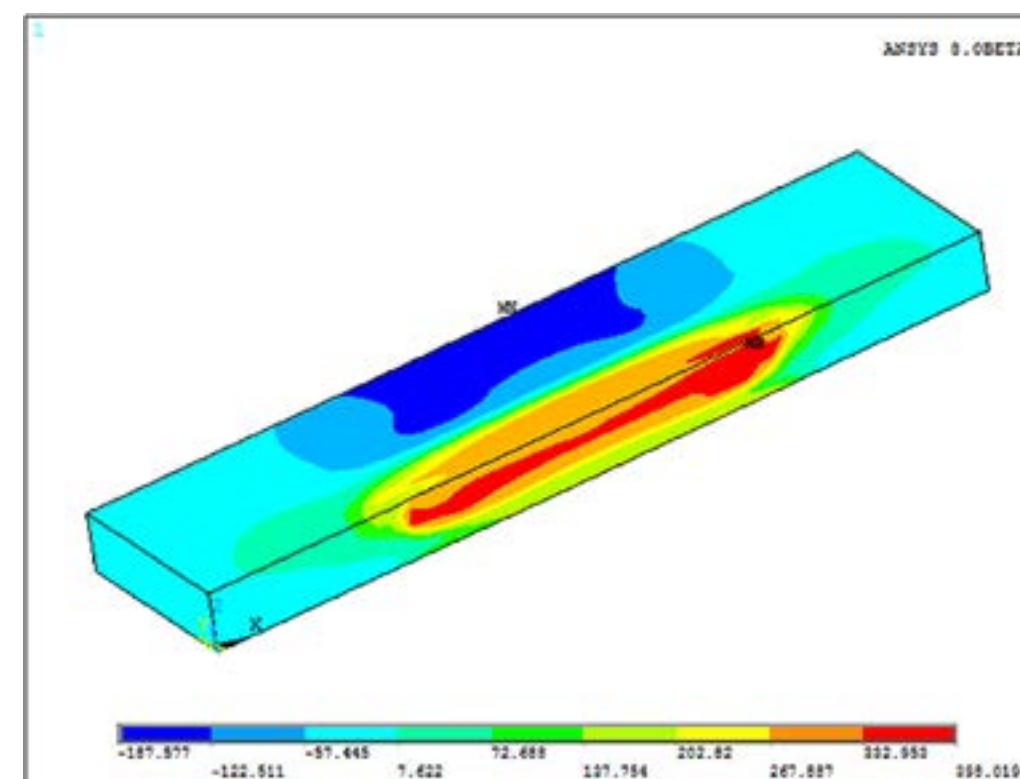
4-сурет – Қалдық эквивалентті кернеулер

кернеулерді төмендету бойынша мәселені шешеміз. Пластина шетіне болаттың осы түрінің ағымдылығының шегінен 0,6 мөлшерінде созыла-

тын жүктемені қолданамыз, содан кейін оны алып тастаймыз. Механикалық әсерге дейінгі бойлық кернеулер 7-суретте көрсетілген.



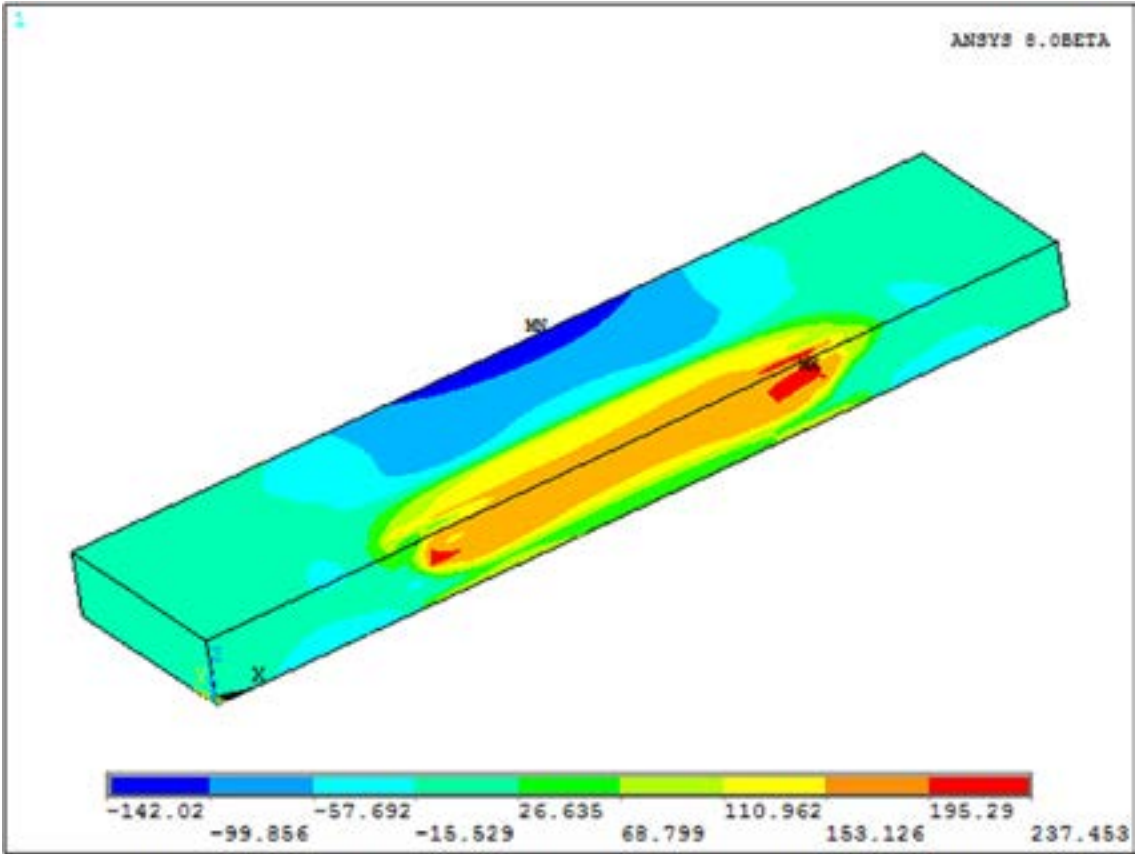
5-сурет – Қалдық эквивалентті деформациялар



6-сурет – Қалдық бойлық кернеулер әсер еткенге дейін

Қалдық бойлық кернеулер 40%-ға төмендеді. Алынған компьютерлік модель кернеу мен деформацияның барлық компоненттеріне кез келген әсерлердің (температуралық, механикалық)

әсерін егжей-тегжейлі талдауға мүмкіндік береді. Соның есебінен дәнекерлеуден кейін қауіпті қалдық факторларды жою бойынша кешенді әдістермені мақсатты түрде құру мүмкін болады.



7-сурет – Қалдық бойлық кернеулер әсерден кейін

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Теория сварочных процессов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров и др.; Под ред. В.М. Неровного. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 702 с.
2. Кархин В.А. Тепловые процессы при сварке. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. 640 с.
3. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: учеб. пособие для вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, Ю.Н. Аксенов и др.; Под ред. С.А. Куркина, В.М. Ховова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 464 с.
4. Копельман Л.А. Основы теории прочности сварных конструкций: учеб. пособие. 2-е изд., испр. СПб: Лань, 2010. 464 с.

REFERENCES

1. Teoriya svarochnykh protsessov / A.V. Konovalov, A.S. Kurkin, E.L. Makarov i dr.; Pod red. V.M. Nerovnogo. M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2016. 702 s.
2. Karkhin V.A. Teplovyye protsessy pri svarke. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2013. 640 s.
3. Komp'yuternoye proyektirovaniye i podgotovka proizvodstva svarnykh konstruktсий: ucheb. posobiye dlya vuzov / S.A. Kurkin, V.M. Khovov, YU.N. Aksekov i dr.; Pod red. S.A. Kurkina, V.M. Khovova. M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2002. 464 s.
4. Kopol'man L.A. Osnovy teorii prochnosti svarnykh konstruktсий: ucheb. posobiye. 2-ye izd., ispr. SPb: Lan', 2010. 464 s.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_25
УДК 669.04:666.76

А.З. ИСАГУЛОВ, д.т.н., профессор, и.о. исполнительного директора,
М.К. ИБАТОВ, д.т.н., профессор, и.о. Председателя правления – ректор,
***А.М. ДОСТАЕВА**, доктор PhD, ст. преподаватель кафедры НТМ,
Св.С. КВОН, к.т.н., профессор кафедры НТМ,
В.Ю. КУЛИКОВ, к.т.н., профессор кафедры НТМ,
С.К. АРИНОВА, преподаватель кафедры НТМ,
Карагандинский технический университет
*автор-корреспондент

Исследование пористости и газопроницаемости
шамотных изделий, сформированных в условиях
двухстадийного прессования

Ключевые слова: пористость, шамот, газопроницаемость, суспензия, огнеупорность

В настоящее время имеется тенденция интенсификации большинства процессов, которые происходят при высоких температурах. Это, в свою очередь, вызывает необходимость повысить эксплуатационные свойства огнеупорных изделий. В целом в металлургии потребляется до 70% огнеупорных изделий [1-4].

Ранее [5-7] были определены следующие компоненты смеси: в качестве основного наполнителя шамот фракции 2-3 мм – 60%; 6% – шамот мелкой фракции (0,3-0,4 мм); 34% глинистая суспензия на основе глины месторождения Белое Глинище и технологические режимы изготовления огнеупорных изделий (прессование образцов из шихты проводили в течение 12 секунд, базовым (начальным) являлось давление 22 МПа, которое через 7-8 секунд повышали до 27 МПа. Далее спекание проводится при температуре 125-1270°С в течение 12 часов.

С целью снижения и выравнивания внутренних напряжений огнеупорного формованного изделия и, как следствие, повышения срока его службы в металлургических агрегатах прессование проводили в течение 6 секунд под давлением 22 МПа, затем снимали давление и выдерживали для релаксации напряжений огнеупорное изделие в течение 6-7 секунд, затем следует допрессовка в течение 8 секунд под давлением 27 МПа, после чего давление снимается полностью.

Техническим результатом явилось повышение однородности состава и плотности во всем объеме изделия за счет использования перерыва между прессованием и допрессовкой с целью релаксации напряжений значения давления при прессовании относительно базового.

Изготовленные таким образом кирпичи имеют низкие и равномерные внутренние напряжения, однородность состава и однородную плотность во всем объеме изделия.

Экспериментальным подтверждением предлагаемого способа являются результаты испытаний, проведенных в Испытательной лаборатории инженерного профиля (ИЛИП) и Центре жаропрочных сплавов Карагандинского государственного технического университета.

Определяли плотность в четырех разных точках кирпичей, полученных с использованием снятия давления для релаксации и изготовленные последовательным двухстадийным прессованием без перерыва.

Взвешивание компонентов проводили на аналитических весах Shimadzu AX-200. Смешивание огнеупорной массы проводили на лабораторных катковых бегунах. Прессование проводили в пресс-форме размером 250×120×65 мм. Давление с помощью компрессора через пресс подавалось на огнеупорную массу. Первоначальное давление составляло 22 МПа, после 6 с формообразования оно увеличивалось до 27 МПа. В другой серии между двумя стадиями прессования использовали перерыв в течение 6-7 секунд.

По истечении процесса формообразования давление снималось полностью. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

На рисунке 1 представлены микроструктуры поверхности образцов, полученных в разных условиях прессования.

Видно, что прессование с использованием перерыва между двумя стадиями позволяет получить более плотную упаковку частиц, что положительно сказывается на шлакоустойчивости.

Проведенные испытания подтверждают эффективность предлагаемого способа формования огнеупорных (шамотных) масс.

Для установления взаимосвязи между газопроницаемостью и пористостью были проведены исследования пористости полученного огнеупора на порозиметре PoreMaster 60 (рисунки 2, 3).

Таблица 1 – Плотность огнеупоров, сформированных при различных параметрах формообразования		
№ образца	Прессование без использования перерыва, г/см³	Прессование с использованием перерыва, г/см³
1	1,876	1,853
2	1,912	1,869
3	1,859	1,842
4	1,816	1,855



а



б

а – прессование без использования перерыва; б – прессование с использованием перерыва, × 100
Рисунок 1 – Поверхности огнеупорных образцов

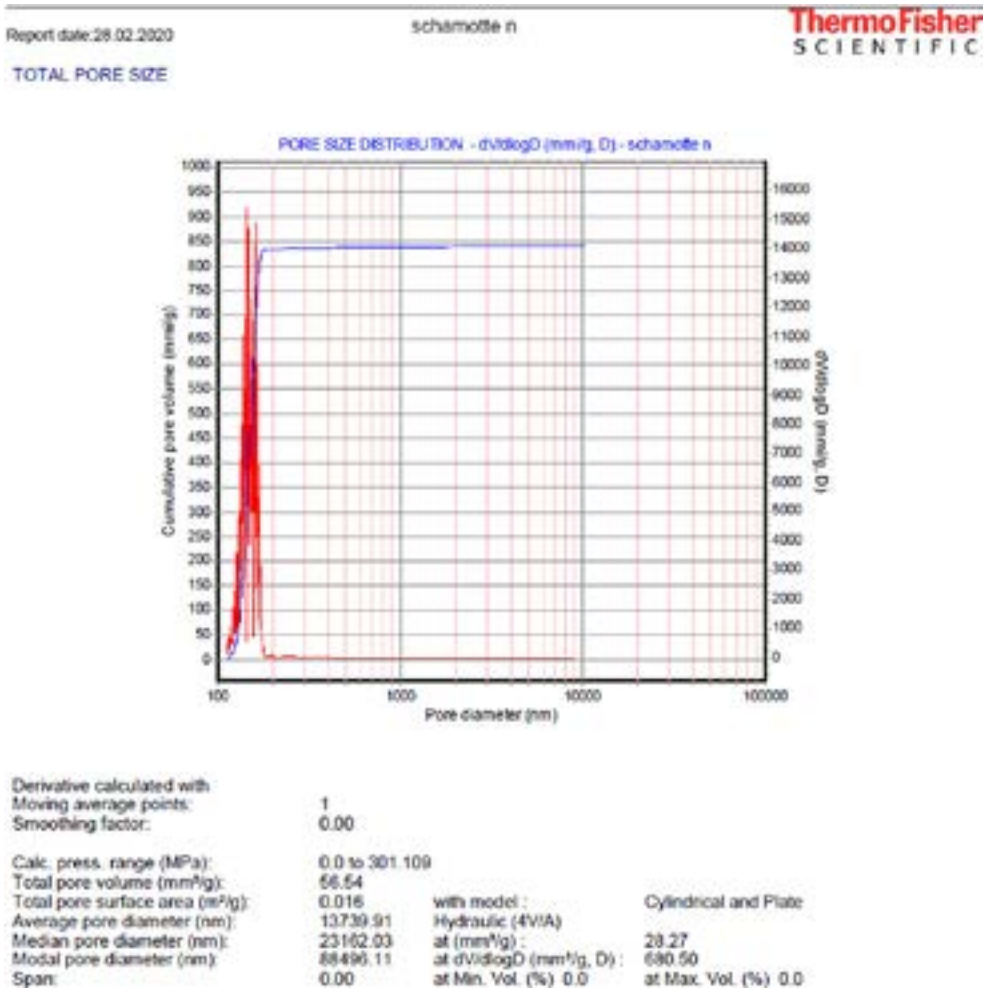


Рисунок 2 – Порограмма образца без спекания

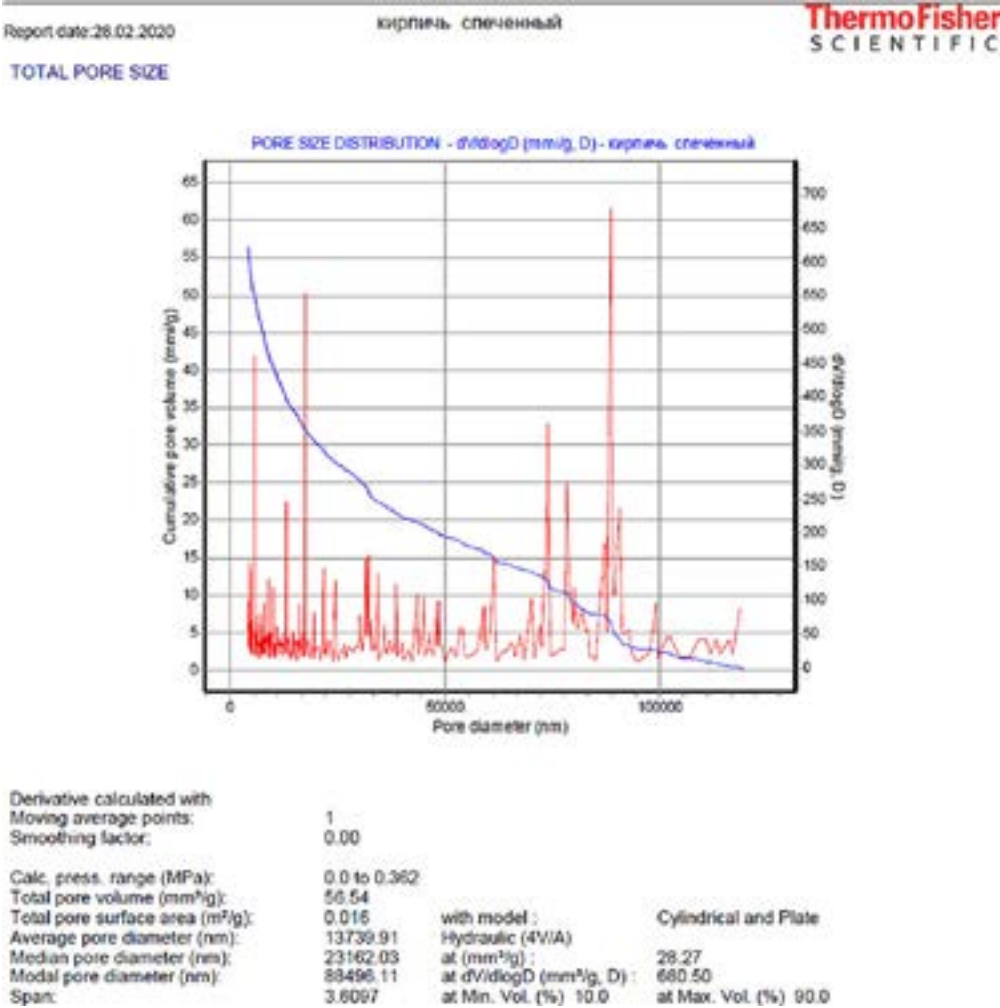


Рисунок 3 – Порограмма образца после спекания

Известно, что различается общая пористость, в которую включаются все поры тела и пористость открытая (соответствие ГОСТ 2409-80). В зависимости от характера пористости материала значительно меняется продолжительность службы огнеупорных изделий в металлургических агрегатах.

Из порограмм видно, что после спекания увеличивается средний размер пор (с 200 нм до 3500 нм), однако в целом открытая пористость, способствующая снижению шлакоустойчивости, снижается.

В таблице 2 приведены данные по кажущейся плотности, газопроницаемости и пористости огнеупора в зависимости от прилагаемого давления прессования.

Как видно из данных таблицы 2, использование двухстадийного прессования в большей степени влияет на исследуемые характеристики, чем только базовое прессование.

Таким образом, увеличение давления при прессовании будут способствовать снижению газопроницаемости и пористости и их выравниванию по объему кирпичей.

Следовательно, получены оптимальные тех-

нологические режимы изготовления кирпичей в производственных условиях и исследовано влияние технологических режимов прессования и обжига на структуру и размер пор в кирпиче.

В процессе обжига образцов как в глинистой связке, так и в частицах шамота имеют место физико-химические процессы. Известно, что при температуре порядка 150-200°C происходит выделение остаточной гигроскопической влаги. В этот момент при значительном образовании водяных паров они могут конденсироваться на изделиях, что приведет к возникновению таких дефектов, как посечки и трещины. При повышенной остаточной влажности смеси, необходимо медленнее ее нагревать. Далее при нагреве смеси до 450-550°C в глинистой связке каолинит разлагается, выделяя при этом химически связанную воду, что приводит к возникновению незначительной линейной усадки (менее 0,5%). В температурном диапазоне 600-900°C возникает объемное изменение, которое является равномерным и соответствует линейной усадке до 2,5%. Также при этом повышается прочность кирпичей. В этом диапазоне также происходит окисление углеродных примесей и сульфидов, разложение карбонатов

кальция и магния.

Изменение пористости при обжиге менее значительно, чем изменение пористости при прессовании, следовательно, структура изделия оправляется исходной массой компонентов. При этом структура исходных компонентов при обжиге меняется качественно: величина пор повышается, а их удельная поверхность сокращается (таблица 3).

Таким образом, на основе проведенных лабораторных и производственных исследований подтверждено, что предлагаемый состав и тех-

нологические режимы позволяют изготавливать огнеупорные изделия (кирпичи) с пониженной и равномерной пористостью и повышенной термостойкостью.

Данные исследования проведены в рамках реализации гранта Комитета науки МОН РК АР05130230 «Разработка и внедрение технологии изготовления огнеупорных материалов для металлургической промышленности с оптимальной пористостью и повышенной термостойкостью».

Таблица 2 – Данные кажущейся плотности, газопроницаемости и пористости кирпичей, полученных в лабораторных и промышленных условиях в зависимости от прилагаемого давления прессования								
№	1	2	3	4	5	6	7	8
Давление при формообразовании, МПа	19	19	22	22	25	25	28	28
Увеличение давления в процессе формообразования, МПа	0	5	0	5	0	5	0	5
Кажущаяся плотность изделий, полученных в лабораторных условиях, г/см³	1,72	1,82	1,83	1,90	1,85	1,92	1,93	1,94
Кажущаяся плотность изделий, полученных в производственных условиях, г/см³	1,70	1,83	1,81	1,91	1,82	1,93	1,91	1,94
Газопроницаемость К образцов, полученных в лабораторных условиях, м³ × см / м² × ч × мм рт. ст.	0,25	0,24	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,16
Газопроницаемость К образцов, полученных в производственных условиях, м³ × см / м² × ч × мм рт. ст.	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14
Пористость образцов, полученных в лабораторных условиях, %	23	20	21	19	17	13	14	11
Пористость образцов, полученных в производственных условиях, %	21	19	18	15	16	12	14	11

Таблица 3 – Изменение пористости огнеупорной массы по мере технологических операций			
Операция	Открытая пористость, %	Размер пор в среднем, мм	Прочность, МПа
Сырая масса	21,7	1,12	11,3
После основного прессования	19,5	0,87	17,9
После допрессовки	17,4	0,52	19,6
После обжига	15,2	0,69	23,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробейников В.В., Ткаченко С.С. Энергосберегающие нагревательные агрегаты нового поколения // Литье и металлургия. – 2017. – № 3 (88). – С. 34-38.

2. Кремер Р., Лутц Р. Повышение качества фасонных огнеупорных изделий за счет современной технологии прессования // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007. – № 4. – С. 31-35.

3. Юсупходжаев А.А., Мирзажонова С.Б., Саидходжаева Ш. и др. Физико-химические процессы на границе раздела расплав – огнеупор в металлургических плавильных печах // International Scientific and Practical Conference World science. – 2016. – Т. 1. – № 11 (15). – С. 38-40.

4. Issagulov A., Kulikov V., Issagulova D. et al. Developing technological process of obtaining guality casts // Metalurgija (Zagreb, Croatia). – 2014. – Т. 53. – № 4. – С. 601-604.

5. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Квон С.С. и др. Влияние технологических параметров на изготовление шамотных кирпичей с высокой термостойкостью и прочностью // Литейщик России. 2018. – № 4. – С. 36-41.

6. Квон С.С., Куликов В.Ю., Достаева А.М. и др. Выбор глинистой связки огнеупорной массы для футеровки разливочных ковшей // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 8 (139). – С. 131-142.

7. Исагулов А.З., Ибатов М.К., Квон С.С. и др. Выбор состава шамотной смеси для огнеупорных изделий // Metallurgy mashinostroyeniya. – 2019. – № 4. – С. 5-7.

REFERENCES

1. Korobeynikov V.V., Tkachenko S.S. Energoberegayushchiye nagrevatel'nyye agregaty novogo pokoleniya // Lit'ye i metallurgiya. – 2017. – № 3 (88). – С. 34-38.

2. Kremer R., Lutts R. Povysheniye kachestva fasonnykh ogneupornykh izdeliy za schet sovremennoy tekhnologii pressovaniya // Ogneupory i tekhnicheskaya keramika. – 2007. – № 4. – С. 31-35.

3. Yusupkhodzhaev A.A., Mirzazonova S.B., Saidkhodzhaeva SH. i dr. Fiziko-khimicheskiye protsessy na granitse razdela rasplav – ogneupor v metallurgicheskikh plavil'nykh pechakh // International Scientific and Practical Conference World science. – 2016. – Т. 1. – № 11 (15). – С. 38-40.

4. Issagulov A., Kulikov V., Issagulova D. et al. Developing technological process of obtaining guality casts // Metalurgija (Zagreb, Croatia). – 2014. – Т. 53. – № 4. – С. 601-604.

5. Isagulov A.Z., Kulikov V.YU., Kvon S.S. i dr. Vliyaniye tekhnologicheskikh parametrov na izgotovleniye shamotnykh kirpichey s vysokoy termoustoychivost'yu i prochnost'yu // Liteyshchik Rossii. 2018. – № 4. – С. 36-41.

6. Kvon S.S., Kulikov V.YU., Dostayeva A.M. i dr. Vybory glinistoy svyazki ogneupornoy massy dlya futerovki razlivochnykh kovshey // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – Т. 22. – № 8 (139). – С. 131-142.

7. Isagulov A.Z., Ibatov M.K., Kvon S.S. i dr. Vybory sostava shamotnoy smesi dlya ogneupornykh izdeliy // Metallurgiya mashinostroyeniya. – 2019. – № 4. – С. 5-7.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_29
УДК 669.168

А.А. АКБЕРДИН¹, д.т.н., профессор, зав. лабораторией Бор,
А.З. ИСАГУЛОВ², д.т.н., профессор, и.о. исполнительного директора,
А.С. КИМ¹, д.т.н., г.н.с. лаборатории Бор,
***Р.Б. СУЛТАНГАЗИЕВ²**, доктор PhD, преподаватель кафедры НТМ,
Д.Р. АУБАКИРОВ², докторант кафедры НТМ,
¹Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,
²Карагандинский технический университет
*автор-корреспондент

Экспериментальные исследования по производству борбариевого ферросплава

Ключевые слова: баритовая руда, боратовая руда, плавка, ферросплав, фаза, борид железа, гексаборид бария, коэффициент извлечения

Бор и барий относятся к эффективным легирующим и модифицирующим элементам [1-4]. Сплавы бора производят преимущественно в виде ферробора, содержащего от 6 до 17% бора. Получают его дорогостоящим алюминотермическим способом из-за использования чистого борного ангидрида и металлического алюминия в качестве восстановителя [5]. Ферробор в Казахстане не производят. Наиболее распространенным сплавом бария является силикобарий, выплаваемый из природных баритовых руд карботермическим способом [6]. Производство этого металла было налажено на Аксуском заводе ферросплавов, но объёмы его выплавки значительно уступают таковым традиционных ферросплавов. Возможной

причиной этого является высокое содержание в нем Si (до 65%), затрудняющего получение низкокремнистых сталей. В настоящей работе сочли целесообразным организовать производство бинарного борбариевого ферросплава. Рассчитывали, что одновременное присутствие в нем бария и бора должно обеспечить ему высокую востребованность промышленностью для повышения качества черных и цветных металлов. Расчет шихты для предстоящих плавок вели на фазовый состав, поскольку он определяет свойства получаемого металла. Ориентировались при этом на построенную нами диаграмму фазового состава системы Fe-C-Ba-B (рисунок 1). Сочли целесообразным формировать металл

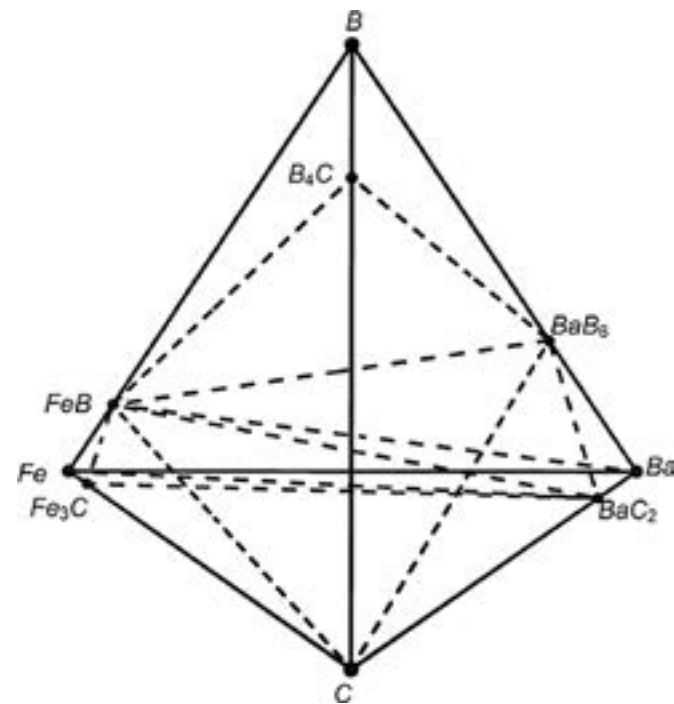


Рисунок 1 – Диаграмма фазового состава системы Fe-C-Ba-B

только из бор- и барийсодержащих фаз: FeB, B₄C, BaC₂ и BaB₆. Планируемый фазовый и химический состав металла и шихт показан в таблице 1. Перед плавками было решено смоделировать высокотемпературный процесс с использованием термодинамических комплексов [7,8] на предмет возможности получения запланированных сплавов. В качестве примера полученные результаты для шихт 1 и 11 показаны на рисунках 2 и 3. Полученные данные позволяют предположить, что при карботермической переработке

шихты из BaO, B₂O₃ и Fe металл будет формироваться из таких фаз, как FeB, BaB₆, B₄C. Причём если появления борида железа (FeB) и карбида бора (B₄C) в заметных количествах можно ожидать при умеренных температурах (1600-1800 К), то гексаборида бария (BaB₆) – при более высоких температурах (2000-2200 К). Первые опыты провели на печи сопротивления Таммана с использованием оксидов бора и бария. Их результаты показаны в таблице 2 под номерами 1-8. Можно видеть, что достигается

Таблица 1 – Составы шихт для плавки

№ шихты	Планируемый состав металла, %								Расход оксидов и восстановителя в шихту		
	Фазовый					Химический					
	BaB ₆	FeB	Fe	Ba	B	Fe	Ba	B	BaO	B ₂ O ₃	C
1	5	95	-	-	-	79,6	3,4	17	3,79	54,74	39,65
2	10	90	-	-	-	75,41	6,8	17,79	7,58	57,28	41,78
3	15	85	-	-	-	71,22	10,19	18,59	11,37	59,86	43,91
4	25	75	-	-	-	62,84	16,98	20,18	18,95	64,98	48,19
5	35	65	-	-	-	54,46	23,77	21,77	26,62	70,09	52,47
6	50	50	-	-	-	41,89	33,96	24,15	37,92	77,77	58,8
7	65	35	-	-	-	29,33	44,15	26,52	49,44	85,39	65,24
8	75	25	-	-	-	20,95	50,94	28,11	56,85	90,52	68,51
9	58,9	35,81	-	-	5,29	30	40	30	44,64	96,6	70,97
10	58,9	23,87	-	-	17,23	20	40	40	44,64	128,8	89,69
11	44,17	53,72	-	-	2,11	45	30	25	33,48	80,5	59,71

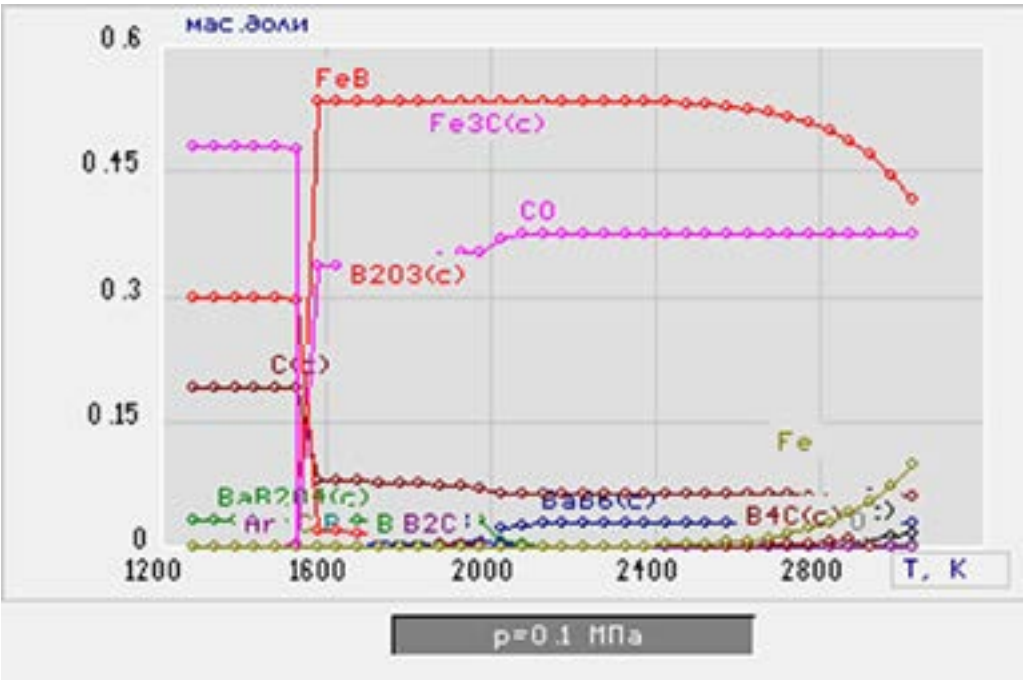


Рисунок 2 – Результаты моделирования производства сплава 1 с использованием оксидов бария и бора в диапазоне температур 1273-3000 К



Рисунок 3 – Результаты моделирования производства сплава 11 с использованием оксидов бария и бора в диапазоне температур 1273-3000 К

Таблица 2 – Составы опытных сплавов

Сплав	Химический состав, %					K _B , %	K _{Ba} , %
	Fe	C	B	Ba	Si		
1	89,51	2,91	6,61	0,49	0,48	38,9	14,4
2	86,88	3,03	9,57	0,04	0,48	53,5	0,60
3	87,82	3,63	8,18	0,29	0,08	43,3	2,8
4	89,53	3,35	6,96	0,08	0,08	34,5	5,9
5	90,55	2,73	4,84	0,99	0,89	22,2	3,7
6	85,13	2,19	11,58	1,10	0,85	47,9	3,2
7	84,35	1,85	12,20	1,40	0,92	46,0	3,1
8	76,83	1,42	18,7	2,10	0,95	66,5	4,1
9	92,7	0,65	5,2	1,4	1,2	17,3	3,5
10	88,7	0,55	8,2	2,5	1,1	32,8	8,3

удовлетворительное извлечение бора (K_B) и низкое бария (K_{Ba}). Последнее объясняется невозможностью достижения на печи Таммана необходимых для восстановления бария температур (2000-2200 К). Специальными замерами установлено, что предельно достигаемая на печи Таммана температура составляет 1973 К.

Чистые оксиды бора и бария являются дорогостоящими материалами и поэтому в дальнейшем во второй серии опытов использовали природные материалы (таблицы 3 и 4).

Результаты плавки с использованием природных материалов приведены в таблице 2 под номерами 9 и 10. Коэффициент извлечения бора находится в пределах 17,3-32,8%, а бария – 3,5-8,3%. Заметное снижение коэффициента извлечения бора в металл в этом случае можно объяснить присутствием бора в загружаемой боратовой руде в виде бората кальция $Ca_2B_2O_5$ (рисунок 4), где активность бора понижена из-за его связанного состояния.

Однако, судя по химическому составу полу-

Таблица 3 – Химический состав колеманита, баритовой руды и железорудного концентрата

Материал	Содержание, %								
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	H ₂ O	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Fe ₃ O ₄	BaO	SO ₃
Колеманит	27,5	3,0	5,5	0,4	23,3	40,2	0,06	-	-
Баритовая руда	0,46	0,63	18,0	2,72	2,0	-	1,8	48,85	25,50
Железорудный концентрат	0,95	1,0	3,33	1,75			/92,57		1,0

Таблица 4 – Характеристика спецкокса

Материал	Содержание компонентов, масс. %										
	Технический анализ				Химический состав золы						
	C _{гв}	A ^p	V _{общ}	W ^a	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃
Спецкокс	96,0	2,4	1,6	4,54	6,80	60,82	23,45	3,00	2,43	0,38	3,12

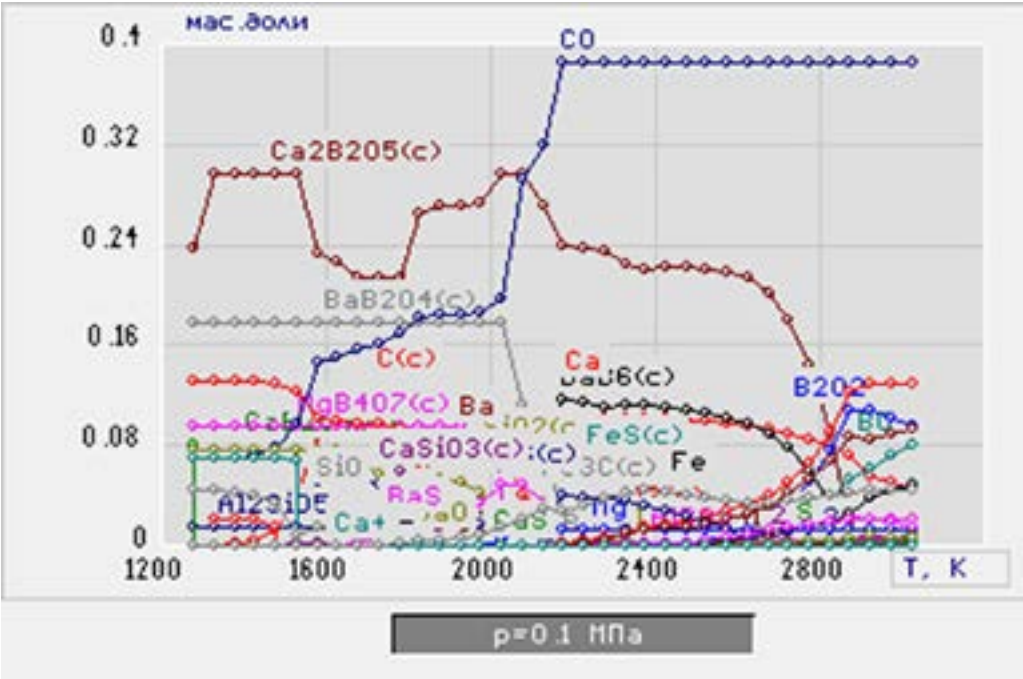


Рисунок 4 – Результаты моделирования производства сплава 9 с использованием баритовой руды и колеманита в диапазоне температур 1273-3000 К

ченного металла, можно считать доказанным возможность производства борбариевого ферросплава из природных материалов. Разрабатываемую технологию планируется реализовать на промышленных дуговых печах, где вполне достижимы необходимые для более полного восстановления бария и бора температуры, чем это имеет место на лабораторной печи Таммана.

Полученные данные позволяют сделать следующее заключение. По данным полного термодинамического анализа возможно производство

ферросплава, одновременно содержащего бор и барий. В металле они должны содержаться в виде таких фаз, как борид железа (FeB) и гексаборид бария (BaB_6). Образование боридов железа возможно при умеренных температурах (1600-1800 К), а гексаборидов бария при высоких (2000-2200 К). Проведены опытные плавки на печи сопротивления Таммана. Доказано, что как с использованием оксидов бария и бора, так и содержащих их природных баритовых и боратовых руд возможно производство нового борбариевого ферросплава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кюку Д., Нэва Н. и Фасевич Ю. Влияние бора на структуру и свойства стали // Сборник 65 мирового литейного конгресса. 2002. С. 48-48.

2. Вдовин К. Н., Зайцева А. А. Влияние бора на твердость валкового чугуна // Межрег. сб. науч. тр. – Теория и технология металлургического производства. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. № 9. С. 133-136.

3. Голубцов В.А., Рябчиков И.В., Ахмадеев А.Ю. Модифицирование коррозионностойкой стали барийсодержащими сплавами // Чёрная металлургия. Бюл. НТИ. – 2008. – № 7. – С. 15-17.

4. Дерябин А.А., Добужская А.Б. Исследование эффективности процессов раскисления, модифицирования и микролегирования рельсовой стали // Сталь. – 2000. – № 11. – С. 38-43.

5. Рожихина И.Д., Нохрина О.И. Теория и технология производства ферросплавов // Учебное пособие. – Сибирский государственный индустриальный университет. Часть 2. – Новокузнецк, 2006. – 213 с.

6. Григорьев Ю.В. Термодинамический анализ совместного восстановления кремния и бария углеродом / Ю.В. Григорьев, И.В. Рябчиков, В.Е. Рошин // Изв. вузов. Черная металлургия. 2005. – № 7. С. 3-5.

7. Трусов Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий в плазмохимических системах. 3-й международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. Сб. материалов. – Т.И. – Иваново, 2002. С. 217-220.

8. Roine, A. Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical reactions and Equilibrium software with extensive thermochemical database / A. Roine // Pori: Outokumpu research OY. 2002 (www.outotec.com).

REFERENCES

1. Kyuku D., Neva N. i Fasevich YU. Vliyanie bora na strukturu i svoystva stali // Sbornik 65 mirovogo liteynogo kongressa. 2002. S. 48-48.

2. Vdovin K. N., Zaytseva A. A. Vliyanie bora na tverdot' valkovogo chuguna // Mezhreg. sb. nauch. tr. – Teoriya i tekhnologiya metallurgicheskogo proizvodstva. – Magnitogorsk: GOU VPO «MGТУ», 2009. № 9. S. 133-136.

3. Golubtsov V.A., Ryabchikov I.V., Akhmadayev A.YU. Modifitsirovaniye korrozionnostoykoy stali bariysoderzhashchimi splavami // Chornaya metallurgiya. Byul. NТИ. – 2008. – № 7. – S. 15-17.

4. Deryabin A.A., Dobuzhskaya A.B. Issledovaniye effektivnosti protsessov raskisleniya, modifitsirovaniya i mikrolegirovaniya rel'sovoy stali // Stal'. – 2000. – № 11. – S. 38-43.

5. Rozhikhina I.D., Nokhrina O.I. Teoriya i tekhnologiya proizvodstva ferrosplavov // Uchebnoye posobiye. – Sibirskiy gosudarstvennyy industrial'nyy universitet. Chast' 2. – Novokuznetsk, 2006. – 213 s.

6. Grigor'yev YU.V. Termodinamicheskiy analiz sovmestnogo vosstanovleniya kremniya i bariya ugleterodom / YU.V. Grigor'yev, I.V. Ryabchikov, V.Ye. Roshchin // Izv. vuzov. Chernaya metallurgiya. 2005. – № 7. S. 3-5.

7. Trusov B.G. Programmnaya sistema TERRA dlya modelirovaniya fazovykh i khimicheskikh ravnovesiy v plazmokhimicheskikh sistemakh. 3-y mezhdunarodnyy simpozium po teoreticheskoy i prikladnoy plazmokhimii. Sb. materialov. – T.I. – Ivanovo, 2002. S. 217-220.

8. Roine, A. Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical reactions and Equilibrium software with extensive thermochemical database / A. Roine // Pori: Outokumpu research OY. 2002 (www.outotec.com).

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_33
УДК 669.223.31

А. НАРЕМБЕКОВА, к.т.н, доцент,
***З.Ш. ТОКЕНОВА**, магистрант,
Карагандинский технический университет, кафедра НТМ
*автор-корреспондент

Альтернативная технология переработки медьсодержащих растворов

Ключевые слова: гидрометаллургия, медьсодержащий раствор, аммиак, сульфат аммония, электролиз, нейтрализация, кристаллизация, медно-никелевый сплав, медно-арсенатный кек

В настоящее время накоплены миллионы тонн забалансовых руд, не пригодных для переработки в пирометаллургическом цикле; значительно возрос объем оборотных медьсодержащих продуктов самого пирометаллургического производства (пыли, возгоны), в котором целесообразно использовать гидрометаллургические приемы [1].

Среди проблем, возникающих в последнее

время при производстве меди, надо отметить следующие: существенное изменение сырьевой базы, необходимость комплексного использования сырья, экологическая обстановка промышленного региона. Значительно сократилось количество добываемых руд с высоким содержанием меди; рентабельный минимум его при переработке руд составляет 0,6-0,8% Cu, а при переработке отвалов – даже 0,25-0,3% Cu.

Предпосылки разработки и создания гидрометаллургических способов извлечения меди остаются в основном прежними, а именно:

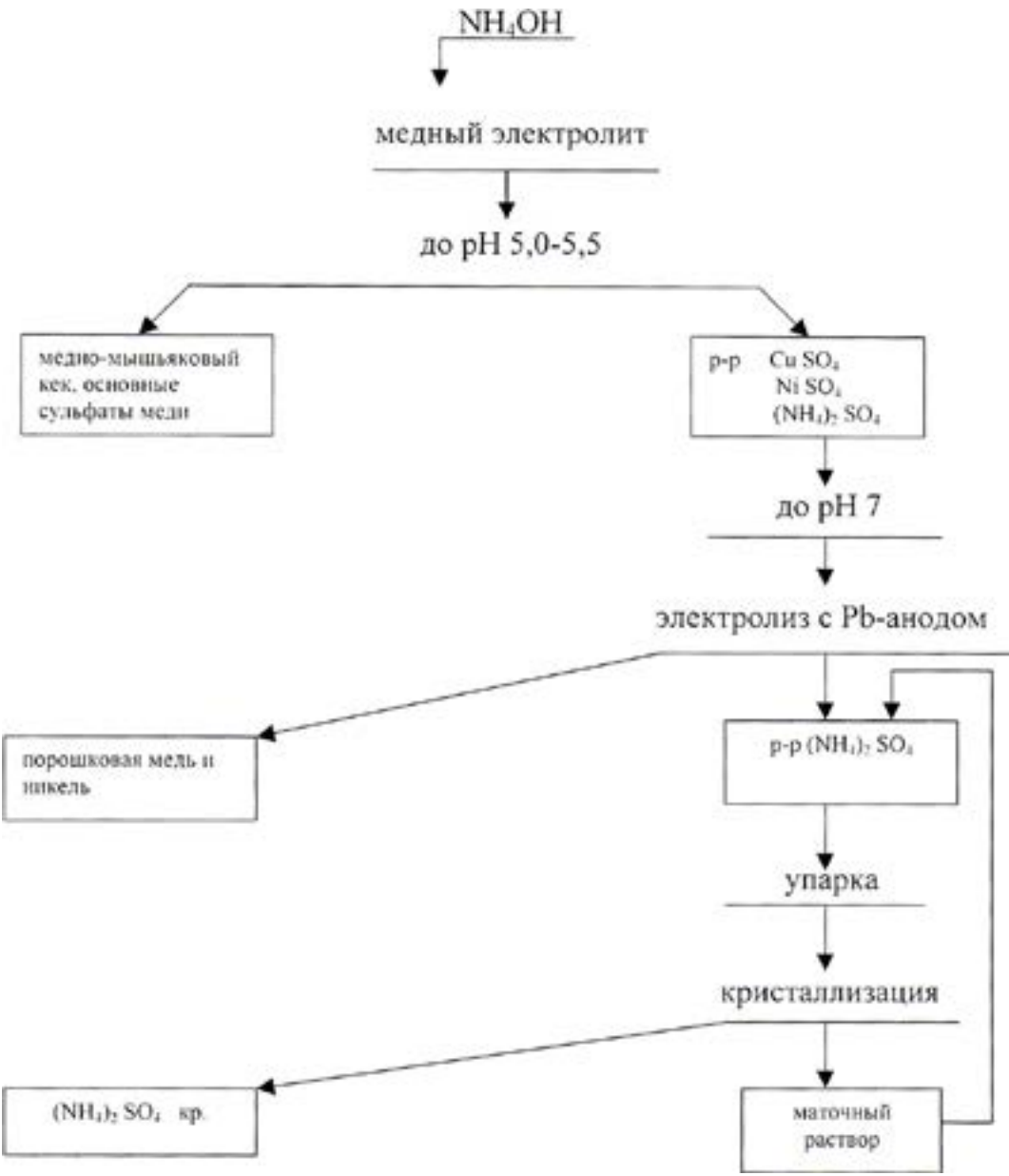
- существенное снижение содержания меди в исходном природном сырье, увеличение в нем нежелательных примесей;
- повышение требований к обеспечению охраны окружающей среды;
- необходимость повышения комплексности использования сырья.

Считается, что гидрометаллургическая переработка сульфидного медного сырья может представлять большой интерес с точки зрения доводки медно-никелевых, медно-цинковых, медно-свинцово-цинковых продуктов обогащения при получении высококачественного сырья для медеплавильного производства и извлечения со-

путствующих элементов.

Авторами [2,3] предложена новая технология переработки медного электролита, обеспечивающая полную ликвидацию жидких, газообразных отходов, а также полный вывод вредных примесей (мышьяка), исключая их возврат в производство. Схема технологии представлена на рисунке 1.

Предлагаемая технология включает нейтрализацию электролита аммиаком с осаждением мышьяка и части меди в виде медно-арсенатного кека. Оставшиеся в растворе медь и никель выделяют электролизом в ваннах с нерастворимыми анодами с получением на катоде медно-никелевого порошка. После электролиза раствор выпаривают с получением сульфата аммония. Маточные растворы после кристаллизации сульфата аммо-



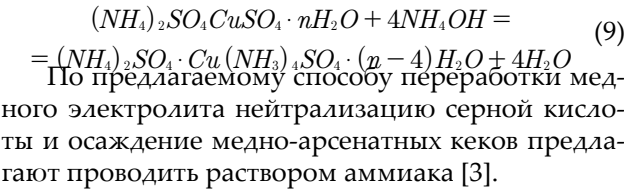
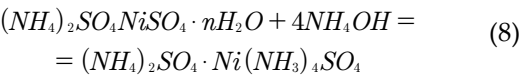
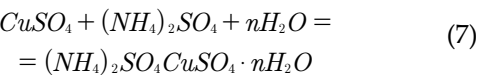
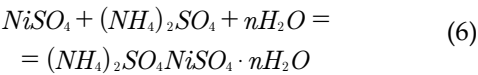
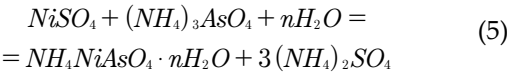
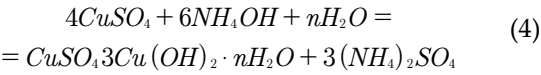
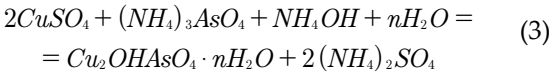
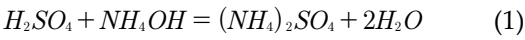
ния возвращают на выпарку либо на электролитическое доизвлечение меди и никеля (при их накоплении).

Таким образом, по аммиачной технологии получают следующие продукты (промпродукты):

- 1. Сульфат аммония – минеральное удобрение.
- 2. Медно-никелевый порошок – промпродукт для порошковой металлургии, а также для получения медно-никелевых сплавов.

3. Медно-арсенатный кек – промпродукт, перерабатываемый по отдельной технологии.

В процессе нейтрализации электролита аммиаком имеют место следующие основные реакции:



Электролит объемом 1 л и состава, кг/м³: меди – 35,5; никеля – 3,0; мышьяка 19,0; серной кислоты – 155,0 нагревали до 85°C, нейтрализацию серной кислоты проводили раствором аммиака при постоянном перемешивании. Перемешивание проводили с помощью механической мешалки. Продолжительность процесса 1 час. Выделившийся мышьяк в виде медно-мышьякового кека и основной сульфат меди фильтровали, промывали водой. На нейтрализацию серной кислоты, осаждение медно-мышьякового кека и основного сульфата меди расходуется 350 г раствора аммиака (плотностью 0,916 кг/м³).

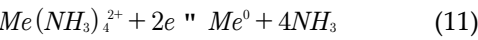
Результаты исследований представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, при pH 4,5 в электролите еще присутствует серная кислота и мышьяк. Последний полностью удаётся выделить в медно-мышьяковый кек при pH равном 5,0, однако при pH = 6,0 содержание меди в растворе составляет 2,5 кг/м³, что обусловлено процессом образования комплекса.

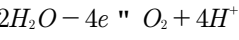
Поскольку аммиаком невозможно осадить

медь нацело из раствора, образующегося после нейтрализации и осаждения мышьяка, проводили электрохимическое осаждение металлов.

Медь и никель извлекали из раствора за счет восстановления на катоде ионов металлов и их аммиачных комплексов с образованием медно-никелевого порошка по реакциям:



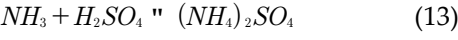
На аноде выделяется кислород и образуется свободная серная кислота.



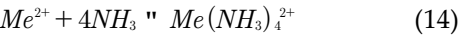
Образующаяся на аноде кислота реагирует с высвобождающимся на катоде аммиаком (реакция 11) с образованием в объеме раствора сульфата аммония.



или в молекулярной форме:



Высвобождение аммиака на катоде и аммиака на аноде должно быть стехиометрически сбалансировано. Такой баланс достигается при мольном отношении Cu/NH₃ в исходном растворе на уровне 2 (чему соответствует pH 6-7). При Cu/NH₃ > 2 в растворе накапливается свободная кислота; при Cu/NH₃ < 2 накапливается избыточный аммиак, снижающий активность ионов меди и никеля за счет комплексообразования:



Как повышение кислотности, так и снижение активности ионов металлов в растворе приводят к падению выхода по току на последних стадиях электролиза за счет выделения водорода на катоде:



Таким образом, для достижения оптимального соотношения Cu/NH₃ = 2, поступающий на электролиз раствор должен иметь pH 6-7. Электролиз следует проводить до остаточного содержания меди в растворе на уровне 1,0-0,7 кг/м³, когда выделение водорода становится существенным и выход по току падает.

Для исследования брали 1 л раствора, содержащего, кг/м³: меди – 2,7; никеля – 3,0; сульфата аммония – 250; pH 7 (таблица 1). Раствор подвергали электролизу с нерастворимым (свинцовым) анодом при комнатной температуре до полного удаления меди и никеля из раствора (менее 0,05 кг/м³) в форме порошка при плотности тока 150-400 А/м². Результаты исследований приведены в таблице 2.

При pH 7 и выше происходит смещение электрохимических потенциалов металлов и идет совместное осаждение меди и никеля в виде порошка.

Выход по току наиболее высокий при плотности тока 200 А/м², в других опытах осаждение меди и никеля достигается за счет больших затрат электроэнергии, т.е. происходит уменьшение выхода по току.

Очищенный от меди и никеля раствор упаривают и проводят кристаллизацию сульфата аммония, остаточный маточный раствор возвращают и смешивают с новой порцией электролита.

Разработанный аммиачный способ нейтрализации серной кислоты, осаждение мышьяка из электролита в сочетании с электрохимическим методом выделения меди и никеля в виде порошка, получением товарного продукта – сульфата аммония позволяет проводить полную переработку медного электролита, замкнуть технологический цикл [3].

Аммиачный способ переработки медного электролита обеспечивает получение товарного продукта – сульфата аммония, применяемого в

Таблица 1 – Результаты нейтрализации медного электролита аммиаком				
Состав электролита до опытов, кг/м³	Продолжительность процесса, т, час	Температура, t°C	pH	Состав электролита после опытов, кг/м³
Cu – 35 Ni – 3,0 As – 19,0 H₂SO₄ – 150,0	1	85	3,0	Cu – 4,2 Ni – 3,0 As – 0,9 H₂SO₄ – 6,0
Cu – 35 Ni – 3,0 As – 19,0 H₂SO₄ – 150,0	1	85	4,5	Cu – 3,3 Ni – 3,0 As – 0,2 H₂SO₄ – 1,5
Cu – 35 Ni – 3,0 As – 19,0 H₂SO₄ – 150,0	1	85	5,0	Cu – 2,3 Ni – 3,0 As – 0 H₂SO₄ – 0
Cu – 35 Ni – 3,0 As – 19,0 H₂SO₄ – 150,0	1	85	6,0	Cu – 2,5 Ni – 3,0 As – 0 H₂SO₄ – 0
Cu – 35 Ni – 3,0 As – 19,0 H₂SO₄ – 150,0	1	85	7,0	Cu – 2,7 Ni – 3,0 As – 0 H₂SO₄ – 0

Таблица 2 – Результаты опытов электролиза медного электролита

№ опытов	Плотность тока, А/м²	Продолжительность, час	Сила тока, А	Выход по току, %
1	150	5,3	1,2	78,0
2	200	3,8	1,6	82,0
3	300	2,7	2,4	77,0
4	400	2,1	3,2	15,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогожников Д.А., Карелов С.В., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Технология гидрометаллургической переработки сложного многокомпонентного сульфидного сырья // Металлург. 2013. № 3. С. 98-100.
2. Нарембекова А., Жарменов А.А. Бакеев М.И. и др. Аммиачная технология комплексной переработки отработанного медного электролита // Промышленность Казахстана. 2012. №5. С.66-67.
3. Патент РК №4266. Способ переработки медного электролита. Опул. 14.03.97.

REFERENCES

1. Rogozhnikov D.A., Karelov C.B., Mamyachenkov C.B., Anisimova O.S. Tekhnologiya gidrometallurgicheskoy pererabotki slozhnogo mnogokomponentnogo sul'fidnogo syr'ya // Metallurg. 2013. № 3. S. 98-100.
2. Narembekova A., Zharmenov A.A. Bakeyev M.I. i dr. Ammiachnaya tekhnologiya kompleksnoy pererabotki otrabotannogo mednogo elektrolita // Promyshlennost' Kazakhstana. 2012. №5. S.66-67.
3. Patent RK №4266. Sposob pererabotki mednogo elektrolita. Opubl. 14.03.97.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_37
УДК 622.765.06

***Н.К. ОМАРОВА¹**, к.т.н., доцент,
А.А. АМИРХАН¹, м.т.н., ст. преподаватель,
Р.Т. ШЕРЕМБАЕВА¹, к.т.н., и.о. доцента,
А.А. МУХТАР², к.т.н., доцент, зав. лаборатории «Обогащение руд»,
А.С. ОЛЖАБАЕВА¹, м.х.н., ассистент,
¹Карагандинский технический университет, кафедра ХиХТ,
²Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева
*автор-корреспондент

Исследования по разработке технологии переработки упорной золотосодержащей руды

Ключевые слова: гранулометрический состав, гравитация, флотация, схема, реагент, ксантогенат, вспениватель, регулятор среды, медный купорос, цикл, концентрат, извлечение, выход, содержание ценного компонента, обжиг

По уровню запасов и их качеству основные золоторудные месторождения Казахстана сопоставимы с месторождениями зарубежных стран и могут обеспечить более высокий уровень производства золота в стране. Конкурентоспособными на мировом рынке являются запасы собственно золоторудных коренных месторождений (75%) и комплексных месторождений (25%) [1-3]. Только 41% собственно золоторудных коренных месторождений легкообогатимы и более половины из них относятся к категории технологически упорных. В сравнении с золоторудной минерально-сырьевой базой мира, в Казахстане добыча золота осуществляется, в основном, из комплексных полиметаллических месторождений, в которых золото–меднопорфировые месторождения составляют гораздо меньший удельный вес. Доля экзогенных месторождений (россыпные месторождения и золотоносные коры выветривания) составляет около 2% активных запасов [4-5].

На выбор технологической схемы переработки золотосодержащих руд также оказывают влияние наличие пленок на поверхности золота и характер руды, например, глинистый, углистый, сульфидный, окисленный или мышьяковистый характер руды. Так, например, золото с чистой поверхностью хорошо извлекается флотацией. Золото, покрытое пленками, извлекается с применением дополнительных механических и химических методов, разрушающих оксидные пленки на поверхности золота.

Для определения оптимальных условий флотации была составлена математическая матрица с использованием вероятностно-детерминированного метода планирования эксперимента, с различными расходами реагентов, в качестве реагентов использовались бутиловый ксантогенат, вспениватель Т-80, регулятор среды сода, активатор медный купорос.

Флотация измельченной руды осуществлялась в лабораторных флотомашинах ФМ-1 с объемом камеры 1,5 и 0,75 дм³.

Кроме основных реагентов, процесс регулировался также крупностью измельчения (в данном случае 70-80% по классу менее 0,074 мм).

Предварительная обработка данных опытов показала, что содержание золота в хвостах флотации остается на уровне 1,4 г/т, даже при крупности измельчения 98% по кл. – 0,74 мм. Извлечение золота в концентраты составляет в среднем 87%. Для улучшения технологических показателей при обогащении золота флотацией провели с дробной подачей реагентов. Схема проведения флотации приведена на рисунке 1.

Результаты опытов по флотации руды с дробной подачей ксантогената представлены в таблице 1, с подачей ксантогената в 1 флотацию 100 г/т и 75 г/т во 2 флотацию не улучшают технологические показатели. В хвостах флотации содержание золота составило 1,4 г/т, при выходе флотоконцентрата 10,18% и извлечение в него золота 87,17% [6].

На рисунке 2 и в таблице 2 представлены результаты опыта по стадийной флотации, 1-я флотация проводилась при измельчении руды до 80% по кл. – 0,074 мм при расходе Т-80 – 100 г/т и ксантогената – 175 г/т. Хвосты 1 флотации классифицировались по классу ± 0,056 мм. Класс +0,056 мм доизмельчался до 100% кл. – 0,056 мм (контроль крупности проводился на сите с отверстиями 56 мкм), объединялся с классом – 0,056 мм и флотировался при расходе Т-80 – 74 г/т, ксантогената – 50 г/т. Было получено 11,54% концентрата 1 флотации 72,5 г/т и 12,8 г/т при суммарном извлечении золота 89,00%. Однако и при этих условиях получить отвальные по золоту хвосты флотации не удастся. Содержание золота в них снизилось лишь до 1,3 г/т.

По результатам опытов по флотации руды



Рисунок 1 – Схема проведения опытов по флотации с дробной подачей реагентов

Таблица 1 – Результаты опыта по флотации руды с дробной подачей реагентов

Продукты	Выход, %	Содержание золота, г/т	Количество золота, г	Извлечение золота, %
Концентрат	10,18	83,90	8,54	87,17
Хвосты	89,82	1,40	1,26	12,83
Руда	100,00	9,60	9,80	100,00

Таблица 2 – Результаты обогащения руды по схеме стадийной флотации

Продукты	Выход, %	Содержание золота, г/т	Количество золота, г	Извлечение золота, %
I концентрат	11,54	72,50	8,40	83,05
II концентрат	4,68	12,80	0,60	5,95
Хвосты	83,78	1,30	1,09	11,00
Руда	100,00	(9,6)	10,09	100,00

пробы 1 была намечена схема проведения укрупненного балансового опыта, приведенная на рисунке 3. Результаты этого опыта представлены в таблице 3.

Расходы реагентов при проведении укрупненного опыта с возвратом промпродукта и I концентрата 2 флотации были приняты следующие:

- в основную флотацию вспенивателя Т-80 – 100 г/т, бутилового ксантогената – 175 г/т,
- во 2 флотацию вспенивателя Т-80 – 75 г/т, бутилового ксантогената – 50 г/т.

Возврат продукта в голову процесса вызвал

обильное пенообразование, ввиду чего был снижен расход пенообразователя до 50 г/т (в 1-ю флотацию) и до 40 г/т (во 2-ю флотацию).

Однако при проведении опыта возврат продуктов, а с ними и части флотореагентов, в голову процесса вызвал обильное пенообразование и для нормального ведения флотации расход вспенивателя в 1-ю флотацию был снижен до 50 г/т, а во 2 – до 40 г/т.

Из результатов таблицы 3 видно, что возврат части продуктов в голову процесса благоприятно отразился на флотации наиболее труднофлотируемых сростков. Хвосты флотации получились со значительно более низким содержанием зо-

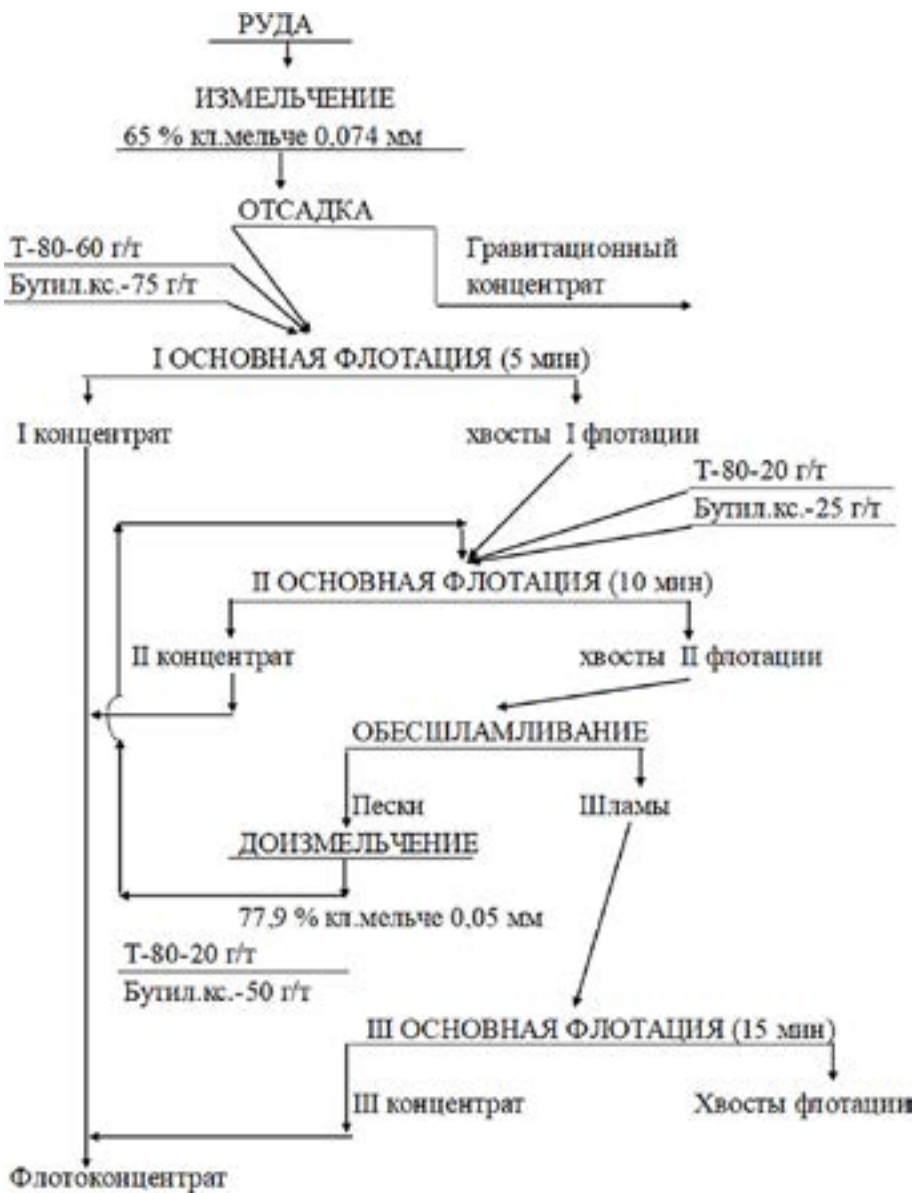


Рисунок 2 – Схема проведения опыта по стадийной флотации

Таблица 3 – Результаты выполнения схемного опыта флотации руды

Продукты	Выход, %	Содержание золота, г/т	Количество золота, г	Извлечение золота, %
Концентрат	11,15	77,80	8,67	90,71
Хвосты	88,85	1,00	0,89	9,29
Руда	100,00	9,60	9,56	100,00

лота – 1,0 г/т, а общее извлечение золота во флотоконцентрат составило 90,71% при выходе концентрата 11,15%. Ситовая характеристика хвостов укрупненного опыта представлена в таблице 3, распределение золота по классам крупности в таблице 4. Эти данные показывают, что потери золота в хвостах флотации связаны с классами крупнее 40 мкм.

При выходе этих классов 43,81% в них пере-

ходит 61,55% всего золота хвостов флотации. Содержание золота в них составляет 1,45 г/т. Классы мельче 40 мкм содержат золота значительно меньше – 0,5-0,65 г/т. Таким образом, одним из путей снижения золота в хвостах флотации может явиться тонкое измельчение всей руды до крупности – 40 мкм, что предопределяет проведение стадийной флотации.



Рисунок 3 – Схема проведения балансового опыта

Таблица 4 – Дисперсионный анализ хвостов флотации

Классы, мм	Выход, %
+ 0,10	2,96
+ 0,074	13,80
+ 0,060	7,87
+ 0,040	19,18
+ 0,020	18,60
– 0,020	37,59
	100,00

Таблица 5 – Распределение золота по классам дисперсионного анализа хвостов флотации

Классы, мкм	Выход, %	Содержание золота, г/т	Количество золота, г	Распределение, %
+60	24,63	1,8	0,4433	41,70
+40-60	19,18	1,1	0,2110	19,85
+20-40	18,60	0,65	0,1209	11,37
–20+0	37,59	0,50	0,2879	27,08
Всего	100,00	(1,0)	1,063	100,00

Флотация руды пробы 2

Исследования по флотационному обогащению были проведены на хвостах гравитации с содержанием золота 3,8 г/т. Условия проведения опытов приведены в таблице 6.

Для постановки опыта флотации руды пробы

2, с учетом предыдущих экспериментов, был принят режим, представленный на рисунке 4. Результаты проведения экспериментов представлены в таблице 7.

Как видно из таблицы 7, извлечение золота остается на уровне 60-70%, следовательно, для

Таблица 6 – Условия проведения опытов

Номера опытов	Крупность измельчения, % кл. мельче 0,074	Расход реагентов, г/т		
		Т-80	Бутиловый ксантогенат	Медный купорос
1	65	40	100	0
2	85	40	100	0
3	65	80	100	0
4	85	80	150	0
5	65	40	150	150
6	85	40	150	150
7	65	80	100	150
8	85	80	150	150
9	65	80	100	0
10	85	40	150	150
11	65	40	150	150
12	85	80	150	150

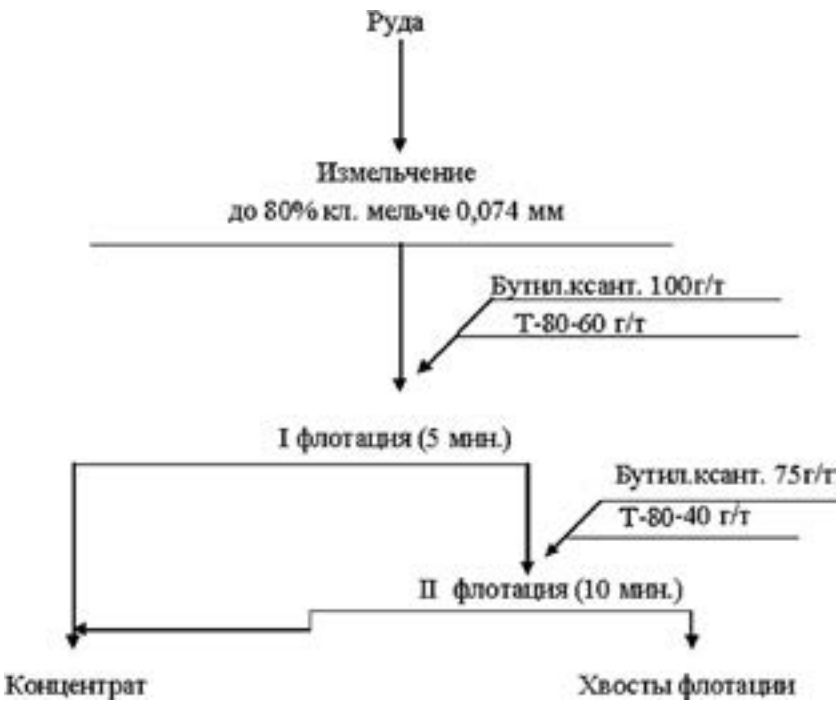


Рисунок 4 – Схема проведения опытов по флотации

его повышения необходимо исследование других вариантов, например, стадийной флотации с более тонким измельчением руды. В этом направлении был поставлен укрупненный (балансовый) опыт по схеме на рисунке 4 при следующих условиях:

крупность измельчения хвостов гравитации в 1-ю флотацию – 65% кл. мельче 0,074 мм; крупность доизмельчения хвостов 2-й флотации 77,9% кл. мельче 0,050 мм;

режим 1-й флотации:

- продолжительность флотации – 5 мин;
- расход Т-80 – 60 г/т; расход ксантогената – 75 г/т;

режим 2-й флотации:

- продолжительность флотации – 10 мин;
- расход Т-80 – 20 г/т; расход ксантогената – 25 г/т;

режим 3-й флотации:

- продолжительность флотации – 15 мин;
- расход Т-80 – 20 г/т; расход ксантогената – 50 г/т.

Таблица 7 – Результаты опытов, выполненных по матрице планирования экспериментов					
Номера опытов	Продукты	Выход, %	Содержание золота, г/т	Масса золота, г	Распределение, %
1	Концентрат	5,81	25,10	1,46	60,76
	Хвосты флотации	94,19	1,00	0,94	39,24
	Исходная руда	100,0	3,80	3,80	100,00
2	Концентрат	5,88	24,80	1,46	60,78
	Хвосты флотации	94,12	1,00	0,94	39,22
	Исходная руда	100	3,80	3,80	100,00
3	Концентрат	6,81	22,91	1,56	65,00
	Хвосты флотации	93,19	0,90	0,84	35,00
	Исходная руда	100,0	3,80	3,80	100,00
4	Концентрат	8,5	16,40	1,39	58,06
	Хвосты флотации	91,5	1,10	1,01	41,94
	Исходная руда	100,0	3,80	3,80	100,00
5	Концентрат	9,63	13,70	1,32	54,83
	Хвосты флотации	90,37	1,20	1,08	45,17
	Исходная руда	100,0	3,80	3,80	100,00
6	Концентрат	8,79	20,00	1,76	73,42
	Хвосты флотации	91,21	0,70	0,64	26,58
	Исходная	100,0	3,80	3,80	100,00
7	Концентрат	9,94	16,0	1,59	66,25
	Хвосты флотации	90,06	0,90	0,81	33,75
	Исходная руда	100,0	3,80	3,80	100,00
8	Концентрат	9,27	17,00	1,58	65,80
	Хвосты флотации	90,73	0,90	0,82	34,20
	Исходная руда	100,00	3,80	3,80	100,00
9	Концентрат	6,55	19,50	1,28	53,29
	Хвосты флотации	93,45	1,20	1,12	46,71
	Исходная руда	100,0	3,80	3,80	100,00
10	Концентрат	8,40	11,10	0,93	38,92
	Хвосты флотации	91,60	1,60	1,47	61,08
	Исходная руда	100,00	3,80	3,80	100,00
11	Концентрат	8,76	17,00	1,49	61,98
	Хвосты флотации	91,24	1,00	0,91	38,02
	Исходная руда	100,00	3,80	3,80	100,00
12	Концентрат	9,59	11,80	1,59	66,10
	Хвосты флотации	90,41	0,90	0,81	33,90
	Исходная руда	100,00	3,80	3,80	100,00

Результаты укрупненного опыта представлены в таблице 8.

Результаты укрупненного опыта (таблица 8) показывает, что возможно получение отвальных хвостов с низким содержанием золота. Для этого требуется проведение стадияльной флотации при конечной крупности измельчения не менее

80% кл. мельче 0,05 мм. Без применения перечистных операций выход объединенного флотоконцентрата составил 14,58% с содержанием золота 13,1 г/т. Хвосты флотации в этом случае получены с содержанием золота 0,43 г/т при общем их выходе 78,31%. Общий выход гравитационного и флотационного концентратов составил 21,69% со

Таблица 8 – Результаты укрупненного опыта			
Продукты	Выход, %	Содержание золота, г/т	Распределение, %
Гравитационный концентрат	7,11	22,1	41,58
Флотоконцентрат	14,58	13,1	50,26
Хвосты флотации	78,31	0,43	8,16
Руда	100,0	3,8	100,0
Примечание: * – средняя по шести опробованиям			

средним содержанием золота в смеси концентратов 16,1 г/т.

Выводы

Таким образом, из результатов исследований по пробе 1 видно, что применение дробной подачи реагентов при флотации и проведение стадияльной схемы флотации не обеспечивают умень-

шение золота в отвальных хвостах. Поэтому на пробе 2 использована отсадка в голове процесса с получением крупного гравитационного концентрата, с последующей флотацией мелкого класса, что позволило получить отвальные хвосты с содержанием золота 0,43 г/т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеева Т.Н., Чантурия В.А., Гапчич А.О. Извлечение тонкодисперсных микро- и наночастиц золота с применением термоморфного полимера с функциональной группой дифенилфосфина // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2017. № 3. С. 131-140.

2. Шумская Е.Н., Сизых А.С. Повышение извлечения золота из полиметаллической руды Ново-Широкинского месторождения // Горный журнал. 2014. № 11. С. 44-48.

3. Луняшин П.Д. Основные проблемы развития россыпной золотодобычи в России, пути и предложения Союза старателей России по их решению // Золото и технологии. 2019. № 1. С. 22-28.

4. Кавчик Б.К., Пятаков В.Г. О повышении эффективности россыпной золотодобычи. Ч. 3. Повышение прибыли за счет совершенствования технологии обогащения песков. URL: <https://zolotodb.ru/article/11255> (дата обращения: 5.07.19).

5. Александрова Т.Н., Ромашев А.О., Семенихин Д.Н. Минералого-технологические аспекты и перспективные методы интенсификации обогащения сульфидной золотосодержащей руды // Metallurg. 2015. № 4. С. 53-59.

6. Гурман М.А., Александрова Т.Н., Щербак Л.И. Флотационное обогащение бедной золото- и углеродсодержащей руды // Горный журнал. 2017. № 2. С. 70-74. DOI: 10.17580/gzh.2017.02.13.

7. Итоги добычи золота в России в 2018 году // Золото и технологии. 2019. № 1. С. 6-20.

8. Корчагина Д.А. Минерально-сырьевая база свинца и цинка Забайкальского края // Руды и металлы. 2018. № 3. С. 4-15.

REFERENCES

1. Matveyeva T.N., Chanturiya V.A., Gapchich A.O. Izvlecheniye tonkodispersnykh mikro- i nanochastits zolota s primeneniyyem termomorfnoy polimera s funktsional'noy gruppoy difenilfosfina // Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh. 2017. № 3. S. 131-140.

2. Shumskaya Ye.N., Szykh A.S. Povysheniye izvlecheniya zolota iz polimetallicheskoy rudy Novo-Shirokinskogo mestorozhdeniya // Gornyy zhurnal. 2014. № 11. S. 44-48

3. Lunyashin P.D. Osnovnyye problemy razvitiya rossypnoy zolotodobychi v Rossii, puti i predlozheniya Soyuza starateley Rossii po ikh resheniyu // Zoloto i tekhnologii. 2019. № 1. S. 22-28.

4. Kavchik B.K., Pyatakov V.G. O povyshenii effektivnosti rossypnoy zolotodobychi. CH. 3. Povysheniye pribyli za schet sovershenstvovaniya tekhnologii obogashcheniya peskov. URL: <https://zolotodb.ru/article/11255> (data obrashcheniya: 5.07.19).

5. Aleksandrova T.N., Romashev A.O., Semenikhin D.N. Mineralogo-tekhnologicheskiye aspekty i perspektivnyye metody intensifikatsii obogashcheniya sul'fidnoy zolotosoderzhashchey rudy // Metallurg. 2015. № 4. C. 53-59.

6. Gurman M.A., Aleksandrova T.N., Shcherbak L.I. Flotatsionnoye obogashcheniye bednoy zoloto- i uglerodsoderzhashchey rudy // Gornyy zhurnal. 2017. № 2. S. 70-74. DOI: 10.17580/gzh.2017.02.13.

7. Itogi dobychi zolota v Rossii v 2018 godu // Zoloto i tekhnologii. 2019. № 1. S. 6-20.

8. Korchagina D.A. Mineral'no-syr'yevaya baza svintsa i tsinka Zabaykal'skogo kraya // Rudy i metally. 2018. № 3. S. 4-15.

CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторының салыстырып тексеру әдістемесін жаңарту маңызын зерттеу

Кілт сөздер: салыстырып тексеру, хлор анализаторы, метрологиялық сипаттамалар, сынамалау, абсолют қателік, анықталмағандық бюджеті

Көптеген қазіргі заманғы автоматты хлор анализаторларының жұмыс негізіне салынған әдістерінде метрологиялық қамтамасыздандыру құралдары жоқ, сондықтан градуирлеу және қалып-күйге келтіру үшін периодты түрде химиялық-талдау зертханасында бақылау өлшеулерін жүргізуді талап етеді. Басқа елдер секілді, Қазақстанда да хлорлауға қолданылатын ауыз суының 99 пайызы ұшырайды. Хлорлау әдісі соңғы әсер құндылығы арқасында судағы микробиологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін жалғыз әдіс. Суды хлорлау ауыз су қауіпсіздігіне кепілдік беретін, эпидемиялық аурулардың алдын алатын ең сенімді санитарлы-гигиеналық әдіс болып табылады.

Хлордың массалық концентрациясы жіберілетін мөлшерден асып кететін болса, онда мұндай ауыз суды қолдануға мүлде болмайды. Оны өлшеу үшін арнайы анализаторлар қолданылады. Қолданылатын терминдердің көптігіне байланысты олардың анықтамасын келтірген жөн. Отандық сараптауда «қалдық белсенді хлор» термині қолданылады, ал шет елде бұл көрсеткіш «жалпы хлор» немесе «жалпы қалдық хлор» деп аталады, өз кезегінде бұл көрсеткіш «еркін», «ықтимал еркін», «байланысты» хлор болып бөлінеді.

Суды хлорлау – ауыз суды залалсыздандыру үшін хлормен өңдеу. Ауыз суды залалсыздандыру кезінде хлор мөлшері жеткіліксіз болса, мұндай суды қолдану салдарынан адам түрлі ауруға ұшырайды, ал артық мөлшерде болса, онда химиялық-аллергиялық қауіп тудырып, денсаулыққа зиян тигізеді. «Су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға және суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарына және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитарлық-эпидемиологиялық талаптар» санитарлық қағидаларында сумен жабдықтау жүйесінде суды өңдеу процесінде онда пайда болатын химиялық заттар, оның ішінде хлор концентрациясының

шектегі жол берілген шоғырланушылық мөлшері бекітілген [1].

Зерттеудің өзектілігі – судағы белсенді хлорды өлшеудің метрологиялық қамтамасыздандырылуы МЕСТ 18190-72 стандартталған әдісін қолдану негізінде стандарт-титрлер, белсенді хлор баламасы болып табылатын және қазіргі физикалық-химиялық анализаторларды салыстырып тексеруге келмейтін калий йодаты негізіндегі стандарт үлгілер қолданумен жасалды. Стандартты әдістеме бойынша өлшеу нәтижелерінің сапасын қадағалау тек метрологиялық сипаттамалары зертхана аралық тәжірибелер арқылы анықталған стандартты үлгілерді қолданумен ғана мүмкін. Бұл метрологиялық қамтамасыздандыру орталықтандырылмаған және қазіргі заманғы өлшеу нәтижелерін метрологиялық бақылау талаптарын қанағаттандырмайды. Сондықтан жаңа салыстырып тексеру әдістемесін тиімді жаңарту қажеттілігі туады.

Өндірістік көппараметрлі CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторы қандай контроллерде жұмыс жасайтындығына байланысты табиғи суды, ауыз суды, өндірістік және ағын сулардың қасиеттері мен құрамын анықтауға және бақылауға арналған, оның ішінде: рН табу (тотықтырғыш-қалпына келтіру потенциалын), су лайлылығы, ерітілген оттегі, озон, нитратты азот, нитритті азот, аммонийлі азот, фосфат, жалпы хлор, еркін хлор мен жалпы хлордың диоксиді, хлор, ерітілген органикалық және мұнай өнімдерінің концентрациясын анықтауға арналған. CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторы sc200 контроллері арқылы жұмыс жасайды. Дәл осы анализатор «Қарағанды Су» су тазарту құрылысында су қоймаларындағы ауыз суының жалпы және ортақ хлор концентрацияларын өлшеу жұмыстарында қолданылады.

Хлор мөлшерін бақылауға арналған электрхимиялық амперометрикалық реагентсіз CLT10sc/CLF10sc анализатордың панелінің құрамына хлор датчиктері, ағын датчигі, опциялық датчиктер – құрама рН датчик немесе рНД датчик, ағын

ұяшығы, sc контроллер және сандық интерфейс кіреді [2].

CLT10sc/CLF10sc өндірістік көппараметрлік анализаторы CLT10sc және CLF10sc реагентсіз датчиктері мен sc200 контроллері арқылы жұмыс жасайды. Ол судағы жалпы және бос хлор мөлшерін анықтауға қажет. Нақты уақытта дезинфекция процесін қадағалауға мүмкіндік береді. Өлшеулер тұрақты түрде жүргізіледі. Алынған мәліметтер барысында процесс жайында қорытынды жасалады. Анализатор 0-ден 20 миллион үлеске дейін өлшеу диапазонымен жабдықтаған, бұл әр-түрлі шарттарда дезинфекцияның түрлі жағдайларын бақылауға мүмкіндік береді. Реагентсіз хлор анализаторы еркін және жалпы қалдық хлор концентрациясы мөлшерін қадағалауға арналған, және сенімді нәтиже көрсеткіштері хлор концентрациясы 0,1 ppm-нен, яғни 0,0999 мг/л-ден жоғары болғанда болады.sc модельді контроллер мен үшэлектродты хлор датчигі, рН датчигі, ағын датчигі бақылау қызметін оңтайлы орындауды қамтамасыз етеді. Екі датчик те сынаманың температурасын анықтайды. рН датчик температура шамасын контроллердің дисплей экранына береді. Хлор датчигі өлшенген температураны өзі қолданады, контроллер дисплейіне жібермейді. Аспап су құбыры жүйесіндегі ауыз суды талдауға арналған. Сонымен қатар техникалық суды, қайта қолданылатын суды талдауға да қолданылады [3].

Қазіргі уақытта CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторы HANNA Instruments Германия компаниясының жалпы және еркін хлор колориметрі HI 96734 үлгілі өлшеу құралымен салыстыру әдісімен салыстырылып тексеріледі. Бұл әдістің кемшілігі үлгілі өлшеу құралының қателігінің үлкен болуына байланысты өлшеу нәтижелерінің сенімділігі төмендейді.

HANNA Instruments Германия компаниясының жалпы және еркін хлор колориметрі HI 96734 өзімен бірге алып жүруге ыңғайлы және су сынамаларындағы жалпы және еркін хлор концентрацияларын 0-ден 10 мг/л диапазонында колориметрлік әдіспен анықтайды. Жылдам, қарапайым, үнемді талдау жасауға қолайлы. Колориметрдің жұмыс принципі DPD реагентті сынамаға қосып, сынаманың түсін анықтап, түстің өзгеруін Ламберт-Бер заңымен талдау жасауға негізделген. Алайда бұл колориметрмен CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторын салыстырып тексеру жұмыстарын жүргізу үшін реагенттер қажет. Жиынтықта рН өлшеу үшін 400, еркін және жалпы хлор мөлшерін өлшеу үшін 200 тест жинағы болады. Реагенттердің қорын тұрақты түрде толтырып отыру экономикалық тиімділікті төмендетеді.

Жаңа салыстырып тексеру әдістемесі қандай болуы қажет және оны енгізудің тиімділіктері неде?

CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторын хлор датчиктерінің параметрлері бойынша салыстырып тексеру үшін МЕСТ 4202-75 талаптарына сәйкес ГСО 8203-2002 қалдық белсенді хлордың судағы

және сулы орталардағы массалық концентрациясының имитаторының аттестацияланған стандарт үлгісі қолданылады. Қалдық белсенді хлордың судағы және сулы орталардағы массалық концентрациясының имитаторының аттестатталған стандарт үлгісі спектрфотометрлік, атомды-абсорбционды, фотоколориметрлік өлшеу құралдарын метрологиялық аттестаттау және градуирлеу, су және сулы ортадағы қалдық белсенді хлор мөлшерін анықтау, өлшемдерді орындау әдістемелерін метрологиялық аттестаттау үшін, сулы ортада қалдық белсенді хлор мөлшерін өлшеу әдістемелерінің дәлдігінің көрсеткіштерін бақылау бойынша орындалатын өлшеуді атқару мақсатында қолданылады. Бұл стандарт үлгі өлшеу құралы мен өлшеу әдісінің қателік шамасы стандарт үлгі қателігі шамасынан үш еседен кем емес асатын жағдайда қолданылады. Стандарт үлгі ерітінді түрінде дәнекерленген шыны ампулада сақталады. Сақтау мерзімі жасалған уақытынан бастап үш жыл. Аттестатталған сипаттамасы – қалдық белсенді хлордың массалық концентрациясы 950-ден 1050 мг/дм³ аралығында. Стандарт үлгінің қателігінің аттестатталған мәні – сенімділік ықтималдығы мәні 0,95 болған кездегі жіберілетін салыстырмалы қателік мәні ±1%. Әр ампуладағы ерітінді көлемі 6 см³, бір қорапта бес ампула болады. Бұл стандарт үлгіні қолдануға қажетті нормативтік құжаттарға ҚР СТ ИСО 7393-2-2014, ҚР СТ ИСО 7393-3-2014, ҚР СТ МЕСТ Р 50551-2007, МЕСТ 18190-72 жатады.

ГСО 8203-2002 қалдық белсенді хлордың судағы және сулы орталардағы массалық концентрациясының имитаторының аттестатталған стандарт үлгісін қайта тексеру үшін масс-спектрометрия мемлекеттік эталон жүйе 7500a ICP-МС қолданылады. Оның салыстырмалы қателігі ±0,1%.

Ал CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторының рН датчигін қайта тексеру үшін МЕСТ 8.135-2004 мемлекеттік стандарт үлгідегі екінші немесе үшінші санаттағы рН жұмысшы эталон буферлі ерітінділер қолданылады. Бұл стандарт үлгі ерітінділер өз кезегінде КЗ.03.01.00289-2011 бірінші санаттағы эталон буферлі ерітінді арқылы салыстырылып тексеріледі.

CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторын салыстырып тексеру кезінде арнайы құралдар қолданылады. Оларға:

- рН мәні 1 – 4,01; 2 – 7,00; 3 – 9,21 болатын 2 санаттағы рН буферлі ерітінділері, DIN 55350-18-4.-2.1 стандарты бойынша шығарылады (жиынтық), КЗ.03.02.00097-2003 [4];

- ГСО 8203-2002 КЗ.03.02.02369-2016 қалдық белсенді хлордың судағы және сулы орталардағы массалық концентрациясының имитаторының аттестатталған стандарт үлгісі (массалық концентрациясы 1г/дм³, салыстырмалы қателігі ±1%) [5];

- С сериялы климаттық камера СТSC-20/350 (-20/+180°C; 750×650×720 мм);

- зертханалық автотрансформатор Ресанта

ЛАТР TDGC2-3;

- сұйықтықты шыны термометр МЕСТ 28498-90;
- барометр БК-75 ТУ 25-04-2533-75;
- 2 дәлдік класты өлшеу колбалары МЕСТ 1770;
- 2 дәлдік класты тамшуыр МЕСТ 29169;
- психрометрлік гигрометр ВИТ-1;
- дистилденген су МЕСТ 6709.

Салыстырып тексеру бағдарламасына келсек, ол келесі бөлімдерден тұрады:

- сыртқы тексеру;
- сынамалау;
- метрологиялық сипаттамаларды тексеру.

Сыртқы тексеру кезінде:

- анализатордың ақаулары мен механикалық зақымдарының жоқтығын анықтау;
- анализатор тазалығын, таттану, коррозия іздерінің жоқтығын, химиялық реактивтердің төгілмеуін анықтау;
- қолдану нұсқаулығында көрсетілген жиынтыққа анализатор бөлшектерінің сәйкестігін анықтау;
- таңбалар мен жазулардың анықтылығын анықтау.

Сынамалау жүргізу кезінде:

- анализаторды қосып, анализатор өзін-өзі диагностикалау режимін өтуін тексеру;
- салыстырылып тексерілетін анализатордың қолдану нұсқаулығы бойынша градиурлеуді жүргізу.

Бұл бөлімдердің оң нәтижелі өткенінен кейін метрологиялық сипаттамаларды анықтау жұмыстары басталады. Яғни, қалыпты жағдайда жалпы хлордың массалық концентрациясын өлшеудің абсолют қателігін анықтау, жалпы және еркін хлордың массалық концентрациясын өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық ауытқуын анықтау жұмыстары жүргізіледі.

Бұл метрологиялық сипаттамалар сонымен қатар қорек кернеуінің және температураның шекті мәндерінде анықталады, бұл тек алғашқы салыстырып тексеру жұмысы кезінде ғана іске асырылады.

Метрологиялық сипаттамаларды қорек кернеуінің шекті мәндерінде анықтау үшін қорек желісіне зертханалық автотрансформатор жалғанып кернеудің төменгі (100 В) және жоғарғы (240 В) шектерінде сынау жүргізіледі.

Метрологиялық сипаттамаларды температураның шекті мәндерінде анықтау үшін салыстырып тексеру құралдары мен хлор анализаторы климаттық камераның ішіне орнатылады. Контроллердің RS232желілік байланысына сыртта орналасқан компьютер жалғанады. Компьютер бағдарламасына құйылатын стандарт үлгілердің шамасы алдын-ала жазылады. Өлшеу жүргізілу барысында берілген шама мен хлор анализаторы көрсеткішінің мәні айырымы автоматты түрде жазылынып отырады. Метрологиялық сипаттамаларды анықтау жұмысшы температураның төменгі (5°C) және жоғарғы (45°C) шектерінде

жүргізіледі [6].

Бұл операциялар орындалып біткеннен кейін анықталмағандық бюджеті есептеледі. Өлшеуді орындау жолында пайда болатын кездейсоқ және систематикалық қателіктерді бөлу, жалпы анықталмағандықты санау кезінде оларды қолдану және алу әдістерімен А және В түрімен ажыратады.

А типті анықталмағандықты есептеу үшін бастапқы мәліметтері сынақты жүргізу кезінде алынған өлшеу теңдеуінің кірістің шамасын көп мәрте өлшеу нәтижесі болып табылады.

В түрі бойынша анықталмағандықты анықтау үшін мәліметтер ретінде қолданылады:

- нормативті құжаттар ақпараты;
- өлшенетін шама мәні, өлшеумен тең болатын, мүмкін болатын шамалар туралы мәлімет;
- мәліметтер, зерттеушінің тәжірибесіне сүйене отырып немесе үлгілер мен аспаптар қасиеті туралы жалпы мәліметтерді біле отырып;
- анықталмағандық константа және анықтама-лық мәлімет [7].

Анализатордың салыстырып тексеру барысында анықталған метрологиялық сипаттамалары рұқсат етілген диапазоннан ауытқымаған жағдайда жарамдылық сертификаты тағайындалады.

Жаңа әдістемені енгізудегі экономикалық тиімділік келесі себептерден туындайды:

- ақаулар мен дефекттер үлесінің төмендеуі;
- салыстырып тексерудің нәтижесінде қате жарамды болып табылу үлесінің азаюы;
- өзге мамандарды шақыру қажетсіздігінен туындайтын үнемдеу;
- салыстырып тексеру жұмыстарын жүргізуден туындайтын табыс.

Жылына жүргізілетін салыстырып тексеру жұмыстарының саны – 200.

Жылдық экономикалық тиімділікті анықтау бұрын қолданылып келген әдіс пен жаңа әдістің келтірілген шығындарын салыстыру арқылы анықталады.

Жұмсалған қаржы шығынын ақтау уақыты алғашқы күрделі қаржы шығындарының орташа жылдық табыс пен экономикалық тиімділік қосындысына қатынасымен анықталады.

Күрделі есептерді жүргізу арқылы жаңа әдіс енгізу шығындарының орнын толтыру шамамен 7 ай құрайтыны белгілі болды. Шығындардың орнын толтыруын есептеу кезінде басқарудағы тез орындаушылықтың әсері және апаттық жағдайлардың пайда болуы есепке алынбаған, бұл салыстырып тексеру әдісінің тиімділігіне, салыстырып тексеру уақытын азайтуға, демек табыстың жоғарылауына біршама әсер етеді. Жаңа әдіспен жұмыс жасаудың экономикалық тиімділігіне әсер ететін көптеген факторларды, жұмыс орнындағы жағымды моральдық климатты, мемлекет аралық сапа деңгейіне шығу, репрезентативті имиджді және мекеме беделін құруды есепке алғанда өлшеу мен оған баға беру қиынға соғады.

Қорытындылай келе, ғылым өлшеуден баста-

лады, ал дәл ғылымдар өлшеусіз мүмкін емес, сондықтан, отандық ғылым мен өндірістің дамуы метрологияның жоғары деңгейімен тығыз байланысты. Осы себептен салыстырып тексеру жұмыстарының және өлшеу құралдарының дәлдігі мен сенімділігін арттыру және жоғарылату метрологияның негізгі мақсаттарының бірі болып табыла-

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға және суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарына және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитарлық-эпидемиологиялық талаптар» санитарлық қағидалары.
2. CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторын қолдану нұсқаулығы.
3. CLT10sc жалпы хлор және CLF10sc еркін хлор датчиктерінің қолдану нұсқаулығы.
4. <https://www.kazinmetr.kz/bd/reestr/utsossvm/2791>.
5. <https://www.kazinmetr.kz/bd/reestr/utsossvm/table/5024>.
6. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.
7. Аксенова Е.Н. Элементарные способы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений. – М.: МИФИ, 1999. – 103 с.

REFERENCES

1. Sanitarnyye pravila «Sanitarno-epidemiologicheskije trebovaniya k istochnikam vody, vodozaboram khozyaystvenno-pit'yevogo naznacheniya, pit'yevomu vodosnabzheniyu i kul'turno-bytovomu ispol'zovaniyu vody i bezopasnosti vodnykh ob'yektov».
2. Instruksiya po ekspluatatsii analizatora khloro CLT10sc / CLF10sc.
3. Instruksii po ispol'zovaniyu datchikov obshchego khloro CLT10sc i svobodnogo khloro CLF10sc.
4. <https://www.kazinmetr.kz/bd/reestr/utsossvm/2791>.
5. <https://www.kazinmetr.kz/bd/reestr/utsossvm/table/5024>.
6. Denisenko V.V. Komp'yuternoye upravleniye tekhnologicheskim protsessom, eksperimentom, oborudovaniyem. – М.: Goryachaya liniya-Telekom, 2009. – 608 s.
7. Aksenova Ye.N. Elementarnyye sposoby otsenki pogreshnostey rezul'tatov pryamykh i kosvennykh izmereniy. – М.: MIFI, 1999. – 103 s.

Раздел 3

Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_48
УДК 552.086

***А.Н. КОПОБАЕВА**, ст. преподаватель, кафедра ГРМПИ,
А. АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ, преподаватель, кафедра ГРМПИ
Д.С. ОЖИГИН, доктор PhD, ст. преподаватель, кафедра МДиГ,
Н.С. АСҚАРОВА, докторант, кафедра ГРМПИ,
Г.Г. БЛЯЛОВА, преподаватель, кафедра ГРМПИ,
Карагандинский технический университет
*автор-корреспондент

Изучение редкоземельных элементов в углях и глинистых прослоях месторождения Шубарколь

Ключевые слова: глинистое вещество, уголь, редкоземельные элементы, Шубарколь, Центральный Казахстан, геохимия, аргиллиты

Введение. Редкоземельные элементы (РЗЭ) играют важную роль в экономике стран, особенно в быстро развивающихся инновационных отраслях промышленности. Основными источниками РЗЭ являются коры выветривания гранитов, карбонатитовые месторождения и прибрежно-морские россыпи. Помимо традиционных сырьевых источников лантаноидов в качестве потенциально перспективных рассматриваются и металлоносные угли [1-3]. Колоссальные ресурсы и огромные объемы потребления угля наряду с наличием в ряде угольных месторождений аномальных концентраций РЗЭ позволяют рассмотреть этот потенциальный сырьевой источник редких металлов более детально, требуют проведения масштабных поисковых работ с целью выявления металлоносных углей.

Для корреляции угольных пластов во всем мире широко используются специфические маломощные, но удивительно выдержанные по простиранию глинистые прослои, получившие в мировой геологической литературе название флинтклей или тонштейны. Они известны еще с XIX века. Также эти глинистые образования используются геологами для характеристики роли вулканизма в формировании угленосных отложений, для оценки периодичности и состава вулканических извержений, а также для решения ряда других задач. Наличие глинистых прослоев выявлено и охарактеризовано во многих угольных бассейнах мира. Пирокластика, которая участвует в формировании глинистых веществ, интерпретируется исследователями как источник накопления в углях промышленных концен-

траций ценных металлов и аномальных концентраций элементов-примесей [1-4]. В настоящий момент существует большое количество работ, в которых указываются промышленно значимые концентрации различных химических элементов в углях. Угли и продукты их сжигания считаются перспективным источником ряда ценных элементов и главным источником германия [5]. Наиболее полное обобщение материалов по изучению геохимии углей приведено в серии монографий Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. Исследована и дана детальная характеристика аномальных редкоземельных углей Сибири в работах С.И. Арбузова, В.В. Ершова. В настоящее время выполнена оценка содержания лантаноидов в углях США, Китая и ряда других стран, рассчитано среднее содержание всех индивидуальных редкоземельных элементов в углях мира [6], разработан ряд патентов на извлечение определенных элементов из углей. Отдельные элементы уже извлекаются из углей в промышленных масштабах – в Китае из углей извлекаются германий и литий. На ряде месторождений проведены всесторонние геохимические исследования. Всё это указывает на возрастающий интерес к углям как к источнику рудных элементов. Вместе с тем, несмотря на значительный прогресс в изучении геохимии лантаноидов, не решен целый ряд вопросов, касающихся условий накопления, миграции и фракционирования лантаноидов в углях, форм их нахождения, факторов, контролирующих формирование редкоземельных металлоносных углей.

Главной целью изучения глинистых прослоев является получение из углей ценных металлов. Для его реализации необходимо ясное понимание

– где и в каких условиях формируются угли, обогащенные ценными элементами, выявление таких углей для разработки методов их переработки.

Характеристика месторождения. Казахстан обладает крупными запасами каменных и бурых углей, одним из которых является месторождение Шубарколь. Угленосными являются юрские отложения Шубаркольской мульды. Нижнеюрские угленосные отложения, мощностью до 330 м, образуют мульду субширотного простирания (7х16 км) с пологими западным и восточным (5-10 и 5-15°) и более крутыми южным (20-48°) и северным (40-90°) крыльями. Во внутренней части мульды углы наклона пород не превышают 3-5°. В центральной части мульды отмечается пологое поперечное поднятие угленосной толщи, которое к северу от длинной оси структуры затухает. Оно разделяет мульду на западную и восточную части. В первой кровля Верхнего угольного горизонта имеет максимальное погружение от дневной поверхности 127 м, а в восточной – 90 м. Месторождение состоит из трех участков: Западный, Центральный и Восточный (рисунок 1).

Из элементов-примесей можно отметить повышенные количества иттрия (104, 95, и 66 г/т в золе), скандия (64, 61 и 36 г/т) и некоторых других. Особенно высокие содержания редкоземельных элементов наблюдаются в зоне выветривания углей.

Впервые информация о содержаниях редких металлов в углях Шубаркольского месторождения появилась через шесть лет после его открытия в работе В.К. Беляева, Е.Т. Педаш и Н.А. Ко «Малые элементы в углях и вмещающих породах Шубаркольского месторождения» (1989). В этой



Рисунок 1 – Месторождение Шубарколь. Карта выходов угольных пластов

работе авторами были проанализированы особенности распределения редких и рассеянных металлов в углях, аргиллитах и алевролитах, выделены элементы-токсиканты, вносящие максимальный вклад при сжигании углей, отмечены зависимости распределения металлов от зольности и сернистости углей, приведены содержания ряда элементов, сделаны выводы о недостаточной достоверности примененного метода полуквантитативного спектрального анализа, сделан вывод о возможной промышленной ценности углей Шубаркольского месторождения как источника редких и рассеянных элементов.

На рубеже столетий изучение редкометаллоносности углей Шубаркольского месторождения приостановилось почти на тридцатилетний период. Новый всплеск исследований в данном направлении произошел только в последние десятилетия.

Максимальные содержания редкоземельных металлов приурочены к выветрелым углям, для средней-тяжелой групп они практически стократно превышают кларк в верхней континентальной коре. Десятикратные превышения кларков для элементов от гадолиния до лютеция выявлены в глинизированных песчаниках и алевролитах, для остальных разностей пород месторождения превышения над кларком существенно ниже.

Методика исследования. Анализ проб отобранных на месторождении Шубарколь методами точечного, валового и кернового опробования. Пробы Центрального и Западного участков отобраны валовым методом, интервал опробования выдержан в пределах 15-35 м. Точечным методом опробованы породы западного крыла Центрального участка. Породы Восточного участка опробованы керновым способом, интервал опробования выдержан в пределах 5-20 м. Из первичных керновых проб были изготовлены составные весом 200 г. Всего изучен групповой состав 25 проб, отобранных из трех участков месторождения (Центральный, Западный и Восточный). Пробы

изучались методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на определение средних содержаний 28 элементов Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Br, Cs, Ag, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, La, Sb в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ) (аналитик А.Ф. Судыко). Облучение образцов потоком нейтронов выполнено на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Физико-технического института ТПУ. Рентгено-структурный анализ выполнен в лаборатории кафедры технологии силикатов и наноматериалов ТПУ на установке ДРОН-3М.

Обсуждение результатов. Изучено 25 проб, отобранных из угольных и аргиллитовых пластов Центрального, Западного и Восточного участков. Пробы 22, 23, 24, 25 отобраны с керна скважин, пробуренных в районе радиоактивной аномалии, где вместе с ураном предполагается повышенное содержание тяжелых металлов на Восточном участке.

По полученным результатам анализа методом ИНАА средние содержания элементов-примесей в пробах, отобранных на Восточном участке (рисунок 2), значительно отличны от средних содержаний в пробах Центрального (таблица, рисунок 3) и Западного участков (рисунки 4, 5). Полученные средние содержания элементов-примесей в углях Центрального участка имеют преимущественно околосредние значения, только некоторые элементы (Ce, Ba, Sr, Sc, Zn в отдельных пробах имеют средние содержания выше кларкового), что не характерно для углей Восточного участка (рисунок 2).

Согласно полученным данным угли Центрального участка характеризуются практически равномерным распределением примесных элементов в пределах исследуемых пластов, где их средние содержания не превышают кларковых значений. Однако имеются некоторые превыше-

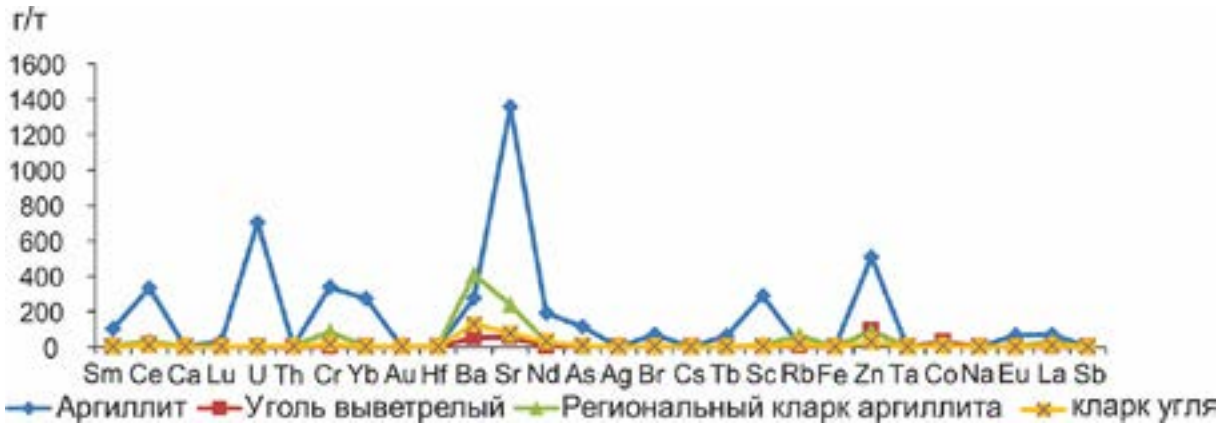


Рисунок 2 – График распределения элементов-примесей в углях, аргиллитах Восточного участка

Средние содержания элементов-примесей в углях пласта 1В Центрального участка											
Элемент	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №7	Проба №10	Проба №11	Проба №12	Проба №13	Проба №19	Кларк для угля
Sm	0,391	0,560	0,688	1,019	0,733	0,414	0,256	0,451	0,782	0,965	1,6
Ce	6,92	8,17	12,83	16,93	10,58	7,02	4,65	8,81	12,52	14,31	11,5
Ca	0,133	0,127	0,159	0,275	0,194	0,121	0,126	0,158	0,214	0,248	1
Lu	0,058	0,048	0,056	0,118	0,083	0,065	0,048	0,058	0,093	0,108	0,07
U	0,192	0,220	0,342	0,728	0,499	0,256	0,143	0,216	0,524	0,577	1,9
Th	0,485	0,516	0,683	1,955	1,083	0,539	0,430	0,409	1,452	1,579	3,5
Cr	2,29	2,40	5,29	7,06	4,39	2,01	3,61	1,79	4,87	5,45	17
Yb	0,430	0,372	0,485	0,849	0,649	0,506	0,362	0,483	0,737	0,779	0,8
Au	0,006	<0,002	<0,002	0,001	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002
Hf	0,205	0,161	0,344	1,140	0,542	0,273	0,171	0,217	0,596	0,915	0,1-0,3
Ba	81,7	57,5	174,8	170,9	165,7	35,9	60,1	297,4	170,7	148,0	130
Sr	21,5	17,8	89,4	73,2	79,2	29,9	<40	102,4	78,9	45,6	76
Nd	3,134	2,999	4,900	6,474	3,762	3,151	2,013	5,467	5,030	6,438	30
As	2,016	0,980	1,010	1,197	1,249	1,724	1,133	1,363	1,521	1,453	9
Ag	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4
Br	0,992	2,136	0,789	1,198	0,941	0,832	1,052	1,012	0,876	0,713	5-15
Cs	0,002	0,513	0,246	1,473	0,593	0,330	0,074	0,100	0,753	1,233	0,4-2
Tb	0,048	0,084	0,070	0,183	0,107	0,066	0,039	0,082	0,080	0,169	0,3
Sc	0,976	0,679	1,299	3,367	1,947	1,009	0,714	1,204	2,158	2,979	3
Rb	<3	1,47	0,87	8,68	3,17	1,72	0,23	<3	4,24	9,29	18
Fe	0,298	0,183	0,110	0,266	0,105	0,174	0,141	0,181	0,211	0,224	1
Zn	12,01	45,32	34,31	14,95	17,62	12,17	12,55	10,09	11,76	8,09	29
Ta	<0,01	0,021	<0,01	0,080	0,130	0,030	<0,01	<0,01	<0,01	0,099	0,3
Co	4,30	3,55	1,34	2,82	1,36	3,62	1,03	1,13	1,96	2,40	6,9
Na	0,060	0,073	0,059	0,071	0,064	0,048	0,058	0,066	0,063	0,060	0,02
Eu	0,063	0,091	0,125	0,249	0,128	0,079	0,041	0,091	0,171	0,217	0,7
La	1,654	2,192	2,835	4,933	2,916	2,087	1,358	2,630	3,536	4,448	10
Sb	0,061	0,073	0,107	0,174	0,158	0,096	0,083	0,091	0,183	0,132	1

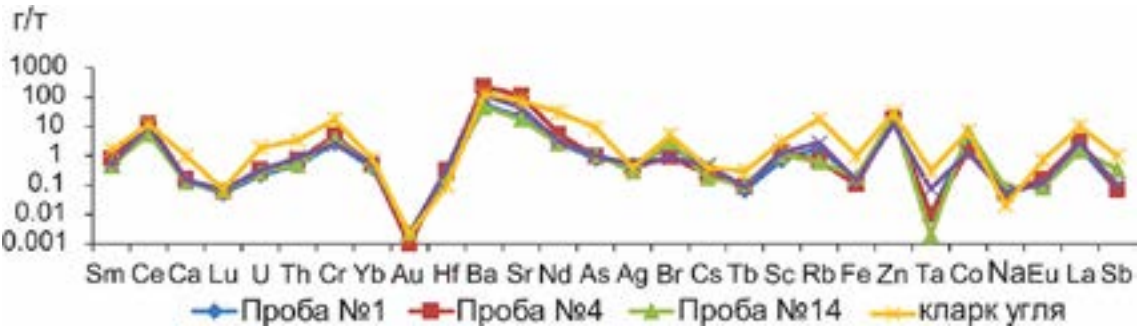


Рисунок 3 – График распределения элементов-примесей в углях пласта 1В₂ Центрального участка

ния кларковых содержаний Ba, Sr, Ce, Zn и Sc в единичных пробах.

Как следует из рисунка 6, многие элементы в

составе аргиллита (Sm, Ce, U, Cr, Yb, Ba, Sr, Nd, As, Sc, Zn, Eu, La) имеют средние значения выше, чем в углях того же участка, а также имеют значения

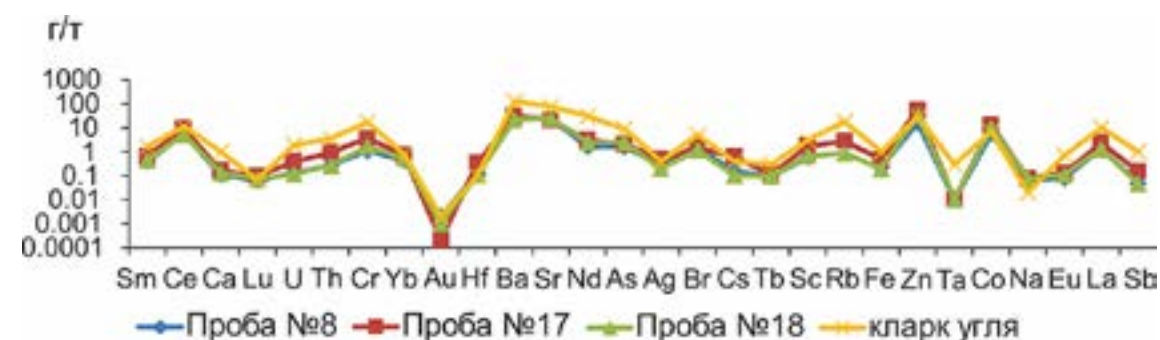


Рисунок 4 – График распределения элементов-примесей в углях пласта 2В Западного участка

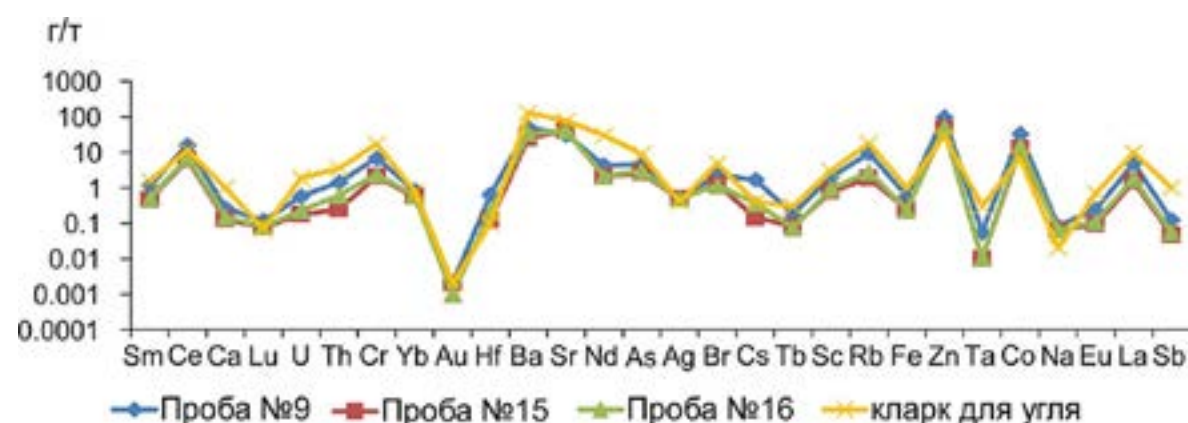


Рисунок 5 – График распределения элементов-примесей в углях пласта 1В Западного участка

выше кларковых.

Анализ рентгеновской дифрактограммы (рисунок 6) позволяет на фоне резкого преобладания в пробе каолинита установить наличие кварца, халькопирита, полевого шпата. Изучение минерального состава аргиллитов месторождения Шубарколь показало, что каолинит является основным породообразующим минералом. Согласно ранее проведенным исследованиям по изучению преобразования вулканогенной пирокластики, каолинит образуется главным образом в процессе преобразования вулканического стекла и, в меньшей степени, полевых шпатов, амфиболов и пироксенов.

К второстепенным минералам в составе аргиллитов относятся: кварц, полевые шпаты, андрадит, тремолит. Такой минеральный состав в целом типичен для тонштейнов разных регионов мира [8-10].

Анализ распределения малых элементов показал, что в накоплении их аномальных концентраций, возможно, немалую роль играет состав пород области сноса. Возможными источниками сноса материала могли быть гранитоиды девонского возраста, а также коры выветривания, развитые по ним. Эти коры выветривания могли бы быть источником накопления RЗЭ, Ce, U, Sc, Zn, Ba и Sr в углях. Они могли быть наиболее вероят-

ным основным источником стронция в углях месторождения. Эти прослои играют важную роль в накоплении аномальных концентраций редких элементов-примесей в углях.

Заключение. Глинистые образования месторождения Шубарколь имеют отличительные минералогические и геохимические особенности, которые дают возможность рассматривать их как преобразованную потенциально вулканогенную пирокластику. В их составе преобладает каолинит. Менее распространены кварц, полевые шпаты и андрадит, тремолит. Исследования показали, что в углях месторождения присутствуют значительные содержания Ba, Sr, Rb, Fe, Co, Ce, Zn и Sc. Вопрос нахождения источника вулканогенной пирокластики, из которой сформировались глинистые образования остается актуальным. Для его решения необходимо отобрать большее количество проб глинистого вещества с целью изучения их минерального и петрографического составов, определить закономерности распределения по разрезу и по латерали, что даст новые результаты в установлении их происхождения и позволит проследить закономерность в динамике изменения состава пирокластики. Исследование выполнено за счет гранта Министерства образования и науки Республики Казахстан (проект APN08052608).

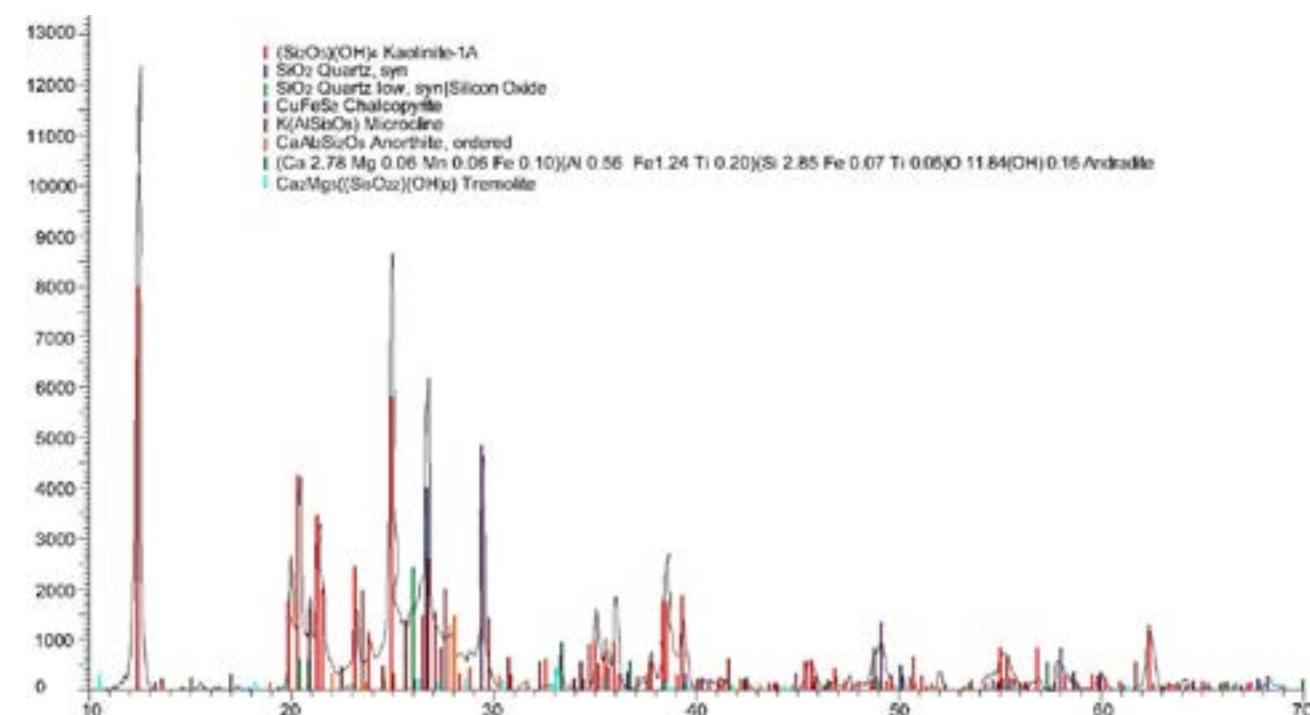


Рисунок 6 – Дифрактограмма аргиллитов из участка Восточный по оси x – минералы, по оси y – состав

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Середин В.В., Дай С., Сунь Ю., Чекрызов И.Ю. Угольные месторождения как перспективные источники редких металлов для альтернативных источников энергии и энергоэффективных технологий // Прикладная геохимия. 2013. Т. 31. С. 1-11.2
2. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. - Томск: Издат. дом «Д_Принт», 2007. - 468 с.
3. Дай С., Рен Д., Чжоу С.-Л., Финкельман Р.Б., Середин В.В., Чжоу Ю. Геохимия микроэлементов в китайских углях: обзор распространенности, генетических типов, воздействия на здоровье человека и промышленного использования // Международный журнал угольной геологии. 2012. Т. 94. С. 3-21.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Минеральные индикаторы литогенеза. – Сыктывкар: Геопринт, 2008. – 504 с.4.
5. Дай Ш., Ван П., Уорд С.Р., Тан Й., Сун Х., Цзян Дж., Хауэр Дж. К., Ли Т., Середин В.В., Вагнер Нью-Джерси, Цзян Ю., Ван Х., Лю Дж. Элементные и минералогические аномалии в угольном месторождении руды Ge в Линканге, Юньнань, юго-западный Китай: ключевая роль смешанных гидротермальных растворов N2 – CO2. Международный журнал угольной геологии, 2015, т. 152, с. 19-46.
6. Li J., Zhuang X., Yuan W., Liu B., Querol X., Font O., Moreno N., Li J., Gang T., Liang G. Минеральный состав и геохимические характеристики углей LiGarich в Горнодобывающий район Буэртаохай Тяньцзяши, Джунгарское угольное месторождение, Внутренняя Монголия. Международный журнал угольной геологии, 2016, т. 167, стр. 157-175.
7. Эчманн Б., Лю В., Ли К., Дай Ш., Райт Ф., Фалькoner Д., Керр Г., Патерсон Д., Ховард Д., Каппен П., Вайкс Дж., Брюггер Дж. Обогащение германием и попутный мышьяк и вольфрам в угольных и рулонных месторождениях урана. Химическая геология. 2017. 463, с. 29-49.
8. Dai S., Graham I.T., Ward C.R. Обзор аномальных редкоземельных элементов и иттрия в угле // International Journal of Coal Geology. 2016с. Т. 159. С. 82-95.
9. Измененные вулканические пеплы в угле и угленосных толщах: обзор их природы и значения / С.Дай, К.Р. Уорд, И.Т. Грэм, Д. Френч, Дж. К. Хауэр, Л. Чжао, Х. Ван // Обзоры наук о Земле. - 2017. - Т. 175. - С. 44-74.
10. Эркуюна Х., Кадира С., Хаггетт Дж. Возникновение и генезис тонштейнов в миоценовых лигнитах, бассейн Тунхбилек, Хтахья, западная Турция // Int. J. of Coal Geol. - 2019. - Т. 202. - С. 46-68.

REFERENCES

1. Seredin V.V., Dai S., Sun Y., Chekryzhov I.Yu. Coal deposits as promising sources of rare metals for alternative power and energy efficient technologies // Applied Geochemistry. 2013. V. 31. P. 1-11.2.

2. Arbutov S.I., Yershov V.V. Geokhimiya redkikh elementov v uglyakh Sibiri. – Tomsk: Izdat. dom «D_Print», 2007. – 468 s.

3. Yudovich YA.E., Ketris M.P. Mineral'nyye indikatory litogeneza. – Syktyvkar: Geoprint, 2008. – 504 s.4.

4. Dai Sh., Wang P., Ward C.R., Tang Y., Song X., Jiang J., Hower J.C., Li T., Seredin V.V., Wagner N.J., Jiang Y., Wang X., Liu J. Elemental and mineralogical anomalies in the coal hosted Ge ore deposit of Lincang, Yunnan, southwestern China: Key role of N2–CO2 mixed hydrothermal solutions. International Journal of Coal Geology, 2015, vol. 152, pp. 19-46.

5. Li J., Zhuang X., Yuan W., Liu B., Querol X., Font O., Moreno N., Li J., Gang T., Liang G. Mineral composition and geochemical characteristics of the LiGarich coals in the Buertaohai Tianjiashi pan mining district, Jungar Coalfield, Inner Mongolia. International Journal of Coal Geology, 2016, vol. 167, pp. 157-175. Etschmann B., Liu W., Li K., Dai Sh., Reith F., Falconer D., Kerr G., Paterson D., Howard D., Kappen P., Wykes J., Brugger J. Enrichment of germanium and associated arsenic and tungsten in coal and roll front uranium deposits. Chemical Geology, 2017, vol. 463, pp. 29-49.

6. Dai Sh., Wang P., Ward C.R., Tang Y., Song X., Jiang J., Hower J.C., Li T., Seredin V.V., Wagner N.J., Jiang Y., Wang X., Liu J. Elemental and mineralogical anomalies in the coal hosted Ge ore deposit of Lincang, Yunnan, southwestern China: Key role of N2–CO2 mixed hydrothermal solutions. International Journal of Coal Geology, 2015, vol. 152, pp. 19-46.

7. Altered volcanic ashes in coal and coal-bearing sequences: a review of their nature and significance / S. Dai, C.R. Ward, I.T. Graham, D. French, J.C. Hower, L. Zhao, X. Wang // Earth Science Reviews. – 2017. – V. 175. – P. 44-74.

8. Erkoyuna H., Kadira S., Huggett J. Occurrence and genesis of tonsteins in the Miocene lignite, TunHbilek Basin, Khtahya, western Turkey // Int. J. of Coal Geol. – 2019. – V. 202. – P. 46-68.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_54
UDC 528.3

B. MINGZHASAROV¹, PhD,
M.B. NURPEISOVA¹, doctor of technical sciences, professor,
R.G. SCHULTZ², PhD doctor, professor,
F.M. ISSATAYEVA³, PhD,
***G.E. ZHUNUSOVA³, candidate of technical sciences, associate professor,**
¹Satbayev University, Almaty, the Republic of Kazakhstan,
²Michigan Technological University, Michigan, USA,
³Karaganda Technical University, Karaganda, the Republic of Kazakhstan
**автор-корреспондент*

Geodetic Construction Support of the North Caspian Sea Canal with Berthing Facilities

Keywords: sea canal, berthing facilities, the Caspian sea, construction, technology, geodetic works, modern equipment, satellite systems

The North Caspian Sea canal with berthing facilities for goods traffic based on the special Project of the «TenizService» LLP is currently under construction. The project provides for the following structures (Figure 1):

- a sea canal;
- a turning basin;
- a sea earth deposit;
- berthing facilities for discharging cargo;

- Stockpiling area and catch basin;
- Service road and others

The North Caspian Sea canal will be used to goods traffic for support of construction operations and oil fields and industrial enterprises in the Atyrau and Mangistau regions. The following cargo is expected to be transported [1]:

- supply of building materials for road construction and supply of concrete aggregate from

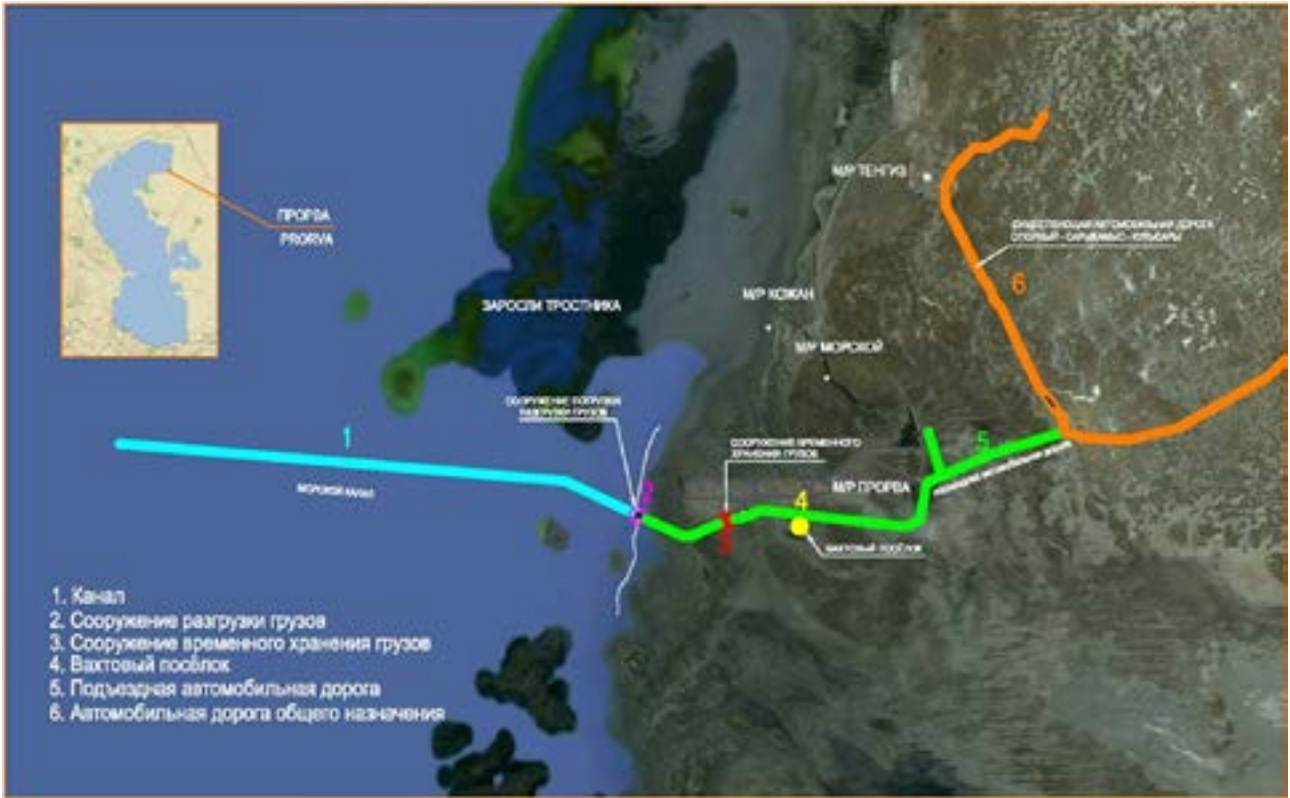


Figure 1 – Construction scheme of sea canal and turning basin

Mangistau region seaports (Bautino, Sartas);

- supply of metal products (structural steel, pipes, drill pipes, modules) from Caspian Sea ports (Aktau, Kuryk, Baku, Astrakhan) and from other sources outside the Caspian (through the Volga-Don canal);
- goods delivery by containers (consumables, tools and specialized goods).

The planned general cargoes totally is 272,000 tons / year after 2021.

The Eastern part of the North Caspian region belongs to the Kazakhstan water area of the Caspian Sea and according to administrative division the coast belongs to the Atyrau region of the Republic of Kazakhstan. The regional center is Atyrau located at the distance of 375 km and the administrative center is Kulsary located at the distance of 135 km from the construction area.

The basis of the district road network consists of the nation highways: Atyrau-Dosor-Aktobe and Dossor-Kulsary-Beineu-Shetpe-Zhetybai-Mangystau-Aktau seaport.

Last adjoins of regional and local significance roads passing through the Tengiz field are following: Kulsary-Tengiz-Sarykamys-Prorva and Tengiz-Prorva. Currently, total length of public roads is about 590 km, 72% of which are hard-surfaced. In the north of the district a section of the national highway Atyrau-Aktobe runs parallel to the railway [2].

In geomorphologic terms the project area is a flat coastal plain. There is no river system in the territory.

The northeastern part of the Caspian Sea adjoined to district is characterized by shallow water. The coastline is indented little, there are small sand spits.

The nearest oil fields under development are as follows: Tengiz field – one of the richest in the world, the Western Prorva, the Prorva, the Kozhan, the Morskoye, the Aktobe fields, etc.

The coastal zone is involved lowland areas of possible flooding. The Tengizchevroil oil deposits and the Korolevskoye as well as the EmbaMunayGas oil fields are protected from sea by protective dams, crests of which are at minus 23.5 m [3].

Erecting of large technical structural constructions such as dams, canals and high buildings is essential. Safe operation ensuring unique and critical engineering structures, as well as equipment is achieved through periodic monitoring, which also includes geodetic monitoring. The deformation state monitoring of such structures is one of the application areas of high-precision geodetic methods and measuring instruments. Another important task of high-precision geodetic measurements is determination of the equipment geometric parameters which is under installation, operation or reconstruction [4].

Therefore, safety of these structures requires comprehensive geodetic monitoring using high-precision measuring instruments; general work scope on terrain model building is shown in Figure 2.

Construction of berthing facilities for discharging

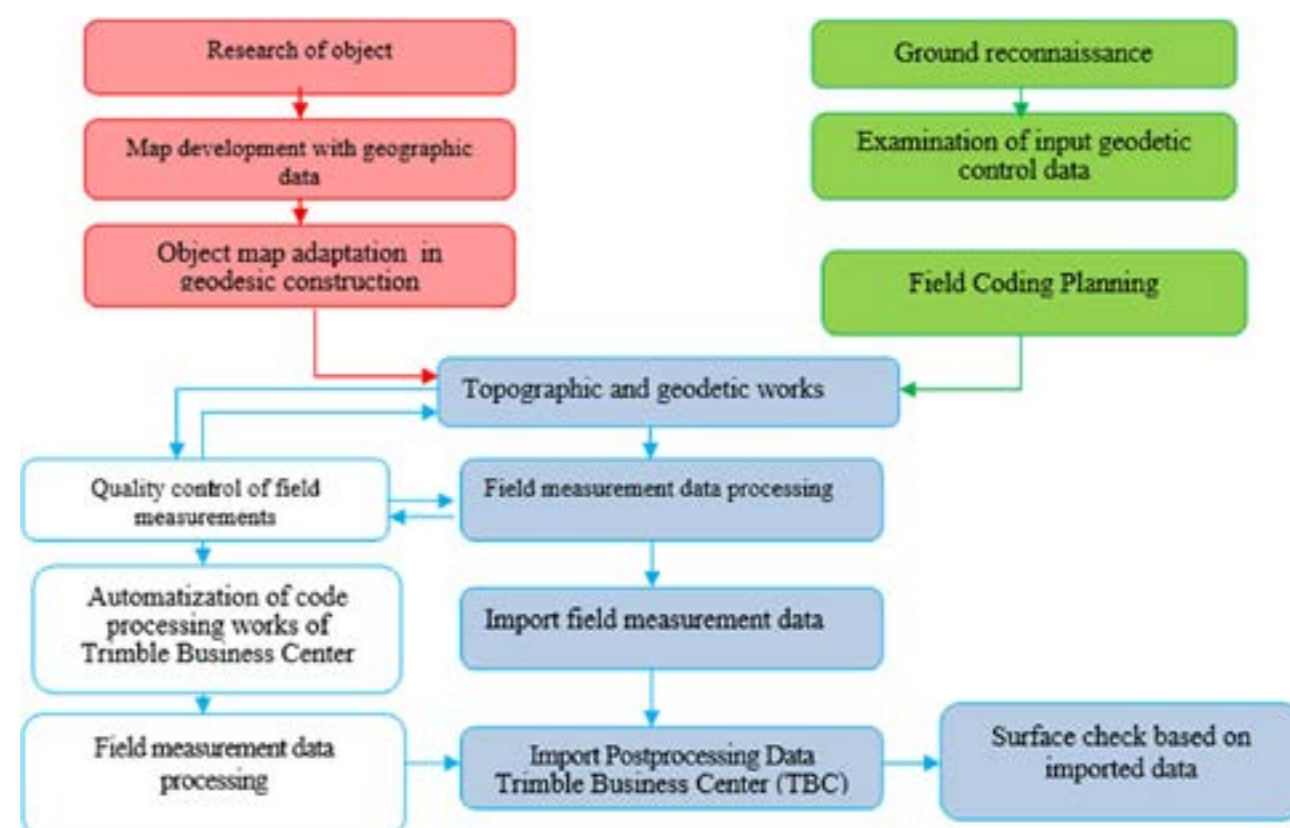


Figure 2 – Geodetic work scope for developing a 3D terrain model

cargo (FDC) with turning basin was accompanied by huge amount of excavation and geodetic measurements.

In the framework of previously obtained 3D terrain models, scope of earthworks was calculated as accurately as possible according to the Branco Etera Ltd. program. Berthing facilities were deformed and required constant monitoring. Since occurrence of GLONASS and GPS, as well as on the basis of continuous process of technology improving of total stations and laser levels, problems of predicting deformations of engineering structures have been solved on a qualitatively new basis [5].

With the use of satellite methods, precision of coordinate definition in combination with speed of obtaining final results is determined by necessity of detail research, as well as the economic possibilities of organizing this type of work. The development of high-performance satellite methods for coordinate definition based on the use of GPS fundamentally changes technology and accuracy of determining geodetic coordinates and principles of constructing geodetic networks, which are actual implementation of coordinate systems.

According to the results of satellite measurements, exact coordinates are determined simultaneously both in plan and in height. GPS measurements were started by checking the well-known benchmarks of the Prorva and TCO (Figures 3 and 4). Mutual position of these benchmarks was checked and observations were made in fast static mode.

The appearance of high-precision electronic geodesic devices in the geodetic production necessitates the development of research methods for their basic technical parameters, as well as

their adaptation for measurements under various disturbing effects.

One of the most critical stages of construction is erecting sheet pile walls forming moorings. After completing the driving of sheet piles at – 24.00 m, the inner side of the berths is covered with sand followed by tamping, and then two opposite berths are reinforced with anchor rods at – 28.00 m and the whole structure is again filled with sand followed by tamping to – 23.50 m. Then there is the process of driving concrete piles between the berths for the foundation of the port structure, the weight of which can exceed several hundred tons. All this leads to deformation of the sheet pile wall. As result, surveying marks are displaced according to plan and height [6].

The monitoring results were processed using the Microsoft Excel program and tongue-and-groove deformation diagrams were obtained (Figure 5), where the greatest shifts were observed in the piling sections. For these sections, special groups of tongues were selected.

According to the observations results (2018), it can be argued that the upper and lower measurement areas «blew out» to the outside due to soil pressure, reinforcing concrete piles, and a short, middle area was pulled together by anchor rods from the opposite side, on the contrary, shifted inward. Such results over the entire observation period were repeated several times and specific anti-deformation measures were taken.

Conclusions. There is proposed a methodology for geodetic works to ensure hydraulic structures using modern technical means that will provide a high degree of accuracy to monitor objects conditions



Figure 3 – PRORVA Leveling



Figure 4 – TCO-4430 Leveling

and develop anti-deformation measures, protection of the subsoil and the environment. The appearance of high-precision electronic geodesic devices in the geodetic production necessitates the development of research methods for their basic technical parameters, as well as their adaptation for measurements under of various disturbing effects.

Thus, none of modern large-scale structures can be managed without systematic observations of subsidence and displacement of structures by geodetic methods. Subsidence observations results and engineering structures displacements by geodetic methods must satisfy the requirements for their completeness, timeliness and accuracy.

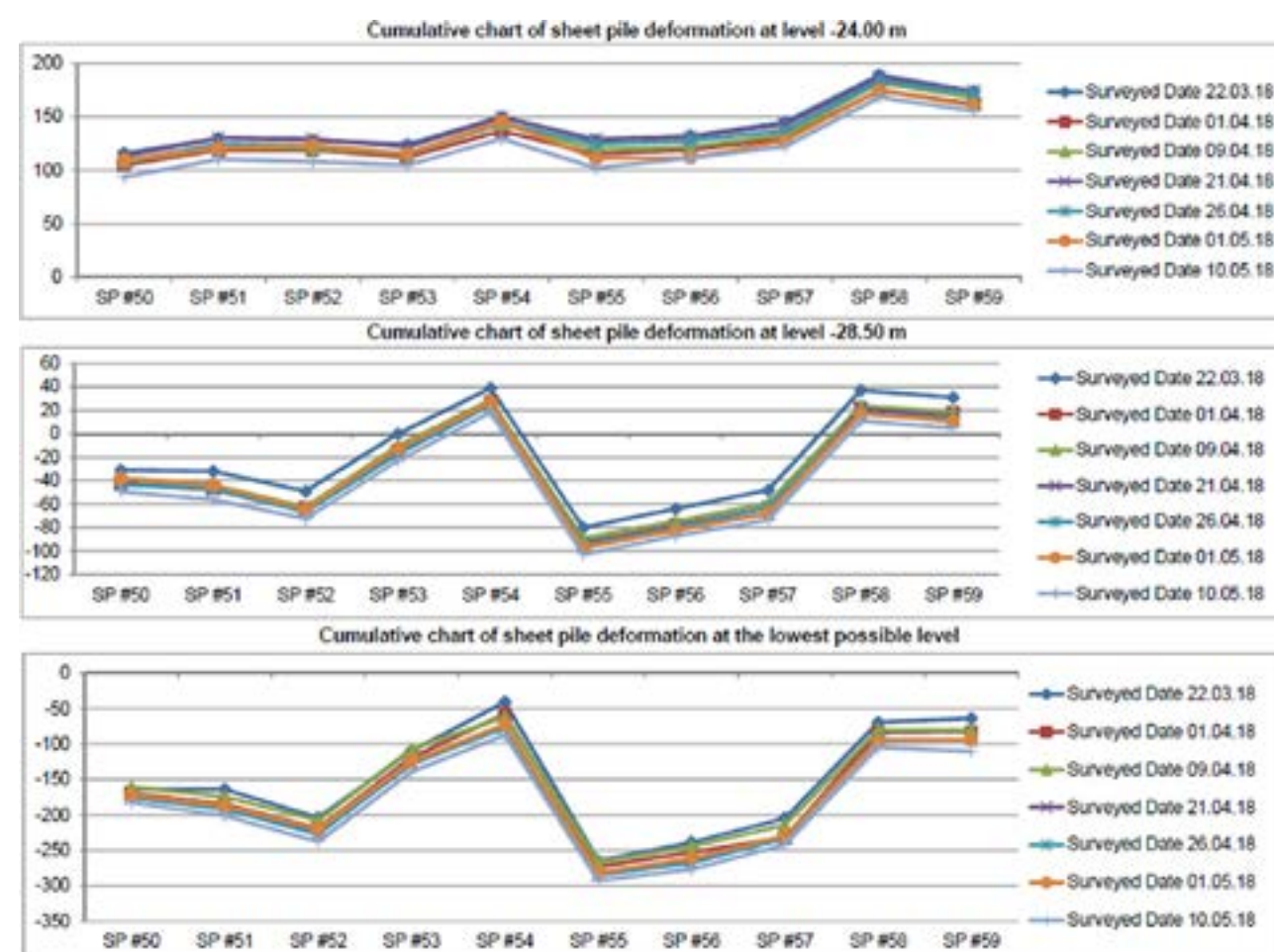


Figure 5 – Deformation chart of sheet pile wall

LITERATURE

1. Проект «Маршрут перевозки грузов для объектов северо-восточной части Каспийского моря. Канал Северного Каспия с причалом. РГП «Госэкспертиза» № 01-0561 / 15 от 23.12.2017).
2. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Киргизбаева Г.М. Инновационные методы проведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах. - Алматы: КазНТИУ, 2015. - 265 с.
3. Нурпеисова М., Киргизбаева Г. Геодезический мониторинг состояния устойчивости инженерных сооружений // Технические и прикладные науки: 2017 | Том: 12 Выпуск: 11 SI Номер страницы: 9151-9163.
4. Мингжасаров Б., Муратбеков Б. Мониторинг деформационных процессов гидротехнических сооружений // Материалы Международной научной конференции молодых ученых «Проблемы освоения недр в 21 веке глазами молодежи». - М.: ИПКОН РАН, 2017. - С. 119-122.
5. Инновационные методы геомониторинга - наиболее эффективный способ обеспечения промышленной безопасности на шахтах / М.Б. Нурпеисова, Г. Киргизбаева и др. // 16-й Международный симпозиум по проблемам окружающей среды и управлению отходами в энергетике и добыче полезных ископаемых (5-7 октября). - Стамбул, 2016. - С. 52-54.
6. Изучение закономерностей развития геомеханических процессов при разработке месторождений комбинированным способом / М.Б. Нурпеисова, О.А. Сарыбаев, О. Курман-баев // Науковий вісник НГУ: Науково-технічний журнал. - 2016. - № 4

REFERENCES

1. The project «Route of goods transportation for objects of the north-eastern part of the Caspian Sea. North Caspian Sea Canal with mooring facilities. RSE «Gosexpertiza» No. 01-0561 / 15 dated 12/23/2017).
2. Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Kirgizbaeva G.M. Innovative methods of conducting complex monitoring at geodynamic polygons. - Almaty: KazNITU, 2015. - 265 p.
3. Nurpeisova M., Kirgizbaeva G. The Geodetic Monitoring of the Engineering Structures Stability Conditions // Journal of Engineering and Applied Sciences:2017| Volume: 12 Issue: 11 SI Page No.: 9151-9163.
4. Mingzhasarov B., Muratbekov B. Monitoring of deformation processes of hydraulic structures // Materials of the International scientific conference of young scientists «Problems of the development of mineral resources in the 21st century through the eyes of young people». - M.: IPKON RAS, 2017. - P. 119-122.
5. Innovational methods of geomonitoring – the most effective way of providing industrial safety in mines / M.B. Nurpeisova, G.M. Kirgizbaeva и др. // 16th International symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (october 5-7). - Istanbul, 2016. - P. 52-54.
6. Study of regularity of geomechanical processes development while developing deposits by the combined way / M.B. Nurpeisova, O.A. Sarybaev, O.S. Kurman-baev // Науковий вісник НГУ: Науково-технічний журнал. - 2016. - № 4 (154). - С. 30-36.

Ж.Б. БАКИРОВ¹, д.т.н., профессор,**А.А. ТАКИШОВ²**, д.т.н., профессор, ректор,***М.Ж. БАКИРОВ¹**, к.т.н., доцент, зав. кафедрой,¹Карагандинский технический университет, кафедра «Механика»,²Жезказганский университет им. О.А. Байконурова

*автор-корреспондент

Исследование напряженного состояния выработок при сопряжении выемочных камер

Ключевые слова: массив, руда, выработка, целик, камера, напряженное состояние, метод конечных элементов, ANSYS, плоская модель

Анализ существующих технологий подземной разработки рудных месторождений показывает, что отработка рудного тела полевыми выработками (без захода людей в очистное пространство) имеет ряд преимуществ перед применяемыми ныне способами добычи руд, особенно для месторождений со слабыми вмещающими породами. При такой схеме отработки под рудной панелью проходит штрек, в рудном теле верным способом пробуриваются скважины, куда закладывается заряд. Отколота взрывом руда падает в штрек и в дальнейшем транспортируется на поверхность.

Известно что, чем больше ширина выработки (камеры) и меньше предел прочности породы, тем больше разрушенная зона приближается к месту проведения горных работ. Поэтому ширина выработки должна быть ограничена требованием безопасности горных работ. Наблюдения и расчеты показывают, что при определенных размерах выработки может произойти самопроизвольное обрушение кровли (естественная забутовка) с образованием свода естественного равновесия. Для нормальной забутовки отработанного пространства ширина выработки также должна быть ограничена. Ограничение ширины выработки достигается образованием выемочных участков (камер) путем оставления между участками целиков рудного тела.

Все технологические параметры отработки месторождения требуют обоснования с позиции возможности применения существующего горного оборудования, безопасности и эффективности добычи руды выемочными камерами.

Задачи определения напряжений вокруг подземных выработок в разное время рассмотрены С.Г. Михлиным, затем А.Н. Динником в упругой постановке, а К.В. Руппенейтом в упругопластическом варианте. Современные подходы к решению задач механики горных пород применительно к горным выработкам приведены в монографиях [1, 2]. В последних исследованиях уточнялись

модели среды: учитывались анизотропность, трещиноватость массива, нелинейность, пластичность, вязкость среды. Эти исследования касались одиночных выработок и решались различными приближенными аналитическими методами [3]. Решение конкретных задач с учетом сложности конфигурации выработки и многосвязности рассматриваемой области получены методом конечных элементов (МКЭ). Определению напряженно-деформированного состояния вокруг подземных выработок МКЭ посвящено множество научных статей [4-6].

В данной работе для определения напряжений также применяется метод конечных элементов. Для реализации метода используется ПК ANSYS, который имеет ряд преимуществ по сравнению с аналогичными пакетами. Алгоритм определения напряженно-деформированного состояния вокруг выработки с помощью ПК ANSYS приведен в работе авторов [4]. Данная работа является продолжением предыдущих исследований авторов [4, 7] и посвящена определению напряженного состояния вокруг выработки с несколькими выемочными камерами. В связи с большой протяженностью рудного поля в плане задачу можно рассматривать как плоскую задачу теории упругости в вертикальной плоскости, перпендикулярной оси штрека [7].

Рассмотрим выработку с двумя выемочными камерами. В плоскости, перпендикулярной оси штрека, выработка имеет вертикальную ось симметрии, проходящую по середине межкамерного целика. С учетом вышеизложенного геометрическая модель выработки имеет вид, показанный на рисунке 1 (слой руды заштрихован). На рисунке b_1 – ширина штрека; h – мощность рудного пласта; b – ширина камеры; d_c – толщина целика. Эти параметры при расчетах задаются.

Построение геометрической модели, выбор граничных условий и нагрузок и обоснование параметров расчетной модели подробно описаны в работах [4, 7]. В обоснование параметров

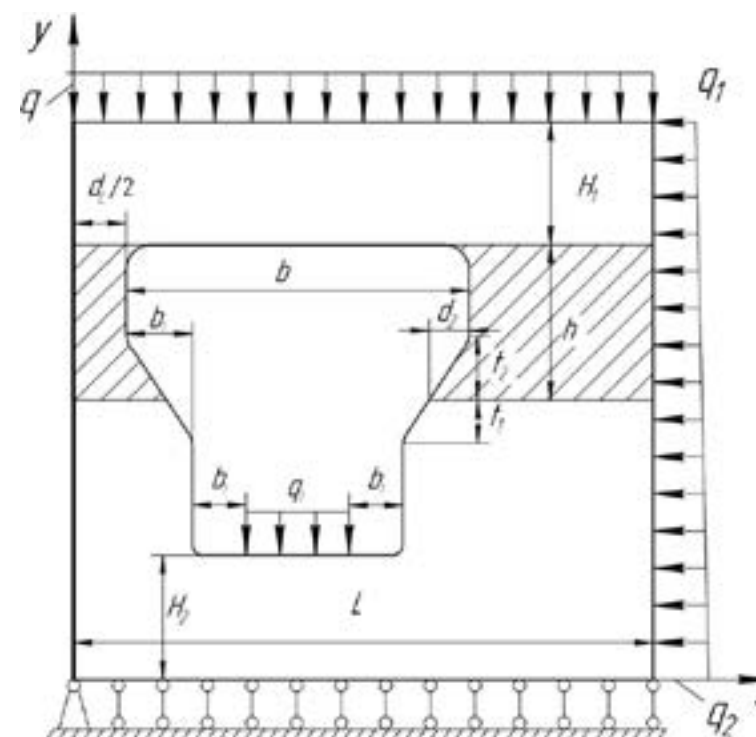


Рисунок 1 – Расчетная модель выработки с двумя камерами

расчетной модели входит выбор размеров моделируемой области и выбор размеров конечных элементов в различных зонах с учетом градиента (концентрации) напряжений.

При проведении конкретных расчетов приняты следующие технологические параметры:

- мощность рудного пласта $h=8$ м; глубина залегания пласта $H=550$ м;
- высота штрека $h_1=8$ м; ширина штрека b_1 меняется;
- ширина веерной скважины $b=3b_1$;
- угол наклона боковых поверхностей веерных скважин $\varphi=51^\circ$.

Физические свойства руды и массива соответствуют средним значениям по Жезказганскому региону:

руда – $E=6,2 \cdot 10^7$ кН/м², $\nu=0,22$, $\rho=2,6$ кН с²/м⁴;
массив – $E=4,2 \cdot 10^7$ кН/м², $\nu=0,21$, $\rho=2,6$ кН с²/м⁴.

Алгоритм решения задачи подробно изложен в [4]. В результате решения определяются максимальные растягивающие и сжимающие главные напряжения в породе и максимальные эквивалентные напряжения в руде.

Максимальное эквивалентное напряжение в рудном теле и максимальное сжимающее напряжение в массиве возникают на границе раздела пластов породы и руды на стыке кровли камеры с целиком. Они обусловлены концентрацией напряжений из-за геометрического сопряжения и разнородности материала в этой зоне. Анализ напряженного состояния в этой зоне показывает, что эти напряжения быстро убывают по мере удаления от контура дуги стыка (при удалении от

опасной точки на 0,4 метра напряжения уменьшаются в 2,1 раза). Это местное повышение напряжений может вызвать образование трещины на стыке рудного целика и кровли, но не приведет к разрушению целика или кровли. Поэтому в дальнейшем при оценке прочности эти местные напряжения учитывать не будем.

Максимальное растягивающее напряжение возникает в кровле камер. Анализ изолинии растягивающего главного напряжения в потолочине камеры показывает, что свод естественного равновесия смещен от оси камеры к целику. Сам свод относительно его стрелы расположен несимметрично: ширина свода со стороны целика меньше, чем со стороны неотработанной панели.

Далее проанализировано напряженное состояние в целике. В поперечном сечении целика эквивалентное напряжение минимально на оси симметрии целика и растет к периферии. Это изменение неравномерно: вокруг центра тяжести напряжение остается постоянным, затем медленно растет. К периферии целика (примерно 25% ширины) наблюдается быстрый рост напряжений. Так, на середине высоты целика отношение максимального напряжения у стенки целика к постоянному значению вокруг центра тяжести составляет примерно 2,8. Такое распределение напряжений хорошо объясняет наблюдаемые на практике отколы стенок целиков («отстрелы»).

Далее проанализировано изменение напряжений по высоте целика. Максимальное эквивалентное напряжение на периферии разное по высоте целика, в то время как напряжение около

центра тяжести не меняется по высоте целика. Наибольшие напряжения возникают в верхней (ближе к стыку с кровлей) и нижней (стык с стенкой веерной скважины) части целика. В этих зонах наблюдается местное повышение напряжений из-за изменения формы поперечного сечения целика. К середине высоты целика напряжение стабилизируется на некотором уровне.

С учетом вышеизложенного за расчетное напряжение в целике принимаем максимальное эквивалентное напряжение в средней части высоты целика. Эта область при анализе результатов расчета выделяется по координатам командой NSEL. При проведении конкретных расчетов для руд месторождения Жаман Айбат принимаем предел прочности руды $\sigma_{ac}=144$ МПа.

При принятых размерах камеры ($b_1=6$ м, $b=72$ м) и толщине целика $d_c=8$ м расчетное напряжение в целике $\max S_{eq}=160,6$ МПа, а максимальное растягивающее напряжение в кровле камеры $\max S_1=15,25$ МПа.

Расчетное напряжение в целике оказалось больше, чем предел прочности, поэтому увеличиваем толщину целика, примем $d_c=12$ м. При этом стало:

$\max S_{eq}=141,7$ МПа; $\max S_1=13,25$ МПа.

Расчетное напряжение в целике оказалось меньше, чем предел прочности, поэтому уменьшаем толщину целика. Повторяя расчеты при различных толщинах целика подбором находим значение $d_c=11,4$ м, при котором расчетное напряжение в целике равно пределу прочности руды (144 МПа).

Анализ напряженного состояния в кровле камеры при различных толщинах целика показывает, что чем меньше толщина, тем больше максимальное растягивающее напряжение в потолочине. С увеличением толщины это напряжение и размеры свода приближаются к значениям, найденным для одиночной камеры (см. таблицу). Форма и расположение свода также стремится к симметричному виду, что характерно для одиночных камер. Далее исследована зависимость безопасной толщины целика от ширины камеры. Результаты расчетов приведены в таблице.

Определим напряженное состояние выработки с тремя параллельными камерами. Такая выработка имеет вертикальную ось симметрии, проходящую по середине второй камеры. Геометрическую модель представим правой половиной сечения выработки (рисунок 2).

Анализ напряженного состояния при различ-

ных ширинах камер и толщинах целиков свидетельствует, что зоны максимальных напряжений остаются прежними.

Максимальное растягивающее напряжение в массиве возникает по середине кровли средней камеры. Анализ изолинии растягивающего главного напряжения в потолочине камеры показывает, что свод естественного равновесия здесь симметричен относительно камеры. Максимальное растягивающее напряжение в потолочине крайних камер меньше, чем в средней камере. Свод смещен от оси камеры к межкамерному целику и несимметричен относительно его стрелы. Это объясняется различной жесткостью стенок крайних камер.

Здесь также проведено исследование зависимости толщины целика от ширины камеры. Для каждой ширины камеры из условия прочности определена толщина стенки целика и при этой толщине определено максимальное растягивающее напряжение в кровле средней камеры. Результаты расчета приведены в таблице. Из таблицы видно, что в этом случае необходимая толщина целика больше, чем при сопряжении двух участков.

Далее определено напряженное состояние вокруг выработки при сопряжении четырех выемочных камер. Геометрическая модель отличается от модели на рисунке 1 только наличием еще одной камеры.

Анализ напряженного состояния вокруг выработки при различных ширинах камер и толщинах целиков показывает ту же качественную картину распределения напряжений. Наиболее напряженным является средний целик. Максимальное растягивающее напряжение в потолочине крайних камер меньше, чем в средних камерах. Свод смещен от оси камеры к межкамерному целику и несимметричен относительно его стрелы. Это

объясняется различной жесткостью стенок крайних камер.

Результаты исследования зависимости толщины целика от ширины камеры также приведены в таблице.

Анализ напряженного состояния вокруг выработок показывает, что при проведении горных работ опасность представляет как разрушение кровли, так и разрушение межкамерных целиков. При прохождении нескольких камер наиболее опасными являются средний целик и кровля средней камеры.

Исследования показали, что дальнейшее увеличение числа камер практически не влияет на напряженное состояние в указанных элементах выработки в связи с их удаленностью от зоны отработки.

По результатам работы можно сделать следующие выводы.

1. Предложена расчетная схема и методика определения напряженного состояния вокруг полевой выработки при отработке рудного месторождения выемочными камерами.

2. На основе исследования напряженного состояния межкамерных целиков разработана методика определения расчетного напряжения в целике.

3. Из расчетов на прочность определена зависимость толщины целика от ширины камеры при отработке месторождения выемочными камерами. Для выбранных значений ширины камеры и толщины целика определены максимальные растягивающие напряжения в кровле камеры.

Полученные в статье результаты позволяют управлять состоянием кровли камер и межкамерных целиков путем целенаправленного изменения технологических параметров и оценивать безопасность горных работ при выбранных параметрах.

	2 камеры				3 камеры				4 камеры			
b, м	45	60	72	84	45	60	72	84	45	60	72	84
dc, м	3,0	6,2	11,4	18,0	4,0	7,0	11,7	23,0	4,8	8,2	13,0	23,8
maxS1, МПа	11,5	12,8	13,4	13,6	13,3	14,2	13,4	11,8	13,0	12,7	11,6	10,7

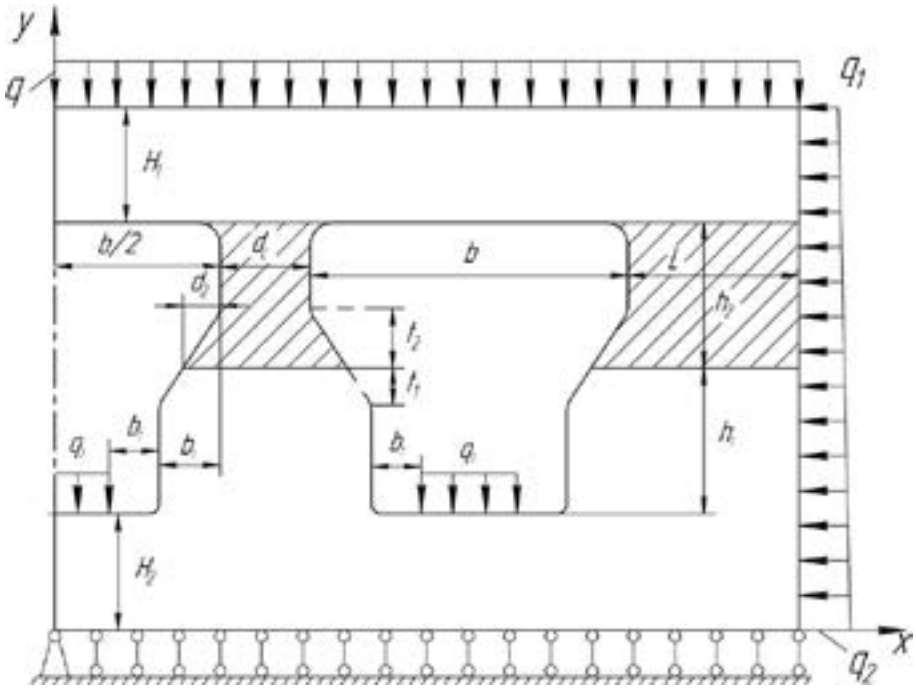


Рисунок 2 – Расчетная схема выработки с тремя камерами

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курленя М.В., Серяков В.М., Еременко А.А. Техногенные геомеханические поля напряжений. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.

2. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. – М.: Горная книга, 2006. – 391 с.

3. Протосеня А.Г., Карасев М.А., Беляков Н.А. Упруго-пластическая задача для выработок различных форм поперечных сечений при условии предельного состояния Кулона // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 1. – С. 71-81.

4. Бакиров Ж.Б., Такишов А.А., Бакиров М.Ж. Исследование напряженного состояния вокруг выработки при добыче руды веерными скважинами // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2017. – № 3. – С. 54-58.

5. Cheng G., Chen C., Li L., Dai F., Ren B. Numerical modeling of strets movement at footwall induced by underground mining // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. – 2018. – Vol. 108. – P. 142-158.

6. Асанов В.А., Евсеев А.В., Паньков И.Л., Токсаров В.Н. Исследование процессов деформирования горных пород и элементов камерной системы разработки // Горный журнал. – 2018. – № 6. – С. 21-26.

7. Бакиров Ж.Б., Такишов А.А., Бакиров М.Ж. О возможности применения плоской модели полевых выработок // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2018. – № 2. – С. 52-55.

REFERENCES

1. Kurlenya M.V., Seryakov V.M., Yeremenko A.A. Tekhnogennyye geomekhanicheskiye polya napryazheniy. - Novosibirsk: Nauka, 2005. - 264 s.

2. Makarov A.B. Prakticheskaya geomekhanika. - М.: Gornaya kniga, 2006. - 391 s.

3. Protosenya A.G., Karasev M.A., Belyakov N.A. Uprugo-plasticheskaya zadacha dlya vyrabotok razlichnykh form poperechnykh secheniy pri uslovii predel'nogo sostoyaniya Kulona // Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh. - 2016. - № 1. - S. 71-81.

4. Bakirov ZH.B., Takishov A.A., Bakirov M.ZH. Issledovaniye napryazhennogo sostoyaniya vokrug vyrabotki pri dobyche rudy veyernymi skvazhinami // Trudy universiteta. - Karaganda: KarGTU, 2017. - № 3. - S. 54-58.

5. Cheng G., Chen C., Li L., Dai F., Ren B. Numerical modeling of stress movement at footwall induced by underground mining // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. – 2018. – Vol. 108. – P. 142-158.

6. Asanov V.A., Yevseyev A.V., Pan'kov I.L., Toksarov V.N. Issledovaniye deformirovaniya gornykh porod i elementov kamernoy sistemy razrabotki // Gornyy zhurnal. - 2018. - № 6. - S. 21-26.

7. Bakirov ZH.B., Takishov A.A., Bakirov M.ZH. O vozmozhnosti ploskoy modeli polevykh vyrabotok // Trudy universiteta. - Karaganda: KarGTU, 2018. - № 2. - S. 52-55.

DOI 10.52209//1609-1825_2020_3_62
УДК 622.817.4

Н.Н. АКИМБЕКОВА, к.т.н., доцент,
***А.Д. НУРГАЛИЕВА**, к.т.н., доцент,
Г.С. САТТАРОВА, к.т.н., доцент,
А.Ж. АХМЕТОВА, к.м.н., доцент,
А.Ж. КАЛИЯСКАРОВА, к.т.н., доцент,
Карагандинский технический университет, кафедра РАиОТ
**автор-корреспондент*

Определение движения газа в барьерной скважине

Ключевые слова: дегазация, горная выработка, барьерная скважина, газ метан, угольные пласты, подготовительные выработки

Необходимость применения ограждающей (барьерной) дегазации связана с высоким уровнем притока газа в пластовые подготовительные выработки при высокой скорости проходки. При этом основное количество газа выделяется из груди забоя и стенок выработки.

Дегазацию при проведении капитальных и подготовительных выработок необходимо применять в тех случаях, когда средствами вентиляции невозможно разбавить содержание метана до допустимых норм промышленной безопасности.

Для снижения газообильности выработок может применяться предварительная дегазация пласта угля, осуществляемая до проведения выработки, или дегазация горного массива в период проведения выработки.

Для снижения газообильности выработок, проводимых по угольным пластам, применяется предварительная дегазация пластов или текущая дегазация угольного массива вблизи проводимой выработки. Необходимость выполнения работ по дегазации возникает обычно при повышении метанообильности выработки свыше 3 куб. м/мин.

Предварительная дегазация угольного пласта проводится до начала проходческих работ. Срок каптажа газа составляет не менее 6 и 12 месяцев соответственно для восстающих (горизонтальных) и нисходящих скважин, буримых за контур будущих подготовительных выработок.

В целях сокращения сроков предварительной дегазации пласта следует применять гидроразрыв угольного массива с целью повышения его газопроницаемости. Дегазация угольного массива вблизи проводимой выработки осуществляется с помощью барьерных или забойных и барьерных скважин в тех случаях, когда невозможно провести предварительную дегазацию угольных пластов.

На пластах с высокой газоносностью, когда одной схемой дегазации не удастся снизить газообильность проводимой выработки, применяется сочетание (комбинация) нескольких схем дегазации. Если не представляется возможным осуществить предварительную дегазацию угольного

пласта, то во время проведения выработки производят бурение барьерных или ограждающих скважин.

Барьерные скважины бурятся из камер под углом 3-5° к оси выработки. Длина скважин до 100-150 м. Расстояние между камерами на 15-20 м меньше длины скважин, устья скважин располагаются на расстоянии 2-2,5 м от стенки выработки.

Наиболее эффективным способом снижения метановыделения в подготовительные выработки является предварительная дегазация угольного массива восстающими, горизонтальными или нисходящими скважинами. Срок предварительного каптажа газа до начала проходческих работ на подготавливаемом участке должен приниматься не менее 6 и 12 месяцев соответственно для восстающих (горизонтальных) и нисходящих скважин. В целях сокращения указанных сроков следует применять предварительную дегазацию в сочетании с гидроразрывом пласта.

При проведении выработок дегазация пласта осуществляется через скважины, пробуренные с опережением забоя выработки, и скважины, расположенные в ее боках. На пластах с невыдержанной гипсометрией дегазацию пласта целесообразно проводить через короткие скважины или шпурь. Устья скважин герметизируются на 3-5 м, шпуров – на 1,5-2 м. Барьерные скважины, расположенные на расстоянии 300-400 м от забоя выработки, могут быть отключены от дегазационной сети.

При проведении вертикальных выработок (стволов, шурфов, гезенков) дегазация осуществляется скважинами, пробуренными с поверхности или из буровых камер. Скважины располагаются параллельно выработке на расстоянии 2,5-3 м от ее стенок, глубина скважин 30-100 м, диаметр 80-100 мм. Величина неснижаемого опережения скважинами забоя выработки должна быть не менее 10 м. Газоносный угольный пласт или слой газосодержащей породы перебуривается полностью.

При проведении квершлагов дегазация осуществляется скважинами, пробуренными из ка-

мер. Бурение скважин начинают до подхода забоя квершлага к угольному пласту или газосодержащему слою породы не ближе 5 м. Длина скважин не менее 30 м, диаметр 80-100 мм, количество скважин, пробуренных из одной камеры, в пределах 2-5. Направление бурения скважин выбирается исходя из условия, чтобы скважины пересекали газоносный слой или пласт по окружности диаметром от 1,5 до 3 диаметров выработки.

При проведении подготовительной выработки по газоносному угольному пласту дегазацию рекомендуется осуществлять с помощью барьерных (ограждающих, законтурных) скважин. На пологих и наклонных пластах барьерные скважины бурятся из камер параллельно или под некоторым углом к оси выработки.

Длина скважин до 100-150 м, диаметр 60-100 мм. Расстояние между камерами на 15-20 м меньше длины скважин. При длине подготовительных выработок до 200 м барьерные скважины бурятся на всю длину будущей выработки.

Идея барьерной дегазации заключается в развороте вектора движения газа в сторону скважин, пробуренных по пласту. Обычно 2-3 скважины бурятся из специальной камеры в массив, прилегающий к стенкам выработки, вдоль оси выработки в сторону груди забоя. Эффект достигается за счет того, что скважины бурятся в зоне отжима, где пласт раздавлен и газопроницаемость угля повышенная, а также создания разряжения в самой скважине путем подсоединения её через шахтную дегазационную сеть к вакуум-насосной станции. При понижении давления газа в скважине метан угольного пласта будет через трубопроводы дегазационной сети изолированно отводиться из шахты и выбрасываться в атмосферу. При этом прогнозная эффективность барьерной дегазации составляет 30-40% [1].

Исследования, проведенные на шахтах Карагандинского угольного бассейна, показали, что фактически эффективность скважинного и шпурового методов дегазации пластовых подготовительных выработок не превышает 10-12% из-за низкого содержания метана в отсасываемой смеси. Основная причина низкого содержания газа в каптируемой смеси в том, что при понижении давления в скважине происходит увеличение подсосов воздуха в скважины через деформированный и разрушенный массив угля, а также устье скважины. В последние годы были разработаны более совершенные способы герметизации устьев скважин. Применяются новые, более совершенные типы герметизаторов. При этом увеличение глубины герметизации до половины и более длины скважины не обеспечивает повышение роста эффективности барьерной дегазации. Исследования показали, что основное количество воздуха поступает из выработки через фильтрующую часть скважины, при этом иногда не по всей длине, а только в области, где давление в самой скважине P_c ниже давления воздуха в горной выра-

ботке P_0 . Обозначим через L длину фильтрующей части скважины, а через L_n длину части скважины, где происходят подсосы воздуха из выработки.

Целью исследования является определение давления газа в скважине P_c на расстоянии x от устья с учетом потерь давления на трение, в зависимости от давления газа в массиве P , радиуса дренирования R и коэффициента проницаемости угля в зоне дренирования K .

При постановке задачи исследования были сделаны следующие допущения. Радиус зоны дренирования по длине скважины принят величиной постоянной, хотя в действительности она переменна и от устья к торцу скважины снижается. На границе зоны влияния скважины $R(x)$ давление газа в массиве является величиной постоянной, однако для решения поставленной задачи удобнее, если зону дренирования принять постоянной. При этом для приближения модельных условий к реальным давление на границе условной границы дренирования задавали в виде функции $P(x)$ [2].

Для решения поставленной задачи найдем радиальный приток газа в скважину q , который в этом случае выразится через уравнение:

$$q = J_r \int_0^{2\pi R_0} dl, \quad (1)$$

где J_r – радиальная скорость истечения газа со стенки скважины, м/с;

R_0 – радиус скважины, м.

Согласно уравнению Дарси:

$$J_r = \frac{K}{\mu} \frac{dP}{dr}, \quad (2)$$

где K – газопроницаемость угля в зоне дренирования, м²;

μ – динамическая вязкость газа, Па·с.

Учитывая, что радиальный поток газа в зоне дренирования, в соответствии с законом сохранения массы, можно принять величиной постоянной, получим

$$2\pi R_0 J_r = 2\pi r J = const. \quad (3)$$

Так как $2\pi R_0 J_r = q$, решая (1) относительно r , получим:

$$q = \frac{dQ}{dx} = -\frac{2\pi K(P - P_c)}{\mu \ln(RR_0^{-1})}, \quad (4)$$

где Q – осевой расход газа в скважине, м³/с.

Зависимость потери давления $P_c(x)$ от расстояния до устья скважины x складывается из удельных потерь давления газа по длине скважины dP_c/dx , которые зависят от режима движения газа в скважине и коэффициента газодинамического сопротивления.

$$\frac{dP_c}{dx} = \frac{\lambda \rho_r U^2}{4R_0}, \quad (5)$$

где λ – коэффициент газодинамического сопротивления;

ρ_r – плотность газа, кг/м³;

U – скорость движения газа в скважине, м/с.

Так как профиль сечения скважины представляет из себя окружность, то $U = Q/\pi R_0^2$. Тогда уравнение (5) будет иметь вид:

$$\frac{dP_c}{dx} = \frac{\lambda \rho_r Q^2}{4\pi^2 R_0^5}. \quad (6)$$

Для каналов круглого сечения коэффициент газодинамического сопротивления может быть найден из выражения:

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \quad (7)$$

где Re – число Рейнольдса.

Для скважин величина числа Рейнольдса рассчитывается по формуле:

$$Re = \frac{2R_0 \rho_r U}{\mu}. \quad (8)$$

Расчеты показали, что при радиусе скважины 0,04-0,05 м и скорости движения метана в скважине 0,5 м/с число Рейнольдса не будет превышать 27-34, поэтому режим движения по всей длине будет ламинарным. В модифицированном виде уравнение (6), с учетом (7) и (8), будет иметь вид:

$$\frac{dP_c}{dx} = \frac{2,55\mu Q}{R_0^4}. \quad (9)$$

Для решения поставленной задачи полученные дифференциальные уравнения запишем в нормальной системе:

$$\begin{cases} \frac{dQ}{dx} = -\frac{2\pi K(P - P_c)}{\mu \ln(RR_0^{-1})}, \\ \frac{dP_c}{dx} = \frac{2,55\mu Q}{R_0^4}. \end{cases} \quad (10)$$

Учитывая, что зона разрушения массива не превышает 2-3 радиусов скважины, считаем, что проницаемость угля в радиальном направлении $K(r)$ является величиной постоянной. Зависимость давления газа по длине скважины на границе зоны дренирования задавали с помощью степенной функции:

$$P = P_1 + a_1 x^{a_2}, \quad (11)$$

где a_1, a_2 – коэффициенты уравнения.

Уравнение (10) не имеет решения в квадратурах, поэтому были разработаны алгоритм и программа расчета при следующих граничных условиях: $P_c(0) = P_c^0$ при $x=0$; $Q=0$, при $x=L$. В основу алгоритма положен итерационный метод. При этом начальный расход газа задавали: $Q=Q^0$ при $x=0$. При проведении расчетов значения переменных задавали на трех уровнях в пределах областей изменения: $P_c^0 = (8,5...9,5) \times 10^4$ Па; $P_1 = (1...3) \times 10^6$ Па; $K = (1...10) \times 10^{-15}$ м²; $R = 0,3...0,5$ м; $R_0 = 0,03...0,5$ м; $L = 100...200$ м. Значения постоянных принимались следующими: $\mu = 10^{-3}$ Па·с; $a_1 = 8 \times 10^3$; $a_2 = 1$. Некоторые результаты расчетов приведены в таблице.

Анализ полученных результатов показал, что давление в скважине, как правило, на всем протяжении не превышает давления в выработке. При обеспечении, согласно руководству по дегазации угольных шахт, разряжения в скважине $(1,0...1,5) \times 10^4$ Па величина $L_n = L$, поэтому подсосы

Данные по увеличению давления газа в скважине ($P_1(L) - P_c(0)$) $\times 10^{-3}$, Па

(P ₁ – P _c)×10 ⁻⁶ , Па	Длина фильтрующей части скважины L, м		
	100	150	200
1,05	0,25	0,65	1,32
2,05	0,40	1,00	1,94

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Демин В.Ф., Акимбеков А.К., Демина Т.В. Выбор оптимальных параметров работы высокопроизводительных очистных забоев с обеспечением безопасного выполнения производственных процессов // Труды университета. 2005. № 4. – С. 26-28.
- Акимбеков А.К. Метановыделение из выработанного пространства лавы при прямоточной схеме проветривания // Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030»: Труды международной научной конференции. – Караганда, 2001. – С. 169-1713.
- Акимбекова Н.Н., Саттарова Г.С., Нурғалиева А.Д. Источники выделения метана в отработанные пространства ликвидированных шахт // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. № 3 (85). 2019. – С. 7-11.

REFERENCES

1. Demin V.F., Akimbekov A.K., Demina T.V. Vybora optimal'nykh parametrov raboty vysokoproizvoditel'nykh ochistnykh zaboyev s bezopasnogo vypolneniya proizvodstvennykh protsessov // Trudy universiteta. 2005. № 4. - S. 26-28.

2. Akimbekov A.K. Metanovydeleniye iz vedushchego prostranstva lavy pri pryamotchnoy skheme provetrivaniya // Nauka i obrazovaniye - strategii strategii «Kazakhstan-2030»: Trudy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. - Karaganda, 2001. - S. 169-1713.

3. Akimbekova N.N., Sattarova G.S., Nurgaliyeva A.D. Istochniki vydeleniya metana v otrabotannykh prostranstva likvidirovannykh shakht // Vestnik VKGTU im. D. Serikbayeva. № 3 (85). 2019. - S. 7-11.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_65
УДК 245.1

Н.А. МАХАНОВА¹, магистр геологии,
Т.В. КРЯЖЕВА¹, к.г.-м.н., доцент,
Н.В. ЖЕЛАЕВА¹, магистр геологии, ст. преподаватель,
Р.И. ГАБАЙДУЛЛИН², к.т.н., зам. директора по науке,
¹Карагандинский технический университет, кафедра ГРМПИ
²ТОО «НИЦ «ГеоМарк»

Анализ трещиноватости массива западного участка рудника "Нурказган"

Ключевые слова: горный массив, системы трещин, углы падения и простирания, кластерный анализ, множество, структурное ослабление

Физико-механические свойства твердых полезных ископаемых определяются лабораторными испытаниями на образцах, полученных из ненарушенных фрагментов горного массива. При расчетах устойчивости геомеханических конструкций, особенно подземных, необходимо учитывать прочностные свойства реального массива. В естественных условиях для перехода к физико-механическим свойствам массива, подверженного различным воздействиям (тектоническим, температурным, гидротермальным и т.п.), принято вводить коэффициент структурного ослабления K_{σ} [1]. Математически он выражается отношением величины прочностных показателей в массиве к показателям в образце.

Наибольшее влияние на величину K_{σ} оказывает блочность массива, которая характеризуется (формируется) трещинами различного направления, протяженности и интенсивности. Что именно трещиноватость определяет блочность, а следовательно, и основные физико-механические свойства, отмечает ряд авторов [1, 2].

Геотехнической службой рудника «Нурказган» в 2014г. выполнены массовые замеры трещин в буродоставочных штреках горизонта +200 м (рисунок 1). Всего выполнено 148 измерений трещин. Измерялись азимут падения трещины, угол падения и расстояния между трещинами.

По результатам этих измерений с использованием круговых диаграмм Вульфа выделено 4 системы трещин:

- 1 – азимут падения 270°, угол падения 75°;
- 2 – азимут падения 305°, угол падения 80°;
- 3 – азимут падения 210°, угол падения 75°;
- 4 – азимут падения 270°, угол падения 15° (рисунок 2).

Основной результат этих исследований – слаботрещиноватый массив.

Проведен анализ результатов исследований указанных выше измерений трещин методами кластерного анализа. Кластерный анализ, назы-

ваемый также сегментационный или таксонометрический, разбивает эмпирические данные числового показателя какого-либо признака объекта исследований на непересекающиеся группы или кластеры. Кластеры формируются таким образом, чтобы объекты одного и того же кластера были максимально похожи между собой, а объекты разных кластеров отличались минимально.

Измеряемыми признаками объектов-трещин для кластерного анализа приняты угловые характеристики: азимут падения, угол падения трещин, а также расстояния между трещинами. Эти параметры, по нашему мнению, наиболее информативно характеризуют геологические признаки участка месторождения и в итоге, в значительной степени, определяют численные показатели физико-механических свойств руд и вмещающих пород.

Обработка данных по трещинам методами кластерного анализа выполнена в среде специального пакета программ для научных исследований MATLAB [3] с использованием модуля Cluster Analysis [4]. Кластеризация реализована на основе центроидного метода, вычисляющего в качестве критерия разбиения расстояние между центрами кластеров и объектами, отнесенными к этому кластеру.

На рисунке 1 приведено графическое представление распределения измеренных показателей трещин в координатах «азимут – угол падения» с группировкой на два кластера.

Как видно из рисунка, множество точек-характеристик трещин довольно четко разбивается на два подмножества – кластера с координатами центров тяжести:

- C1 – азимут $A=80^\circ$, угол падения $\alpha=70^\circ$;
- C2 – азимут $A=78^\circ$, угол падения $\alpha=264^\circ$.

Качество разбиения на кластеры оценивается аналогом «коэффициента корреляции» – чем ближе к единице, тем лучше выполнена процедура кластеризации. В данном исследовании этот

показатель составляет $r=0,843$, который можно принимать как вполне удовлетворительный.

По результатам кластерного анализа азимуты центров кластеров приблизительно одинаковые (80° и 78°). Углы падения центров отличаются очень сильно, почти в 4 раза (264° и 70°).

Нам представляется, что кластерный анализ дает более наглядное представление о распределении угловых параметров трещин в пределах участков массовых замеров. Количественно 25% трещин принадлежат кластеру 1 с центром по азимуту 68° , по падению 296° , что значительно разнится с результатами обработки круговыми диаграммами. Классификация трещин по азиму-

ту и падению наиболее простая, поскольку связана с геологическими ориентирами расположения рудных и породных массивов на месторождении. Кроме того, с геологией связано и природное поле напряжений, которое тектонически тоже влияет на образование определенных систем трещин в рудных телах и вмещающих породах.

По результатам исследований [4] на месторождении Нурказган отсутствуют высокие горизонтальные напряжения тектонического происхождения, $\sigma_2 \approx 0,9\gamma H$, $\sigma_3 \approx 0,8\gamma H$. Азимут углов падения центров кластеров $\approx 80^\circ$ позволяет предполагать, что большинство трещин образовано под действием вертикальных напряжений.

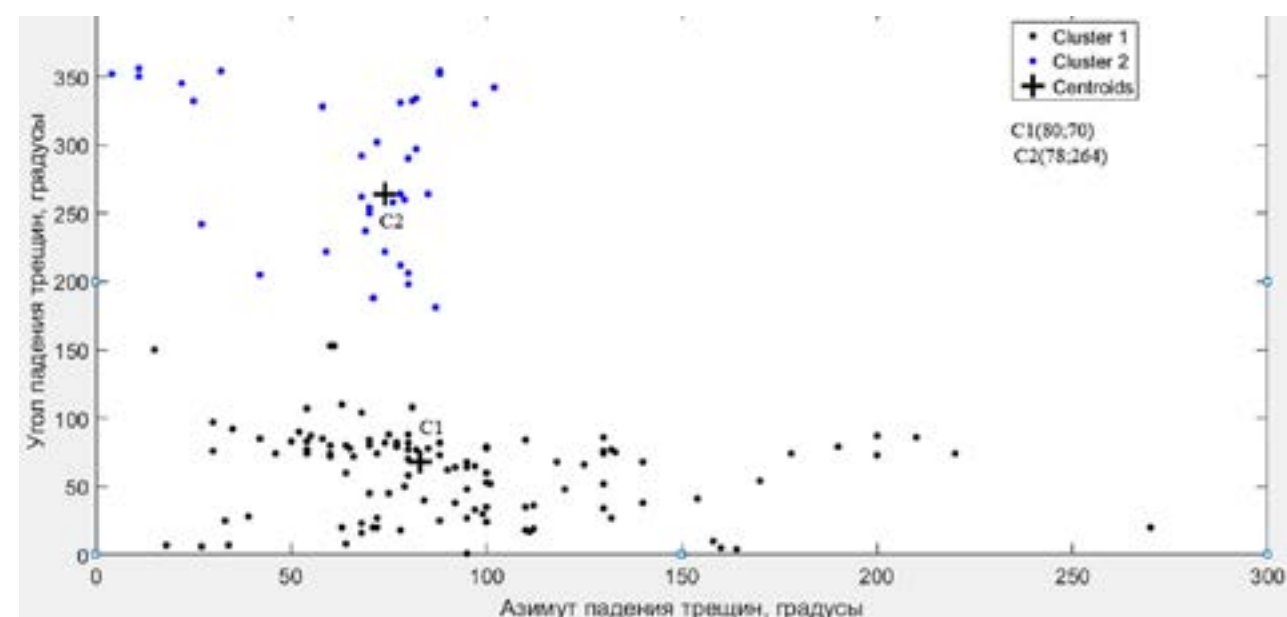


Рисунок 1 – Поле кластеров распределения угловых координат трещин

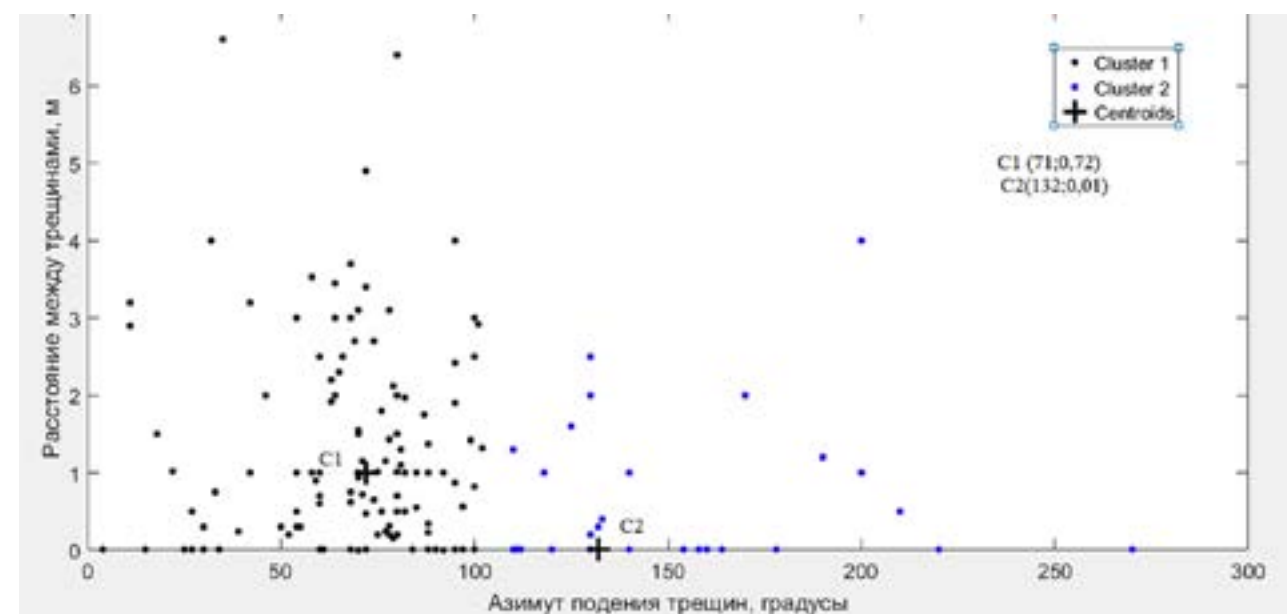


Рисунок 2 – Поле кластеров: азимут падения трещин – расстояния между трещинами

Важное значение имеет анализ связей угловых параметров трещин с расстояниями между трещинами, т.е. густотой трещин. С этой целью выполнен кластерный анализ распределения трещин в координатах «азимут-расстояние между трещинами» и «угол падения-расстояние между трещинами». Графические результаты анализа приведены на рисунках 2 и 3, соответственно.

Центры кластеров на рисунке 2 характеризуются: один с азимутом 71° и расстояниями между трещинами 0,72 м; второй – с азимутом 132° и расстояниями между трещинами 0,01 м.

Центры кластеров на рисунке 3: один с углом падения 68° и расстояниями между трещин 0,55 м; второй – с углом падения 264° и расстояниями между трещинами 1 м. Трещины, сгруппированные в кластер 1, характеризуются малым расстоянием между трещинами, что позволяет классифицировать по [2] как дезинтегрированная структура, слабо связанный, сильно нарушенный массив. Именно такая система трещин оказывает отрицательное влияние на прочностные показате-

ли горного массива через параметры структурного ослабления.

Трещины кластера 2 с расстояниями между трещинами $\approx 0,55$ м характеризуют хорошо сцепленный породный массив, состоящий из блоков кубической формы со взаимно пересекающимися системами трещин.

Выводы

Кластерный анализ трещиноватости массива позволяет получить более информативные оценки состояния массива горных пород и принимать обоснованные решения при корректировке физико-механических свойств руд и вмещающих пород для расчетов и анализа устойчивости подземных геомеханических конструкций.

Для корректной петрогенетической (геологической) оценки происхождения трещин необходимо выполнять детальный петрографический и минералогический анализ и изучение специальными методами и инструментами.

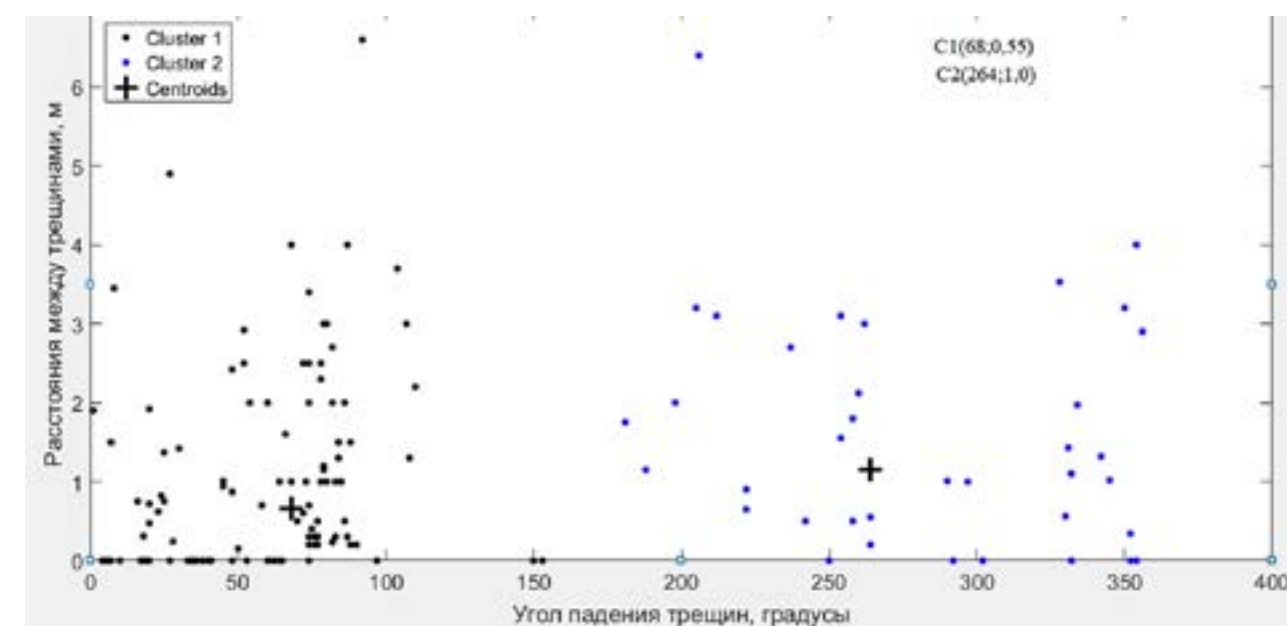


Рисунок 3 – Поле кластеров: угол падения трещин – расстояния между трещинами

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабец Д.В. Развитие классификации горных пород по степени устойчивости с учетом их естественной нарушенности // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 2/2016 (97). Частина 1. – С. 44-51.
2. Леонтьев А.В., Макаров А.Б., Тарасов А.Ю. Оценка природного напряженного состояния породного массива на подземном руднике «Нурказган» // Физико-технические проблемы разработки месторождений полезных ископаемых. – 2013. № 4. – С. 40-48.
3. Дашенко А.Ф., Кирилов В.Х., Коломиец Л.В., Оробей В.Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах. Одесса: Астропринт, 2003.
4. Statistics and Machine Learning Toolbox. Cluster Analysis. / Документация по системе MATLAB.

REFERENCES

1. Babets D.V. Razvitiye klassifikatsii gornyykh porod po ustoychivosti s uchetom ikh yestestvennoy narushennosti // Visnik KrNU imeni Mikhayla Ostrogradskogo. Vipusk 2/2016 (97). Chastina 1. - S. 44-51.

2. Leont'yev A.V., Makarov A.B., Tarasov A.YU. Otsenka prirodnogo napryazhennogo sostoyaniya porodnogo massiva na podzemnom rudnike «Nurkazgan» // Fiziko-tehnicheskiye problemy razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh. – 2013. № 4. – S. 40-48.

3. Dashchenko A.F., Kirilov V.KH., Kolomiyets L.V., Orobey V.F. MATLAB v inzhenernykh i nauchnykh raschetakh. Odessa: Astroprint, 2003.

4. Statistics and Machine Learning Toolbox. Cluster Analysis. / Dokumentatsiya po sisteme MATLAB.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_68
УДК 551.261

***А.Т. РОМАН, докторант,
А.Т. ТУНГЫШБАЕВА, магистр, ст. преподаватель,
Карагандинский технический университет, кафедра ГРМПИ
*автор-корреспондент**

Геолого-геофизическая характеристика структур
металлогенических зон Жаильминской синклинали

Ключевые слова: Жаильминская синклинали, орогенные структуры, металлогения, тектоническое районирование

Целью работы являются изучение геологического строения и выявление рудоконтролирующих структур Жаильминской синклинали.

Жаильминская синклинали, являющая главной структурой Атасуйского рудного района, характеризуется наличием месторождений железных, железо-марганцевых, марганцевых, свинцово-цинковых, свинцово-цинково-баритовых, медно-свинцовых и редкометалльных руд различных генетических типов и проявлений золота.

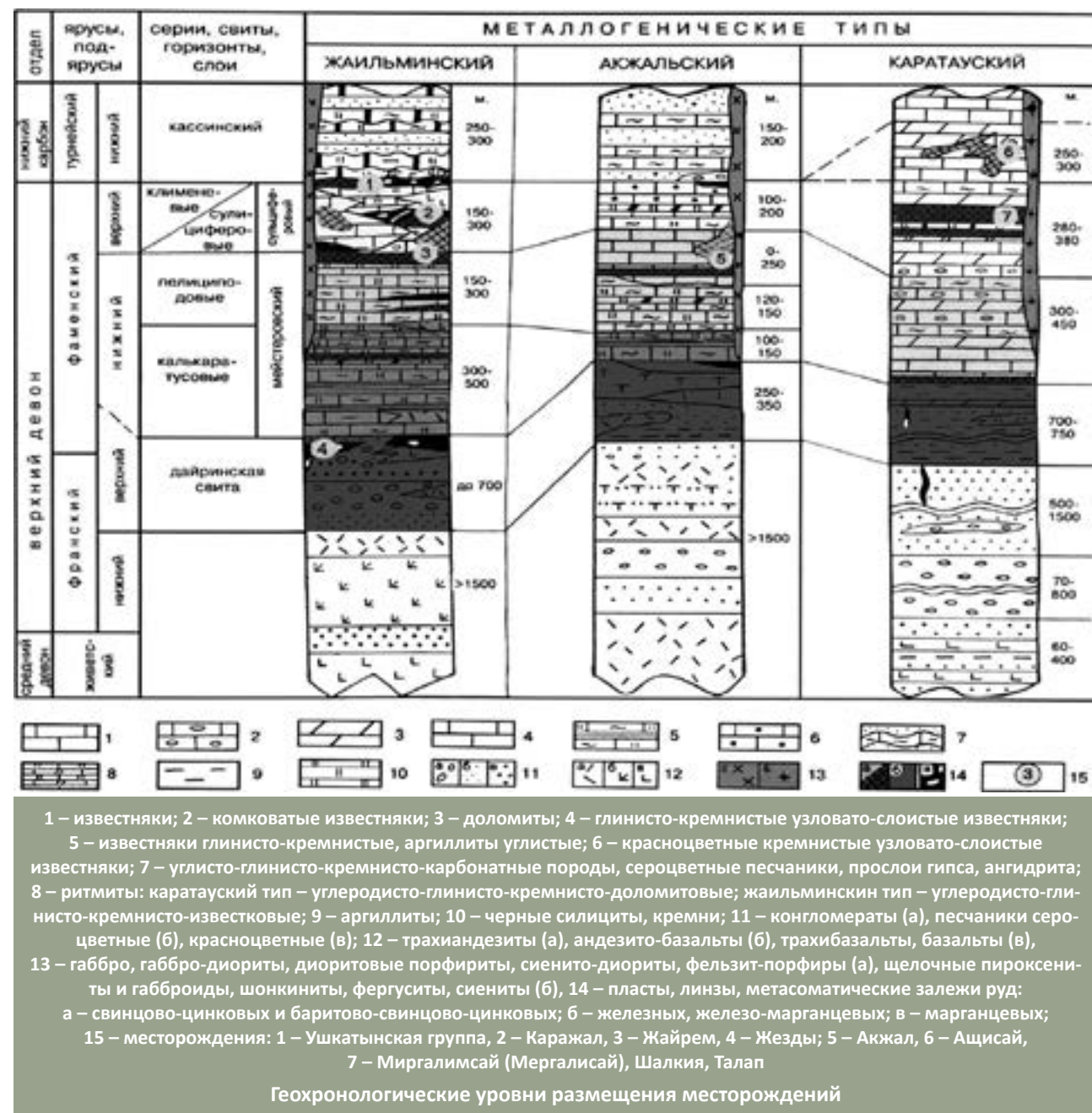
Характерной его особенностью является совместное залегание на месторождениях гидротермально-осадочных железных, железо-марганцевых, марганцевых и сингенетичных с ними полиметаллических руд первого этапа рудообразования и гидротермально-метасоматических баритовых, сульфидно-баритовых и свинцово-цинковых руд второго этапа [1]. При этом на одних месторождениях преобладают руды железа и марганца (Западный Каражал), на других – свинца, цинка и бария (Жайрем). Перспективность Атасуйского района на поиски полиметаллического оруденения атасуйского типа выявлена, а бурением подтверждена промышленная ценность ряда участков.

Значительная роль в изучении Атасуйского рудного района, в частности Жаильминской синклинали, закрытой с поверхности мезозой-кайнозойскими отложениями, и в выявлении здесь комплексного оруденения принадлежит геофизическим исследованиям, проведенным Атасуйской геофизической партией Казахского геологического управления и одноименной экспедицией Казахского геофизического треста. Достаточно указать, что промышленное месторождение полиметаллов Жайрем и погруженная на значительную глубину часть железо-марганцевого месторождения Западный Каражал обнаружены с помощью геофизических методов, иногда в комплексе с литохимическими съемками. Так были обнаружены железо-марганцевые и полиметаллические месторождения: Жумарт (Жумарт геофизический), Атайка, Алтыншоко, Акшагат, Южный Каражал, Кужул (Детнее), Ушкатын III

и др. а также установлено полиметаллическое оруденение на всех железо-марганцевых месторождениях района, приуроченное к фаменским осадочным отложениям, в том числе на Бестюбе, Каражале, Большом Ктае, Керегетасе, Горе Жумарт и др. Перечисленные открытия в совокупности с результатами последующих поисково-разведочных и разведочных буровых работ позволили сделать коренную переоценку района и превратить его из железо-марганцевой провинции в железо-марганцево-свинцово-цинково-баритовую [2].

Анализируя распределение металлогенических элементов, областей распространения рудовмещающих пород верхнего девона, рудных аномальных (магнитного, гравитационного) полей, вторичных ореолов рассеяния элементов, можно заметить их линейное расположение (Садыков А.М., 1974). Так, например, рудные поля Каражальских месторождений (Западного, Южного, Северного, Восточного), отмечаемые вытянутыми или цепочками максимумов локальных гравитационных аномалий и вторичных ореолов рассеяния свинца, цинка, марганца и других элементов, составляют в совокупности полосу протяженностью более 15 км, приуроченную к области развития вулканогенно-осадочных рудоносных отложений фаменского яруса верхнего девона. В 8 км северо-восточнее Каражальской рудной полосы располагается Ктайская, а в 4-5 км к северо-востоку от нее – Кентюбе – Бестюбинская. Простирание этих полос восток-северо-восточное. В первой размещены рудные поля месторождений Малый Ктай, Средний Ктай, с северо-запада к ним примыкает Большектайское рудное поле. В пределах второй полосы находятся рудные поля месторождений Бестюбе, Кентюбе и др. Все они отмечены вытянутыми в том же направлении магнитными аномалиями, ореолами рассеяния свинца, цинка и других элементов и приурочены к областям развития фаменских рудоносных отложений [3].

Каражальская, Ктайская, Кентюбе-Бестюбинская рудные полосы с соответствующими им аномалиями и ореолами рассеяния свинца, цинка и



других элементов составляют вместе с областями ореолов рассеяния в промежутках между рудными полосами как бы единую зону протяженностью более 40 км при средней ширине 4-5 км.

В 6-8 км к югу от Каражал-Бестюбинской зоны располагается Южно-Жайильминская рудоносная полоса субширотного простирания. В ее пределах размещены рудные поля месторождений и рудопроявлений преимущественно атасуйского типа: Южный и Северный Клыч, Таниш, Балмаши и др. а также ряд аномалий рудного характера.

В западной части территории исследования также наблюдаются полосы простирания признаков оруденения атасуйского типа. Такогы, например, Жайремское рудное поле, вытянутое в субширотном направлении на 12 км, а также рудоносная полоса Атайка-Жумарт суммарной протя-

женностью более 10 км.

Кроме рудоносных полос северо-восточного и субширотного простирания достаточно четко проявлены полосы северо-западного простирания, типичным представителем которых является Ушкатын-Таскудукская. В ее северной части располагается рудное поле месторождений Ушкатынской группы, отмеченное магнитными и гравитационными аномалиями. Несколько южнее этого рудного поля расположено свинцовое проявление Жингильдыколь, далее к югу – Рукудук (железо-марганцевое). Рудоносная полоса на всем протяжении характеризуется наличием локальных максимумов магнитного и гравитационного полей, ореолов рассеяния свинца, цинка, марганца и других элементов и приуроченностью к области развития вулканогенно-осадочных отложений

фамена и турне (Ляпичев Г.В., 1977).

В районах пересечения или сопряжения четко выраженных полос субширотного и субмеридионального направлений наблюдается групповая локализация рудопроявлений, в том числе имеющих промышленное значение. Таковы, например, Каражалская группа месторождений в центральной части территорий исследования, Жумартская – в западной, Ушкатынская – в северо-западной [5].

При сопоставлении имеющихся материалов по металлогении и структурно-тектоническому строению района выяснилось, что рассматриваемые рудоносные полосы тяготеют к приразломным активизированным участкам блоковых структур, располагаясь вдоль простирания линейных глубинных разломов [6]. Так, например, Каражал-Бестюбинская рудоносная зона приурочена к северной части прибортовой части субширотной Каражалской блоковой структуры, ограниченной с севера Каражалским глубинным разломом (Строителя А.В., Каймирасова Т.Г., 1982). Локализуется она в зоне активизации указанной структуры, выделяемой несколько южнее Каражалского разлома обилием разрывных нарушений, проявлениями магматизма и сложной складчатости различного порядка в породах верхнего фамена – нижнего турне. Жайремская рудоносная зона, главной частью которой является вытянутое в широтном направлении рудное поле месторождения Жайрем, расположена в пределах жайремской блоковой структуры, тяготея к Шаштинскому глубинному разлому субширотного простирания. Южнее разлома интенсивно проявлен магматизм [7]. Таскудук-Ушкатынская рудоносная зона приурочена к Таскудук-Бестюбинскому горстоподобному сооружению Сарыойской блоковой структуры, в образовании которого главную роль играл Бестюбинский разлом глубокого залегания. На площади выступа отмечаются более мелкие разрывные нарушения и мелкие магматические тела среднего и кислого состава [5].

Анализируя размещение элементов металлогении в составлении с глубинным геологическим строением района Жайильминской синклинали, можно заметить, что в большинстве случаев оруденение несут грабен-синклинали, сложенные складчатостью более высоких порядков, выполненные рудоносными фаменскими отложениями и обязательно приуроченные к приразломным

частям блоковых структур, к участкам, характеризующимся мозаичным строением фундамента, сложенного породами повышенной плотности.

Глубинные разломы в фундаменте Жайильминской синклинали и в породах, слагающих эту структуру, играли важную роль (Соколова Е.А., 1958). По некоторым из них рудное вещество, очевидно, поступало в бассейн осадконакопления, по другим, а возможно, по тем же, происходили последующие подвижки отдельных блоков фундамента, обуславливающие образование сложных складок консидементационного характера. Роль разрывных нарушений в этих случаях двоякая: структуроопределяющая и рудоподводящая.

В итоге установленная приуроченность рудоносных полос к приразломным частям блоковых структур, а также линейным элементам складок, повышенная рудоносность на всем протяжении этих полос позволили называть их структурно-металлогеническими зонами [3].

Основными признаками структурно-металлогенических зон с рудными проявлениями атасуйского типа являются:

1. Наличие приразломных активизированных участков с мозаичным блоковым строением нижнего этажа и с брахиформными складками в верхнем этаже.

2. Приуроченность месторождений, рудопроявлений и признаков оруденения к стратифицированной базальтово-кремнисто-карбонатной формации фаменского возраста.

3. Линейное расположение месторождений, рудопроявлений, а также вызванных ими рудных локальных аномалий магнитного, гравитационного и геохимического полей, обычно совпадающее с простиранием блоковых структур.

4. Максимальная насыщенность рудопроявлениями и месторождениями узлов пересечения глубинных разломов и рудоносных зон восток-северо-восточного и север-северо-западного направлений.

Характерной особенностью выделенных на территории Жайильминской синклинали структурно-металлогенических подзон является их взаимная сопряженность, что обусловлено сопряженностью глубинных разломов и блоковых структур, вмещающих зоны [4]. В районе сопряжения зон обычно отмечается групповая локализация рудопроявлений или наличие рудных узлов. Особенно следует отметить приуроченность к этим узлам промышленных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котов. А.Б., Сальникова Е.Б., Ковач В.И. и др. Первые U-Pb и Sm-Nd изотопные данные по гранитоидам девонского вулканического пояса Казахстана // Петрология. – 2007. – Т. 15. № 5. – С. 547-551.
2. Курчавов А.М., Гранкин М.С., Мальченко Е.Г. и др. Металлогеническая зональность девонского вулканоплутонического пояса Центрального Казахстана // Геология рудных месторождений. – 2002. Т. 44. №1. – С. 22-30.
3. Даукеев С.Ж., Ужкенов Б.С., Любецкий В.Н. и др. Глубинное строение и геодинамика // Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. 2002. Том 1. 286 с.

4. Шабалина Л.В. Рифтогенный этап развития Центрального Казахстана и его роль в формировании оруденения // Эволюция тектонических процессов в истории земли. Материалы XXXVII тектонического совещания. Новосибирск, 2004. С. 280-281.
5. Курчавов А.М., Гранкин М.С., Мальченко Е.Г. и др. Зональность, сегментированность и палеогеодинамика девонского вулканического пояса Центрального Казахстана // Геотектоника. – 2000. – № 4. – С. 32-43.
6. Шабалина Л.В. Проблемные вопросы тектоники Центрального Казахстана // Геология Казахстана. 2002. № 3-4. С. 10-19.
7. Шабалина Л.В. Геодинамика формирования уникального месторождения Жайрем (Центральный Казахстан) // Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых: Материалы Всероссийской научной конференции. Томск, 2005. С. 450-454.

REFERENCES

1. Kotov. A.B., Sal'nikova Ye.B., Kovach V.I. i dr. Pervyye U-Pb i Sm-Nd izotopnyye dannyye po granitoidam devonskogo vulkanicheskogo poyasa Kazakhstana // Petrologiya. – 2007. – Т. 15. № 5. – С. 547-551.
2. Kurchavov A.M., Grankin M.S., Mal'chenko Ye.G. i dr. Metalogenicheskaya zonal'nost' devonskogo vulkano-plutonicheskogo poyasa Tsentral'nogo Kazakhstana // Geologiya rudnykh mestorozhdeniy. – 2002. Т. 44. №1. – С. 22-30.
3. Daukeyev S.ZH., Uzhkenov B.S., Lyubetskiy V.N. i dr. Glubinnoye stroyeniye i geodinamika // Glubinnoye stroyeniye i mineral'nyye resursy Kazakhstana. 2002. Tom 1. 286 c.
4. Шабалина Л.В. Рифтогенный этап развития Центрального Казахстана и его роль в формировании оруденения // Эволюция тектонических процессов в истории земли. Материалы XXXVII тектонического совещания. Новосибирск, 2004. С. 280-281.
5. Kurchavov A.M., Grankin M.S., Mal'chenko Ye.G. i dr. Zonal'nost', segmentirovannost' i paleogeodinamika devonskogo vulkanicheskogo poyasa Tsentral'nogo Kazakhstana // Geotektonika. – 2000. – № 4. – С. 32-43.
6. Shabalina L.V. Problemnyye voprosy tektoniki Tsentral'nogo Kazakhstana // Geologiya Kazakhstana. 2002. № 3-4. С. 10-19.
7. Shabalina L.V. Geodinamika formirovaniya unikal'nogo mestorozhdeniya Zhayrem (Tsentral'nyy Kazakhstan) // Problemy geologii i razvedki mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh: Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii. Tomsk, 2005. С. 450-454.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_71
ЭОЖ 622.267.5(574)

М.А. БАЙКЕНЖИН, т.ғ.к., ПКӨҚ кафедрасының доценті,
***Н. ХУАНГАН**, PhD д-ры, ғылым және инновация департаментінің директоры,
А.Г. АУЕЛЬБЕКОВ, ПКӨҚ кафедрасының докторанты,
Қарағанды техникалық университеті
**автор-корреспондент*

Қарағанды көмір бассейніндегі шақтылардағы болған көмір мен газдың кенеттен лақтырысының талдауы

Кілт сөздер: Қарағанды көмір бассейні, көмір мен газдың кенеттен лақтырысы, газ қысымы

Қарағанды көмір бассейні көмір мен газдың кенеттен лақтырысы (КГКЛ) бойынша ТМД – дағы ең қауіпті болып танылады. Бассейндегі кенеттен лақтырыстарды сараптама жүргізу кезінде 1959-1971 жылдары Қарағанды ауданында (Өнеркәсіптік және Саран учаскелерде) лақтырыстар болғаны байқалады (1,2-сурет). Тек 1971 жылы жаңа аудандарда кенеттен лақтырыстар кең орын таба бастады: Шерубай-Нұра («Шахтинск», «Топар» шақтылары) ауданында. 1976 жылдан бастап кенеттен лақтырыстар Тентек ауданында тіркелді («Қазақстан», Ленин атындағы шақтылары).

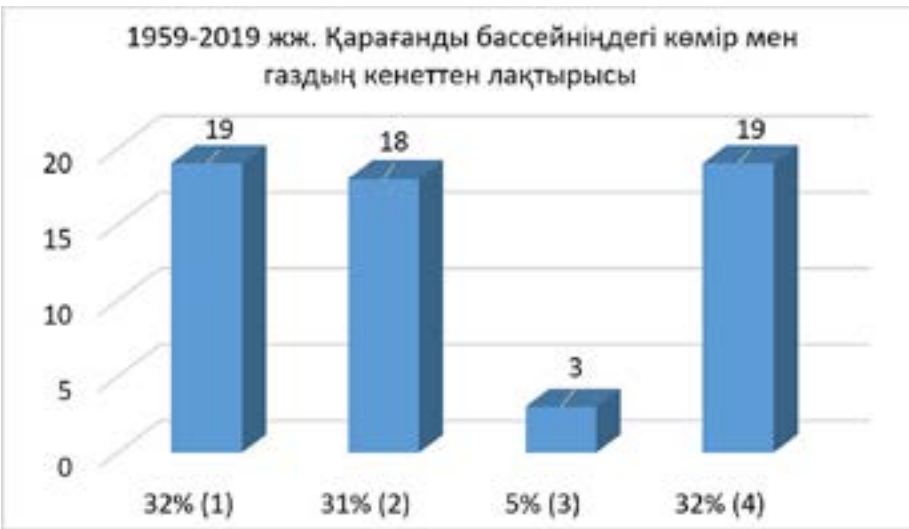
Жаңа аудандарға қарағанда, көмір тақталарының жатысының салыстырмалы түрдегі тау-кен – геологиялық қолайлы жағдайлары, КГКЛ алдын алу іс-шараларын (дегазация, тақталарды алдын ала қазу және т.б.) тиімді қолданылуы әсер етті.

КГКЛ аудандар бойынша келесі ретпен орналасады: ең көп кенеттен лақтырыстар Қарағанды

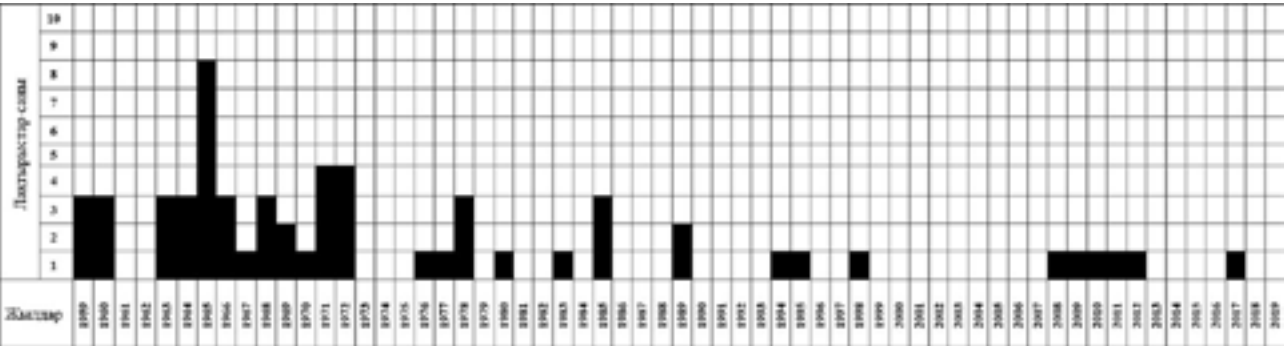
ауданында, 37 (62,7%), сосын Тентекте – 19 (32%) және Шерубай-Нұрада 3 (5%) (1-сурет).

Кестеде көмірлі аудандардағы КГКЛ-дің қарқындылығы мен санының көрсеткіштері көрсетілген. Бір лақтырысқа келетін көмір мен тау-кен жынысының мөлшерлері бойынша Тентек және Шерубай-Нұра аудандары (490,8/556,6 және 129,0 т/лақтырыс) Өнеркәсіп ауданынан (74,5 т/лақтырыс) артық және бұл аудандардың бір лақтырысқа келетін газ мөлшері де (153,8 және 10,4 мың м³/лақтырыс) (5,3 мың м³/лақтырыс) артық болып келеді [1].

Бассейндегі шақтылардың КГКЛ мәліметтерінің сараптамасына сүйенсек, онда қуаты үлкен (K₁₂, K₁₀, K₇, D₆) көмір тақталарын даярлау қазбаларын жүргізу кезінде лақтырыс пайда болатыны байқалды. Тақталарды аршу кезінде 10-ға жуық көмір мен газдың кенеттен лақтырысы болған. Аз тереңдікте орын алған кенеттен лақты-



1 – Қарағанды ауданы (Өнеркәсіптік учаскесі), 2 – Қарағанды ауданы (Саран учаскесі), 3 – Шерубай-Нұра ауданы, 4 – Тентек ауданы
1-сурет – Қарағанды көмір бассейнінің аудандарындағы КГКЛ-дын таралуы



2-сурет – Қарағанды көмір бассейніндегі көмір мен газдың кенеттен лақтырысының жылдар бойынша динамикасы (1959-2019 жж.)

Көмір мен газдың қарқынды лақтырыстарын сипаттайтын көмір аудандары					
Аудан (бөлімше)	Газ бен көмірдің кенеттен лақтырысының көлемі	Лақтырыстың жалпы саны		Көмір көлемі/ тау-кен жынысы, т/лақтырыс	Бір лақтырыстағы газ көлемі, мың м³/лақтырыс
		көмір/тау-кен массы, т	газ, мың м³		
Қарағанды ауданы, оның ішінде:	37	2908	186,35*	78,6	5,8
Өндірістік учаскесі	19	1415	78,82**	74,5	5,3
Саран учаскесі	18	1493	107,53***	82,9	6,3
Шерубай-Нұра ауданы	3	387	31,36	129,0	10,5
Тентек ауданы	19	9326/10576	2921,46	490,8/556,6	153,8
Қарағанды бассейні	59	12621/13871	3139,21	213,9/235,1	58,1

Ескертпе: *) – 5 лақтырыс бойынша мәлімет жоқ; **) – 4 лақтырыс бойынша мәлімет жоқ; ***) – 1 лақтырыс бойынша мәлімет жоқ

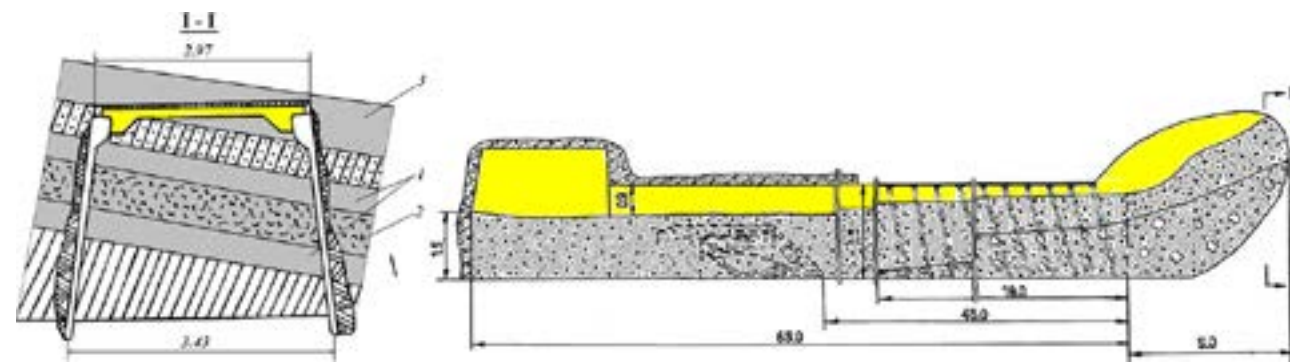
рыстар Өнеркәсіптік учаскесінде 356 м, Саранда – 200 м, Шерубай-Нұрада-300 м, Тентекте 320 м құрайды [2].

Сараптамаларға жүгінсек, өте ірі КГКЛ сипаттамасы қуаты жоғары D_6 тақтасында 5-і болған және қалған біреуі жалпы қуаты 3 метрден артық болатын бір-біріне жақын жатқан D_1 және D_2 тақтасында болған (3-сурет). Лақтырыстардың 3-інде адам құрбаны орын тапқан. Осы лақтырыстардың барлығында тау-кен жұмыстарын жүргізу барысында лақтырыстардың қауіпін алдын алып және төмендету үшін әр түрлі іс-шаралар атқарылған. 3 лақтырыс даярлау қазбасында, 3 оқиға тақтаны ашу барысында болды. 2 лақтырыс оқиғасы сілкіндіру жарылыстың, ал 2 оқиға шой балға әсерінен болған. 2 жағдай геологиялық бұзылыс аймағында болған жұмыстар әсерінен.

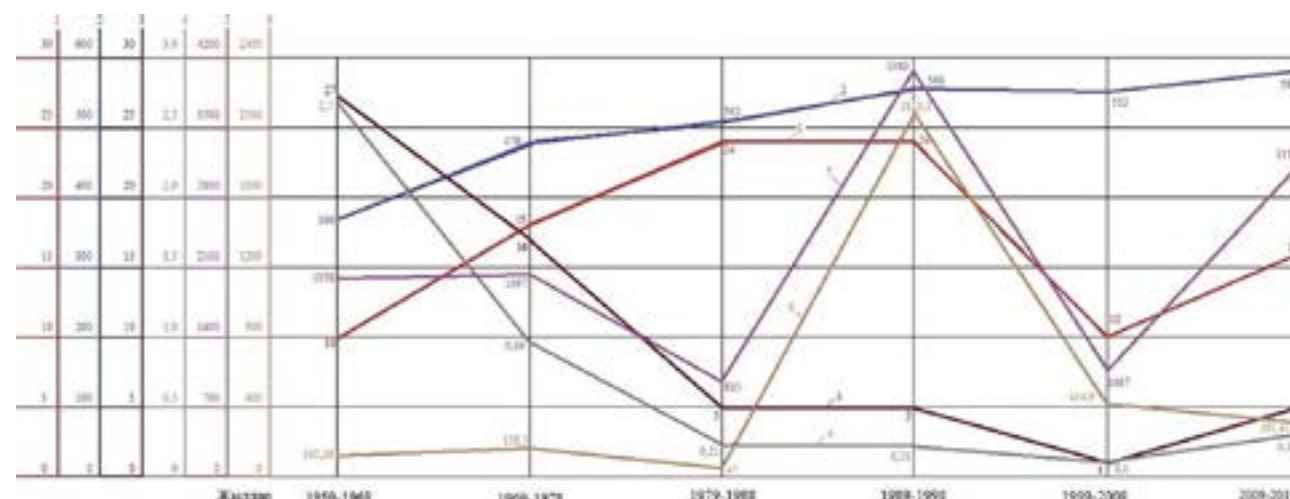
Соңғы көмір мен газдың кенеттен лақтырысы 2017 жылы 31 тамызда «Қазақстан» шақтысында D_6 тақтасында 636 м тереңдікте орын алған. Лақты-

рыстың алдында болған жұмыстар: қазылған тау-кен жыныстарды арту және 1 м метал-аркалық және анкерлік бекітпені бекіту. Жалпы 842 м^3 көмір мен $161\,645,41 \text{ м}^3$ жуық газ лақтырылды. Кенеттен лақтырыстың себебі болып трассасы толық анықталмаған, қазбалармен қысылған тектоникалық бұзылыс «ылықсу» және геологобарлау ұңғымалардағы иілмелі құрылымдарының бұзылуы болып табылады. Апаттың салдары көмір мен газдың, тау-кен жыныстарының кенеттен лақтырысы болып саналады. Көмірдің лақтырылған қашықтығы – 84 м [3].

Өткен ғасырдың 90-шы жылдарында шақты-тақталары, шақтылардың қысқаруы мен бірігуіне байланысты азая бастады. Әсіресе 1959-1968 жж. – 27 лақтырыс болған (4-сурет, 3 сызық). Бұл сол жылдары бассейндегі лақтырысқа қауіпті тақталардың, қауіпті болжау және көмір мен газдың кенеттен лақтырысын алдын алу іс-шараларының қолданылмауына байланысты. Лақтырыспен



1 – D_1 тақтасының үстіңгі және астыңғы пачкасы; 2 – D_1 тақтасының ортаңғы пачкасы; 3 – D_2 тақтасы
3-сурет – «Қазақстан» шақтысында өзара жақын жатқан тақталарын ашу барысындағы көмір мен газдың кенетті лақтырысы



1 – қазып өндіріліп жатқан, лақтырыс қауіпі бар шақтытақта саны; 2 – лақтырыс қауіпі бар шақтытақталарындағы қазбаларды жүргізудің орташа тереңдігі; 3 – КГКЛ абсолютті сан; 4 – лақтырыс қауіпі бар бір тақтадағы КГКЛ сан; 5 – лақтырылған көмірдің мөлшері, т; 6 – лақтырыстан шығарылған газ мөлшері, мың м^3

4-сурет – Қарағанды бассейніндегі кезең бойынша КГКЛ динамикасы

күресудегі тәжірибенің жоғарылауы, оның қауіпті болжаулар әдістерін жетілдіру мен енгізуіне байланысты олардың саны азайды. Дегенмен жұмыстардың тереңдігі ұлғая бастады (2-сызық). Бірақ, 1989-1998 жылдардағы онжылдықта лақтырыстардың масштабы жоғарылады (5 және 6 сызық). Сол кезеңдегі кенеттен лақтырыстардың күші, лақтырылған көмір мен бөлінген газдың шамаларымен өлшегенде 3980 тонна және $2113,20 \text{ мың м}^3$ сәйкесінше құрайды [4].

Тектоникалық құрылымға байланысты аудандардың тереңдігі өзгереді, содан бастап көмір мен газдың кенеттен лақтырысы басталады. Кенеттен лақтырыстың орын алған минималды тереңдіктердегі көрсеткіштері, жер бетінен Саран учаскесінде 200 м, Шерубай-Нұра ауданында – 300 м. Көмір тақталарының ыңғайлы жатысымен сипатталатын Өнеркәсіптік және Тентек ауданында лақтырыстың тереңдігі 350 және 320 м болды.

Көмір мен газдың лақтырысы болған тереңдікте лақтырысқа қауіпті тақталардың газдылығы $10,7$ ден $22,1 \text{ м}^3/\text{т}$ дейінгі аралықта болады [5].

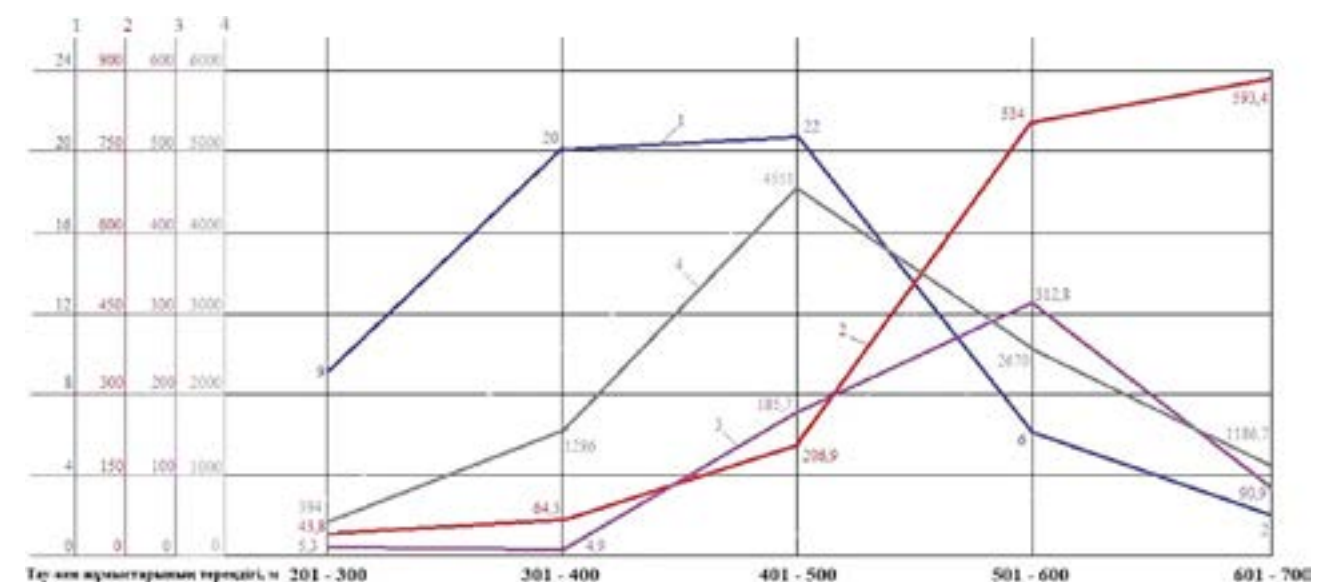
Көмір тақталарының орналасу тереңдігі және көмір газдылығының артуы (5-сурет) лақтырыстар санын арттырады (1-сызық). Әсіресе ол 300-500 м тереңдікте артады, сонымен қатар лақтырылған көмір көлемі (2-сызық), газ мөлшері жоғарылайды (3-сызық) [5].

Бассейнде жеткілікті түрде лақтырысқа қауіпті және қатерлі шақтытақталарын өңдеу жұмыстары аймақтық КГКЛ алдын алу ретінде қолданылады. Бұл әдіс бірінші рет Күзембаев және Костенко атындағы шақтылардағы қорғаныс тақтасы K_{12} -ні және қауіпті тақта K_{10} -ды (екеуінің арақашықтығы 25-40 м) өңдеу кезінде қолданылған. Жалпы бас-

сейн бойынша тақтааралық жыныстардың қуаттылығына байланысты, қорғаныс тақталарың алдын ала қазуды қолдану 10-15% құрайды.

Жалпы Қарағанды бассейніндегі лақтырыстар келесідей таралған: Өндірістік учаскіде – 18 (31%), Саранда – 18 (31%), одан Тентек – 19 (32%) және Шерубай-Нұрада – 3 (5%) болған.

Осы мәселеге жасалған сараптамалар мен шолудың нәтижесінде, келесі қорытынды жасауға болады. Бассейндегі КГКЛ, жер бетінен 200 метр төмен тереңдікте орын алады. Көмір өнеркәсіп аудандарында көмір мен газдың лақтырыс тереңдігі, тектоникалық құрылымның күрделілігіне байланысты болып келеді. Лақтырыстар көбінесе тек даярлама қазбаларында және қуаты жоғары тақталарды аршу кезінде болады. Даярлама қазбаларында болған 43 лақтырыстың 39 (91%) қуаты $3,5 \text{ м}$ және одан да жоғары тақталарда болған. Даярлама қазбаларындағы лақтырыстың көбісі горизонтальды қазбаларда орын алған (46 лақтырыстың 30-ы). КГКЛ күші 4,8 ден 2000 тоннаға дейін өзгереді және орташа санағанда бір лақтырысқа $87,3 \text{ т}$ көмір, ал көмір мен бірге лақтырылған тау жыныстарды бірге санағанда – $182,5 \text{ т}$ лақтырыс болып келеді. Лақтырыс кезінде қосымша бөлінетін метанның шамасы 660 м^3 -тен 1300 мың м^3 -қа дейін өзгереді және орташа есеппен алғанда $50,5 \text{ мың м}^3$ құрайды. Көмір мен газ лақтырыстарының көбісі тікелей көмір кенжарына әсер етумен байланысты. Жару жұмыстардың, кен балғаның, қазбаөткіш комбайнның және ұңғымаларды бұрғылаудың көмегімен көмірді қашқалақтау кезінде 36 лақтырыс болған (68%). Қазбаларды бекіту кезінде 12 (23%) лақтырыс болса, ертерек қашқалақталған тау жыныстарды тиеу барысында 5 (9%) лақтырыс болған.



1 – лақтырыс саны; 2 – бір лақтырыстағы босаған көмір мөлшері, т; 3 – бір лақтырыс кезіндегі бөлінген газ мөлшері, мың $\text{м}^3/\text{лақтырыс}$; 4 – лақтырылған көмірдің жалпы мөлшері, т

5-сурет – Тереңдікке байланысты көмір мен газдың қуаты мен мөлшерлерінің өзгеруі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Каталог внезапных выбросов угля и газа, происшедших на шахтах Карагандинского бассейна / Главное управление угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау». Караганда, 2018. С. 174-175.

2. Бирюков Ю.М., Карев Н.А., Фоминых Е.И. и др. Техногенные газодинамические явления и эффективные способы их предотвращения. – Калининград: Издательство КГТУ, 2003. – С. 6-23.

3. Хуанган Н. Көмір шахталарындағы геомеханикалық жағдайлардың көмірмен газдың кенеттен лақтырысына әсері / дисс. доктора PhD – Караганда: КарГТУ, 2014. – С. 10-25.

4. Бирюков Ю.М., Пименов А.А. Ходжаев Р.Р. Проблемы техногенных газодинамических явлений. Калининград: КГТУ, 2005. – 200 с.

5. Исабеков Е.Т. Внезапный выброс угля и газа – опасное горное газодинамическое явление / КарГТУ // Труды Университета. № 4. 2008. – С. 19-21.

REFERENCES

1. Katalog vnezapnykh vybrosov uglya i gaza, proissшедshikh na shakhtakh Karagandinskogo basseyna / Glavnoye upravleniye ugoľ'nogo departamenta АО «ArselorMittal Temirtau». Karaganda, 2018. S. 174-175.

2. Biryukov YU.M., Karev N.A., Fominykh Ye.I. i dr. Tekhnogennyye gazodinamicheskiye yavleniya i effektivnyye sposoby ikh predotvrashcheniya. – Kaliningrad: Izdatel'stvo KGТУ, 2003. – S. 6-23.

3. Khuan N. Vliyaniye geomekhanicheskikh usloviy v ugoľ'nykh shakhtakh na vnezapnyye vybrosy uglya i gaza / diss. Aspirantura - Karaganda: KarGTU, 2014. - s. 10-25.

4. Biryukov YU.M., Pimenov A.A. Khodzhayev R.R. Problemy tekhnogennykh gazodinamicheskikh yavleniy. Kaliningrad: KGТУ, 2005. – 200 s.

5. Isabekov Ye.T. Vnezapnyy vybros uglya i gaza – opasnoye gornoye gazodinamicheskoye yavleniye / KarGTU // Trudy Universiteta. № 4. 2008. – S. 19-21.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_75
УДК 622.015.33

***Р.Р. ХАННАНОВ¹, аспирант,**
А.В. МИХНЕВ², преподаватель,
Е.П. КУЛАКОВА², ст. преподаватель,
¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
кафедра ИГиМД, г. Новосибирск, Россия,
²Карагандинский технический университет, кафедра МДиГ
*автор-корреспондент

Проведение геодезических измерений на объектах Топарской ГРЭС

Ключевые слова: дамба, золоотвал, рефракция, атмосфера, электронная тахеометрия, поправки, среднеквадратическое отклонение

С наступлением эры цифровых технологий и электронной измерительной техники огромные изменения произошли в области геодезических измерений. На смену оптическим приборам пришли новые электронные высокоточные и роботизированные комплексы, которые позволяют достигать высокой точности измерений, увеличить производительность работ и уменьшить трудозатраты. Этот прогресс расширил область применения тахеометрии для решения более сложных задач. При этом возросло число факторов, подлежащих учету для ввода соответствующих корректировок, которые позволяют обеспечить более высокое качество результатов измерений. В зависимости от условий и локации проведения

геодезических работ, существует множество факторов, влияющих на результаты измерений. Это может быть вибрация от работающего оборудования, влажность, температура, электромагнитное излучение, запыленность атмосферы и другие факторы. Геодезистами уже давно замечена связь изменения коэффициента рефракции с колебаниями изображений наблюдаемых предметов. Это явление ещё в середине 19 века академик В.Я.Струве объяснял так: «Причину этого изменения надо искать во влиянии большего или меньшего нагрева земной поверхности (почвы), что нарушает правильную слоистость воздуха. Если почва теплее, чем соприкасающийся с ней воздух, то

происходит расширение нижних слоёв воздуха, которое приводит к явлению рефракции и, благодаря поднятию тёплого воздуха, к колебаниям изображений. Если температура почвы равна температуре воздуха, то имеет место правильная слоистость воздуха, изображения успокаиваются, и этому состоянию соответствует нормальная рефракция» [1].

Физические принципы современных средств геодезических измерений основаны на определении характеристик распространения электромагнитного излучения. В процессе прохождения в атмосфере электромагнитное излучение, посылаемое электронным прибором, претерпевает следующие изменения: уменьшается его интенсивность (мощность); меняются скорость и направление [1].

Снижение мощности (затухание) сигнала в атмосфере обусловлено двумя основными процессами: поглощением и рассеиванием излучения молекулами воздуха и атмосферными примесями. В запыленной среде, при тумане и т.п. затухание электромагнитных волн может быть значительным, интенсивность излучения падает. Уменьшение интенсивности сигнала приводит к снижению точности измерений. Ослабить влияние затухания сигнала в атмосфере на точность измерений позволяют методические и аппаратные решения [1].

При нивелировании подкрановых путей

котельного цеха Топарской ГРЭС (рисунок 1), условия в цехе характеризовались высокой запыленностью и интенсивным испарением с котлоагрегатов, что создавало плохую видимость и рефракцию. Это привело к существенному снижению скорости измерений и увеличению времени получения координат съёмочных точек, а также к значительной разности результатов измерений, полученных при многократном снятии отчета с одной и той же съёмочной точки, что указывает на снижение точности геодезических измерений из-за влияния внешних факторов.

В неоднородной атмосфере согласно принципу Ферма электромагнитный луч отклоняется в направлении оптически менее плотных слоев. Явление преломления электромагнитных лучей в атмосфере называют атмосферной угловой рефракцией. Угловая рефракция влияет на точность как угловых, так и линейных измерений.

Одним из основных источников ошибок при высокоточных угловых измерениях является боковая рефракция. Поднятие визирного луча над препятствиями на несколько метров уменьшает влияние боковой рефракции местного характера [2].

Луч света из-за различной плотности среды проходит от точки А к точке В не по прямой АВ, а по сложной кривой двойкой кривизны оптически кратчайшим путём AmВ (рисунок 2). Находящийся в точке А наблюдатель увидит изображе-



Рисунок 1 – Котельный цех Топарской ГРЭС

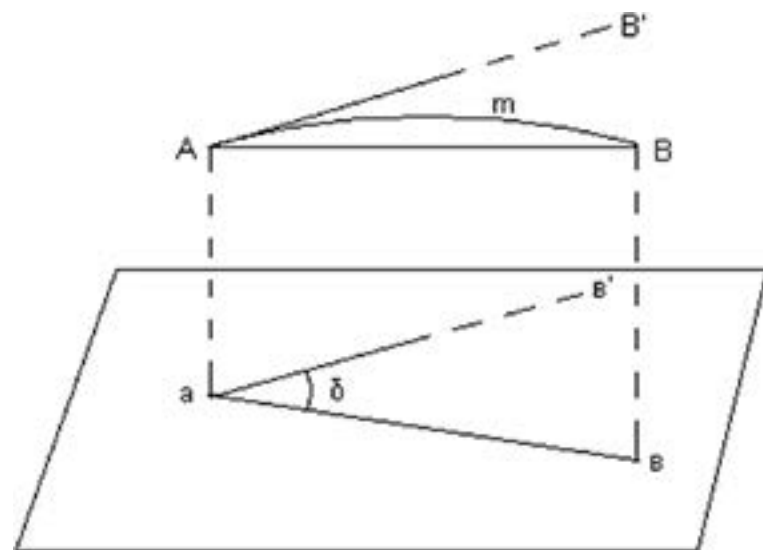


Рисунок 2 – Влияние угловой рефракции

ние наблюдаемого предмета В не в направлении АВ, а по касательной АВ' к последнему элементу световой кривой AmВ в точке А. Угол В'АВ называется углом рефракции в точке А. Горизонтальная составляющая его δ называется углом боковой рефракции (боковой рефракцией), а вертикальная составляющая этого угла – углом вертикальной рефракции (вертикальной рефракцией) [2].

При больших расстояниях величина вертикальной рефракции достигает минуты и более, боковая рефракция при этом не превышает нескольких секунд. Однако наличие боковой рефракции усложняет задачу точного измерения горизонтальных углов и, по существу, ограничивает дальнейшее повышение точности угловых измерений [2, 3].

При линейных измерениях угловая рефракция сказывается через рефракционное удлинение траектории. Путь луча длиннее измеряемого расстояния. Влияние рефракционного удлинения траектории в сравнении с влиянием изменения скорости настолько незначительно, что в подавляющем большинстве случаев им пренебрегают. В дальнейшем, говоря о влиянии атмосферы на точность линейных измерений, будем подразумевать только влияние дальномерной рефракции [1, 2].

Проводя геодезические замеры на золоотвале Топарской ГРЭС, было неоднократно замечено влияние рефракции на результаты измерений, производимые электронным тахеометром. Рефракция, как было описано выше, влияла на угловые измерения и на результаты дальномера. Анализ результатов обработки линейных измерений показал, что при расстояниях около 1,6 км учет влияния атмосферы на точность линейных измерений задача несравнимо более легкая, чем коррекция измерений вертикальных углов. Пренебрежение отличием реальных значений температуры и давления от их стандартных зна-

чений при таких расстояниях недопустимо, но этот факт известен как исследователям, так и производственникам. Единственный вопрос, который заслуживает внимания в случае коррекции линейных измерений, касается того, насколько эффективен тот подход к учету влияния атмосферы на результаты линейных измерений, который используется в современной электронной тахеометрии: температура и давление измеряются в точке стояния прибора и считаются неизменными для всей дистанции [2]. Измерения производились через водную поверхность золоотвала Топарской ГРЭС (рисунок 3).

В результатах линейных измерений обнаружилась существенная разница между значениями, полученными в разное время суток. Предположив, что это связано с явлением рефракции, нами выполнена коррекция результатов с учетом влияния атмосферы при использовании методики [2, 4, 5].

Измеренная наклонная дальность $D_{изм}$ исправлена по формуле:

$$D_{исп} = D_{изм} + \frac{106 \cdot P \left(\frac{10^5}{13,5951 \cdot 980,665} \right)}{273 + T} \cdot \frac{D_{изм}}{10^6}, \quad (1)$$

где P и T – давление (гПа) и температура воздуха (°C).

Исправленные значения расстояний Дисп, представленные в таблице 1. Следует отметить, что минимальная температура воздуха в день проведения измерений (16 июля 2019 года) составляла 19°C, а максимальная достигла 35°C, атмосферное давление колебалось от 708 (941,64 гПа) до 710 (944,30 гПа) мм рт. ст.

Результаты измерений до и после коррекции наглядно представлены на графике (рисунок 4).

Анализ результатов коррекции линейных измерений показал, что влияние атмосферы на ре-



Рисунок 3 – Золоотвал Топарской ГРЭС

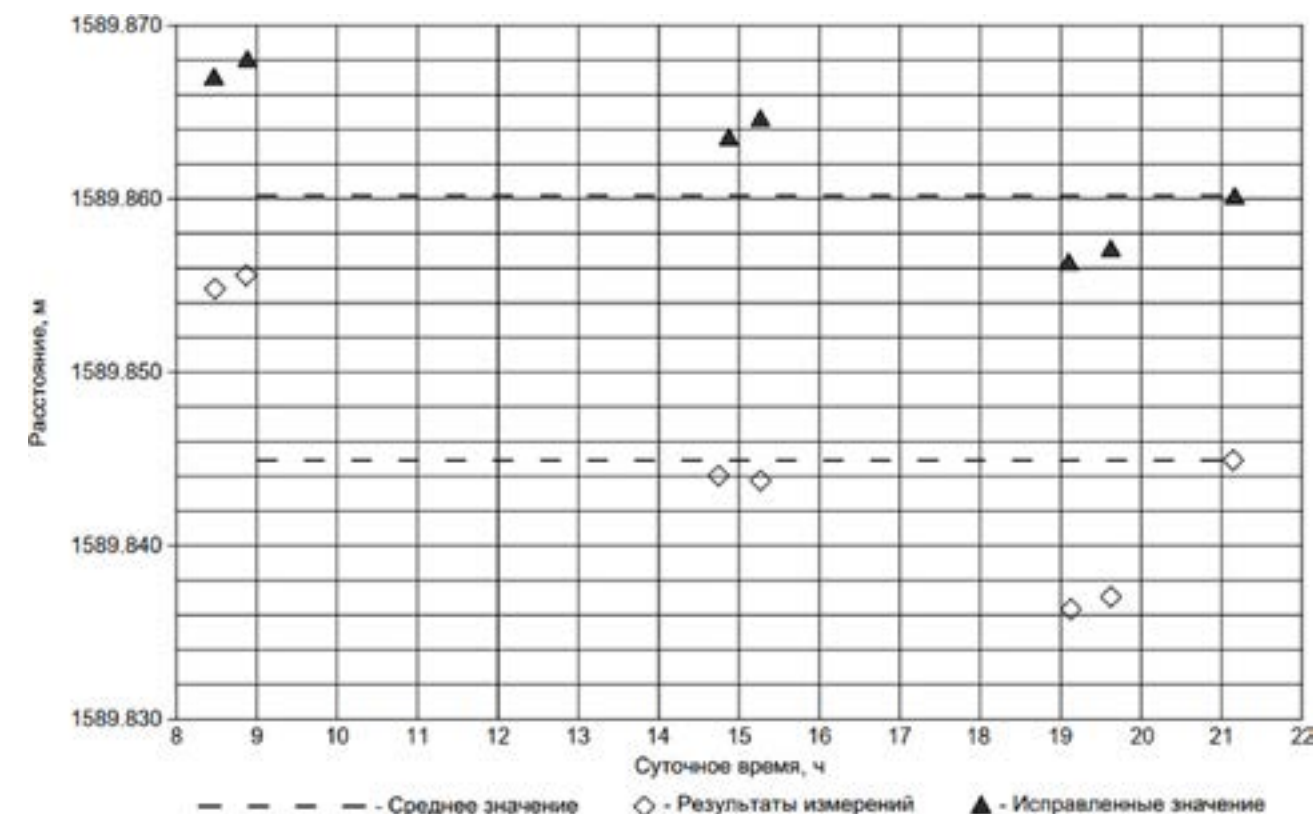


Рисунок 4 – Значения горизонтальных проложений

зультаты измерений электронной тахеометрии на расстоянии 1600 м существенно зависят от фактических значений температуры и давления, и пренебрегать отличием реальных значений ат-

мосферных величин от их стандартных значений при таких расстояниях недопустимо. Средняя поправка составила 17,5 мм [6, 7].

Статистическая обработка полученных ре-

зультатов представлена в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что корректировка результатов измерений существенно уменьшила среднеквадратическое отклонение полученных результатов ($\sigma_{изм} = 8,57$ мм, $\sigma_{исп} = 5,12$ мм).

Чтобы минимизировать влияние атмосферы на геодезические измерения и на их результаты, наблюдения стоит проводить в благоприятные для этого условия, которые имеют место утром,

особенно в периоды, когда в слое воздуха на высоте визирного луча наблюдается состояние, наиболее близкое к изотермии. Продолжительность этого благоприятного для наблюдений отрезка времени в утренние часы незначительная. Введение соответствующих поправок по методике [2] позволяет получать приемлемые результаты измерений и выполнять работу в течение всего дня.

Таблица 1 – Значения измеренных и исправленных расстояний		
№	Измеренные расстояния, м	Исправленные расстояния, м
1	1589,855	1589,867
2	1589,856	1589,868
3	1589,844	1589,864
4	1589,844	1589,865
5	1589,836	1589,856
6	1589,837	1589,857

Таблица 2 – Статистическая обработка результатов измерений						
N	Измеренные значения			Исправленные значения		
	L, м	ε, мм	ε², мм²	L, м	ε, мм	ε², мм²
1	1589,855	9,7	93,4	1589,867	4,2	17,4
2	1589,856	10,7	113,8	1589,868	5,2	26,7
3	1589,844	-1,3	1,8	1589,864	1,2	1,4
4	1589,844	-1,3	1,8	1589,865	2,2	4,7
5	1589,836	-9,3	87,1	1589,856	-6,8	46,7
6	1589,837	-8,3	69,4	1589,857	-5,8	34,0
Σ	1589,845		367,3	1589,863		130,8
		D =	73,5		D =	26,2
		σ =	8,5713		σ =	5,1153

REFERENCES

1. Vshivkova O.V. Fizika Zemli i atmosfery. Vliyaniye atmosfery na rezul'taty geodezicheskikh izmereniy: Uchebnoye posobiye. – М.: МИИГАиК, 2017. – 88 с.

2. Vshivkova O.V. Uchet vliyaniya atmosfery v elektronnoy takheometrii s ispol'zovaniyem geodezicheskogo gradiyentometra // Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"yemka. – Moskva: MIIGAik, 2009. – S. 3-9.

3. Khannanov R.R., Batyrshayeva ZH.M. Vliyaniye refraktsii na rezul'taty geodezicheskikh izmereniy pri elektronnoy takheometrii // Geodeziya, zemleustroystvo i kadastr: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu vysshego geodezicheskogo obrazovaniya v FGBOU VO Omskiy GAU [Elektronnyy resurs]. – Elektron. dan. – Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskiy GAU, 2018. – 1 elektron. opt. disk. (CD-R).

4. John Read, Peter Stacey. Guidelines for Open pit slope design. Csiro publishing, Published exclusively in Australia, New Zealand and South Africa by 150 Oxford Street (PO Box 1139), Collingwood VIC 3066, 2010. Australia. – 511 p.

5. Evert Hoek. Practical rock Engineering. University of Toronto, 2006. Canada. – 342 p.

6. Dolgonosov V.N., Shpakov P.S., Nizametdinov F.K. i dr. Analiticheskiye sposoby rascheta ustoychivosti kar'yernykh otkosov. – Karaganda: Izd-vo «Sanat-Poligrafiya», 2009. – 332 s.

7. Nizametdinov F.K., Ozhigin S.G., Ozhigina S.B. i dr. Monitoring ustoychivosti bortov kar'yerov Kazakhstana // Marksheyderskiy vestnik. – 2013. – № 3 (95). – S. 18-23.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вшивкова О.В. Физика Земли и атмосферы. Влияние атмосферы на результаты геодезических измерений: Учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2017. – 88 с.

2. Вшивкова О.В. Учет влияния атмосферы в электронной тахеометрии с использованием геодезического градиентометра // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – Москва: МИИГАиК, 2009. – С. 3-9.

3. Ханнанов Р.Р., Батыршаева Ж.М. Влияние рефракции на результаты геодезических измерений при электронной тахеометрии // Геодезия, землеустройство и кадастр: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию высшего геодезического образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – 1 электрон. опт. диск. (CD-R).

4. Джон Рид, Питер Стейси. Руководство по проектированию откосов карьера. Издательство Csiro, Издается исключительно в Австралии, Новой Зеландии и Южной Африке по адресу: 150 Oxford Street (PO Box 1139), Collingwood VIC 3066, 2010. Australia. - 511 с.

5. Эверт Хук. Практическая горная инженерия. Университет Торонто, 2006. Канада. - 342 с.

6. Долгоносов В.Н., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К. и др. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов. – Караганда: Изд-во «Санат-Полиграфия», 2009. – 332 с.

7. Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б. и др. Мониторинг устойчивости бортов карьеров Казахстана // Маркшейдерский вестник. – 2013. – № 3 (95). – С. 18-23.

Строительство. Транспорт

Раздел 4

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_80
ЭОЖ 624.131.556.3

***Е.С. УТЕНОВ**, т.ғ.к., профессор, ҚМ және Т кафедрасы,
А.Т. МУХАМЕДЖАНОВА, докторант, аға оқытушы, С және Д кафедрасы,
Қарағанды техникалық университеті
*автор-корреспондент

Аумақтарды су басудан қорғаудың геотехникалық жобалауының ерекшеліктері

Кілт сөздер: негізі, іргетас, шөгү, су басу, қолданыстағы ғимараттар, құрылыс салынған аумақтар, сығылғыштық, есептік сұлба, деформация

Соңғы жылдары Қазақстан аумағында қауіпті техногенді үрдістер белсенді дамуда, олар тек үймереттер мен ғимараттарға қауіп төндірмей, сонымен қатар адам өміріне де қауіп төндіруде. Негізгі табиғи техногенді үрдістердің бірі болып, қала аумақтарының су басуы болып табылады. Қазақстанның барлық қалалары мен ауылды мекен жерлерінің бірқатар аумақтарын су басқан. Техногенді су басудың негізгі зардаптары үймереттер мен ғимараттардың деформациялануы, жерасты ғимараттары мен коммуникацияларының қирауы, тұрмыста ішу мақсатында пайдаланылатын жер асты суларының ластануы, санитарлық-эпидемиологиялық жағдайдың бұзылуы, сонымен бірге басқа да жағымсыз жайттар болып табылады.

Қазіргі заманда инженерлік-геологиялық іздестірулердің міндетіне аумақтың геологиялық үрдістері мен әртүрлі топырақтар негізінің жатысын ғана анықтау емес, соған орай салынатын ғимараттарға ұқсас ғимараттардың пайдаланылған

топырақ негізін сынақ ретінде ескеріп, олардың арнайы қасиеттерін зерттеу де кіруі керек.

Тәжірибе көрсеткендей, өндірістік және азаматтық ғимараттарды ұзақ пайдаланғаннан кейін аумақтарда су басу үрдісі байқала бастайды және жерасты сулары көтеріледі, яғни аумақта су басу үрдісі жүреді. Аумақтың су басу үрдісі салынған алаңдарда, сонымен бірге қолданыстағы үймереттер мен ғимараттардың негіздері мен аэрация шекарасында ылғалдың жиналуынан басталады. Негізде ылғалдың концентрациясы жерасты суларының деңгейін жоғарылатуға әкеледі. Осыдан кейін бастапқы үрдіс жайылмайтын су пайда болады, бұл үрдіс топырақ суларының деңгейін жоғарылатады, содан аумақта жалпылай су басу жүреді.

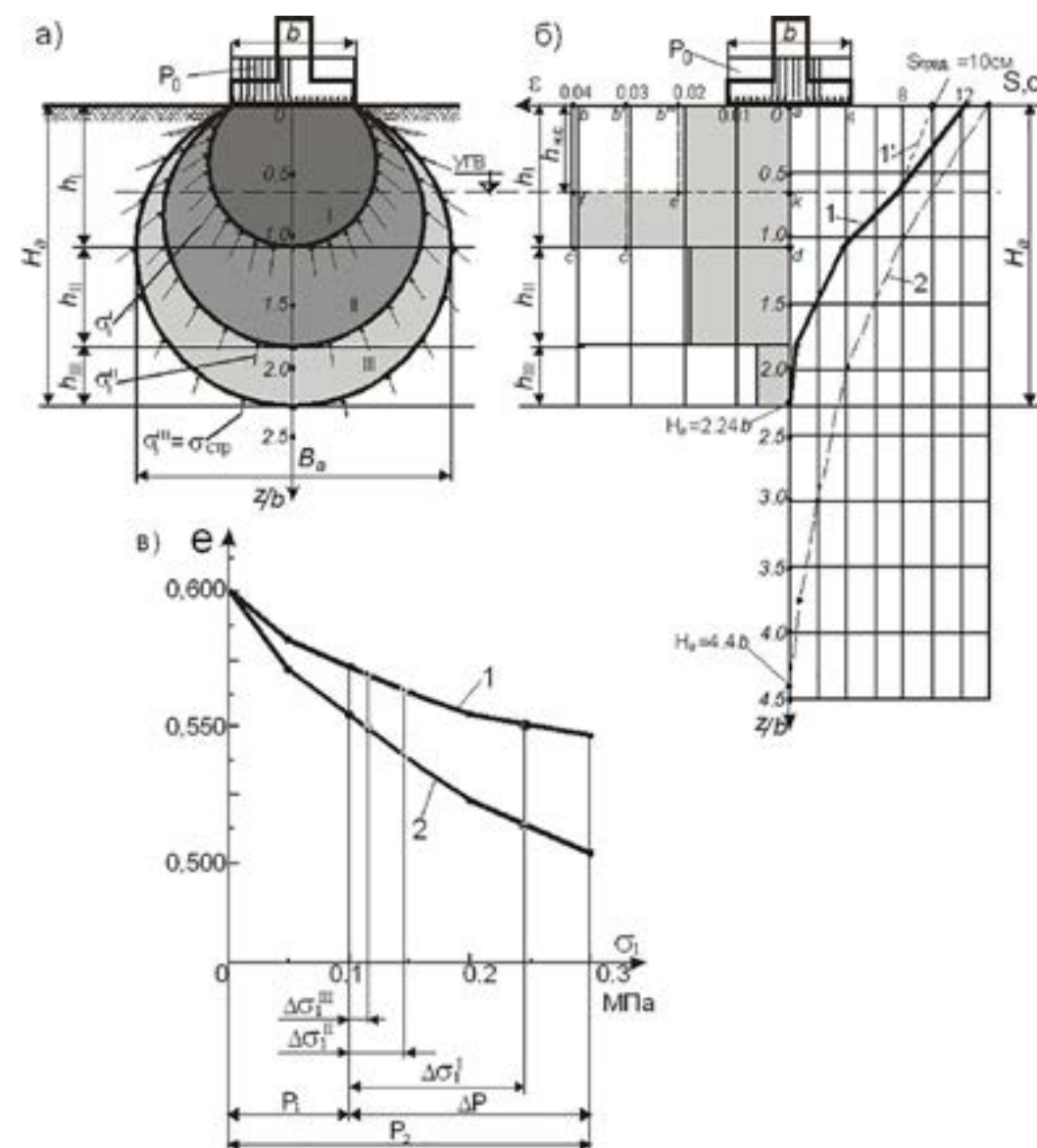
Құрылыс практикасы су басқан аумақтар жағдайында жасанды жақсартылған негізде (жастықта) немесе аз қысылатын байланыс (үстіңгі) қабатынан су астында қалмайтын топырақтың әлсіреуінен (суландырудан) қорғалған іргетастар-

ды тұрғызу тиімділігін көрсетеді. Егер ғимараттың шөгуді қысылатын түйіспе қабатынан аз, ал толық суға қаныққан әлсіз негіз болған жағдайда есептесе, онда $S_{\text{выч}} > S_{\text{пред}}$ болады. Ол кезде ҚР ҚН 5.01-01-2013 ($S_{\text{выч}} \leq S_{\text{пред}}$) шартын, табиғи негіздің салмақ түсетін қабатының босаған (шайылмаған) топырағының қажетті қуатын сақтай отырып, есептеумен белгілеу туралы мәселе туындайды, бұл сондай-ақ су деңгейін төмендетудің ең аз тереңдігін немесе оңтайлы қалыңдығын таңдау үшін маңызды $h_{\text{ис}}$ төселетін жабындының берілген жобасы бар жастықшаның төсемі тығыздығын (сығылғыштық) таңдау үшін маңызды.

Қойылған міндетті шешу үшін біз геотехника-

да өзін ақтаған кері есептеу әдісін пайдаландық. Бұл ретте топырақтың деформациясын есептеу үшін жаңа әдіс қолданылады, оның басты артықшылығы дәстүрлі әдістермен салыстырғанда негіздің сығылатын тереңдігінің нақты тереңдігін және оның шегінде топырақтың қабаттап орын ауыстыруын анықтау мүмкіндігі болып табылады (а-сурет). Бұл негіз тереңдігі бойынша топырақтың қабаттасып орын ауыстырғаннан S_1 және S_2 эпюраларды ұштастыру арқылы көрінеді, бұл b және E_0 ескеру арқылы жаңа әдістеме мен қабаттарды қосу әдісі бойынша (ҚР ҚН 5.01-01-2013 бойынша) орындалады (б-сурет).

Бұл суретте сондай-ақ, топырақтың салысты-



Шөгуді теңестіру әдісімен су басқан негіздің көтеруші қабатының шамаларын анықтау:

а – іргетастың шөгуді анықтайтын есептік схема; б – қабаттардың орын ауыстыруымен (S) және негіздің тереңдігі бойынша топырақтардың салыстырмалы деформациялары (ϵ) эпюралары: 1 және 1' – өзгеруін ескеру арқылы толық және жартылай суланған негіздің жағдайлары үшін жаңа әдіс арқылы есептелінген, 2 – β және E_0 ескеру арқылы (ҚР ҚН 5.01-01-2013 бойынша) қабаттарды қосу әдісі бойынша есептелінген; в – компрессионды қисықтар: 1 және 2 – табиғи ылғалдылықтағы және суға қаныққан жағдайдағы топырақтың сығылу сынақ қисықтары; • – сынақ нүктелері; ° – жаңа әдіс бойынша шөгуді есептеу кезінде қолданылатын сынақ қисықтардағы нүктелер

рмалы деформациясы ϵ мен нығыздалу деформациясы На аймағының нақты тереңдігінің эпюрасы 3 көрсетілген, бұл эпюра негіз тереңдігі бойынша топырақтың 1 қабаттық орын ауыстыру эпюрасын пайдалана отырып салынған: мұнда $\epsilon_I = ab$; $\epsilon_I^{\text{трёб}} = abl$ және $\epsilon_I^{\text{нс}} = abm$ олар суланған қабаттың тиісінше мөлшерден жоғары шөгуін ескере отырып алынған h_I ($\epsilon_I = \epsilon_I^{\text{нод}}$); қабаттың шөгуі h_I , оның мәні мөлшерленген мәнге ($\epsilon_I^{\text{трёб}} = \epsilon_I^{\text{СНП1}}$) және де суланбаған қабатқа h_I ($\epsilon_I^{\text{нс}} = \epsilon_I^{\text{ест}}$) немесе жастық үшін есептелінген ($\epsilon_I^{\text{нс}} = \epsilon_I^{\text{нод}}$) шөгулерге тең болуы тиіс.

Біз басты шамаларды анықтау үшін: жобаланатын іргетас негізінің көтергіш қабатының (табиғи немесе жасанды) қажетті тығыздығы (сығылуы) мен қуаттылығын анықтау негізінде жаңа әдіс қолдандық, бұл әдіс топырақтың қабаттық деформациясының рұқсат етілген нормативтік шамаларына дейін теңестіру идеясына негізделген, қабылданған бастапқы алғы шартқа сәйкес ішінара су басатын негіздің қысылатын қалыңдығының нақты тереңдігі шегінде орналасқан: қабылданған салмақ түсетін қабаттың (жастықтың немесе байқалмаған қабаттың) топырағының салыстырмалы деформациясының және бірінші қабат шегіндегі әлсіреген (суланған) негіздің қалдырылатын бөлігінің эпюралар ауданының қосындысы бірінші қабаттың шөгуінің тиісті рұқсат етілетін шамасына талап етілетін салыстырмалы деформация эпюрасының ауданына тең. Бұл шартты эпюралар аудандарының теңдігімен білдіруге болады $\epsilon : (ab''ek + kfcd) = ab'c'd$ [1].

Төменде жобаланатын іргетастың жартылай су басқан негізінің көтергіш қабатын ұсынылатын әдіспен есептеу әдістемесі (тәртібі) жүргізілген және міндеттерді шешу мысалдары қарастырылады:

1. Жасанды жақсартылған топырақтың (жастықтың) немесе негіз табаны бойынша орташа қысымдағы салмақ түсетін қабаттың босаған (шайылмаған) топырағының R есептік кедергісін теңестіру P_{II} :

$$R = P_{II}, \quad (1)$$

іргетас табанының өлшемдерін есептеуді жүргізеді.

2. Жер асты суларының деңгейі іргетас табанының белгісі деңгейінде болғанда (қисық 2, в-суретте) топырақтың толық суымен қанығуына сәйкес келетін негіз жұмысының ең нашар жағдайын қарастыра отырып, негіз топырағының шөгінудерін қабаттар бойынша есептейді:

$$S_{\text{выч}} = S_I + S_{II} + S_{III}, \quad (2)$$

мұнда S_I , S_{II} және S_{III} – есептелінген топырақтың тығыздалуы деформация аймағының нақты тереңдігі шегінде h_I , h_{II} және h_{III} қабаттардың шөгулері H_a (а-сурет).

Қабаттардың салыстырмалы деформациясын анықтау:

$$\epsilon_I = \frac{S_I}{h_I}; \epsilon_{II} = \frac{S_{II}}{h_{II}}; \epsilon_{III} = \frac{S_{III}}{h_{III}}. \quad (3)$$

3. Іргетастың есептелген шөгуінің жоғарылау шамасын ҚР ҚН 5.01-01-2013 мен регламенттелген оның шекті шамасынан $S_{\text{пред}}$ табады:

$$S_{\text{завыш}} = S_{\text{выч}} - S_{\text{пред}}. \quad (4)$$

4. Бірінші қабаттың h_I қуаттылығын $S_I^{\text{трёб}}$ шөгуінің талап етілетін (рұқсат етілетін) шамасын анықтайды:

$$S_I^{\text{трёб}} = S_I - S_{\text{завыш}}. \quad (5)$$

5. Теңдеулер жүйесін құрайды:

$$\epsilon_I \cdot h_I^{\text{трёб}} = S_I^{\text{трёб}}, \quad (6)$$

$$\epsilon_I^{\text{трёб}} \cdot h_I = S_I^{\text{трёб}}, \quad (7)$$

мұнда $\epsilon_I - h_I$ қабат шегінде суға қанықпаған күйдегі топырақтың салыстырмалы деформациясы; $h_I^{\text{трёб}}$ – топырақтан тұратын бірінші қабаттың қажетті қуаттылығы, оның қысылуы ϵ_I шамасымен сипатталады; $\epsilon_I^{\text{трёб}}$ – қуаттылығы h_I бірінші қабаттың қажетті сығылғыштығы (тығыздығы).

6. Теңдеулер жүйесін шешу арқылы (6) және (7) табамыз:

$$\epsilon_I \cdot h_I^{\text{трёб}} = \epsilon_I^{\text{трёб}} \cdot h_I, \quad (8)$$

сонда сығылғыштығымен ϵ_I қоса көтергіш қабаттың қуаттылығы тең болады:

$$h_I^{\text{трёб}} = \frac{\epsilon_I^{\text{трёб}}}{\epsilon_I} \cdot h_I, \quad (9)$$

ал қуаттылығы h_I кезіндегі көтергіш қабаттың сығылғыштығы (тығыздығы) құрайды:

$$\epsilon_I^{\text{трёб}} = \frac{h_I^{\text{трёб}}}{h_I} \cdot \epsilon_I. \quad (10)$$

$h_I^{\text{трёб}}$, $\epsilon_I^{\text{трёб}}$ шамалары ұсынылатын әдіс бойынша одан әрі есептеу үшін бастапқы деректер ретінде қабылданады.

7. Топырақтың салыстырмалы деформацияларының ϵ_I , $\epsilon_I^{\text{трёб}}$ эпюраларын тұрғызамыз (б-сурет). Бастапқы шамалары $h_{\text{нс}}$, $\epsilon_I^{\text{нс}}$ көтергіштік қабат жобасынан қабылданатын (жасанды жастықтар немесе суланбаған топырақтар) схемалық түрде салыстырмалы деформациялар ϵ эпюрасына тұрғызылады.

Сонда табамыз F_{abcd} эпюра ауданы $\epsilon_I = ab$ өлшемдері ϵ_I және h_I , сәйкес келеді ((4) формуласына сәйкес) топырақтың суға қаныққан (әлсіреген) жоғарыланған шөгуі $S_I = S_I^{\text{трёб}} + S_{\text{завыш}}$; $F_{ab'c'd}$ – түзетілген эпюралар ауданы $\epsilon_I^{\text{трёб}} = abl$ өлшемдерімен $\epsilon_I^{\text{трёб}}$ және h_I , сәйкес келетін қажетті (рұқсат етілетін) шөгу шамасына $S_I^{\text{трёб}}$, (5) формуласы бойынша табылады; F_{abmk} – бастапқы эпюра ауданы $\epsilon_I^{\text{нс}} = abm$ өлшемдері $\epsilon_I^{\text{нс}}$ және $h_{\text{нс}}$ топырақтар үшін, көтергіштік қабат түрінде қабылданатын (жастық немесе суланбаған қабат): F_{kfcd} – эпюра ауданы $\epsilon_I = kf$ өлшемдерімен ϵ_I және $(h_I - h_{\text{нс}}) = fc = kd$, бірінші қабат шегінде суға қаныққан (әлсіреген)

топырақтың қалдыратын бөлігінің тұнбаларының шөгуі h_I .

8. Ұсынылған әдістің бастапқы алғы шартын қабылдаймыз: «қабылданған көтергіштік қабат топырағының салыстырмалы деформациясы (жастықтар немесе шайылмаған қабат) және бірінші қабат шегінде әлсіреген (суланған) негіздің қалдырылатын бөлігі бірінші қабаттың рұқсат етілген шөгу шамасына сәйкес келетін қажетті салыстырмалы деформациялар эпюраларының ауданына тең».

Бұл шартты келесі теңдеумен білдіруге болады (б-сурет):

$$F_{abmk} + F_{kfcd} = F_{ab'c'd}. \quad (11)$$

9. Бастапқы алғы шарттар негізінде жобамен қабылданатын көтергіштік қабаттың іздестірілетін өлшемдерін табамыз $h_{\text{нс}} = ak$ және $\epsilon_I^{\text{нс}} = abm$ (б-сурет).

Осыдан $h_{\text{нод}}$ немесе $\epsilon_I^{\text{нод}}$ өлшемдерін таңдау үшін бастапқы алғы шарттардың негізгі жағдайын ескере отырып жүргізеді (11), келесі түрде көрсетілгендей:

$$\epsilon_I^{\text{нс}} \cdot h_{\text{нс}} + \epsilon_I (h_I - h_{\text{нс}}) = \epsilon_I^{\text{трёб}} \cdot h_I, \quad (12)$$

осыдан табамыз

$$h_{\text{нс}} = \frac{(\epsilon_I - \epsilon_I^{\text{трёб}})}{(\epsilon_I - \epsilon_I^{\text{нс}})} h_I, \quad (13)$$

мұнда $\epsilon_I^{\text{нс}}$ – қабылданатын көтергіштік қабат топырағының сығылғыштығы (салыстырмалы деформация) – жобамен берілетін жабылатын материалдың сығылғыштығы (тығыздығы), ал суланбаған қабаттың топырағы үшін қабылданады

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Утенов Е.С. Расчет оснований зданий в условиях застроенных городских территорий. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2004. – 248 с.: ил.

REFERENCES

1. Utenov Ye.S. Raschet osnovaniy zdaniy v usloviyakh zastroyennykh gorodskikh territoriy. – Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2004. – 248 s.: il.

$\epsilon_I^{\text{нс}} = \epsilon_I^{\text{ест}}$, мұнда $\epsilon_I^{\text{ест}}$ – қуаттылығы h_I қабаты үшін есептелген табиғи ылғалдылықтағы топырақтың салыстырмалы деформациясы (сурет, 1 қисық).

Егер $h_{\text{нс}}$ конструктивті түрде қабылдасақ, онда (12) өрнегінен жобаланған (берілген) сығылуды немесе жасанды жастықтың төселетін материалының тығыздығын анықтауға болады:

$$\epsilon_I^{\text{нс}} = \frac{\epsilon_I^{\text{трёб}} \cdot h_I - \epsilon_I (h_I - h_{\text{нс}})}{h_{\text{нс}}}. \quad (14)$$

Суланбаған топырақтан тұратын көтергіштік қабаттың қажетті қуаттылығын анықтау және осы негізде дренаждық жүйелерді жобалау кезінде бастапқы деректер қатарында пайдаланылатын ең кіші су деңгей төмендеткішінің тереңдігін белгілеу, сонымен қоса төселген материалдың қажетті тығыздығымен (сығылғыштығымен) жақсартылатын көтергіштік қабаттың (жасанды жастықтың) оңтайлы қуаттылығын анықтау бойынша есептеу мысалдары жүргізілді.

Нәтижесінде негіз шөгуін есептеу бойынша ҚР ҚН 5.01-01-2013 шарты қанағаттандырылмады, себебі есептелген шөгу мәні оның шекті мәнінен асып кетті.

Осылайша, салыстырмалы есептеулердің нәтижелері көрсеткендей, ұсынылатын әдіс су астында қалған негіздің көтергіш қабатын оның деформацияланған жағдайын реттеп ғана қоймай, сонымен бірге су деңгейін көтерудің рұқсат етілген көлемін есептеу арқылы су деңгейін төмендетудің оңтайлы тереңдігін негіздеп белгілеуге мүмкіндік береді, бұл су қорғау іс-шараларын жобалау үшін өте маңызды.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_84
УДК 621.311.22; 624.136.5

А.В. ФИЛАТОВ¹, д.т.н., профессор,
***А.А. ЖАКУЛИНА²**, к.т.н., доцент,
С.С. КУЗЬМИЧЕВ², докторант,
¹Карагандинский государственный индустриальный университет,
кафедра «Строительство», г. Темиртау,
²Карагандинский технический университет, кафедра СМиТ
*автор-корреспондент

Способ наращивания ограждающих дамб хвостохранилищ промышленных предприятий

Ключевые слова: промышленные предприятия, оградительные дамбы, хвостохранилище, аварийные ситуации, отвальный доменный шлак, гранулированный доменный шлак, золошламовые отходы

В Республике Казахстан значительные территории промышленных районов заняты гидротвалами – гидротехническими сооружениями, предназначенными для складирования средствами гидромеханизации пустых пород, отходов горно-обогатительного, металлургического и энергетического производства.

Эти гидротехнические сооружения испытывают высокие нагрузки, что влечет за собой развитие опасных геологических процессов и сопутствующее их негативное воздействие загрязняющих факторов на окружающую среду.

Опыт эксплуатации таких объектов имеет многочисленные примеры возникновения чрезвычайных аварийных ситуаций. Данные по некоторым из них приведены в таблице 1. Основной причиной происшедших аварий является нарушение правил эксплуатации ограждающих дамб гидротехнических сооружений и, как следствие, формирование в теле дамбы водопроводящих каналов и размыва [1].

Разрушение дамбы Абагурского хвостохранилища привело к загрязнению около 31,5 тысяч кв. м земли. Кроме того, были подтоплены насыпи

железной дороги Новокузнецк-Междуреченск, разрушен участок гравийной автодороги к Абагурскому разъезду, а «хвосты» попали в русло реки Кондомы [2].

Ниже приведены примеры предотвращения аварийных ситуаций на хвостохранилищах в Карагандинской области.

В 1995 г. заполнение чаши гидроотвала отходами тепловых электростанций (ТЭЦ) и углеобогатительных фабрик (УОФ) Карагандинского металлургического комбината (сегодня АО «АрселорМиттал Темиртау») достигло отметки гребня существующей оградительной дамбы, что создало аварийную ситуацию.

В 1990 г. проектными организациями был разработан проект по наращиванию оградительной дамбы хвостохранилища с внешней стороны. Однако для реализации данного проекта необходимо было выполнение подготовительных работ сроком не менее 10...12 месяцев.

Необходимо было обеспечить перенос технологической эстакады и линии электропередач ЛЭП 110, изготовить и установить всего около 800 т металлоконструкций, что влекло за собой боль-



Рисунок 1 – Последствия аварии на Абагурском хвостохранилище

шие капиталовложения.

В этих условиях, учитывая срочность принятия мер, специалистами был предложен способ наращивания оградительной дамбы с внутренней стороны. Предложенный способ заключался в использовании золошламовых отходов ТЭЦ и УОФ, ранее уложенных в результате намыва в чаше дамбы, в качестве основания для дополнительной оградительной дамбы (рисунок 2).

Заказчиком и подрядной организацией в сложившейся ситуации было принято решение проводить работы по наращиванию оградительной дамбы хвостохранилища в зимний период времени, несмотря на то, что строительные нормы не рекомендуют выполнять подобные работы при отрицательных температурах.

Практика показала, что технологически целесообразнее и экономически выгоднее проводить такие работы в зимний период времени, так как строительные организации в теплое время года столкнулись бы с большим количеством проблем, связанных с работой машин и механизмов на золошламовых отходах.

Перед проведением работ в лабораторных условиях были исследованы физико-механические свойства складированных отходов ТЭЦ и УОФ,

которые показали возможность их использования в качестве основания новой дополнительной оградительной дамбы. Данные отходы имели следующие характеристики: удельный вес частиц $\gamma_s = 25...28 \text{ кН/м}^3$, удельный вес $\gamma = 12...13 \text{ кН/м}^3$, влажность $\omega = 22,4...41\%$, коэффициент сцепления $C = 0,1...0,09 \text{ МПа}$, модуль деформации $E = 2,6...14,0 \text{ МПа}$, коэффициент фильтрации $K_f = 0,1...0,001 \text{ м/сут}$. Гранулометрический состав исследуемых материалов приведен в таблице 2.

В настоящее время в отвалах и накопителях АО «АрселорМиттал Темиртау» находится свыше 250 млн т гранулированных и отвальных доменных шлаков, которые, по предложению авторов, могут быть использованы для наращивания оградительных дамб.

Для реализации этих предложений были изучены физико-механические свойства гранулированных шлаков и их слеживаемость. Были отобраны образцы гранулированного доменного шлака из отвала 5...10-летней давности.

Данные образцы при влажности 7,3% имели удельный вес $\gamma = 13,9...15,1 \text{ кН/м}^3$. Средний фракционный состав: >10 мм – 4%; 5...10 мм – 8%; 2,5...5 мм – 11%; 1,6...2,5 мм – 18%; 1,0...1,6 мм – 25%; 0,63...1 мм – 18%; 0,315...0,63 мм – 11%; 0,16...0,315

Таблица 1 – Аварии на хвостохранилищах					
Наименование	Местоположение	Дата аварии	Тип отходов	Причина аварии	Ущерб, тыс. долл.
Хвостохранилище КМК	Казахстан, Карагандинская область	04.04.1995г.	Золошламовые отходы ТЭЦ и УОФ	в результате переполнения хвостохранилища отходами произошло разрушение дамбы	>0,2
Качканарское шламоохранилище	Россия, Свердловская область	02.11.1999г.	отходы переработки железо-ванадиевых руд	прорыв дамбы в результате переполнения резервной емкости	>7
Абагурское хвостохранилище	Россия, Кемеровская область	19.09.2010г.	отходы переработки черных металлов	в результате переполнения хвостохранилища отходами произошло разрушение дамбы	>0,5

мм – 3%; 0...0,16мм – 2%.

Продолжительность слеживаемости доменных шлаков – от 1 до 10 лет и более. В процессе слеживаемости изменяется их кристаллическая структура, происходят полиморфные превращения, повышается прочность и общая устойчивость ранее уложенных материалов.

Исследовались также физико-механические свойства шлака при его уплотнении, определялись зависимости плотности скелета материала от амплитуды колебаний, времени уплотнения, а также влияние дополнительных вертикальных

нагрузок на уплотняющий орган.

Виброуплотнение шлака проводили при различных амплитудах колебания 0,35 и 0,5 мм, изменение удельного веса фиксировали каждую минуту.

Результаты испытаний (таблица 3) показали, что уплотнение проявляется уже в первую минуту. Эти данные были использованы при составлении проекта производства работ (ППР).

В настоящее время возведенная в 1996г. оградительная дамба, эксплуатируемая более 20 лет, находится в удовлетворительном состоянии. При



Таблица 2 – Гранулометрический состав исследуемых материалов						
Материал	Гранулометрический состав, мм при частном остатке на ситах, %					
	1,6	1	0,63	0,2	0,1	прошло через сито 0,1
Глинистый грунт	44,86	18,1	11,98	22,2	1,69	1,2
Шлам	3,9	26,1	22,7	40	4,2	3,1
Зола	5,45	14,55	16,7	43,25	8,6	11,45
Золошламовая смесь	4,7	19,73	18,3	45,27	6,3	5,7

Таблица 3 – Зависимость удельного веса граншлака от амплитуды колебаний и времени уплотнения						
Время уплотнения, мин	Удельный вес, кН/м² при нагрузке, кПа					
	1,27	2,6	3,9	1,27	2,6	3,9
	Амплитуда колебаний 0,35мм			Амплитуда колебаний 0,5мм		
0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
1	18,0	19,4	19,9	17,0	19,0	22,0
2	18,8	20,2	21,3	18,0	18,7	23,0
3	19,0	20,5	21,8	18,6	19,8	23,0
4	19,0	20,5	21,8	20,0	21,0	24,0
5	-	-	-	20,0	21,0	24,0

визуальном обследовании дефектов и недопустимых деформаций не обнаружено.

Сравнивая расположение депрессионной поверхности тела дамбы из глинистого грунта и гранулированных доменных шлаков, было установлено лучшее положение ее поверхности для участка, выполненного из шлака. Это можно объяснить более надежной, простой и менее энергоемкой технологией уплотнения несвязных материалов, какими являются граншлаки [3].

Экономический эффект от внедрения данной технологии по наращиванию оградительной дамбы хвостохранилища составил более 300 млн тенге.

В 2016 году на золоотвале КарГРЭС-1 г. Темиртау сложилась аналогичная аварийная ситуация.

Из-за нарушения технологии содержания золоотвала, мелкодисперсные отходы разносились на большие расстояния (достигающие 10-15 км и более), что значительно ухудшало экологическую обстановку западной части города.

По технологии эксплуатации хвостохранилищ зола уноса должна находиться под зеркалом воды, что предотвращает возникновение пыльных бурь в ветреную погоду. Однако заполнение чаши золошлаковыми отходами достигло критическо-

го уровня, и во избежание прорыва оградительной дамбы она не была заполнена водой. В связи с создавшейся ситуацией был разработан проект по наращиванию дамбы золоотвала. В данном проекте был использован способ наращивания оградительной дамбы, описанный выше, т.е. золошлаковые отходы, уложенные на внутренней стороне существующей дамбы было решено использовать в качестве основания дополнительной оградительной дамбы. Проект реализован в 2018-2019 гг.

По завершении строительных работ по наращиванию оградительной дамбы чаша золоотвала была наполнена водой в соответствии с технологией эксплуатации хвостохранилищ.

На данный момент золоотвал находится в рабочем режиме, что положительно сказывается на улучшении экологической обстановки в городе.

Проведенные исследования и практика строительства оградительных дамб хвостохранилищ позволяют сделать следующие выводы:

1. Полученные в ходе лабораторных исследований характеристики золошламовых отходов, учитывая их схожесть с характеристиками глинистых грунтов, позволяют сделать вывод о возможности использования отходов тепловых электростанций и углеобогачительных фабрик, уложенных ранее



Рисунок 3 – Общий вид тела дополнительной оградительной дамбы хвостохранилища КарГРЭС-1 после проведенных работ

на внутренней стороне существующей дамбы, в качестве основания новой дополнительной огра- дительной дамбы.

2. Проведенные исследования и опытно-про- мышленные испытания показали возможность возведения оградительных дамб гидротехниче-

ских сооружений из промышленных отходов предприятий, что позволит частично разгрузить существующие отвалы, избежать разработки но- вых карьеров и сократить затраты на строитель- ство ограждающих дамб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашник А.И., Калашник Н.А. Исследования ограждающего насыпного гидротехнического сооружения как прототипа дамбы хвостохранилища горно-обогатительного предприятия // Вестник Кольского научного центра РАН. –2013. – № 1. – С. 27-30.
2. Техногенные катастрофы на хвостохранилищах. <https://cher-chel.livejournal.com/3876.html>
3. Филатов А.В. Теория и практика строительства. Учебное пособие. – Алматы, 2011. – 166 с.

REFERENCES

1. Kalashnik A.I., Kalashnik N.A. Issledovaniya ograzhdayushchego nasypnogo gidrotekhnicheskogo sooruzheniya kak prototipa damby khvostokhranilishcha gorno-obogatitel'nogo predpriyatiya // Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. –2013. – № 1. – S. 27-30.
2. Tekhnogennyye katastrofy na khvostokhranilishchakh. <https://cher-chel.livejournal.com/3876.html>
3. Filatov A.V. Teoriya i praktika stroitel'stva. Uchebnoye posobiye. – Almaty, 2011. – 166 s.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_88
УДК 624.072.7

****А.Д. МЕХТИЕВ**, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры ТСС,
А.К. ҚОЖАС, к.т.н., доцент кафедры АиД,
Е.Г. НЕШИНА, магистр, ст. преподаватель кафедры ЭС,
Р.К. КИКНАДЗЕ, ст. преподаватель кафедры АиД,
А.Т. МУХАМЕДЖАНОВА, докторант, ст. преподаватель кафедры АиД,
Карагандинский технический университет
автор-корреспондент

Инновационные методы мониторинга дефектов и повреждений строительных конструкций и лабораторные исследования

Ключевые слова: дефекты, повреждения, оптоволокно, неразрушающие методы контроля, строитель- ные конструкции, лабораторные исследования, цементные балочки, пресс

При проведении инструментальных обсле- дований строительных объектов в Республике Казахстан и непосредственно в странах СНГ ис- пользуются методы неразрушающего контроля прочности железобетонных и каменных кон- струкций с использованием приборов ИПС-МГ4, ИПА-МГ-4, УКС-МГ-4 [1-5].

Приборы ИПС-МГ4.01, ИПС-МГ4.03 и ИП- С-МГ4.04 предназначены для оперативного нераз- рушающего контроля прочности и однородности

бетона и раствора методом ударного импульса по ГОСТ 22690. Область применения прибора – определение прочности бетона, раствора на пред- приятиях стройиндустрии и объектах строитель- ства, а также при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений.

Приборы ИПА-МГ4 и ИПА-МГ4.01 использу- ются для непосредственного контроля толщины защитного слоя бетона и нахождения стержневой арматуры в железобетонной продукции магнит-

ным методом по ГОСТ 22904.

Приборы УКС-МГ4, УКС-МГ4С предназначе- ны для контроля дефектов, определения прочно- сти бетона ультразвуковым методом в сборных и монолитных бетонных и железобетонных издела- ях и конструкциях по ГОСТ 17624, определения прочности силикатного кирпича по ГОСТ 24332 и других твердых материалов на основе измерения времени распространения импульсных ультраз- вуковых колебаний (УЗК) на установленной базе прозвучивания.

ПОС-50МГ4.ОД разработан для оценки проч- ностных характеристик конструкций тяжелых, мелкозернистых, легких и напрягающих бетонов монолитных, сборных и сборно-монолитных бе- тонных и железобетонных изделий, конструкций и сооружений методом отрыва со скалыванием согласно ГОСТ 22690-2015.

Практика показывает, что имеются некоторые недостатки указанных приборов:

- невозможность определения прочностных характеристик в ядре бетона при толщине желе- зобетонных конструкций 1,2...1,5 м;
- при толщине защитного слоя бетона свыше 12 см имеются неточности в определении диаме- тра стержневой арматуры;
- при использовании приборов ПОС-50МГ4.

ОД используются разрушающие методы контро- ля бетона – метод отрыва со скалыванием бетона.

При обследовании подземной части здания или сооружения (фундаментов) необходимо от- рывать шурфы сечением приблизительно 1х1 или 1,2х1,2 м и глубиной до подошвы фундамента.

Все указанные методы имеют длительный про- цесс подготовки измерений и сопряжены со зна- чительным объемом земляных работ, в некоторых случаях их приходится выполнять вручную. Так- же нет возможности проводить постоянный мо- ниторинг напряженно-деформированного состо- яния фундамента и на ранних стадиях определять его дефекты. Указанные способы не позволяют с высокой точностью определить место просадки фундамента и расположение трещин, скрытых в грунте. Для поиска трещин необходимо обу- страивать шурфы на всю глубину фундамента и про- водить инструментальное обследование.

Учитывая потребность в разработке методов, позволяющих на практике с высокой точностью идентифицировать дефекты и их нагруженность в режиме реального времени.

С развитием волоконно-оптической техники за последние 50 лет произошёл огромный скачок в области производства одномодового и многомо- дового оптического волокна, которое повсеместно используется в системах передачи информации и телекоммуникации [6, 7]. Волоконно-оптиче- ская связь уникально подходит для подключе- ния данных в режиме реального времени от дат- чиков окружающей среды и оборудования для обеспечения максимальной производи- тельности при соблюдении самых высоких стандартов

безопасности.

Серьезный прорыв сделан не только в обла- сти повышения качества волокон и сокращения потерь при передаче импульса света, но и су- щественное снижение его рыночной стоимости. Например, кварцевое одномодовое оптическое волокно 9/125 мкм (OS2) Corning SMF-28e+® (стан- дарт ITU-T G.652.D) стоит около 9 долларов США за один километр. Существенно снизилась сто- имость за последние годы полупроводниковых лазеров, которые используются в качестве источ- ника излучения. Их шум значительно снижен, что позволяет добиться меньших помех в системах передачи данных. Сегодня передача информа- ции в системах телекоммуникации на более чем 100 километров не вызывает проблем. На данный момент созданы волоконно-оптические датчики электрических и неэлектрических величин, пре- восходящие по своим параметрам классические системы, основанные на электрических сигналах. Одними из преимуществ использования опти- ческих волокон (ОВ) в качестве измерительного органа, является энергетическая пассивность и искробезопасность, так как световая энергия, пе- редаваемая по волокну, находится на уровне или ниже определенного уровня мощности, способ- ной воспламенить взрывоопасные среды. Также ОВ не подвержены влиянию шума и электромаг- нитных помех, распространенных в разных обла- стях промышленности.

Использование одномодового оптического волокна стандарта ITU-T G.652.D для неразру- шающего контроля дефектов конструкций же- лезобетонных фундаментов является весьма пер- спективным, так как разработанные на его основе волоконно-оптические датчики обладают доста- точно высокой точностью, скоростью измерения и имеют хорошую линейность характеристик.

Основная идея работы заключается в исполь- зовании телекоммуникационного оптического волокна стандарта G.652 в качестве чувствительно- го сенсора (измерительного органа), способного идентифицировать механические воздействия, причем объект может быть значительный по про- тяженности в несколько десятков километров. Оптическое волокно используется как сенсор и как направляющая система для передачи данных о проведенных измерениях. Относительная про- стота системы контроля дефектов конструкций железобетонных фундаментов при помощи оп- тических волокон стандарта G.652 позволяет ис- пользовать ее повсеместно. Для этого нужно на первоначальном этапе строительства заложить оптическое волокно внутрь тела конструкции же- лезобетонного фундамента.

Лабораторные испытания проводились в ак- кредитованной строительной лаборатории при Карагандинском государственном техническом университете. При проведении эксперимента ис- пользовались испытательная машина МИИ – 100, предназначенная для проведения статических

испытаний, и пресс гидравлический измерительный ПГИ – 500, предназначенный для испытания на прочность. Был проведен ряд экспериментов по определению потерь оптического волокна при различном значении давления в железобетонных конструкциях.

В экспериментах использовались цементные балочки размером 40х40х100 мм, которые изготовлены из цемента марки ПЦ-400 Д.0, песок вольский (рисунок 1). Изготовленные цементные балочки хранились в течение 28 суток в воде согласно ГОСТу. Условия твердения естественные.

Измерительно-информационная система собрана с использованием элементной базы оптического рефлектометра OTDR VISA USB M2, измерителя мощности оптического излучения и потерь, использовался измеритель оптический VIAVI (JDSU) SmartPocket OLP-38, работающий в динамическом диапазоне от –50 до +26 дБм, с диапазоном длины волны 780-1650 нм. В качестве источника оптического излучения использовался SmartPocket OLS-34/35/36 со встроенными опциями Auto-λ и Multi-λ, SmartPocket OLP-38 может автоматически измерять уровень мощности и вносимые потери в одномодовом и многомодовом оптическом кабеле. Подключение к оптическому волокну производилось через универсальный UPP 2.5 мм адаптер и оптические коннекторы типа SC.

Результаты исследований и лабораторные испытания

Исследовались оптические волокна с длиной волны 1310 и 1550 нм.

1. Образцы-балочки были помещены в испытательную машину МИИ – 100 (двухпорный изгиб), предназначенную для проведения статических испытаний (испытания на изгиб). Заводской номер 239, инвентарный номер 2235. Сертификат о поверке ГВЛ-2-03-1800003. Данная машина применяется для определения предела прочности при изгибе цементных образцов в соответствии

с ГОСТ 310.4-81. Определяется предел прочности в кгс/см² при изгибе балочки сечением 40х40 на пролете 100 мм при постоянной скорости нарастания нагрузки 5 кг/с.

Граничное условие: энергия давления на волокно от 0 до 18 кгс/см² (при длине волны 1310 нм), от 0 до 97 кгс/см² (при длине волны 1550 нм), температура в помещении лаборатории 25°C. Перемещение по осям до приложения давления ОХ=0 м; ОУ=0 м; ОZ=0 м. В результате автоматизированной аппроксимации данных получены однофакторные математические модели. Каждое измерение проводилось 10 раз. Обоснование необходимого числа повторения производится для того, чтобы обеспечить достаточную достоверность результатов экспериментальных исследований, устанавливается исходя из коэффициента Квар и требуемой степени точности. Численное исследование проведено с помощью программы Wolframalpha, которая является интерактивной системой для выполнения обработки результатов экспериментов и ориентирована на работу с массивами данных.

Учитывая определенные технические сложности и значительную стоимость при построении системы контроля дефектов конструкций железобетонных фундаментов при помощи оптических волокон стандарта G.652, разработана упрощенная схема (рисунок 2). Она позволяет определить значения механических напряжений, возникающих в балочке при ее нагружении, а также установить зону дислокации дефекта фундамента (трещины). Данный метод позволяет установить место возникновения дефекта по зонам I-III, но зон может быть значительно большее количество, в зависимости от длины фундамента. Учитывая незначительные размеры испытываемой бетонной балочки заложены три зоны. В данной схеме используется три отрезка оптического волокна 1 с оптическими коннекторами 2 марки SC, оптическое соединение типа PhysicalContact. Как показав

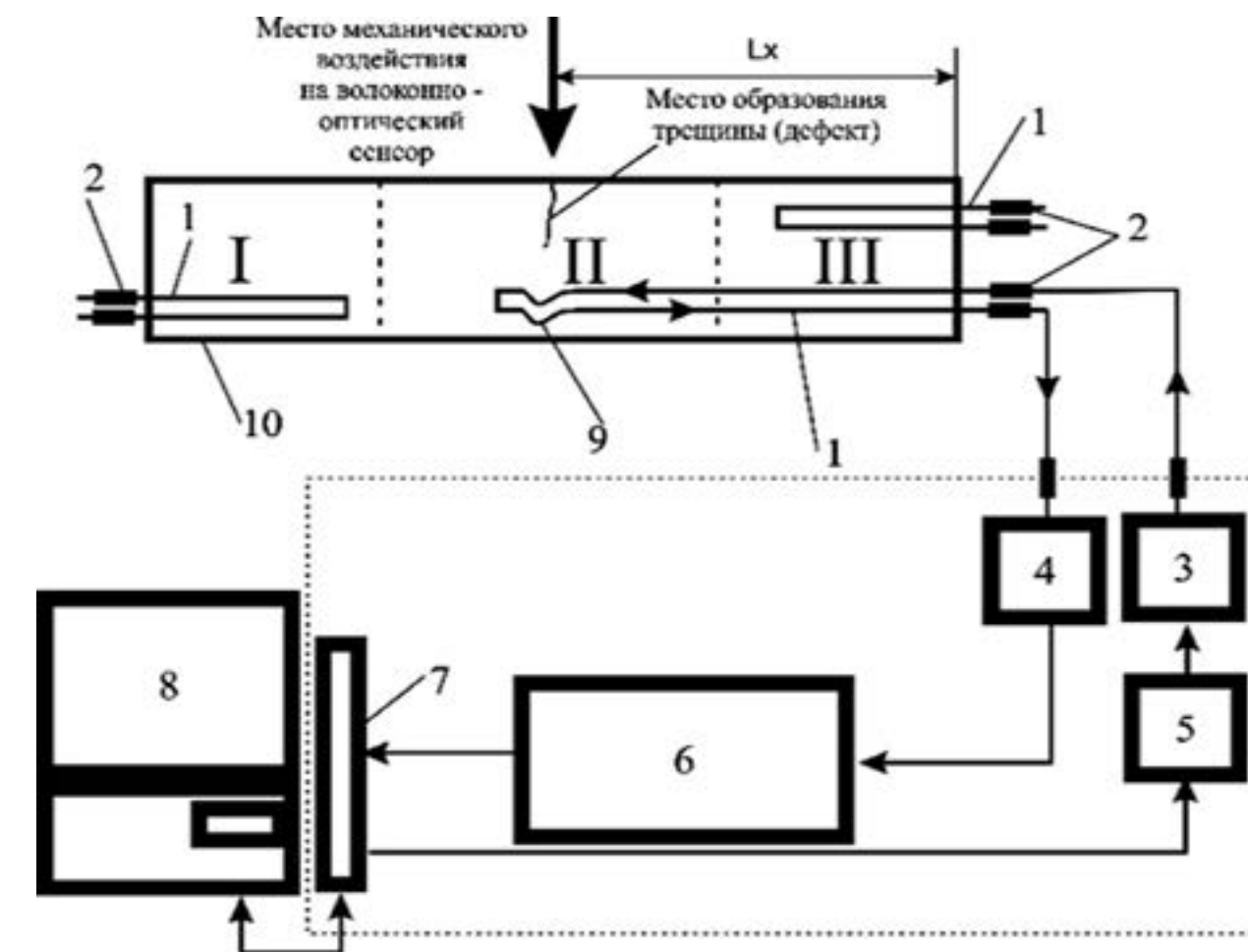


Рисунок 2 – Схема для измерения значений механических напряжений и установления места дефекта

но на рисунке 2, балка разделяется на три измерительных зоны, где контролируются механические напряжения. Идентификация механических напряжений позволяет установить их критическое значение, при котором возможно образование дефекта фундамента. Предложенная схема имеет полупроводниковый лазер 3 с системой регулирования его накачки 4. Измерительная часть представлена фотоприемником 4. Электрический сигнал от фотоприемника 4 поступает в устройство для предварительной обработки полученных данных 6.

Все представленные ниже результаты экспериментов выполнены по схеме, представленной на рисунке 2, и сводятся к изменению дополнительных потерь, по которым можно судить об изменении механических напряжений и деформаций. При повышении значений нагружения растут показатели механических напряжений и деформации, возникают проседания балочки, перед образованием трещины. При образовании трещины отмечен всплеск и скачкообразное повышение значений механических напряжений и его деформации, соответственно увеличиваются значения дополнительных потерь в прямом направлении прохождения световой волны по ОВ,

и в обратном в виде частичного ее рассеяния при растущем значении микроизгиба. При образовании трещины в фундаменте возможен разрыв ОВ, которое находится без защитной оболочки, это позволяет определить место трещины в фундаменте. Если волокно находится в защитной оболочке, то его разрыва не происходит, а место образования трещины легко устанавливается по повышенному уровню потерь в зоне, как показано на рисунке 2.

График зависимости значения потерь оптического волокна с длиной волны 1310 нм при пошаговом увеличении давления при проведении испытаний на изгиб представлен на рисунке 3.

При проведении автоматической аппроксимации были получены следующие результаты:

1. $-0,0000257202P^4 - 0,000668724P^3 + 0,00550926P^2 + 0,0723677P + 13,0917 = \epsilon$
– аппроксимация четвертой степени;
2. $0,000257202P^3 - 0,00477513P^2 + 0,107487P + 13,081 = \epsilon$
– аппроксимация третьей степени (кубическая);
3. $0,00216931P^2 + 0,0611905P + 13,1226 = \epsilon$
– аппроксимация второй степени (квадратич-



Рисунок 1 – Лабораторный образец балочки

ная).
Так как наилучшей математической моделью считается модель с наименьшим значением критерия АИС (информационный критерий Акаике), зависимость значений потерь в оптическом волокне лучше представить аппроксимацией четвертой степени, при которой информационный критерий Акаике составляет -11,0164, R2=0,9932 (коэффициент детерминации).

График зависимости значения потерь оптического волокна с длиной волны 1550 нм при пошаговом увеличении давления при изгибе представлен на рисунке 4.

При проведении автоматической аппроксимации были получены следующие результаты:

1.
 $0,0853288P + 11,3063 = \epsilon$
– аппроксимация линейная;

2.
 $5,02161 \cdot 10^{-6}P^3 - 0,000241176P^2 + 0,0689568P + 11,6265 = \epsilon$
– аппроксимация третьей степени (кубическая);

3.
 $0,000442333P^2 + 0,0462459P + 11,7183 = \epsilon$
– аппроксимация второй степени (квадратичная).

Так как наилучшей математической моделью считается модель с наименьшим значением критерия АИС (информационный критерий Акаике), зависимость значений потерь в оптическом волокне лучше представить квадратичной аппроксимацией, при которой информационный критерий Акаике составляет -10,2253, R2=0,99 (коэффициент детерминации).

2. Далее образцы-балочки были испытаны на прессе гидравлическом измерительном ПГИ-500,

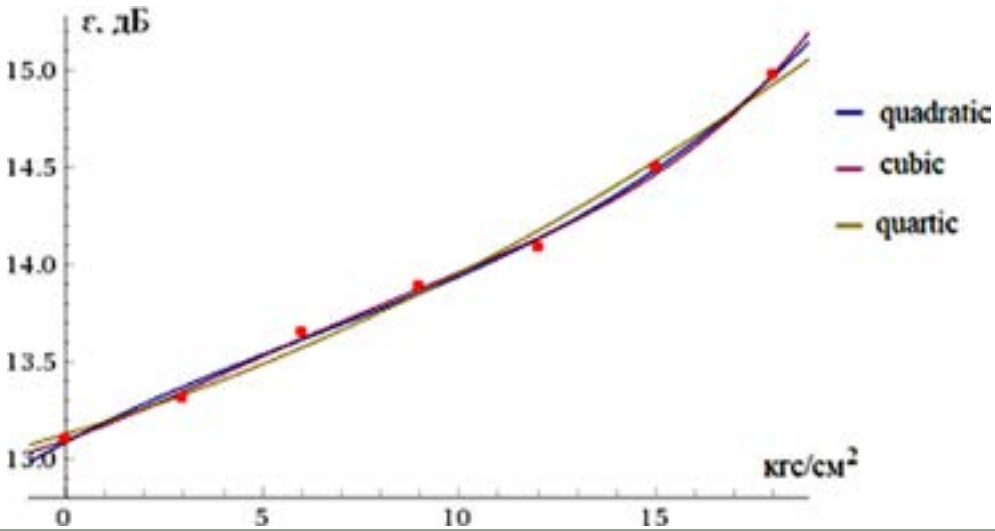


Рисунок 3 – Значение потерь оптического волокна с длиной волны 1310 нм при пошаговом увеличении давления на изгиб

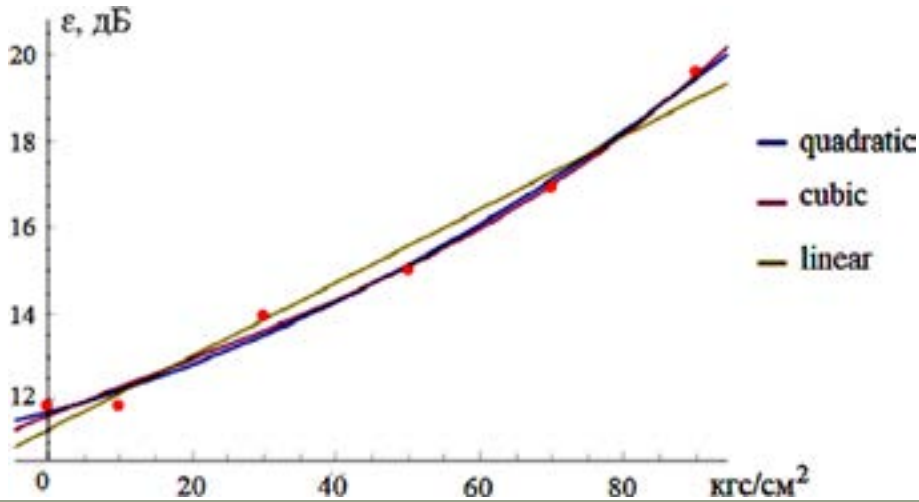


Рисунок 4 – Значение потерь оптического волокна с длиной волны 1550 нм при пошаговом увеличении давления на изгиб

который предназначен для испытания на прочность. Заводской номер 166, инвентарный номер 00013993. Сертификат о поверке ВЛ-2-03-18000654. Машина предназначена для создания нормирования значения меры силы, испытания при сжатии строительных материалов в лабораторных условиях.

Граничное условие: энергия давления на волокно от 0 до 18,2 кН (при длине волны 1310 нм), от 0 до 3,2 кН (при длине волны 1550 нм), температура в помещении лаборатории 25°С. Перемещение по осям до приложения давления ОХ=0 м; ОУ=0 м; ОZ=0 м. В результате автоматизированной аппроксимации данных получены однофакторные математические модели. Каждое измерение проводилось 10 раз.

Выводы:

1. Использование одномодового оптического волокна стандарта ITU-T G.652.D для неразрушающего контроля дефектов конструкций железобетонных фундаментов является весьма перспективным, так как разработанные на его основе волоконно-оптические датчики обладают доста-

точно высокой точностью, скоростью измерения и имеют хорошую линейность характеристик.

2. Использование приведенных выше методов позволит установить предполагаемое место дефектов (трещин) и повреждений железобетонных конструкций, что не могут использоваться существующие методы неразрушающего контроля прочности бетона. Возможно, получение значений механических напряжений и деформаций в режиме реального времени с хранением полученных данных.

3. Появление возможности реализовать на практике на строительных объектах г. Нур-Султана объектные волоконно-оптические информационные системы измерений параметров и физических величин, диагностики технического состояния подземных и надземных строительных конструкций зданий и сооружений.

4. На основе полученных данных предложена схема, позволяющая установить места дислокации локальных скрытых дефектов (трещин) конструкций железобетонных фундаментов, а также в перспективе использовать их на других строительных конструкциях большой протяженности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Қожас А.К., Рахимов М.А., Касимов А.Т. и др. Проблемы строительства высотных зданий из монолитного железобетона в Казахстане // Труды Университета. – 2015. – № 3 – С. 60-62.
2. Қожас А.К., Аяпбергенова Б.Е., Калачева С.А. и др. Оценка технического состояния несущих монолитных балок здания «Тәуелсіздік сарайы» в г. Астане и рекомендации по усилению // Там же. – 2019. – № 1. – С. 94-99.
3. Бербеков Ж.В. Неразрушающие методы контроля прочности бетона // Научный журнал «Молодой учёный». № 11 (46). 2012.
4. <http://www.stroimat92.ru/beton>.
5. Мехтиев А., Булатбаев Ф., Нешина Ю., Сименс Э., Алькина А., Шайгараева Т. Внешние механические воздействия на величину дополнительных потерь в оптоволоконных кабелях связи в условиях эксплуатации. Материалы 6-й Международной конференции по прикладным инновациям в ИТ, Кётен: Университет прикладных наук Анхальта, Том 1, Выпуск 6, 2018. - Стр. 123-127.
6. Исследование дополнительных потерь в оптических волокнах при механическом воздействии. III Международная конференция «Когнитивная робототехника». IOP Conf. Серия: Материаловедение и инженерия 516 (2019) 012004 DOI: 10.1088/1757-899X/516/1/012004. СРЕДНИЙ. Юрченко, А.Д.Мехтиев, Ф. Булатбаев, Ю. Нешина, А.Д. Алькина, П.Ш. Мадди.

REFERENCES

1. K.ozhas A.K., Rakhimov M.A., Kasimov A.T. i dr. Problemy stroitel'stva vysotnykh zdaniy iz monolitnogo zhelezobetona v Kazakhstane // Trudy Universiteta. – 2015. – № 3 – S. 60-62.
2. K.ozhas A.K., Ayapbergenova B.Ye., Kalacheva S.A. i dr. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya nesushchikh monolitnykh balok zdaniya «Täuyelsızdık sarayy» v g. Astane i rekomendatsii po usileniyu // Tam zhe. – 2019. – № 1. – S. 94-99.
3. Berbekov ZH.V. Nerazrushayushchiye metody kontrolya prochnosti betona // Nauchnyy zhurnal «Molodoy uchonyy». № 11 (46). 2012.
4. <http://www.stroimat92.ru/beton>.
5. Mekhtiyev A., Bulatbayev F., Neshina Y., Siemens E., Alkina A. and Shaigarayeva T. The external mechanical effects on the value of additional losses in the telecommunications fiber optic cables under operating conditions. Proceedings of the 6th International Conference on Applied Innovation in IT, Koethen: Anhalt University of Applied Sciences, Volume 1, Issue 6, 2018. – Pp. 123-127.
6. Investigation of additional losses in optical fibers under mechanical action. III International Conference «Cognitive Robotics». IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 516 (2019) 012004 doi:10.1088/1757-899X/516/1/012004. A.V. Yurchenko, A.D. Mekhtiyev, F.N. Bulatbaev, Y.G. Neshina, A.D. Alkina and P.Sh. Madi.

M.K. IBATOV¹, Dr. Eng., Professor, Rector,
D.I. ILESSALIYEV², Cand. Tech. Sci., Associate Professor,
***A.D. KASSYMZHANOVA¹**, doctoral student,
¹Karaganda Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan,
 Transport Equipment and Logistic Systems Department,
²Tashkent State Transport University, Tashkent, Republic of Uzbekistan,
 Transport Logistics and Service Department
 *автор-корреспондент

To the Question of Increasing LPI By Improving the Method of Loading Containers

Keywords: stationary hoist, railway platform, railway platforms, container loading, universal container, bulk cargo, Logistics Performance Index (LPI)

In the next World Bank study of the Logistics Performance Index (LPI), Kazakhstan took the 71st place among 160 countries of the world, having risen by 6 positions compared to the ranking of 2016. Among the EAEU member states, Kazakhstan has the most developed logistics system, Belarus and Kyrgyzstan have the least efficient logistics systems.

Currently, Kazakhstan partially uses the technology of transportation on special platforms with a lowered center of gravity for transportation in two tiers, which will reduce the cost of container transportation by 30-50%. However, how versatile are these containers and is it possible to use them in industrial plants and agriculture, in particular for the bulk cargo? The problem lies in the complexity of organization of complex mechanization of loading and unloading the containers.

The growth of container traffic is a global trend, and this is also typical for the CIS countries. First of all, the general advantages of containers play the role: their convenience and cost-effectiveness when transporting goods. Secondly, economic and geographic factors: the development of the CIS countries economies, as well as the development of the Chinese economy, and, as a consequence, its railway freight turnover with Europe. Thus, the development of the method that makes it possible to increase the efficiency of loading operations for containers transported by railway platforms is an urgent task.

Today, container transportation of the bulk cargo is poorly studied, that was the purpose of the joint research with our partners from the Tashkent Institute of Railway Engineers.

To solve the research problems, such as assessing reliability, ensuring the safety of containers in the course of the grain cargo transportation, the SolidWorks software package was selected. In this environment, a computer three-dimensional model was built that was a copy of the container.

Below there are the used container model parameters:

- 1) Parameters of the universal container model:
 - the overall dimensions are 6058 × 2438 × 2591 mm;
 - the weight (net weight) is 2230 kg.
- The material is plain carbon steel.
- 2) Parameters of the grain cargo model (wheat):
 - the coefficient of internal friction of wheat 0.47-0.73);
 - the coefficient of friction of wheat on steel 0.35-0.65;
 - the bulk weight of wheat 0.7-0.83 t/m³.

The results of stresses and displacements distribution in the elements of the universal container are shown in Figures 1 and 2.

Based on the results of simulation of the universal container strength, it was found that the maximum stresses in the structural elements exceeded the permissible norms, or rather the door hinges.

The analysis of the results revealed the need to strengthen the doorway of a universal container with a door barrier [1].

At the same time, the most difficult in solving acute problems in this aspect is organization of loading and unloading operations in the course of transportation of the bulk cargo.

Today there is a known method that consists in the fact that the loading of containers is carried out directly on railway platforms, which are in a coupling between themselves along the overpasses, performing transport and reloading operations with a forklift.

«The disadvantage of this method is inability to load the bulk cargo into containers transported by railway platforms. Thus, this imperfection of the known methods leads to decreasing the efficiency of loading operations for containers transported by railway platforms» [2].

In 2015, a united team of departments of technical

universities completed the work at the development of a method for loading containers transported by railway platforms.

The developed method is illustrated in Figure 2 and consists of the following stages:

1. Hydraulic hoist 1 is mounted on railway track 2 under the hopper (not shown in the Figure) with the bulk cargo (Figure 3).

2. Having received a signal to start loading operations, the shunting locomotive (not shown in the Figure) pushes railway platforms 3 with empty containers along the way, so that container (4, Figure 3) is placed between holders 5 of the hydraulic hoist.

3. The holders of the hydraulic hoist squeeze (using horizontal actuators 6, Figure 3) the container on both sides, after which the container is fixed by the standard method using locks 7 (Figure 3) to the fittings. The devices for opening and closing doors 8 (Figure 4) are attached to container doors 9 (Figure 4). Horizontal-acting drives and vertical-acting drives 10 (Figure 4) are located on platforms 11 (Figure 3).

4. After fastening the container, elevating drives

12 (Figure 3) raise the platforms, and together they elevate the container to the height needed for the container rotation.

5. Vertical actuators located on the platform begin to rotate the container and set it vertically on the end wall.

6. On the container standing on the end wall, devices 8 (Figure 4) open the container doors to load the bulk cargo from the hopper.

7. The bulk cargo is loaded from the hopper into the container.

8. After the completion of loading the bulk cargo, devices 8 (Figure 4) close the container doors.

9. There is performed the work described in the steps in reverse order.

10. Depending on the number of railway platforms with containers, the described operations from 2 to 9 stages are performed for each empty container.

11. Having received a signal of the completion of loading operations, the shunting locomotive picks up the railway platforms with loaded containers on the way.

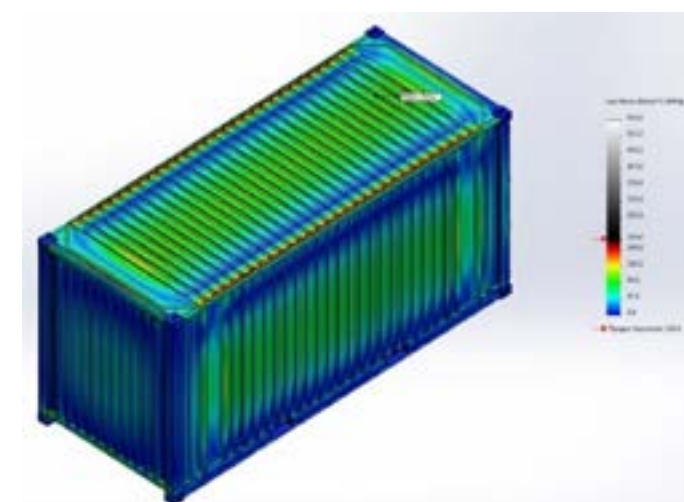


Figure 1 – Stresses distribution in the universal container elements

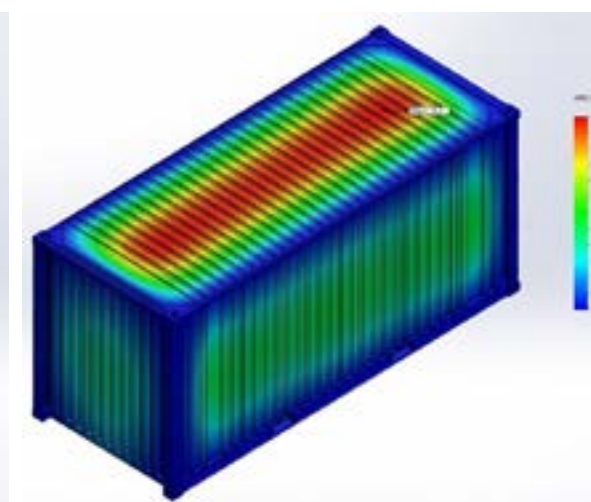


Figure 2 – Displacements distribution in the universal container elements

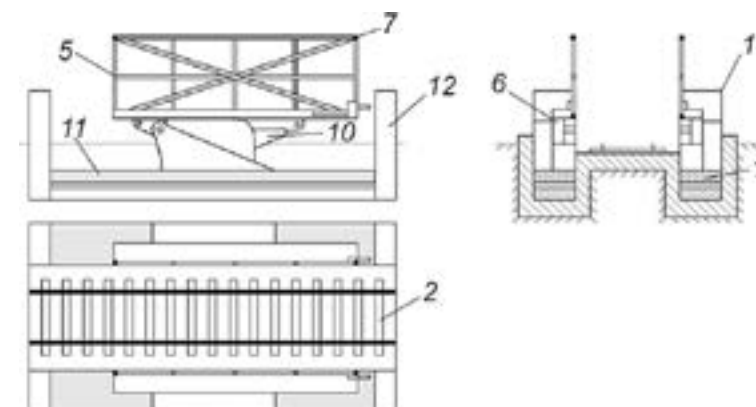


Figure 3 – Stationary hoist

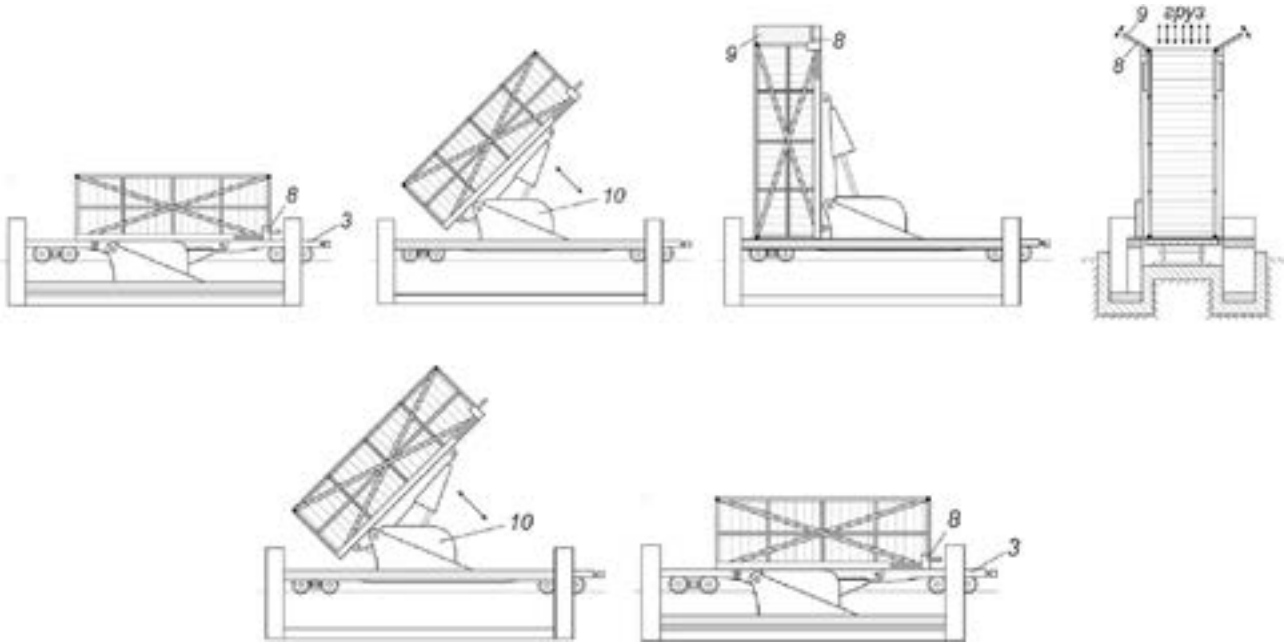


Figure 4 – Method of loading containers that are transported by railway platforms

As a result of improving the method of loading containers transported by railroad platforms, a patent was obtained in the Derwent Innovations Index of Web of Science maintained by Clarivate Analytics [3]. The technical result of the proposed invention is to improve the efficiency of loading operations for containers transported by railway platforms. This technical result is achieved by the fact that the considered method of loading containers transported by railway platforms is subject to the following changes: a hydraulic hoist is mounted

on the railway track, which is equipped with the equipment for rotating and placing a container on a railway platform on its end wall for loading the bulk cargo [2]. For higher accuracy of determining the rational design parameters, detailed studies are required with the development of a digital model in the software environment of the SolidWorks or ANSYS application programs. Thus, the developed method makes it possible to increase the efficiency of loading operations for containers transported by railway platforms.

LITERATURE

1. Malikov, O.B. Some issues of economic efficiency of transportation of the bulk cargo in containers / O.B. Malikov, E.G. Kurilov, D.I. Ilesaliev // Bulletin of the Petersburg University of Railways. – 2016. – No. 4 (49). – P. 493-500.
2. Improving the way of loading containers transported by railway platforms / Balabayev O.T. [et al] // Bulletin of ENU named after L.N. Gumilyov. Ser. Engineering science and technology. – 2017. – No. 6. – P. 34-37.
3. Method for loading bulk goods in containers transported by railway: Patent Number(s): RU2654439-C1 for invention / Vitvitskii E.E., Gumarov G.S., Balabaev O.T., Abishev K.K., Sarzhanov D.K., Kassymzhanova A.D. // Derwent Primary Accession Number: 2018-53628L.

REFERENCES

1. Malikov, O.B. Some issues of economic efficiency of transportation of the bulk cargo in containers / O.B. Malikov, E.G. Kurilov, D.I. Ilesaliev // Bulletin of the Petersburg University of Railways. – 2016. – No. 4 (49). – P. 493-500.
2. Improving the way of loading containers transported by railway platforms / Balabayev O.T. [et al] // Bulletin of ENU named after L.N. Gumilyov. Ser. Engineering science and technology. – 2017. – No. 6. – P. 34-37.
3. Method for loading bulk goods in containers transported by railway: Patent Number(s): RU2654439-C1 for invention / Vitvitskii E.E., Gumarov G.S., Balabaev O.T., Abishev K.K., Sarzhanov D.K., Kassymzhanova A.D. // Derwent Primary Accession Number: 2018-53628L.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_97
УДК 629.341

***Е.Ю. КРЮЧКОВ**, магистрант гр. ТТМ-18-1,
С.Ж. КАБИКЕНОВ, к.т.н., доцент, зав. кафедрой,
Т.С. ИНТЫКОВ, к.т.н., профессор,
Карагандинский технический университет, кафедра ТТиЛС
*автор-корреспондент

Разработка паспорта планово-предупредительной системы проведения ТО и ТР для автобусов YUTONG на примере ТОО "Автобусный парк №3" г. Караганды

Ключевые слова: техническое обслуживание, текущий ремонт, планово-предупредительная система, рулевое управление, передняя подвеска, ходовая часть, внезапный отказ

Разработка и использование паспорта планово-предупредительной системы проведения технического обслуживания и текущего ремонта для подвижного состава предприятия позволяет повысить уровень выхода автобусов на линию за счет повышения их технической готовности и в целом обеспечивает более безопасные перевозки. Главным условием повышения уровня технического состояния автомобиля, а также его дальнейшего сохранения в технически исправном состоянии является своевременное проведение ТО и ТР с использованием качественных запасных деталей [1]. Статистические данные по отказам автобусов YUTONG с годовым пробегом 1 млн км, осуществляющих междугородные перевозки на маршруте Караганда – Павлодар, приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует что неисправности в автобусах YUTONG возникают в основном из-за деталей, обеспечивающих безопасность, которые составляют следующие системы: система подвески, тормозная и ходовая часть. Отказы силовой установки не произошли. Поэтому паспорт планово-предупредительной системы проведения ТО и ТР разрабатывается в основном для деталей трех систем, влияющих на безопасность перевозок. В результате исследования массива отказов были получены следующие результаты: выделены шесть основных узлов и их детали (двигатель, сцепление, ведущий мост, ходовая часть, подвеска, тормозная система), определены точечные оценки отказов (таблица 2) [2]. Далее нужно определить коэффициент вариации для каждой рассматриваемой детали и

Таблица 1 – Статистическая информация по отказам (пробег 500-700 тыс. км)					
Наименование заменяемой детали	Номер отказа	Наработка на отказ гос. номер, тыс. км			
		021AD09	022AD09	023AD09	024AD09
Натяжные ролики ремней	1	240	220	230	180
	2	220	200	200	-
	3	200	190	-	-
Корзина, диск выжимной	1	550	620	490	-
Шкворневые узлы	1	540	700	-	-
Подшипники передней ступицы		600	-	-	-
Подшипники задней ступицы	1	-	440	450	-
Амортизаторы передние	1	85	180	95	95
	2	95	90	150	120
	3	120	95	120	-
Сальник хвостовика	1	690	650	500	-

выбрать закон (нормальный, Вейбулла или экспоненциальный), подтвержденный с помощью критерия согласия Пирсона. Для определения закона распределения отказов производим расчет критерия согласия Пирсона (таблица 3).

Из таблицы 3 видно, что расчетные и табличные значения критерия согласия Пирсона не соответствуют условию $X^2_{расч} < X^2_{табл}$, поэтому нормальный закон распределения отказов не подходит, в связи с этим будем использовать закон Вейбулла.

Далее определяем затраты на аварийные C_a (1) и предупредительные ремонты C_p (2):

$C_a = C_{зч} + C_{труд} + C_{тех.нужд} + C_{штраф},$ (1)

$C_p = C_{зч} + C_{труд} + C_{тех.нужд},$ (2)

где $C_{зч}$ – средние затраты на запчасти;
 $C_{труд}$ – средние затраты на работу по устранению отказов;
 $C_{тех.нужд}$ – средние затраты на технические нужды;
 $C_{штраф}$ – средние затраты на послеаварийные последствия.

Расчетные данные по определению средневзвешенных затрат приведены в таблице 4.

Рассматривая принцип формирования ремонтно-технических воздействий, нужно выделить два аспекта.

Первый аспект касается формирования ремонтно-технических воздействий с заменой деталей, лимитирующих надежность системы. Суммарные удельные затраты на проведение профилактических ремонтных воздействий будут минимальны.

Второй аспект касается формирования ремонтно-технических воздействий с заменой деталей, обеспечивающих безопасность объекта. Здесь экономические издержки отходят на второй план, а на первый выходит безопасность. Замену деталей необходимо производить раньше возникновения отказов, при этом деталями будет недоиспользован некоторый остаточный ресурс, но состояние некоторых из деталей можно диагностировать и принимать решения по их замене индивидуально (таблица 5).

Далее выполняем расчет оптимального тех-

где a – параметр масштаба закона Вейбулла,
 b – параметр формы закона Вейбулла.
Функция (1) для закона Вейбулла не может быть выражена в явном виде, поэтому после математических преобразований получим:

$\frac{dS_{уд}(L_i)}{dL_i} = 0 \Rightarrow L_{опт} = -\frac{2a}{b}.$ (5)

Затем строим график изменения суммарных удельных затрат, которые имеют экстремальную точку, абсцисса которой указывает на искомый оптимальный технический ресурс элемента. На полученном графике оптимальный пробег $L_{опт} = 50$ тыс. км [4].

Получив оптимальные пробеги деталей автобусов, суммируем их для получения точек оптимальных пробегов ступеней профилактики, чтобы знать, в какой ступени технической профилактики (СТП) будет выполняться профилактика данной системы или агрегата. Оптимальная периодичность СТП составила $L_{опт} \approx 50.000$ км.

нического ресурса элементов, основанный на минимизации среднего риска пропуска внезапных отказов, когда критерием оптимизации являются средневзвешенные затраты (средние удельные затраты) [3].

Оптимизационную функцию записывают в следующем виде:

$S_{уд}(L_i) = \frac{C_a \cdot (1 - P(L_i)) + C_p \cdot P(L_i)) \cdot L_{пл}}{L_{срi}},$ (3)

где C_a – затраты на аварийные ремонты,
 C_p – затраты на предупредительные ремонты,
 $P(L_i)$ – вероятность безотказной работы объекта,
 $L_{пл}$ – прогнозируемая наработка до предельного состояния,
 $L_{срi}$ – средняя условная наработка до отказа элемента в межпрофилактический период,

$L_{срi} = \int_0^{L_i} P(L_i) dL = \int_0^{L_i} e^{-(L_i/a)^b} dL,$ (4)

Таблица 4 – Средневзвешенные затраты на ремонт, тыс. тг						
Детали	C _{зч}	C _{труд}	C _{тех.нужд}	C _{штраф}	C _a	C _p
Сайлентблоки стоек переднего/заднего стабилизатора	8,58	4,87	0,46	7	20,91	13,91
Подшипники передней ступицы	119,5	3,5	0,6	25	148,6	123,6
Подшипники задней ступицы	41,7	3,5	0,6	25	70,8	45,8
Амортизаторы передние	75,4	0,5	0,23	24,18	100,31	76,13

Таблица 5 – Возможность диагностирования деталей АТС		
Детали, влияющие на безопасность АТС	Возможность диагностирования	Метод диагностирования
Шкворневые узлы	да	Проверка величины люфта, смазка каждые 8 тыс. км
Подшипники передней ступицы	да	Визуальный осмотр, смазка
Подшипники задней ступицы	да	каждые 60 тыс. км
Амортизаторы передние/задние	нет	-
Сайлентблоки стоек переднего/заднего стабилизатора	да	Проверка величины люфта визуально каждые 11 тыс. км
Сайлентблоки проушин переднего/заднего стабилизатора	да	

Таблица 6 – Этапы СТП		
Этапы СТП	Пробег, тыс. км	Код технического воздействия
СТП-1	50	5.1
СТП-2	100	5.1,5.2
СТП-3	150	5.1,5.3,6.2
СТП-4	200	5.1,5.2,5.4,5.5,6.1
...	...	...
СТП-13	650	5.1,5.3,6.1,6.2

Таблица 2 – Точечные оценки деталей					
Заменяемая деталь	Номер отказа	Точечные оценки			
		L _{ср} , тыс. км	σ, тыс. км	V	Доверительный интервал, тыс. км
Амортизаторы задние	1	190	60	0,4	100-240
	2	200	55	0,25	160-280
	3	180	50	0,3	100-230
Сайлентблоки стоек стабилизаторов	1	220	18	0,15	210-260
	2	160	32	0,2	160-220
Шкворневые узлы	1	600	120	0,18	540-700
Подшипники передней ступицы	1	610	60	0,1	570-660
Подшипники задней ступицы	1	440	65	0,1	430-450
Амортизаторы передние	1	100	15	0,15	80-140
	2	110	10	0,1	95-120
	3	120	12	0,1	100-130

Таблица 3 – Расчет критерия согласия Пирсона			
Детали	Номер отказа	Критерий согласия Пирсона	
		X ² _{расч}	X ² _{табл}
Шкворневые узлы	1	1,86	3,8
Подшипники передней ступицы	1	1,82	3,8
Подшипники задней ступицы	1	1,28	3,8
Амортизаторы передние	1	0,86	3,8
	2	3,46	3,8
	3	3,84	3,8
Амортизаторы задние	1	0,839	3,8

Далее проектируем этапы СТП, включающие технические воздействия (таблица 6) и выполняемые работы (таблица 7). Паспорт системы профилактики приведен в таблице 8.

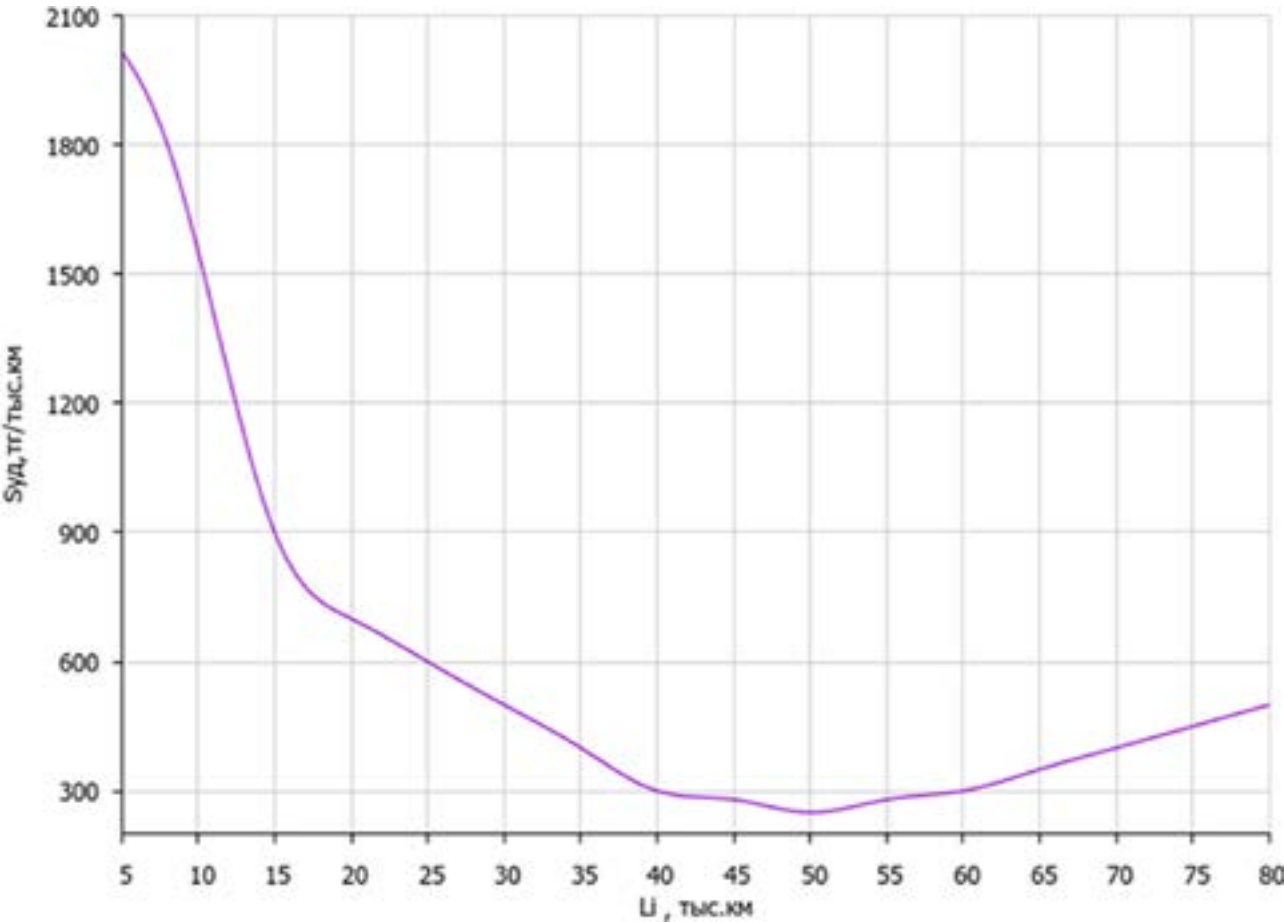


График изменения суммарных средних удельных затрат

Таблица 7 – Виды выполняемых работ по каждой СТП	
Код технического воздействия	Наименования агрегата или системы заменяемой детали
1	Двигатель
1.1	Замена натяжных роликов ремней
2	Сцепление
2.1	Замена корзины, диска, подшипника выжимного, проверка состояния задних подушек двигателя, замена (по состоянию)
3	Главная передача ведущего моста
3.1	Замена сальника хвостовика
4	Ходовая часть
4.1	Замена подшипников и сальников передней ступицы (по состоянию)
4.2	Замена подшипников и сальников задней ступицы (по состоянию)
4.3	Замена шкворневых узлов (по состоянию)
5	Подвеска
5.1	Замена втулок разрезных переднего/заднего стабилизатора
5.2	Замена передних амортизаторов
...	...

Таблица 8 – Паспорт системы ППР	
Этап СТП	Виды выполняемых работ
СТП-1 (50 тыс. км)	Замена втулок разрезных переднего/заднего стабилизатора
СТП-2 (100 тыс. км)	Замена втулок разрезных переднего/заднего стабилизатора Замена передних амортизаторов
СТП-3 (150 тыс. км)	Замена втулок разрезных переднего/заднего стабилизатора Замена задних амортизаторов Замена накладок тормозных задних (по состоянию)
СТП-4 (200 тыс. км)	Замена втулок разрезных переднего/заднего стабилизатора Замена передних амортизаторов Замена сайлентблоков стоек переднего/заднего стабилизатора, сайлентблоков проушин переднего/заднего стабилизатора Замена передних и задних пневмобаллонов (по состоянию) Замена накладок тормозных задних/передних (по состоянию)
...	...

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4 изд., перераб. и доп. / Под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Наука, 2001; 2004. – 535 с.
2. Крамаренко Г.В., Барашков И.В. Техническое обслуживание автомобилей. М.: Транспорт, 2002. – 368 с.
3. Мороз С.М. Обеспечение безопасности технического состояния автотранспортных средств: учеб. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 208 с.
4. Скоробогатый К.В. Проблемы эксплуатации автобусов марки Hyundai Universe в условиях Сибири / К.В. Скоробогатый // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 1. – С. 25-27.

REFERENCES

1. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley: Uchebnik dlya vuzov. 4 izd., pererab. i dop. / Pod red. Ye.S. Kuznetsova. – M.: Nauka, 2001; 2004. – 535 s.
2. Kramarenko G.V., Barashkov I.V. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye avtomobiley. M.: Transport, 2002. – 368 s
3. Moroz S.M. Obespecheniye bezopasnosti tekhnicheskogo sostoyaniya avtotransportnykh sredstv: ucheb. posobiye. – M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2010. – 208 s.
4. Skorobogatyy K.V. Problemy ekspluatatsii avtobusov marki Hyundai Universe v usloviyakh Sibiri / K.V. Skorobogatyy // Avtotransportnoye predpriyatiye. – 2014. – № 1. – S. 25-27.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_102
ЭОЖ 629.35

С.К. КЕЛЖАН, магистрант, ТТМ-18-1 тобы,
***Э.Ж. ҚЫЗЫЛБАЕВА**, PhD докторы, аға оқытушы,
Қарағанды техникалық университеті, КТ және ЛЖ кафедрасы
*автор-корреспондент

Рационалды жоспарлау мен ресурстарды бөлуді ұлғайта отырып, жүк автомобильдеріне қызмет көрсету жүйесі

Кілт сөздер: дилерлік орталық, маркетинг, жүк паркі, жұмыс қабілеттілігі, компанияға қызмет көрсету жүйесі, техникалық қызмет көрсету және жөндеу, тиімділік

Кіріспе. Қазақстандағы нарықтық өзгеріс экономиканың аграрлық секторында жүк көліктер паркін жаңартуды мемлекеттік қолдаудың төмендеуімен, жаңа және пайдаланылған импортталған жабдықтардың ішкі нарығына еркін қол жетімділікпен, сонымен қатар машиналар мен олардың компоненттері өндірісінің төмендеуімен қатар жүрді.

Ауыл шаруашылығы өндірісінің өсуін шектейтін және оның бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер ететін маңызды мәселелердің бірі негізгі қорлардың, соның ішінде жүк көліктерінің техникасының жағдайы болып табылады.

Кез келген өндірістің тиімділігі көбіне, техникалық қызмет көрсету саласындағы ұйымдастырушылық деңгейіне байланысты болады. Машиналарды қолданудың халықаралық тәжірибесінде «техникалық қызмет көрсету» [1, 2] термині механикаландырылған жабдықты сатып алу, пайдалану мерзімінің барлық кезеңінде тиімді пайдалану, сондай-ақ пайдалы қызмет мерзіміне жеткен жабдықты пайдалану кезінде тауар өндірушіге көрсетілетін қызметтер кешені ретінде қарастырылады.

Зерттеудің мақсаты – дилерлік-сервистік желіде ресурстарды тиімді жоспарлау және бөлу арқылы жүк көліктер техникаларына фирмалық техникалық қызмет көрсету жүйесін басқару тиімділігін арттыру.

Зерттеу әдістемесі. Осы мақсатқа жету үшін зерттеулерді талдау және дилерлік қызмет көрсету желісінің жұмыс істеу сапасына әсер ететін факторларды жинақтау арқылы фирмалық қызметтің тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталған зерттеулер жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау. Жүк көліктер ауылшаруашылық техникасының әлемдік нарығы бүгінде «тұтыну нарығына» айналада. Жүк көліктерінің ауылшаруашылық техникаларының жетекші өндірушілері тұтынушылар үшін бәсекеге түседі. Бұл жағдайларда машиналардың сапасы мен басқа тұтынушылық қасиеттерімен қатар,

іске асыруда ілесіп қызмет түрлері мен қызметтері маңызды рөл атқарады. Жүк көліктерінің ауылшаруашылық технологиясының енгізілуін қамтамасыз ететін қызмет түрлеріне [3, 4] кіреді: жарнама, тұтынушыларға қаржылық қолдау, қызметкерлерді тиімді оқыту, жабдықты жеткізу, сатылымға дайындық, сатудан кейінгі қызмет, соның ішінде машиналарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу, кепілдік және кепілдік кезеңдері, қосалқы бөлшектерді жеткізу.

Жүк машиналарын сатқан кезде жарнамаға ерекше назар аударылады. Жарнамалық мақсаттарда халықаралық, республикалық және аймақтық көрмелер, жұмыстағы жабдықтарды көрсету, оқу орындарына жабдықтар тарту, түрлі кәсіби жарыстарға арналған машиналармен қамтамасыз ету, жарнамаларды мақсатты түрде тарату, оны арнайы басылымдарда, радио мен теледидарда орналастыру сияқты іс-шаралар өткізіледі.

Заманауи жүк көліктерінің қымбат екенін ескере отырып, сатып алушылар оны сатып алғанда несие немесе жалгерлік алады.

Машиналарды пайдалану саласындағы шетелдік және отандық тәжірибе көрсеткендей, өндірушілерді жабдықтармен қамтамасыз ету сатысында техникалық қызметті ұйымдастырудың ең тиімді нысаны дилерлік жүйе болып табылады [5]. Бұл нысанда өндіруші шарт негізінде жабдықты сатуға және қызмет көрсетуге талаптарға сай келетін дилерге береді.

Дилерлік қызметтің негізгі функциялары:
- нарықты зерттеу, өнімнің жарнамасын ұйымдастыру және тиімді сұранысты анықтау;
- өнімге тапсырыс беру, жеткізушілермен келісімшарт жасау және өнімді саны, сапасы және толықтығы бойынша қабылдау;
- өнімді сатудан бұрын қызмет көрсету және оны тұтынушыға жеткізу;
- жабдықты пайдаланудың кепілдік мерзімі ішінде тұтынушылардың шағымдарын қарау және қанағаттандыру;

- келісімшарт негізінде жоғары сапалы техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүргізу арқылы жабдықтың жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету;

- жабдықты қолданудың барлық кезеңінде тұтынушыларды қосалқы бөлшектермен қамтамасыз ету;

- тұтынушылардың персоналына қызмет көрсету және жөндеу бойынша жабдықтарды пайдалану ережелері мен техникалық қызмет көрсету бойынша оқыту курстарын ұйымдастыру;

- тұтынушыларға жабдықты пайдалану, техникалық қызмет көрсету және жөндеу бойынша нормативтік-техникалық құжаттармен қамтамасыз ету;

- жабдықты жобалауға енгізілген өзгерістер туралы тұтынушыны хабардар ету;

- сатылатын жабдықтың сапасы мен сенімділігі туралы ақпаратты жинау және өндірушіге беру.

Техникалық қызмет көрсетудің дилерлік түрінің бір түрі – фирмалық техникалық қызметті ұйымдастыру. Корпоративті техникалық қызмет көрсету өндірушілердің техникалық қызмет көрсету жұмыстарына мамандандырылған делдалдық құрылымдарды тарта отырып, өздерінің өндірістік объектілерінде немесе жөндеу кәсіпорындары негізінде оны ұстауға және жөндеуге тікелей қатысуын қамтамасыз етеді.

«Фирмалық қызмет» түсінігі, ең алдымен, өндірушінің машина жасау өнімдерінің ұзақ мерзімді жұмысына жарамдылығы үшін толық жауапкершілікпен байланысты. Отандық және шетелдік тәжірибе тауарлар нарығының жұмыс істеуіне өндірушілердің брендтік қызмет көрсету жүйелері қатты әсер ететіндігін көрсетеді. Бұл жүйелер механикаландыру құралдарына қажеттіліктерді машиналардың санына үлкен қызығушылықтың арқасында емес, оны пайдалану сапасы мен тиімділігінің жақсаруына байланысты қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Сонымен бірге, компанияның қызмет көрсету жүйесінің негізінде келесі принциптер жатыр:

- өндіруші бүкіл пайдалану кезеңінде техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыруға жауап береді (бұл сату нарығын қолдау және дамыту ниетімен байланысты);

- техникалық қызмет көрсету (және жалпы техникалық қызмет көрсету) компаниялардың ықпал ету саласымен күресудің маңызды құралы болып табылады. Сату нарығымен күрес барған сайын бағаның маневрінен тыс жүреді. Жетекші фирмалар жабдықтың дизайнын жақсарту және қызмет көрсету кезінде кең қызмет түрінің алдын алу арқылы бәсекеге қабілеттілікті арттыруды жөн көреді;

- техникалық қызмет көрсету жүйесі жабдықтардың модернизациясын қоса, қызметтердің барлық түрлерін қамтиды. Қызмет түрлерінің жұмыс көлемі реттелмейді және тұтынушы өндірушімен бірге анықталады;

- өндіруші өзінің өніміне техникалық қызмет

көрсетуді өзінің орналасқан жеріне қарамастан ұйымдастырады, бұл компанияның қызмет көрсету жүйесі кәсіпорындарының жақсы ұйымдастырылған және кең желісін қажет етеді;

- техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесінің нысандары мен ұйымдастырылуы әр түрлі (өндіруші мен тұтынушы немесе делдал арқылы тікелей байланыс).

Компанияның қызмет көрсету жүйелеріне мыналар кіреді:

- автомобильдерді сату;
- автомобильдерді жеткізу;
- сервистік қызмет көрсету;
- іске қосу;
- қосалқы бөлшектермен қамтамасыз ету;
- кепілдік мерзіміндегі шағымдарды есепке алу және қанағаттандыру;
- бүкіл пайдалану кезеңінде техникалық қызмет көрсету және жөндеу;

- техникалық кеңестер және ақпараттық қолдау;

- мамандар даярлау;

- жабдықтың жұмысына бақылауды ұйымдастыру;

- эксплуатациялық сенімділікті арттыру және құрылымды жақсарту бойынша жұмысқа қатысу.

Компанияның сервистік жүйесінің алға қойылған міндеттерін шешу күрделі инвестицияларды, дамыған дилерлік желіні (аймақтық қағидаға сәйкес), нормативтік және пайдалану құжаттарын алдын-ала әзірлеуді және басқа да ұйымдастырушылық және ғылыми зерттеулерді қажет етеді [6]. Осылайша, техникалық қызмет көрсету өндіріс саласымен тығыз байланысты қызмет көрсету саласының маңызды саласына айналды.

Компанияның сервистік жүйесін ұйымдастырудың көрсетілген қағидаттары дилерлік-сервистік желі кәсіпорындарының ұйымдық құрылымын да, өндірушімен, қосалқы бөлшектерді ұсынатын кәсіпорындармен, сондай-ақ басқа серіктестермен өзара әрекеттесу тәсілін де анықтайды [7, 8].

Меншіктік қызмет көрсету жүйесі күрделі ұйымдастырушылық-техникалық жүйе болғандықтан, мұндай жүйелердің барлық қасиеттері оған тән, сондықтан менеджмент осындай жүйелердің сипаттамаларына негізделуі керек.

Осыдан туындайтын проблемалар үлкен жүйелердің сипаттамаларына да, саланың өзіне де байланысты. Тиісінше, жүйенің тиімді болуы үшін оның қалыптасу ерекшеліктерін, ішкі желі арасындағы өзара әрекеттесу сипатын және олардың арасындағы байланыстардың параметрлерін, сонымен қатар жүйені өндіруші ұйымдастырған тәсіл мен кері байланыс параметрлерін ескеру қажет.

Мәселелерді талдауда жіктеудің ерекшелігі ретінде фирманы басқару кезеңдерін де, компанияның сервистік жүйелерінің жұмыс істеуін де, басқару объектісінің түрін де таңдауға болады. Осылайша, тапсырмаларды оқшаулау және

басқару объектілерін анықтау арқылы осы міндеттерді шешуге кедергі келтіретін ықтимал жағымсыз факторларды анықтауға болады (сурет).

Корпоративтік қызмет көрсету жүйесінде көрсетілетін қызметтердің тиімділігі мен сапасы көбінесе нақты жағдайлармен анықталады.

Қызмет көрсету нарығындағы бәсекелестік жағдайлар бізді корпоративті қызмет көрсету жүйесінің тиімділігін арттырудың жаңа жолдарын іздеуге мәжбүр етеді, көптеген компаниялардың менеджерлері клиенттердің назарын сәнді бәсекелік артықшылықтарды құрудың басты бағыты деп санамайтындығы айқын.

Маркетингтік зерттеулердің мақсаты бойынша тауарлар мен қызметтерді нарыққа жылжыту стратегиясы бес компонентпен анықталады:

$$\text{Маркетинг} = \text{Өнім (қызмет)} + \text{Бағасы} + \text{Орын} + \text{Жарнама} + \text{Адамдар}.$$

Жалпыға бірдей қабылданған маркетингтік формуланы сәтті компаниялар өз өнімдері мен қызметтерін алға жылжытуда қолданады, бұл компоненттің маңыздылығын түсініп қана қоймай, сонымен бірге өз қызметкерлерінің философиясын және клиенттерге бағдарлану дағдыларын үйренуге нақты инвестициялар салады.

Өндіруші осы бағыттардың барлығын оның құрылысының әртүрлі нысандарын дилерлік желілерді, [9,10] өндірістік-техникалық немесе жабдықтау және маркетингтік компанияларды және басқаларын біріктіретін тармақталған және басқарылатын тарату желісі болған кезде ғана жүзеге асыра алады, олардың көмегімен өндірушілер

инженерлік өнімдерді сата алады және техникалық қызмет көрсете алады. Нарық жағдайында отандық жүк көліктерінің өндірушілерінің қызметтері өндірушінің бастамасымен және қатысуымен жүзеге асырылатын серіктестіктің қызмет көрсету жүйесінен ауысуы өндірушінің басымдылығы мен өзара тиімді мүдделерімен байланысты. Бұл жағдай машина жасау кәсіпорындарын дилерлік серіктестікті қалыптастыруды қажет етеді.

Техникалық қызмет көрсетудің ұлттық жүйесін одан әрі дамыту қызмет көрсету кәсіпорындары ұсынатын қызметтердің жоғары сапасын қамтамасыз етумен байланысты.

Қазіргі уақытта қызметтер сапасы кәсіпорынның коммерциялық табысы мен оның бәсекеге қабілеттілігін анықтайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады. Жұмыс сапасы көптеген факторларға байланысты. Оларға мыналар жатады: кәсіпорынды озық технологиялық жабдықтармен және нормативтік-техникалық құжаттармен жарақтандыру, біліктілік деңгейі, кәсіпорын персоналының кәсіби шеберлігі, сонымен қатар жұмыс процесін ұйымдастыру, пайдаланылған қосалқы бөлшектердің сапасы және т.б.

Қорытынды

1. Технологиялық қызмет көрсету жүйесінің тиімділігі үш ішкі жүйенің өзара әрекеттесу сапасымен анықталуы керек: «сату – қызмет көрсету – қосалқы бөлшектер». Бұл мәселенің шешімі дилерлік қызмет көрсету желісінің кәсіпорындарын ұйымдастыру және басқару саласында логистикалық принциптерді қолдану арқылы мүмкін

болады.

2. Жүк тасымалы өндірісі мен оларды сату көлемінің артуы тиімді маркетингтік және логи-

стикалық қызметпен, жабдықты жақсы өндірумен және байланысты қызметтерді ұйымдастырумен тығыз байланысты болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бекмағамбетов М.М. Қазақстанның автомобиль көлігінің қалыптасу және даму кезеңдері. – Алматы: Print S, 2005. – 472 б.
2. Конкин Ю.А. Технический сервис – опыт и перспективы развития / Ю.А. Конкин, И.Г. Голубев, М.Ю. Конкин, В.Н. Кузьмин; Под общ. ред. Ю.А. Конкина. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 340 с.
3. Дидманидзе О.Н., Корнеев В.М. Технический сервис в АПК. – М.: Изд-во ООО «УМЦ Триада», 2015. – 110 с.
4. Жүк автомобильдерінің құрылғысы және техникалық қызмет көрсетуі: баст. Кәсіби білім беруге арналған оқулық / В. В. Селифонов, М. К. Бирюков. – 8-ші бас., стер. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2014. – 400 с.
5. Извозчикова В.В. Совершенствование технического сервиса сельскохозяйственных машин на основе информационного обеспечения: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.13.06. – Оренбург, 2004. – 162 с.
6. Корнеев В.М., Кравченко И.Н., Корнеева Е.Н. Логистика технического сервиса: Учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 141 с.
7. Ахметов Т.А. Аспекты организации системы фирменного сервиса сельскохозяйственной техники // Международный научный журнал. 2015. № 2. – С. 72-75.
8. Кушнарев Л.И. Фирменный технический сервис машин и оборудования. Проблемы. Поиски. Решения. Saarbrücken: Palmarium academic publishing, 2014. – 210 с.
9. Кушнарев Л.И., Алешин В.Ф., Чепурин А.В. Внедрение фирменного технологического сервиса для повышения качества техники // Инновационная наука. 2016. № 12. – С. 80-83.
10. Ременцов А.Н. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе: Учебник / А.Н. Ременцов, Ю.Н. Фролов, В.П. Воронов [и др.]; Под ред. А.Н. Ременцова. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 480 с.

REFERENCES

1. Bekmagambetov M.M. Etapy stanovleniya i razvitiya avtomobil'nogo transporta v Kazakhstane. - Almaty: Print S, 2005. - 472 s.
2. Konkin YU.A. Tekhnicheskij servis – opyt i perspektivy razvitiya / YU.A. Konkin, I.G. Golubev, M.YU. Konkin, V.N. Kuz'min; Pod obshch. red. YU.A. Konkina. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2011. – 340 s.
3. Didmanidze O.N., Korneyev V.M. Tekhnicheskij servis V APK. – M.: Izd-vo ООО «UMTS Triada», 2015. – 110 s.
4. Ustanovka i obsluzhivaniye gruzovykh avtomobiley: lubyu. Uchebnik dlya professional'nogo obrazovaniya / V. V. Selifonov, M. K. Biryukov. - 8-ye izd., Ster. - M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2014. - 400 s.
5. Izvozhikova V.V. Sovershenstvovaniye tekhnicheskogo servisa sel'skokhozyaystvennykh mashin na osnove informatsionnogo obespecheniya: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.03, 05.13.06. – Orenburg, 2004. – 162 s.
6. Korneyev V.M., Kravchenko I.N., Korneyeva Ye.N. Logistika tekhnicheskogo servisa: Uchebnoye posobiye. – M.: Izd-vo RGAU-MSKHA, 2016. – 141 s.
7. Akhmetov T.A. Aspekty organizatsii sistemy firmennogo servisa sel'skokhozyaystvennoy tekhniki // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. 2015. № 2. – S. 72-75.
8. Kushnarev L.I. Firmennyy tekhnicheskij servis mashin i oborudovaniya. Problemy. Poiski. Resheniya. Saarbrücken: Palmarium academic publishing, 2014. – 210 c.
9. Kushnarev L.I., Aleshin V.F., Chepurin A.V. Vnedreniye firmennogo tekhnologicheskogo servisa dlya povysheniya kachestva tekhniki // Innovatsionnaya nauka. 2016. № 12. – S. 80-83.
10. Rementsov A.N. Sistemy, tekhnologii i organizatsiya uslug v avtomobil'nom servise: Uchebnik / A.N. Rementsov, YU.N. Frolov, V.P. Voronov [i dr.]; Pod red. A.N. Rementsova. – M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2013. – 480 s.



Корпоративтік қызмет жүйесін басқару саласындағы мақсаттар мен міндеттер

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_106
УДК 62-729.8

***Н.С. МАЛЫБАЕВ**, к.т.н., доцент,
Н.Е. БИТЫМАЛИ, магистрант,
Карагандинский технический университет, кафедра ТОМиС
*автор-корреспондент

Контроль качества смазочного материала

Ключевые слова: смазочный материал, продукт изнашивания, масло, вязкость, вискозиметр, ультразвуковая технология контроля, чрезмерная смазка, ультразвук, смазка подшипника, амплитуды звукового отклика

Недостаток смазочного материала либо его загрязнение является причиной отказа примерно в сорока случаях из ста. Задача анализа качества смазывания имеет три основных направления:

- 1) контроль поступления;
 - 2) анализ продуктов изнашивания;
 - 3) контроль качества смазочного материала.
- Операции по контролю поступления смазочного материала определяются способом его подачи к деталям механизма. В основном это визуальные проверки:
- количества масла в редукторе – по уровнемеру, по масляному щупу;
 - работы насоса подачи масла (при принудительной смазке);
 - утечек;
 - давления масла по манометру;
 - работы питателей;
 - подачи масла – через смотровое стекло на маслопроводе, по расходу;

Симптомы неисправности при контроле поступления смазочного материала зависят от способа смазывания. При контроле количества масла в редукторе по уровнемеру или по масляному щупу – это уровень меньший, чем нижний допустимый предел. Проверка работы насоса подачи масла включает поиск утечек, которые должны отсутствовать, и проверку давления масла по манометру, которое должно отвечать проектному значению. Работа питателей проверяется в случае использования пластичных смазочных материалов. Симптом неисправности питателей – неравномерная работа штоков либо отсутствие перемещения при переключении системы смазывания. Подача масла через смотровое стекло на маслопроводе позволяет определить отсутствие потока смазочного материала либо слишком большой поток масла (оптимальная толщина струи масла – 2-3 мм). В случае установки расходомера контролируется расход масла, который должен отвечать стандартному значению. Визуально определяется степень просачивания пластичного смазочного материала из уплотнительной части – чрезмерное просачивание или сухая уплотнительная часть являются симптомами неисправности. Аналогично

проверяется состояние обрызгивания маслом зубчатых колёс через смотровое стекло – недостаточность или неравномерность обрызгивания [1].

- Контроль качества смазочного материала [2]*
- В процессе контроля проверяют:
- вязкость;
 - плотность;
 - цвет;
 - температуру застывания и вспышки;
 - содержание водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.
- У пластичных смазочных материалов контролируют:
- температуру каплепадения;
 - пенетрацию;
 - наличие механических примесей и воды.
- Пять основных причин появления дефектов подшипников:
- Избыточное или недостаточное содержание смазки в подшипнике;
 - Несоблюдение правил монтажа подшипников и валов;
 - Смазочный материал в процессе эксплуатации исчерпал свой ресурс, загрязнение пылью, попадание воды;
 - Износ подшипника по причине постоянно-го воздействия вибраций;
 - Неправильный подбор смазки, её несоответствие режиму работы подшипника.

Визуальный контроль цвета масла [2]

В случае жидкой смазки масло должно иметь цвет свежего масла. Изменение цвета масла указывает на наличие загрязняющих веществ, эмульгирование свидетельствует о наличии в масле воды. Вода в смазке приводит к появлению мутно-белого цвета. Светлые масла рассматриваются в проходящем свете на прозрачность. Для тёмных масел пробирка с маслом подогревается до 80°C, потрескивание в ходе нагрева свидетельствует о присутствии воды. Присутствие воды в смазочном материале не приводит к существенному изменению характеристик смазочного слоя, однако возникающие коррозионные процессы провоцируют абразивный износ [1].

Цвет пластичной смазки может изменяться

от светло-жёлтого до тёмно-коричневого. О наличии примесей свидетельствует золотистый цвет в случае подшипников скольжения и более тёмный цвет в случаях подшипников качения. Попадание воды в смазку вызывает появление мутно-серого цвета.

Вязкость масла должна отвечать стандартному значению. Помимо лабораторных способов вязкость может оцениваться визуально и на ощупь. В случае пластичной смазки мазь должна быть гладкой и мягкой, без посторонних включений. Вискозиметр определяет условную вязкость в условных градусах °ВУ. Условная вязкость – отношение времени истечения 200 мл испытуемого масла при температуре испытания ко времени истечения 200 мл дистиллированной воды при температуре 20°C. Вискомер – определяет вязкость по скорости опускания шарика в пробе масла [1].

Ультразвуковая технология контроля [3]

Ультразвуковое оборудование улавливает ультразвук, передающийся по воздуху или по структуре материалов, который не воспринимается человеческим ухом, и преобразует его в слышимые сигналы, которые специалист слышит в наушниках и видит на индикаторной панели в виде графиков (в децибелах). На некоторых приборах ультразвукового контроля состояния оборудования, таких как Ultraprobe 15000 Touch, графическое отображение полученного звука также можно просматривать на экране спектрального анализа. Благодаря этой информации обученный специалист может интерпретировать состояние подшипника, чтобы определить, следует ли при-

нимать какие-либо меры, и если да, то какие.

Смазка подшипника, $t \approx 1$ мин (рисунок 1). Это временной график записанного ультразвука подшипника в процессе смазки. Приблизительно минутный звуковой файл демонстрирует состояние подшипника до и после смазки.

Смазка подшипника, пример 2 (рисунок 2). Еще один график в реальном времени для подшипника в процессе смазки длительностью 13 с. И снова можно отметить существенное различие между состояниями до смазки и после нее.

Состояние чрезмерной смазки подшипника (рисунок 3). На этой записи видно увеличение амплитуды при большем добавлении смазки и достижении порога чрезмерной смазки.

Хронология смазки приводного подшипника (рисунок 4). На графике видна тенденция изменения показаний, снятых на приводном подшипнике. Показания вычерчиваются относительно эталонной линии (дБ), линии предварительного предупреждения (дБ) и более высокого уровня критического предупреждения (дБ).

Преимущества ультразвукового контроля

- возможность использования практически в любой сфере;
- относительно легкое обучение применению;
- относительно невысокая стоимость;
- возможность отслеживать тенденции и сохранять данные определенных моментов эксплуатации;
- исключительная надежность в диагностировании неисправностей, что позволяет сохранять тысячи и тысячи рублей и часов снижения произ-

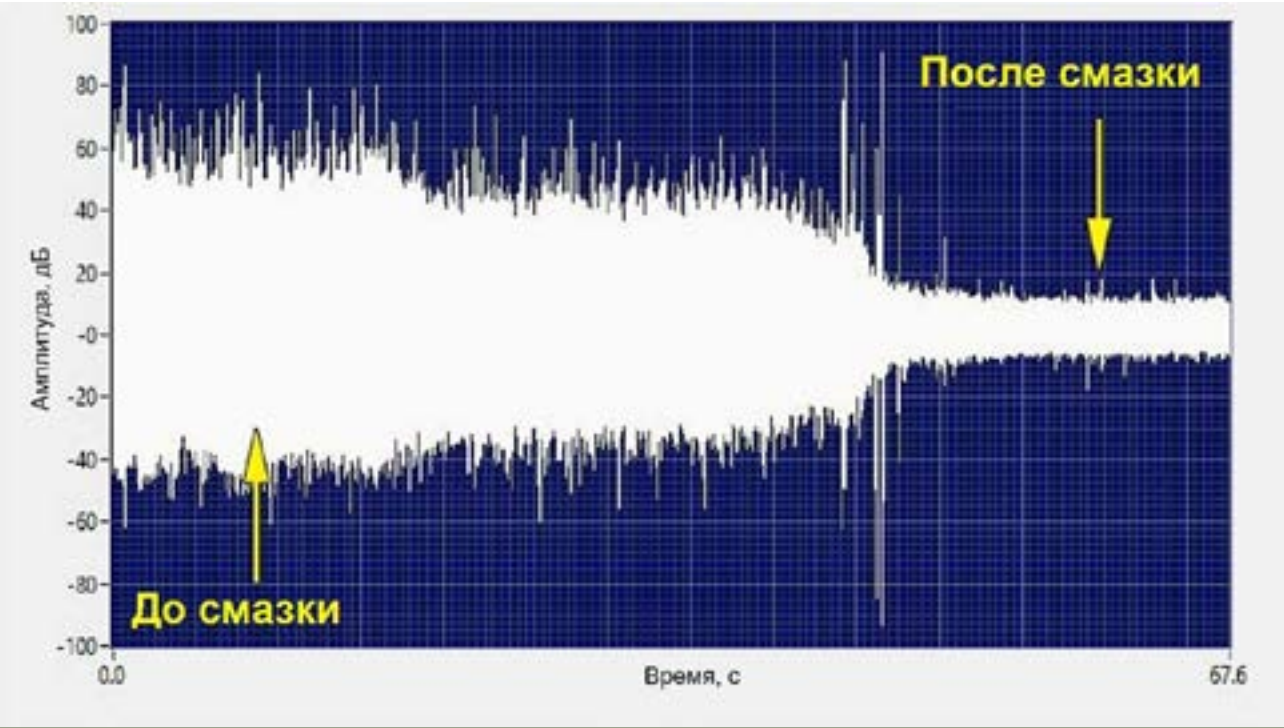


Рисунок 1 – Смазка подшипника, с $t \approx 1$ мин

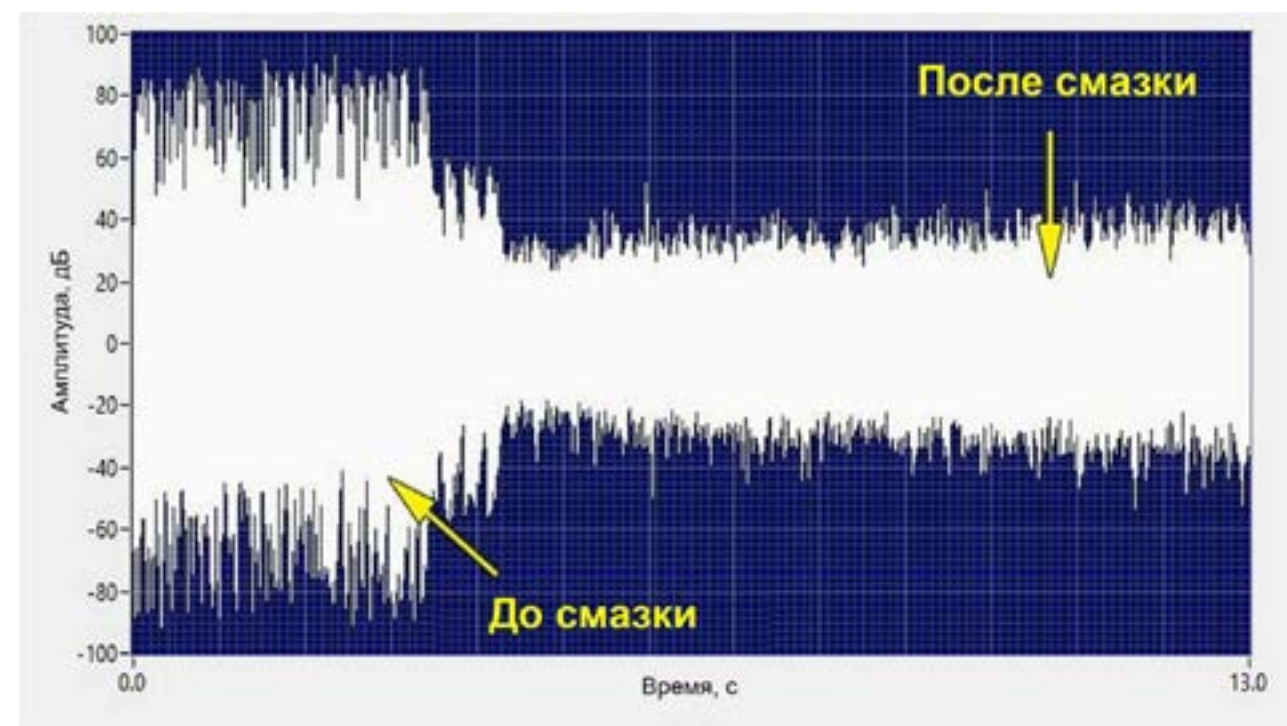
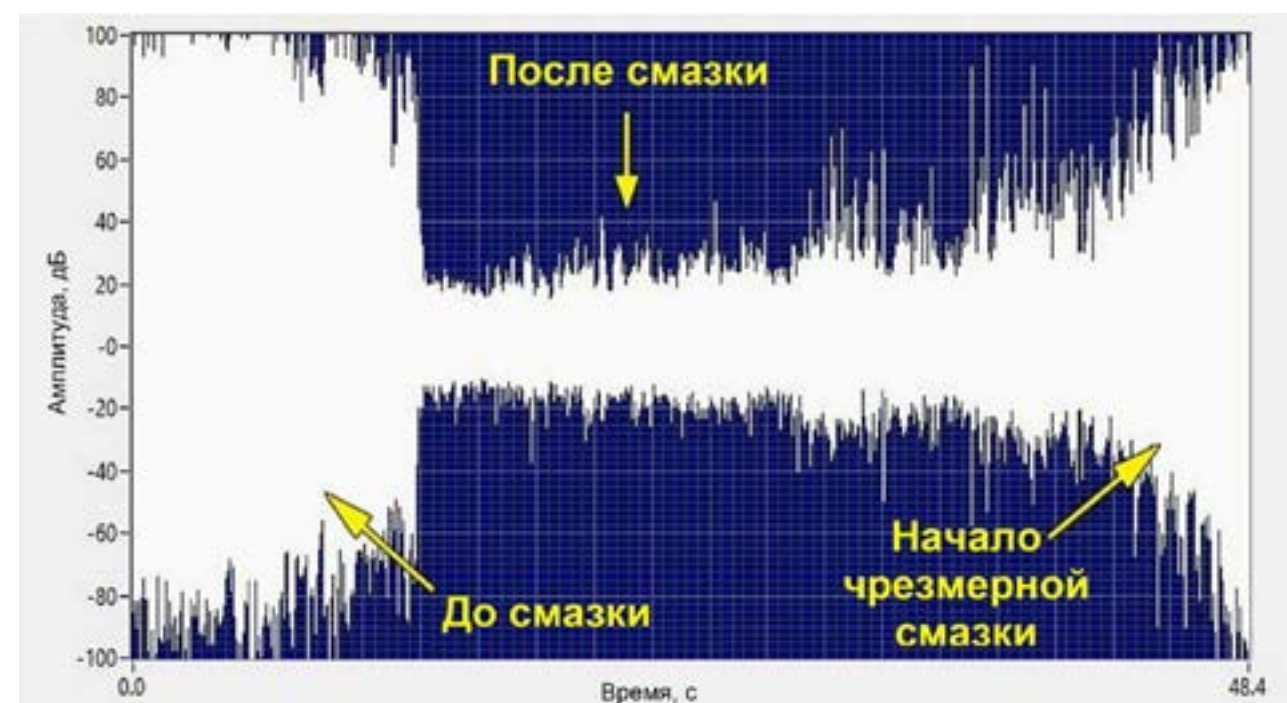
Рисунок 2 – Смазка подшипника, $t = 13$ с

Рисунок 3 – Состояние чрезмерной смазки подшипника

водительности труда.

Как ультразвуковой контроль способствует улучшению смазки

Ультразвуковая технология, на базе которой работают УЗК приборы мониторинга состояния производственного оборудования, помогает

специалисту по смазке отбросить догадки и точно проверить целостность подшипников и механизмов. Ультразвук представляет собой локализованный сигнал, а это значит, что при соприкосновении контактного датчика с подшипником он не подвержен перекрестным помехам и позволяет

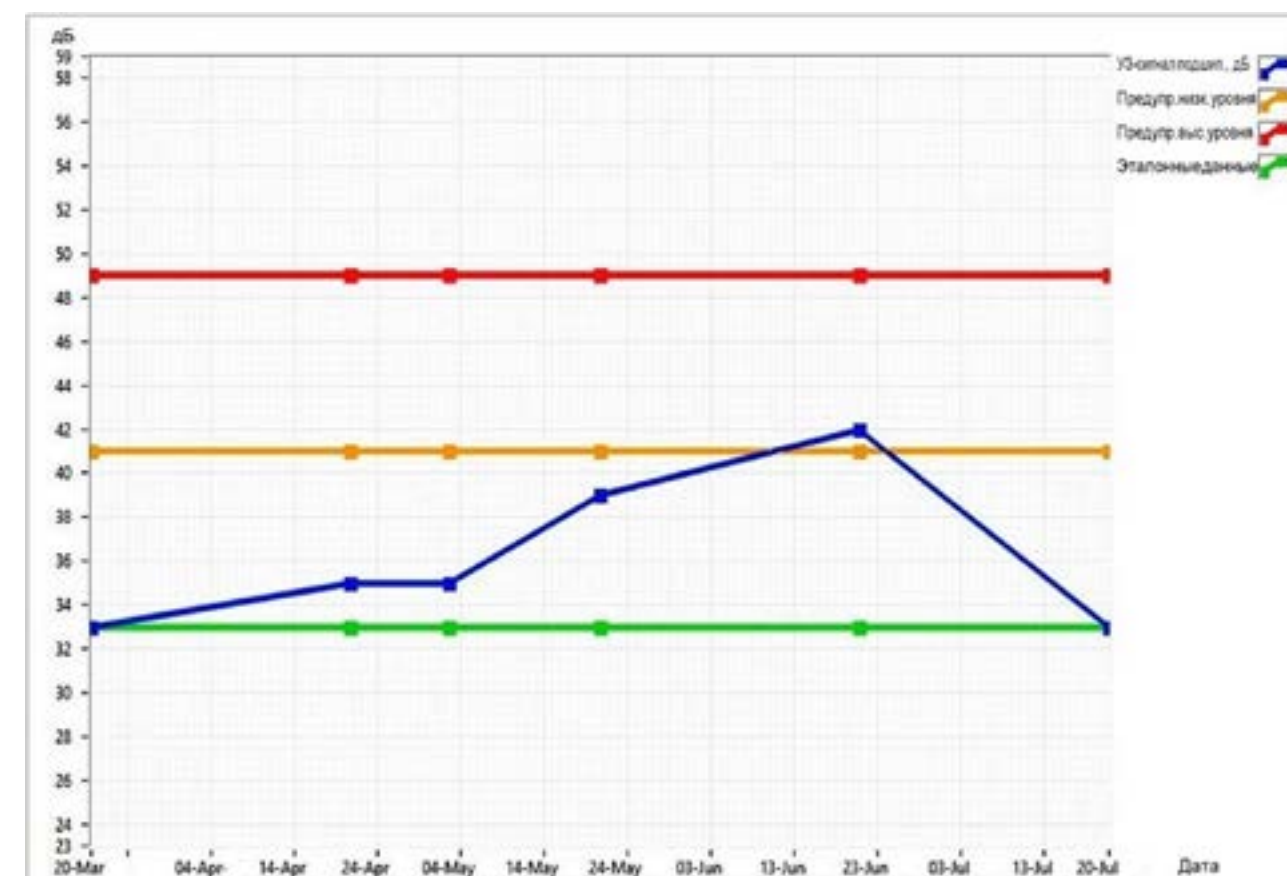


Рисунок 4 – Хронология смазки приводного подшипника

специалисту прослушивать и контролировать состояние каждого конкретного подшипника. Ультразвуковая технология анализирует каждый узел индивидуально, подобно тому, как ультразвуковая аппаратура в медицине позволяет точно определить, какая артерия забита или у какой вены инфильтрация.

УЗК контроль состояния подшипников

Первый этап – это установление эталонной линии по уровню децибел и получение образца звука. Лучше всего это осуществить при первом проходе по маршруту, сравнивая звуковые характеристики однотипных подшипников. Отклонения легко определяются. После установки эталонных показаний за каждым подшипником можно проследить в течение необходимого времени на предмет любых изменений либо в качественных изменениях звука.

Таким образом, когда амплитуда ультразвукового отклика подшипника превышает 8 дБ и нет изменений качества звука, установленного на эталонной линии, то подшипник необходимо смазать. Во избежание потенциально опасной избыточной смазки технический специалист будет применять смазку понемногу, пока уровень децибел не упадет. Многие отделы установили свои программы по смазке в зависимости от текущих условий, внедряя двухэтапный подход. Инспектор службы обеспечения надежности использует

относительно сложный ультразвуковой прибор для контроля подшипников и отслеживания тенденций их износа. В результате создается отчет о подшипниках, нуждающихся в смазке. Затем специалист по смазке использует специальный прибор, который предупреждает его, когда необходимо прекратить подачу смазки. Эти приборы можно закрепить на обычном смазочном шприце или носить в кобуре.

Для повышения эффективности нужно отмечать, когда оборудование было смазано в последний раз и сколько смазки было подано для грубого подсчета еженедельного расхода смазки. Всякий раз, используя для контроля смазки ультразвуковое оборудование, специалист сохраняет статистические данные, которые можно использовать в качестве ориентира: сравнивая с предыдущими расчетами можно определить, следует ли изменить график смазки, возможно, сокращая человеко-часы, и определить, насколько точен объем смазки, предложенный производителем (требуется ли меньше, есть ли потенциальная экономия расходов) [3].

Преимущества УЗК контроля

Хотя больше всего внимания уделяется обсуждению опасности недостаточной и чрезмерной смазки, ультразвуковое оборудование, также может уловить другие потенциальные угрозы разрушения подшипника. Технический специа-

лист, используя ультразвуковую методику, может слышать характерные хрустящие звуки и другие отклонения, которые часто сопровождаются увеличением амплитуды звукового отклика. Что касается смазки, то преимущество УЗ-техноло-

гии заключается в том, что можно прослушивать подшипники по отдельности и определять проблемы каждого из них, таким образом снижая вероятность оставить некоторые подшипники «пересохшими», а другие с чрезмерной смазкой [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт / В.И. Бобровицкий, В.А. Сидоров. – Донецк: Юго-Восток, 2011. – 238 с.
2. URL: <https://eam.su/5-6-proverka-kachestva-smazochnyx-materialov-produktov-iznashivaniya-v-smazke.html>
3. URL: <https://www.pergam.ru/articles/uzk-control-smazki.htm>

REFERENCES

1. Mekhanicheskoye oborudovaniye: tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont / V.I. Bobrovitskiy, V.A. Sidorov. – Donetsk: Yugo-Vostok, 2011. – 238 s.
2. URL: <https://eam.su/5-6-proverka-kachestva-smazochnyx-materialov-produktov-iznashivaniya-v-smazke.html>
3. URL: <https://www.pergam.ru/articles/uzk-control-smazki.htm>

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_110
УДК 69.059.4

***М.П. РЯБКОВА**, к.т.н., ст. преподаватель,
Т.М. ДЖЕКЕМБАЕВ, магистрант,
Карагандинский технический университет, кафедра СМиТ
*автор-корреспондент

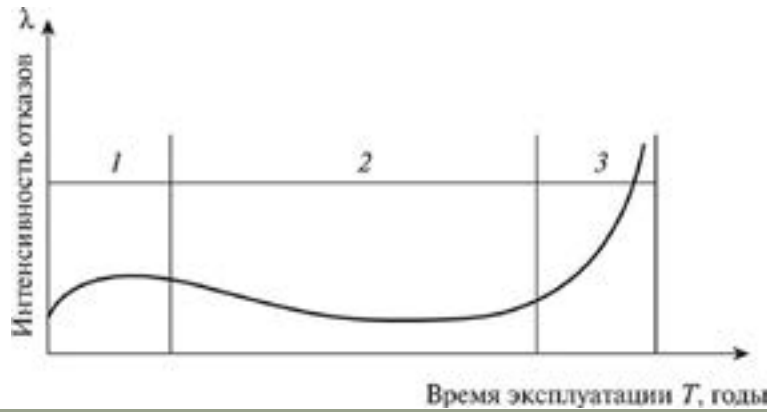
К вопросу повышения долговечности предприятий энергетического комплекса РК

Ключевые слова: предприятия энергетического комплекса, срок эксплуатации, физическая и моральная долговечность, физический и моральный износ, повышение долговечности

Значительное количество предприятий энергетического комплекса РК было построено в прошлом веке и имеет большой срок эксплуатации, превышающий 30, 40 и более лет. Так например, Жезказганская ТЭЦ построена в 1952 г., Байконурская ТЭЦ – в 1958 г., Шымкентская ТЭЦ-1 – в 1944 г., Петропавловская ТЭЦ-2 – в 1961 г., Атырауская ТЭЦ – в 1963 г., Уральская ТЭЦ – в 1960 г., Алматинская ТЭЦ-3 – в 1967г., Павлодарская ТЭЦ-3 – в 1972 г., Карагандинская ТЭЦ-2 – в 1973 г., Карагандинская ТЭЦ-3 – в 1977г, Целиноградская ТЭЦ-2 – в 1979г., Алматинская ТЭЦ-2 – в 1989 году и т.д. На сегодняшний день эти предприятия подверглись большому физическому и моральному износу. В Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года отмечено, что топливно-энергетический комплекс играет ключевую роль в экономическом

и социальном благополучии Республики Казахстан, при этом текущий уровень износа работающих электростанций составляет около 70%. Экономический рост – главный фактор, влияющий на рост энергопотребления. Ожидаемый рост экономики РК приведет к увеличению спроса на электро- и тепловую энергию, что потребует модернизации существующих и строительства новых электростанций и позволит улучшить ситуацию с износом и неоптимальной загрузкой генерирующего оборудования, которая приводит к их ускоренному износу [1]. Таким образом, проблема износа предприятий энергетического комплекса РК и повышения их долговечности приобретает с каждым годом особую актуальность. Под долговечностью понимают время, в течение которого в зданиях и сооружениях эксплуата-

ционные качества сохраняются на заданном проектном уровне в соответствии с нормативными сроками службы. Различают физическую и моральную (технологическую) долговечность, а также обратные им понятия – физический и моральный износ (старение). Физическая долговечность зависит от физико-технических характеристик конструкции: прочности, жесткости, геометрической неизменяемости, тепло- и звукоизоляции, герметичности и других параметров. Моральная долговечность определяется соответствием зданий и сооружений по геометрическим размерам, благоустройству, архитектуре, технологической оснащенности и т.д. своему функциональному назначению. Существует также понятие оптимальной долговечности, а именно срока службы зданий и сооружений, в течение которого экономически целесообразно поддерживать их в рабочем состоянии. После этого затраты на содержание становятся нецелесообразными, так как значительно превышают сметную стоимость нового строительства. В ходе эксплуатации здания и сооружения подвергаются воздействию многочисленных природных и технологических факторов, учитываемых в рабочем проекте при выборе материалов, конструкций и т.п. Однако на практике соответствие фактических характеристик строительных материалов и конструкций может существенно отличаться от нормативных, в результате чего суммарное воздействие многих факторов может привести к ускоренному износу сооружений. Физический износ конструкций зданий и сооружений – это потеря ими своих первоначальных качеств: снижение прочности, устойчивости, ухудшение тепло- и звукоизоляционных, водо- и воздухопроницаемых свойств. В процессе физического износа конструкций можно выделить следующие периоды [2]: - во-первых, период приработки, деформаций и повышение износа; он непродолжителен и в этот период, как правило, происходят сдвиг, усадка, температурные деформации конструкции, ползучесть материалов и осадки зданий и сооружений; - во-вторых, период нормальной эксплуатации и медленного износа, во время которого происходят деформации, связанные с условиями работы и эксплуатации элементов, причиной деформаций могут быть концентрации нагрузок, ползучесть материалов, неудовлетворительная эксплуатация, температурно-влажностные воздействия, неправильное выполнение ремонтных работ; - в-третьих, период ускоренного износа, когда он достигает критического значения и возникает вопрос о целесообразности проведения ремонта или разборки зданий и сооружений (рисунок 1). Основными причинами физического износа являются воздействия природных факторов, а также технологических процессов, связанных с эксплуатацией здания. Процент износа зданий определяют по срокам службы или фактическому состоянию конструкций, пользуясь правилами оценки физического износа, где в таблицах устанавливаются признаки износа, количественная оценка и определяется физический износ конструкций и систем (в %) [3]. Физический износ устанавливают: - на основании визуального осмотра конструктивных элементов и определения процента потери или эксплуатационных свойств вследствие физического износа с помощью таблиц; - экспертным путем с оценкой остаточного срока службы; - расчетным путем; - инженерным обследованием зданий с определением стоимости работ, необходимых для восстановления его эксплуатационных свойств. Физический износ конструкции, элемента или системы инженерного оборудования определяют по формуле (1) [3]:



1 – период приработки; 2 – период нормальной эксплуатации (внезапные отказы);
3 – период интенсивного износа (внезапные и износные отказы)

Рисунок 1 – Интенсивность отказов элементов

Фк=Σ Φi (Pi / Pк), (1)

где Фк – физический износ конструкции, элемента или системы, %;
Φi – физический износ конструктивного элемента, системы инженерного оборудования по таблицам 1-71 [3], %;
Pi – размеры повреждений, м² или м;
Pк – размеры всего конструктивного элемента, инженерного оборудования, имеющего повреждения, м² или м;
n – количество поврежденных мест.

По физическому износу отдельных конструктивных элементов и инженерных систем устанавливают износ здания в целом, сложением величин физического износа стен, перекрытий, крыши, кровли, полов, оконных и дверных устройств, отделочных работ, внутренних санитарно-технических и электротехнических устройств и других элементов.

Физический износ здания (сооружения) определяют по формуле (2):

Фзс=Σ Φki · λi, (2)

где Фзс – физический износ здания (сооружения), %;
Φki – физический износ отдельного конструктивного элемента, системы инженерного оборудования;
λi – коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельного конструктивного элемента, системы инженерного оборудования в общей стоимости здания (сооружения);
n – число отдельных конструктивных элементов, систем инженерного оборудования в здании (сооружении).

Восстановленная стоимость здания определяется стоимостью его воспроизводства в действующих на данный период ценах.

Метод определения физического износа на основе инженерного обследования предусматривает инструментальный контроль состояния элементов здания и определение степени потери их эксплуатационных свойств.

Моральный износ зданий и сооружений разделяют на две формы:

- под моральным износом первой формы понимают обесценивание ранее построенных зданий и сооружений. Он не имеет практического значения, ибо здания и сооружения не могут быть проданы на рынке и подлежат сносу или разборке;

- моральный износ второй формы – это технологическое старение, требующее дополнительных капитальных вложений на модернизацию зданий и сооружений в соответствии с современными технологиями. С данным видом старения наиболее часто приходится встречаться на практике. Определение морального старения второй формы – очень сложный процесс и носит индиви-

дуальный характер.

В то время как моральный износ первой формы практически не связан с дополнительными затратами, моральный износ второй формы требует более 25% стоимости ремонтных работ. В настоящее время около 75% капитальных вложений расходуется на реконструкцию промышленных предприятий, ибо это более простой и экономичный путь получения продукции, чем при новом строительстве.

Физический износ можно уменьшить путем проведения ремонтов, а моральный износ – только реконструкцией. Но следует иметь в виду, что каждое здание и сооружение характеризуется обоими видами износа, но на практике иногда определяющим является один из них.

Рассмотрим расчет физического износа на примере главного корпуса ТЭЦ-2 г. Нур-Султан. По результатам экспертного (визуально-инструментального) обследования строительных конструкций здания главного корпуса ТЭЦ-2 были получены оценки физического износа конструкций и проведен расчет физического износа здания в целом по формулам (1) и (2) (см. таблицу).

Общий физический износ здания Главного корпуса ТЭЦ-2 составляет:

Фз=36%.

При обследовании выявлено предаварийное и аварийное состояние отдельных конструкций: металлических колонн каркаса здания (в виде коррозии до 55-60% от первоначального сечения), ферм (с коррозией узлов и опорной части фермы до 10% от сечения), балок перекрытия (коррозия до 40% от сечения), монолитных плит перекрытия (коррозия арматуры составляет 70% от сечения), металлического настила перекрытия (в виде коррозии металлического настила до 100%), кровли (разрушения антикоррозионного покрытия до 60% от сечения), керамзитобетонных навесных стеновых панелей (обрыв крепления, опасность разрушения), внутренних кирпичных стен (разрушение кирпичной кладки, обрыв арматуры), лестниц и площадок (в виде коррозии металла до 50-60% от сечения). Выявленные дефекты и повреждения конструкций могут привести к ухудшению эксплуатационной пригодности и даже обрушению отдельных конструкций при принятии мер по их устранению.

В соответствии с требованиями норм [4] для повышения долговечности конструкций следует выполнить капитальный ремонт, замену (усиление) дефектных и поврежденных участков.

В процессе эксплуатации зданий физический и моральный износ приводят к снижению стоимости сооружения, а также вызывают необходимость материальных затрат на реконструкцию здания.

Фактическая стоимость (Сф) сооружения в любое время эксплуатации может быть определена как разность между первоначальной стоимостью

сооружения и суммой затрат, вызванных износом и реконструкцией:

Сф=Сп – (Ф+М+Р), (3)

где Сп – первоначальная стоимость сооружения;
Ф – физический износ сооружения;
М – моральный износ сооружения;
Р – затраты на реконструкцию сооружения.

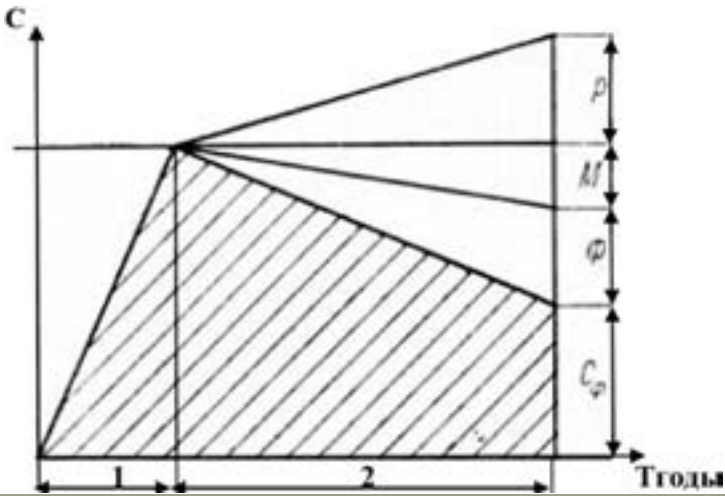
Физический износ может быть неустраняемым или устранимым. Сменяемые элементы здания могут полностью заменяться в процессе эксплуатации здания и соответственно, их физический износ является полностью устранимым. Неустраняемый физический износ относится к тем элементам здания, исправление которых практически

невозможно или экономически нецелесообразно и дальнейшая эксплуатация здания становится недопустимой по условиям обеспечения требований безопасности.

Физический износ является функцией качества эксплуатации. Проведение ремонтных работ позволяет снизить величину физического износа здания, но не устранить его полностью, тем не менее это позволяет существенно увеличить срок службы здания.

Физический износ здания, достигшего нормативного срока службы, соответствует уровню 75...80%, при условии осуществления в этот период текущих ремонтов, обеспечивающих поддержание нормального эксплуатационного состоя-

Расчет физического износа здания Главного корпуса ТЭЦ-2					
Наименование элемента здания	Удельный вес укрупненного элемента, %	Удельный вес каждого элемента по таблице прил. 2 [4], %	Расчетный удельный вес элемента λi *100	Физический износ элемента здания, %	
				По результатам оценки Фкi	Средневзвешенное значение физического износа элемента, Фср
1. Фундаменты	4	-	4	18	0,72
2. Стены	43	86	37	45	16,65
3. Перегородки	-	14	6	42	2,52
4.Плиты покрытия	7	75	5,25	-	-
5.Плиты перекрытия	11	-	11	30	3,3
6. Кровля	7	25	1,75	85	1,488
7. Полы	11	-	6	75	4,5
8. Окна	6	48	2,88	60	1,728
9. Двери	6	52	3,12	72	2,246
10. Отделочные покрытия	5	-	5	64	3,2
Итого:	100			-	36,352



1 – годы строительства; 2 – годы эксплуатации

Рисунок 2 – Изменение стоимости здания при эксплуатации

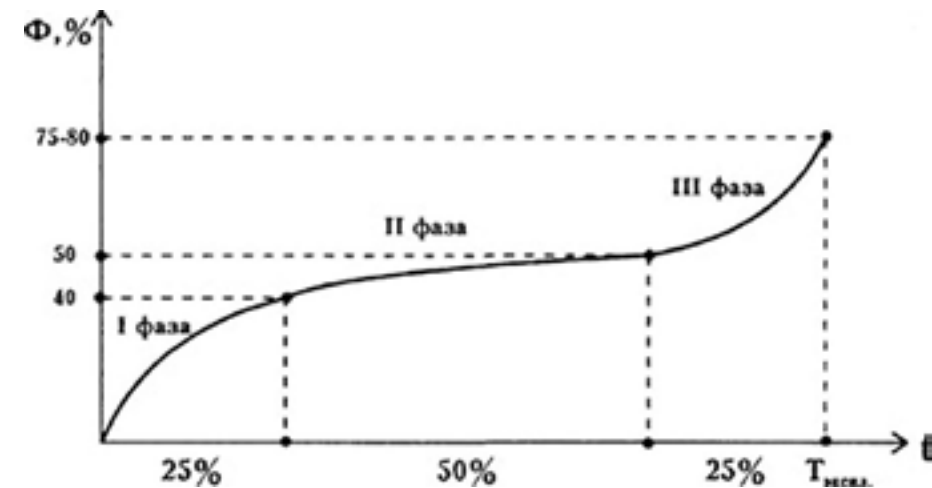


Рисунок 3 – Динамика физического износа (Ф) как функция времени эксплуатации

ния и капитальных ремонтов, непосредственно связанных с возмещением физического износа.

Первая фаза износа (эксплуатация в пределах 25% нормативного срока службы) характеризуется нарастанием износа из-за дефектов, связанных с качеством материалов, конструкций, качеством самих строительно-монтажных работ при возведении зданий.

Вторая фаза (продолжительность составляет около 50% нормативного срока службы) – процесс износа замедляется в результате проведения текущих и капитальных ремонтов, замены и обновления конструктивных элементов.

Третья фаза характеризуется усиленным нарастанием износа из-за накопления эксплуатационной усталости, когда конструктивные элементы подвержены усиленному разрушению, на этой стадии износ здания остановить и компенсировать практически невозможно. Производятся только поддерживающие ремонты для сохранения и поддержания зданий и строений в допустимом техническом состоянии до момента их комплексной реконструкции или сноса.

Степень материального износа здания и отдельных его частей зависит от особенностей и условий эксплуатации. Для безотказного пользования зданием необходимо периодически заменять (или восстанавливать) некоторые конструктивные элементы и системы инженерного оборудования (например, полы, деревянные перекрытия, системы водоснабжения и др.). Соблюдение правил технической эксплуатации в решающей мере определяет выполнение нормативного срока

службы конструктивных элементов и здания в целом. Например, стальная кровля рассчитана на 15 лет службы, при условии, что каждые 3-5 лет она окрашивается. Нарушение этого правила вдвое укорачивает срок службы стальной кровли.

Конструкции и здания изнашиваются быстрее там, где выделяется недостаточно средств на техническую эксплуатацию зданий.

Одной из актуальных проблем является изучение участниками строительства и эксплуатационными организациями причин, приводящих к дефектам конструкций и аварийному состоянию зданий. Систематизация и анализ материалов по типичным дефектам и повреждениям конструкций в определенных сферах производства, помогут, с одной стороны, понять механизм формирования дефектов, прогнозировать их появление и развитие до критических состояний, а с другой разработать комплекс мер по их предотвращению или своевременному восстановлению.

Для зданий и сооружений энергетического комплекса РК, имеющих большой срок эксплуатации, для продления работоспособности и повышения долговечности конструкций и зданий в целом, особенно важна технически грамотная эксплуатация, предупреждение, выявление и своевременная ликвидация различных дефектов, проведение реконструкции производственных зданий, при условии роста расходов по эксплуатации, что позволит обойтись без остановки основного производства и не допустить снижения объемов выработки энергии, служащей фактором роста экономики Казахстана.

4. СП РК 1.04-101-2012 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства Министерства национальной экономики Республики Казахстан. – Астана, 2012.

REFERENCES

1. Kontseptsiya razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa Respubliki Kazakhstan do 2030 goda. Utverzhdena Postanovleniyem Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 28 iyunya 2014 goda, № 724.
2. Roshchina S.I. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya zdaniy i sooruzheniy: ucheb. posobiye / S.I. Roshchina, M.V. Lukin, M.S. Lisyatnikov, N.S. Timakhova; Pod red. S.I. Roshchinoy. – Moskva: KNORUS, 2018. – 232 s.
3. SP RK 1.04-102-2012 Pravila otsenki fizicheskogo iznosa zdaniy i sooruzheniy/ Komitet po delam stroitel'stva Ministerstva natsional'noy ekonomiki Respubliki Kazakhstan. – Astana, 2012.
4. SP RK 1.04-101-2012 Obsledovaniye i otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzheniy / Komitet po delam stroitel'stva Ministerstva natsional'noy ekonomiki Respubliki Kazakhstan. – Astana, 2012.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_115
УДК 621.43.06

***О.Т. БАЛАБАЕВ¹**, к.т.н., доцент кафедры ПТ,
Б.Ш. АСКАРОВ¹, доктор PhD, ст. преподаватель кафедры ТТулС,
Д.К. САРЖАНОВ², к.т.н., профессор кафедры «Маркетинг и логистика»,
Е.К. ЖАШКЕЕВ¹, докторант кафедры ТТулС,
А.Б. АСКАРОВА¹, магистрант кафедры ТТулС,
¹Карагандинский технический университет,
²Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза
**автор-корреспондент*

Исследование напряженно-деформированного состояния крепежных узлов устройства изоляции выхлопных газов ДВС

Ключевые слова: подземные самоходные машины, двигатель внутреннего сгорания (ДВС), выхлопные газы, устройство изоляции, крепежные узлы, напряженно-деформированное состояние

На сегодняшний день рост добычи подземных полезных ископаемых повышает загазованность подземных рудников, это требует выполнения теоретических и экспериментальных исследований, разработки комплекса мероприятий, которые направлены на очистку или изоляцию выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин. Анализ работ в РК и за рубежом [1, 2] показал полное отсутствие эффективных устройств изоляции выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин. В связи с этим вопросы в области изоляции выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин требуют детального изучения и проработки научно-технических основ этого направления.

В Карагандинском государственном техническом университете проводятся работы по разработке устройства для изоляции выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин [3-4]. Разрабатываемое устройство позволяет повысить экологическую безопасность подземных рудников при работе ДВС подземных самоходных машин. Это достигается за счет того, что устанавливается очистная система для высвобождения и обезвре-

живания выхлопных газов, которая снабжена приемным резервуаром, трубопроводом, резервуаром очистки, фильтром, выпускной системой [4].

Для более точного определения конструктивных параметров разрабатываемого устройства необходимо провести детальные экспериментальные исследования в прикладных программах с разработкой 3D моделей основных деталей и узлов устройства. Одним из первых завершенных этапов данного исследования является разработанная методика по определению напряженно-деформированного состояния крепежных узлов устройства изоляции (КУУИ) выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин [4]. Данная методика выполнена на основе проведенных экспериментальных исследований в программной среде SolidWorks «Simulation», проведение которых осуществлялось в следующем порядке:

1. Установление влияющих факторов и выходных показателей. В качестве влияющих факторов принимаются задаваемые значения силы F_i (Н), которые нагружаются на определенную площадь S (м²) рассматриваемой конструкции КУУИ. В каче-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года, № 724.
2. Рощина С.И. Техническая эксплуатация зданий и сооружений: учеб. пособие / С.И. Рощина, М.В. Лукин, М.С. Лисятников, Н.С. Тимахова; Под ред. С.И. Рощиной. – Москва: KNORUS, 2018. – 232 с.
3. СП РК 1.04-102-2012 Правила оценки физического износа зданий и сооружений/ Комитет по делам строительства Министерства национальной экономики Республики Казахстан. – Астана, 2012.

стве выходных показателей выбираются – механические напряжения σ_{3i} (МПа), которые возникают в конструкции КУУИ.

2. Выбор числа испытаний. Исходя из вышеуказанных условий и согласно методике рационального планирования экспериментов, для проведения исследований необходимо предварительно проделать 8 испытаний для рассматриваемой конструкции КУУИ.

3. Проведение исследования в программной среде SolidWorks «Simulation»: 3D моделирование конструкции КУУИ; проведение 8 испытаний на конструкции КУУИ; обработка результатов 8 испытаний.

Моделирование конструкции КУУИ в программе SolidWorks начинается с создания по размерам эскиза (рисунок 1, а), и в дальнейшем, при помощи команд «Вытянутая бобышка» (рисунок 1, б) и «Вытянутый вырез» (рисунок 1, в), необходимых элементов 3D модели. Полученная 3D модель конструкции КУУИ представлена на рисунке 1, г.

После процесса моделирования конструкции КУУИ необходимо подготовить ее к проведению эксперимента путем задания свойств материала конструкции (рисунок 2, а-б), осуществляется процедура крепления конструкции при помощи функции «Зафиксированная геометрия» (рисунок 2, в), а также задаются сила и направление усилия, действующего на конструкцию (рисунок 2, г). После указания всех сил и моментов, действующих на конструкцию КУУИ, запускается процесс рас-

чёта сетки (рисунок 2, д) методом конечных элементов, по которой в дальнейшем происходит определение всех изменений. Далее проводится прочностной расчет конструкции КУУИ с учётом всех заданных параметров (рисунок 2, е).

Всего проведено 8 запланированных испытаний с изменением влияющих факторов, действующих на рассматриваемую конструкцию КУУИ (рисунок 3, а). По окончании каждого испытания прикладная программа SolidWorks «Simulation» выдаёт эпюры напряжений конструкции КУУИ с результатами расчета выходных показателей (рисунок 3, б).

По результатам испытаний, проведенных в программной среде SolidWorks «Simulation», получена экспериментальная зависимость (рисунок 4) механических напряжений σ_{3i} (МПа) в материале конструкции КУУИ от задаваемой внешней силы F_i (Н) на площадь S (м²), при пределе текучести 620,4 МПа.

Для исследования закономерностей связи между влияющими факторами (F_i/S , МПа) и выходными показателями (σ_{3i} , МПа) найдено эмпирическое уравнение:

$$y_{Ti} = a \cdot e^{bx_i} = 76,1094 \cdot e^{0,8744x_i}, \quad (1)$$

где x_i – влияющие факторы, F_i/S , МПа;

y_{Ti} – выходные показатели, σ_{3i} , МПа.

Сходимость экспериментальной и теоретической регрессии представлена на рисунке 4. Как видно из расчетов (см. таблицу) по эмпирическому уравнению (1), сходимость оказалась хорошей

– погрешность не превышает 30%.

Таким образом, представленные результаты экспериментальных исследований имеют прикладное значение и будут интересны для научных

и инженерно-технических работников, занимающихся разработкой устройств изоляции выхлопных газов ДВС.

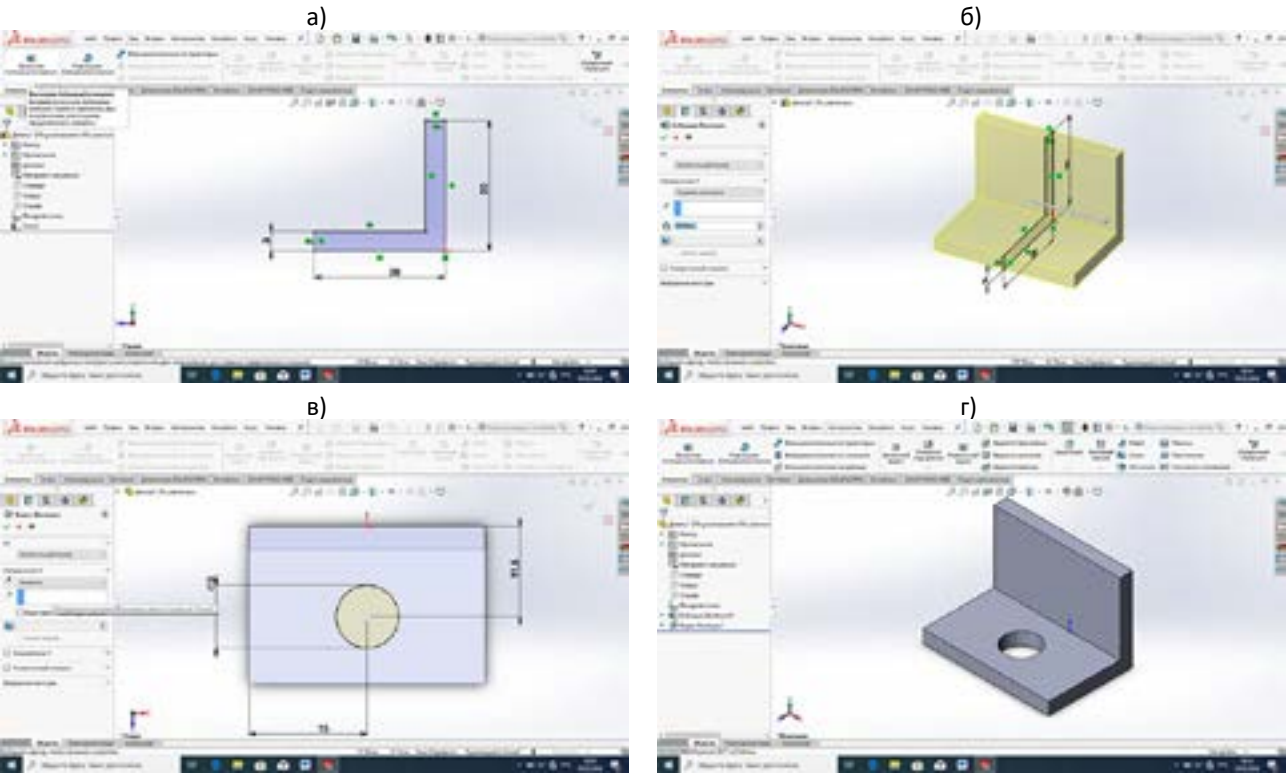


Рисунок 1 – Создание 3D модели конструкции КУУИ

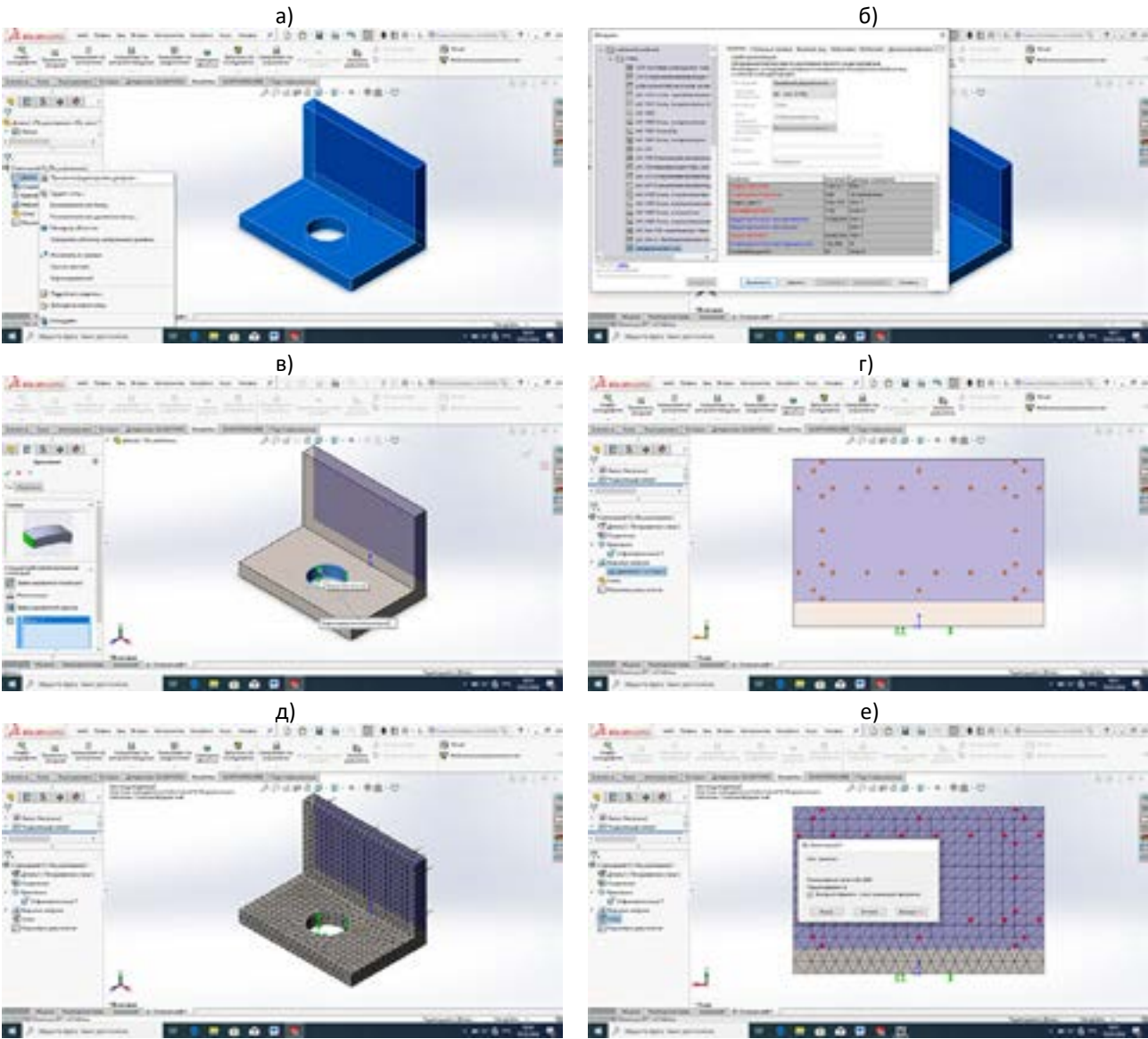


Рисунок 2 – Проведение расчета конструкции КУУИ в программной среде SolidWorks «Simulation»

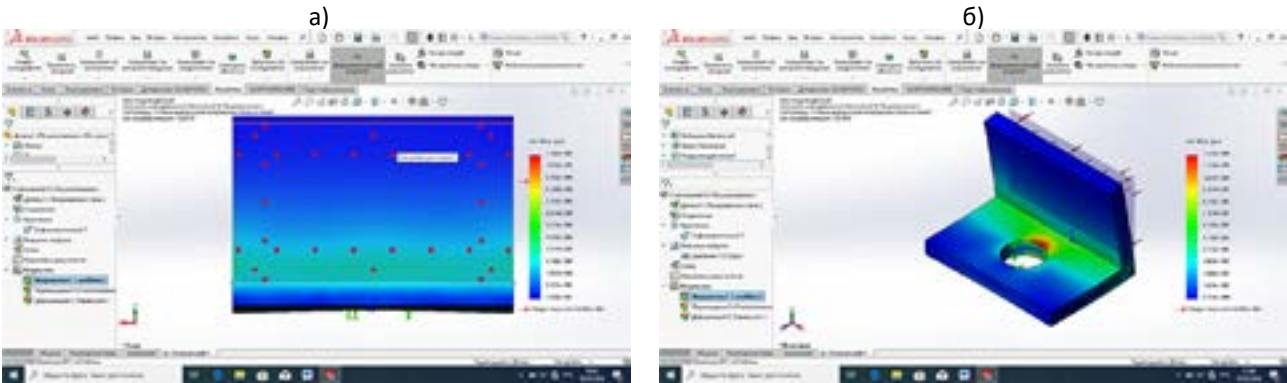


Рисунок 3 – Результат расчета конструкции КУУИ в программной среде SolidWorks «Simulation»

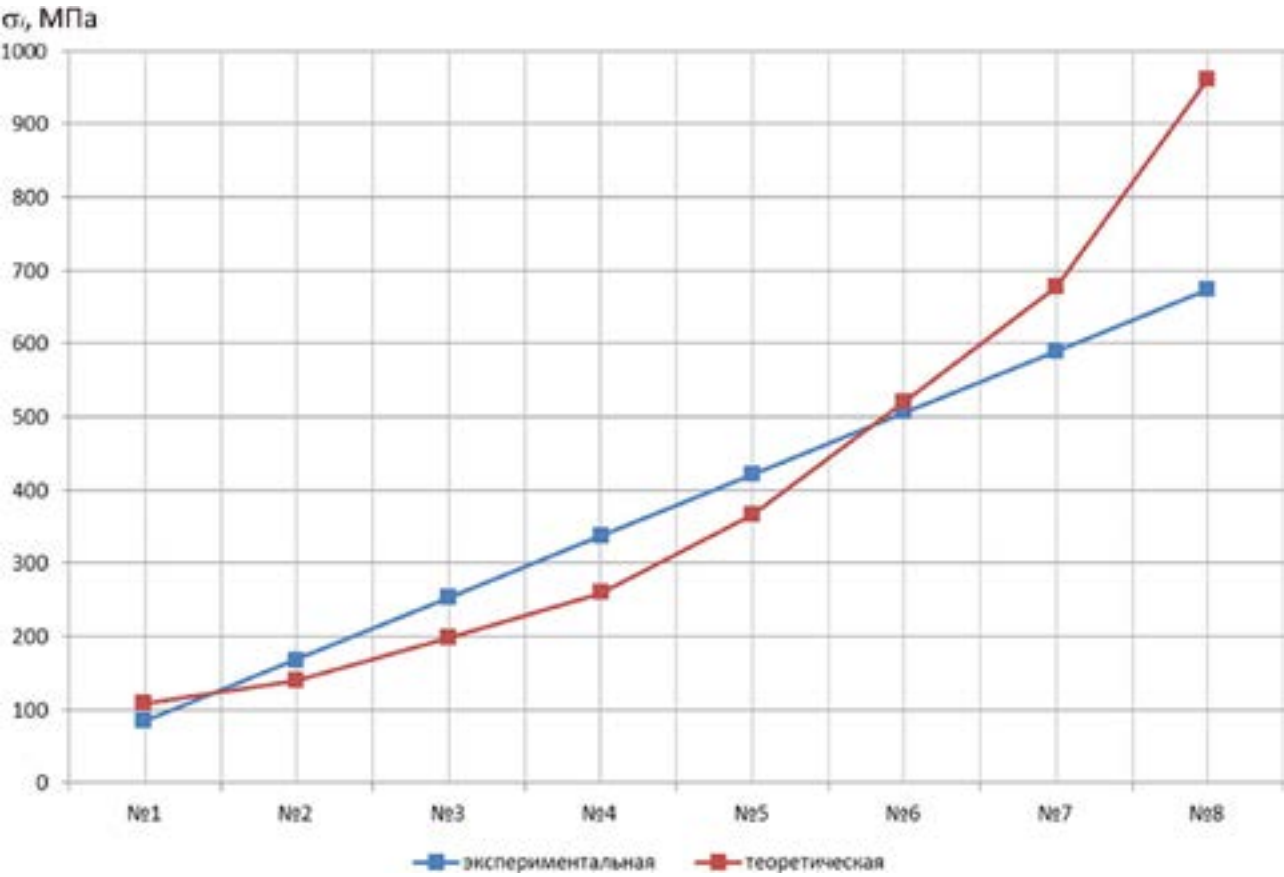


Рисунок 4 – Сходимость экспериментальной и теоретической регрессии

Результаты расчета сходимости регрессии								
Показатель	Испытание							
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
F_i/S , МПа	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9
$\sigma_{\text{зи}}$, МПа	84,9	168,2	253,2	336,5	421,5	506,4	589,7	674,7
$\sigma_{\text{ти}}$, МПа	108	140	199	259	367	521	677	961

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аскарова А.Б., Балабаев О.Т. Обзор и анализ конструкций по снижению вредных выбросов от выхлопных газов подземных самоходных машин // Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции «Транспорт Евразии XXI века: Современные цифровые технологии на рынке транспортных и логистических услуг». – Алматы: Изд-во КазАТК им. М. Тынышпаева, 2018. – С. 487-489.

2. Жашкеев Е.К., Аскарова А.Б., Утебаев М.У. К вопросу изоляции отработавших газов ДВС самоходных машин на подземных рудниках // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Междуреченск: КузГТУ, 2019. – С. 104.

3. Ибатов М.К., Кадыров А.С., Балабаев О.Т. и др. Устройство для изоляции отработавших газов двигателя подземной самоходной машины. Заявление о выдаче патента РК на изобретение № 2020/0086.1 от 11.02.2020.

4. Балабаев О.Т., Аскаров Б.Ш., Аскарова А.Б. и др. Методика определения напряженно-деформированного состояния крепежных узлов устройства изоляции выхлопных газов для подземных самоходных машин. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 9177 от 07.04 2020.

REFERENCES

1. Askarova A.B., Balabayev O.T. Obzor i analiz konstruksiy po snizheniyu vrednykh vybrosov ot vykhlopnykh gazov podzemnykh samokhodnykh mashin // Sbornik materialov IKH Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Transport Yevrazii

XKHI veka: Sovremennyye tsifrovyye tekhnologii na rynke transportnykh i logisticheskikh uslug». – Алматы: Izd-vo KazATK im. M. Tynyshpayeva, 2018. – S. 487-489.

2. Zhashkeyev Ye.K., Askarova A.B., Utebayev M.U. K voprosu izolyatsii otrabotavshikh gazov DVS samokhodnykh mashin na podzemnykh rudnikakh // Materialy Viii Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennyye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve». – Mezhdurechensk: KuzGTU, 2019. – S. 104.

3. Ibatov M.K., Kadyrov A.S., Balabayev O.T. i dr. Ustroystvo dlya izolyatsii otrabotavshikh gazov dvigatelya podzemnoy samokhodnoy mashiny. Zayavleniye o vydache patenta RK na izobreteniyе № 2020/0086.1 ot 11.02.2020.

4. Balabayev O.T., Askarov B.SH., Askarova A.B. i dr. Metodika opredeleniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya krepezhnykh uzlov ustroystva izolyatsii vykhlopnykh gazov dlya podzemnykh samokhodnykh mashin. Svidetel'stvo o vnesenii svedeniy v gosudarstvennyy reyestr prav na ob"yekty, okhranyayemye avtorskim pravom № 9177 ot 07.04 2020.

Экономика

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_119
ЭОЖ 669.15-198

***К.Б. ТАЖИБЕКОВА¹**, э.ф.к., аға оқытушы,
А.Т. АУЕЗОВА², PhD, доцент,
А.Н. КОСМУРАТОВА², аға оқытушы,
Ә. ЕРСҰЛТАНҚЫЗЫ², оқытушы,
¹Қарағанды техникалық университеті, КЭЖМ кафедрасы,
²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.
**автор-корреспондент*

Кәсіпорынның нарықтық жағдайын кешенді бағалау

Кілт сөздер: нарық, кешенді бағалау, тұрақтылық, нарық позициясы, бәсекелестер, интегралды бағалау

Кешенді экономикалық талдаудың жүйелі сипаты кәсіпорынның қаржы-шаруашылық қызметін экономикалық, әлеуметтік, құқықтық және басқа да қатынастардың күрделі жүйесі ретінде фирманың сыртқы және ішкі ортамен өзара әрекеттесуі кезінде пайда болатын өзара байланысты ескере отырып зерттеуге мүмкіндік береді [1]. Осыған орай, шаруашылық жүргізуші субъектінің қызметін кешенді бағалау кезінде кәсіпорынның қызметіне де, оның нарықтық және әлеуметтік ортасына да әсер ететін көптеген факторлардың әсері ескеріледі.

Қаржы-шаруашылық қызметті кешенді бағалау мен талдаудың негізгі бағыттары арасында келесілерді бөліп көрсетуге болады:

- кәсіпорынның экономикалық динамикасын бағалау және талдау;
- кәсіпорынның іскерлік белсенділігі мен экономикалық өсуінің тұрақтылығын бағалау және

талдау;

- кәсіпорынның өндірістік және қаржылық ресурстарын пайдалану тиімділігін талдау;
- кәсіпорынның нарықтық позициясын бағалау және талдау;
- кәсіпорынның әлеуметтік маңыздылығы тұрғысынан оның қызметін бағалау және талдау;
- тәуекел және инфляция жағдайында кәсіпорын қызметін талдау;
- кәсіпорынның қаржылық қиындықтары мен банкроттығы ықтималдығы бар жағдайда қызметті бағалау және талдау;
- кәсіпорын мүлкінің құнын бағалау;
- кәсіпорынның қаржы-шаруашылық қызметінің тиімділігін рейтингтік бағалау.

Кәсіпорынның даму серпінін бағалау үшін кәсіпорынның өндірістік қызметінің ерекшелігін көрсететін негізгі көрсеткіштердің өсу қарқынының арақатынасын зерттеу қажет. Ең кең тараған

және қарапайым тәсіл сатудан түскен түсімнің өсу қарқынын, пайданы және аванстық капиталдың құнын салыстыру болып табылады [2].

Көрсеткіштердің шағын санын қолдану, әдетте, әрдайым объективті баға бермейді, сондықтан кешенді экономикалық талдауда кәсіпорынның экономикалық серпінін интегралдық бағалауды пайдалану орынды.

1-кестеде «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС 2017-2018 жылдардағы даму көрсеткіштері көрсетілген.

«Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС экономикалық динамикасы эталоннан алыс екенін көрсетеді, себебі көрсеткіштердің нақты дәрежелері нормативтік мәндерге сәйкес келмейді. Көптеген көрсеткіштердің серпіні оң болғанына қарамастан, негізгі көрсеткіштердің өсу қарқынының арақатынасы аванстық капитал тиімсіз пайдаланылатынын, оның айналымдылығы төмендегенін, қарыз көздеріне қаржылық тәуелділік артып, өнімді сатып алушылар саны азаятынын куәландырады.

Кәсіпорынның қызметін және даму перспек-

тиваларын кешенді бағалау оның іскерлік белсенділігі мен экономикалық өсудің тұрақтылығын талдау нәтижелері негізінде жүзеге асырылуы мүмкін.

Ең жалпы түрде, кәсіпорынның іскерлік белсенділігі экономикалық әлеуетті тиімді пайдалану кезінде ол қойған мақсаттарға жетуде және негізгі көрсеткіштердің өсу қарқынын арттыруда көрінеді.

«Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС 2017-2018 жылдардағы экономикалық өсу тұрақтылығының көрсеткіштері 2-кестеде келтірілген.

Кестеден экономикалық өсудің тұрақтылық коэффициенті өте төмен және теріс динамикаға ие. Таза пайданың ұлғаюына қарамастан, меншікті капиталдың құны жылдам қарқынмен артты. Сонымен қатар, сатудан түскен түсім рентабельділікке қарағанда жылдам өсті. Жиынтығында бұл экономикалық өсудің тұрақтылық коэффициентінің төмендеуіне алып келді. Себеп ретінде келесі факторларды атауға болады: дивидендтік саясат деңгейінің өзгеруі, сату рентабельділігі, ай-

налымдылығы және капитал мультипликаторы.

Дивидендтік саясат деңгейінің төмендеуі акционерлерге төленген дивидендтердің өндірісті кеңейтуге бағытталған пайдаға қатынасы кәсіпорынның әрі қарай экономикалық дамуы тұрғысынан қолайлы болып табылмайтынын көрсетеді. Сату рентабельділігінің азаюы өндірістің жоғары шығын сыйымдылығының және өнімді өндіру мен сатуға арналған шығындардың жылдам өсуінің салдары болып табылады. Капиталдың айналуының баяулауы, яғни капитал қайтарудың азаюы кәсіпорынның қаржы ресурстарын пайдалану тиімділігінің төмендегенін куәландырады. Капитал мультипликаторының төмендеуі кәсіпорынның жеткілікті жоғары қаржылық тәуелділігін және перспективада оның қаржылық тұрақтылығын төмендету мүмкіндігін көрсетеді.

Барлық есептелген көрсеткіштер азайғанын атап өту қажет. Бұл перспективада «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС 2017-2018 жылдардағы тұрақтылығының одан әрі төмендеу жағына өзгерістер байқалуы мүмкін деп ойлауға негіз береді, сондықтан осы ұйым өндірістік нәтижелерді не қаржылық көрсеткіштерді жақсартумен айналыса отырып, өзінің экономикалық әлеуетін арттырудың кез келген қолайлы нұсқасын таңдай алады.

Осылайша, талдаудың келесі кезеңі кәсіпорынның өндірістік және қаржылық ресурстарын пайдалану тиімділігін зерделеумен және өндірістің техникалық-ұйымдастырушылық деңгейін арттыру, еңбек өнімділігін арттыру, негізгі құралдардың қорын беру, материал беру, сондай-ақ капитал айналымын жеделдету есебінен кәсіпорынның экономикалық өсу резервтерін анықтаумен байланысты.

Кәсіпорынның нарықтық ұстанымын кешенді бағалау және оның ішкі және сыртқы бизнес-ортасын қалыптастыратын неғұрлым маңызды факторларды анықтау үшін нарықтағы қолда бар мүмкіндіктер мен қауіп-қатерлер бөлінісінде қыз-

меттің күшті және әлсіз жақтарын көрсететін байқау-матрицаларды әзірлеу неғұрлым көрнекі әдіс болып табылады.

«Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС 2017-2018 жылдардағы нарықтық позициясын бағалау 3-кестеде көрсетілген.

Кешенді бағалаудың маңызды бағыты қаржылық қиындықтардың болуы ықтималдығы, яғни кәсіпорынның төлем қабілеттілігін ішінара немесе толық жоғалту ықтималдығы кезінде кәсіпорынның қызметін болжау болып табылады. Кәсіпорынның даму перспективаларын бағалау кезінде оның банкроттығын болдырмау және төлем қабілеттілігін қалпына келтіру мүмкіндіктері белгіленеді.

Кәсіпорынның қаржылық жай-күйін бағалау және болжау үшін, яғни оның банкроттығы тәуекелін, көптеген отандық және шетелдік экономистер скорингтік талдау негізінде қаржылық тұрақтылықты интегралды бағалауды пайдалануды ұсынады. Скорингтік талдаудың мәні қаржылық тұрақтылық көрсеткіштерінің нақты деңгейіне және балмен көрсетілген әрбір көрсеткіштің рейтингіне сүйене отырып, тәуекел дәрежесі бойынша кәсіпорындарды жіктеуден тұрады [3]. Мұндай талдаудың нәтижелері кәсіпорынның несие қабілеттілігін анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Талданып отырған кәсіпорынды интегралдық бағалау нәтижелері мынадай түрде көрінеді (4-кесте).

Сонымен, осы әдістеменің көмегімен есептелген қаржылық тәуекел дәрежесі бойынша «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС талданатын кәсіпорны іздестірілмеген, бірақ берешек бойынша тәуекелдің кейбір дәрежесі бар кәсіпорындар класына жатады. Мұндай жағдай ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді кредиттердің елеулі сомаларымен, сондай-ақ жеткізушілерге және бюджетке салықтар мен алымдар бойынша кредиторлық берешектің болуымен байланысты.

1-кесте – Қарқынды көрсеткіштер негізінде «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС 2017-2018 жылдардағы дамуын интегралдық бағалау					
Көрсеткіштер	2017 жыл, млн тенге	2018 жыл, млн тенге	Өсу темпі, %	Эталонды рангтер	Нақты рангтер
Таза пайда	109082	133708	122,6	1	1
Сатудан түскен пайда	143529	175932	110,7	2	4
Сатудан түсім	489576	605103	123,6	3	5
Жиынтық капитал	651771	899214	138,0	4	2
Қарыздық капитал	420496	530599	126,2	5	6
Кредиторлық қарыз	10105	16337	161,7	6	3
Дебиторлық қарыз	234065	139055	59,4	7	7

2-кесте – «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС 2017-2018 жылдардағы экономикалық өсу тұрақтылығының көрсеткіштері, млн тенге			
Көрсеткіштер	2017 жыл, млн тенге	2018 жыл, млн тенге	Ауытқу, (+/-)
Таза пайда	109082	133708	24626
Өндіріске құйылған таза пайда	98174	116326	18152
Өнімді сатудан түсім.	489576	605103	115527
Жиынтық капитал	651771	899214	247443
Меншікті капитал	231275	368615	137340
Қарыздық капитал	390496	530599	140103
Дивиденттік саясат деңгейі	0,90	0,87	-0,03
Сату рентабельділігі, %	22,3	22,1	-0,2
Капиталдың айналымдылық коэффициенті	0,75	0,67	-0,08
Капитал мультипликаторы	2,82	2,44	-0,38
Тұрақты экономикалық өсу коэффициенті	0,43	0,32	-0,11

3-кесте – SWOT-талдау негізінде «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС нарықтық позициясын бағалау	
Күшті жақтары	Әлсіз жақтары
Қазақстандағы мыс өндірісіндегі орталық орын Үлкен әлеуметтік маңыздылығы Мыс, алтын, мырыш және күмісті қоса алғанда, толық интеграцияланған операциялар Әлемдегі ең арзан мыс өндірушілердің бірі Қазақстандағы орналасқан жердің артықшылығы, ірі нарықтардың қажеттіліктерін қанағаттандыру Лондон мен Гонконгта сауда	1 Халықаралық қатысу шектеулі және нарық үлесінің аз өсуі бар Дамыған елдердегі әділеттіліктің төмендігі
Мүмкіндіктері	Қауіптері
Орталық Азияда дамыған Табиғи ресурстар ретінде сатып алу Жаһандық байланыстар және қауымдастықтар Пайдалы қазбаларды өндірудегі әртараптандыру	Нормативтік қауіптер, әсіресе дамыған елдер тарапынан Бір ресурс – мыстан қатты тәуелділік Табиғи ресурстардың сарқылуы

4-кесте – «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС қаржылық жағдайын интегралдық бағалау, 2017-2018 жж.				
Көрсеткіштер	2017 жыл		2018 жыл	
	Нақты деңгейі	Баллдар саны	Нақты деңгейі	Баллдар саны
Жиынтық капитал рентабельділігі, %	22,0	42	19,6	34
Ағымдағы өтімділік коэффициенті	2,7	30	3,64	30
Автономия коэффициенті	0,34	6	0,41	9
Барлығы	x	78	x	73

Қаржылық тәуелділік деңгейі бойынша «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС проблемалық кәсіпорындар класына жатқызуға болмайды. Жалпы алғанда, кәсіпорынның төлем қабілеті бар деген тұжырым жасауға болады, өйткені өтімділік деңгейі қарыз қаражатын қайтаруда сенімділік береді.

Алайда, 3-тен асатын ағымдағы өтімділік коэффициентінің тым жоғары мәні кәсіпорын қаржы ресурстарын тиімді пайдаланатынын және ол жұмсалуды мүмкін қаражаттан көп қаражат бар екенін көрсетеді.

Осы саланың басқа кәсіпорындары немесе бәсекелестері арасында кәсіпорын рейтингін анықтау үшін бірқатар көрсеткіштер бойынша үздік экономикалық субъектілерді анықтауға мүмкіндік беретін орындар сомасының әдісі жиі қолданылады.

Кәсіпорынның қаржы-шаруашылық қызметін неғұрлым толық бағалауға оның нәтижелілігінің қаржылық емес көрсеткіштерін есепке алу кезінде қол жеткізілетін болады: өнімнің сапасы мен бәсекеге қабілеттілігі, тұтынушыға бағдарлану дәрежесі, жұмыстың жаңа әдістерін енгізу. Осылайша, өнім мен инновациялық қызмет сапасының оң серпіні кәсіпорынның қолайлы перспективаларын куәландырады.

Қаржы-шаруашылық қызметті кешенді талдаудың басқа да маңызды аспектісі кәсіпорын қызметінің жекелеген түрлерінің әлеуметтік маңызы болып табылады, ол әлеуметтік саладағы шығындар мен табыстарды бағалауды және талдауды болжауға тиіс.

Ұйым қызметінің ең нақты жалпылама бағасы – бұл бизнестің табыстылығы мен кәсіпорынды басқарудың тиімділігін динамикада бағалауға және реттеуге мүмкіндік беретін бірыңғай қоғам кешені ретіндегі кәсіпорын құнын бағалау.

Кешенді бағалау нәтижелерінің объективтілігіне болашақта кәсіпорын үшін пайда болуы мүмкін қолайсыз жағдайларды есепке алудың арқасында қол жеткізіледі. Мұндай жағдайларға инфляцияның күтілетін мәнін және экономикалық, саяси, өндірістік және қаржылық сипаттағы әртүрлі тәуекелдерді жатқызуға болады.

Кәсіпорынның қаржы-шаруашылық қызметін талдау үшін кешенді бағалаудың қарастырылған әдістемелерін пайдалану неғұрлым объективті

қорытынды жасауға және оның даму перспективалары туралы стратегиялық сипаттағы болжамды шешімдерді қабылдауға мүмкіндік береді.

Қазақмыс корпорациясы-минералдық ресурстарды өндіру және қайта өңдеу жөніндегі жетекші компания.

Қазақмыс корпорациясының құрылымдық бөлімшелері:

- жерасты және ашық кен орындары;
- байыту фабрикалары;
- металлургиялық зауыттар;
- көмір разрездері;
- электр станциялары.

«Қазақмыс корпорациясы» ЖШС шығаратын өнімнің негізгі түрі катодты мыс болып табылады.

Суреттен көріп тұрғанымыздай, «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС өнімінің елімізде тек 10,6 пайызы сатылса, басым бөлігі 89,4 пайызы экспортқа шығарылады. «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС шет елдердегі тұтынушыларының ең үлкені Қытай екенін көріп отырмыз, ол барлық сатылған өнімнің 45,66 пайызын тұтынып отыр, одан кейінгі орында Түркия, ол 29,87 пайыз өнімді тұтынып отыр.

Төменде Қазақмыстың 3 негізгі бәсекелесі ұсынылған:

- BHP Billiton Limited;
- Рио Тинто Лимитед;
- Норильский никель тау-кен металлургиялық компаниясы

Мыстың қасиеттері бұл металды құрылыста, электртехникада, машина жасауда және басқа салаларда пайдалану үшін қажет емес етеді [4].

Кендер мен мыс концентраттарын негізгі тұтынушы елдер: әлемдік импорттың 42% үлесі бар Қытай және импорттың 19% үлесі бар Жапония болып табылады. Мыс кендері мен концентраттарының Елеулі тұтынушы елдері: әлемдік импорттың 7% үлесі бар Үндістан, әлемдік импорттың 7% үлесі бар Испания, әлемдік импорттың 6% үлесі бар Корея Республикасы, Әлемдік импорттың 4% үлесі бар Германия, әлемдік импорттың 3% үлесі бар Болгария, Бразилия, Замбия, Финляндия және басқа елдер болып табылады. Ресей мыс кендері мен мыс концентраттарының аз мөлшерін импорттайды. Ресейдің үлесі әлемдік импорттың шамамен 1%-ы.



5-кесте – «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС нарықтық мүмкіндіктеріне қатысты мәселелері мен оларды шешудегі кәсіпорын іс-әрекеті		
Нарықтар	Азия және Оңтүстік-Шығыс Азия (Оңтүстік Корея мысалында)	Ресей Федерациясы мен ТМД елдері
Мәселелер	Мыс үшін импорттық баж – 3% және ол мысты бәсекеге қабілетсіз етеді	Қазақстан Республикасы Кеден одағына кіргеннен кейін пайда болған Кеден одағы шеңберінде жөнелтілген өнім бойынша «тауарларды әкелу және жанама салықтарды төлеу туралы өтінішті» ұсыну бөлігінде ҚР салық органдарына есептілікті әкімшілендіру қиындықтары; ҚР Статистика агенттігін және салық органдарын қоспағанда, Кеден одағы шеңберінде мемлекетаралық міндеттемелердің орындалуын бақылайтын мемлекеттік органдардың болмауы
Қазақмыс Корпорациясының іс-әрекеті	Қазақстандық кәсіпорындар үшін қолданыстағы экономикалық кедергілерді азайту немесе жою әрекеттері сәтсіз	Кеден одағы елдері ратификациялаған халықаралық шарттардың нормаларын орындауды талап ететін, компанияның тіркелген жері бойынша салық органына арыздарды уақтылы беру туралы ресейлік компанияларға бірнеше рет хабарлама хаттар жіберілген, алайда біздің талаптарымыз әлі күнге дейін қанағаттандырылмаған

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Прокшина Т.П. Маркетинг: учебное пособие / Т.П. Прошкина. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. – 314 с.
2. Управление маркетингом: [учебник для вузов: Перевод с английского] / Н. Капон, В. Колчанов, Дж. Макхалберт. – Санкт-Петербург [и др.]: Питер: Лидер, 2014. – 832 с.
3. Портер М. Международная конкуренция / М. Портер; Пер. с англ.; Под ред. и с предисловием В.Д. Щетинина. – М.: Международные отношения, 2014.
4. Электронные материалы сайта «Казахстанская маркетинговая ассоциация» (www.marketingkam.kz)

REFERENCES

1. Prokshina T.P. Marketing: uchebnoye posobiye / T.P. Proshkina. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2012. – 314 s.
2. Upravleniye marketingom: [uchebnik dlya vuzov: Perevod s angliyskogo] / N. Kapon, V. Kolchanov, Dzh. Makhkhalbert. – Sankt-Peterburg [i dr.]: Piter: Lider, 2014. – 832 s.
3. Porter M. Mezhdunarodnaya konkurentsia / M. Porter; Per. s angl.; Pod red. i s predisloviyem V.D. Shchetinina. – M.: Mezhdunarodnyye otnosheniya, 2014.
4. Elektronnyye materialy sayta «Kazakhstanskaya marketingovaya assotsiatsiya» (www.marketingkam.kz)

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_124
УДК 332.871.3

***А.К. ЖАРЫЛКАСЫНОВА**, *ст. преподаватель,
Карагандинский технический университет, кафедра ЭМП*
**автор-корреспондент*

Возрождение и развитие жилищных кооперативов

Ключевые слова: кооперация, потребительская кооперация, жилищно-строительная кооперация, жилищно-строительные кооперативы, паевые накопления, пайщики

Первые, закреплённые правом, осмысленные элементы кооперации были известны ещё римскому частному праву II-I вв. до н.э. под именем договора товарищества (societas). Так, в силу договора товарищества несколько лиц вступали «... в общение всем своим имуществом или ради осуществления одного какого-либо предприятия, например, ради покупки или продажи рабов, масла, вина, хлеба в зерне». Как считали римские юристы, даже при нерушимом принципе сословности права «лица, не равные по своему имущественному положению, могут вступать в товарищество; и это товарищество имеет силу, ибо часто более бедный восполняет своей работой то, чего по сравнению с другими участниками товарищества не хватает в его имуществе». Этим подчеркивалось огромное значение и потенциал товарищества, первого ростка кооперативных образований [1].

В числе первооткрывателей потребительской кооперации были Австрия, Германия и Россия.

Одним из наиболее распространённых видов потребительской кооперации послевоенного периода стала жилищно-строительная кооперация. Со второй половины 1950-х годов она существовала в основном в виде жилищных и дачно-строительных кооперативов. В 1965 г. Советом Министров РСФСР был утверждён Примерный Устав жилищного кооператива.

В конце 1980-х – начале 90-х в России наблюдался спад кооперации вплоть до экономического кризиса августа 1998 г. Статистические исследования 1999-2000 гг. заставили по-новому взглянуть на перспективы развития рынка жилья. Кризис негативно повлиял на покупательную способность населения, хотя год от года потребность людей в жилье возрастала.

С приходом на российскую политическую арену В.В. Путина население страны получило реальную возможность планировать свою жизнь, свой бизнес на 10-15 лет вперед. Курс на стабилизацию и развитие российской экономики, позволил россиянам пользоваться обычной для промышленно развитых стран коллективной жилищно-накопительной системой. Цель этой системы, основанной на идее кооперации, – оплата населением жилья на условиях длительной низкопроцентной рассрочки [3].

Сегодня в Казахстане широко распространены схемы приобретения жилья через жилищно-строительные кооперативы. Что это за сообщества, откуда они взялись, безопасно ли приобретать у них жильё, кто может скрываться под видом ЖСК и всегда ли прозрачны схемы таких покупок?

ЖСК, призванные решать квартирный вопрос, известны ещё со времён СССР. В их основе лежало и до сих пор лежит объединение обычных граждан – пайщиков, которые сообща строили жильё для себя. Но тогда в эту цепочку нередко входило государство, выдавая населению льготные ссуды. Наверное, многие помнят такое понятие, как «кооперативная квартира». Это из этой серии.

В Казахстане бум ЖСК начался несколько лет назад, когда после многочисленных шумных историй с проблемными долевыми стройками государство было вынуждено ужесточить нормы закона «О долевом участии в жилищном строительстве». С выходом в 2016 году нового документа требования, предъявляемые к застройщикам, стали ещё жёстче.

Обмануть граждан стало сложнее, в результате ЖСК стали своеобразной лазейкой для недобросовестных строительных компаний. Интересы покупателя в таких кооперативах защищены меньше, чем при обычном долевом строительстве, так как все права пайщика определяются уставом кооператива, который готовит заинтересованная строительная фирма ещё до вступления в него реальных членов. Не совсем порядочный застройщик, выдвинув в правление кооператива необходимых инициативных граждан, может лоббировать свои условия и решения, начиная с размера вступительных и иных взносов и заканчивая порядком сдачи жилого помещения.

Что же такое ЖСК? Это некоммерческое объединение граждан с целью приобретения (строительства) и эксплуатации дома. Право собственности на недвижимость здесь принадлежит кооперативу, а его члены обладают правом владения и пользования закреплёнными за ними помещениями, в отдельных случаях – правом распоряжения в установленном порядке. Важно понимать, что изначально будущими жильцами покупаются паи, а не квадратные метры. Но внесение полной суммы паевого взноса служит основанием для приобретения права собственности.

Какие риски «общения» с недобросовестными ЖСК существуют?

Самый большой риск – угроза сноса почти достроенного дома, когда в один «прекрасный» момент объект вдруг арестовывают, а администрация ЖСК исчезает в неизвестном направлении. Впоследствии выясняется, что кооператив не имел никаких разрешительных документов на стройку и даже участок ему не принадлежал.

Также нередки случаи двойной продажи квартир или строительства только на бумаге. В таких ситуациях покупатель незащищён. Вроде он заключил договор, платил взносы, а в итоге оказался ни с чем.

Что следует сделать перед заключением договора с ЖСК

1. Изучить устав кооператива.
В нём обязательно должны указываться:
 - предмет, цели деятельности кооператива;
 - размер паёв, порядок их внесения, ответственность за невыплату пая;
 - состав и компетенция органа управления кооперативом и порядок принятия им решений (особенно в вопросах, решения по которым принимаются единогласно или большинством голосов);
 - порядок покрытия членами кооператива понесённых им убытков;
 - размер вступительных и иных взносов;
 - порядок сдачи помещения внаём или использования его по нежилому назначению;
 - условия вселения временных жильцов;
 - порядок пользования жилплощадью при разделе паенакопления;
 - порядок и условия передачи прав и обязанностей другим лицам;
 - иные условия пользования помещениями в доме.

Устав ЖСК подлежит обязательной государственной регистрации в ЦОНе по месту регистрации членов кооператива.

2. Обратить внимание на отношения ЖСК и застройщика.

В их внутренних договорах могут быть положения, разрешающие стройкомпаниям не передавать ЖСК незавершённое строительство, если последний не расплатится по обязательствам.

Риск в том, что даже добросовестный покупатель не сможет получить жильё, если не все квартиры будут проданы или между ЖСК и застройщиком возникнут административные разногласия.

3. Тщательно изучить необходимую разрешительную документацию.

Проверьте наличие лицензии на строительство, государственного акта на землю, разрешения на строительство, а также целевое назначение участка, на котором застройщик собирается возводить дом. Это должно быть «Для многоквартирного строительства»! Не гостиницы, не спорткомплекса, не ещё чего-то! И не нужно верить словам

руководства компании, что они уладят проблему, договорятся в акимате, изменят целевое назначение земли или легализуют. На практике этого не случается, поэтому покупатели остаются ни с чем.

4. Изучить договор паевого взноса, порядок выплат.

Как правило, размер пая увеличивается пропорционально росту себестоимости проекта. Если пайщик не сможет платить, то договор разрывается.

Риск в возвращении уже выплаченных денег, потому что по условиям соглашения такое возможно только после продажи квартиры пайщику третьему лицу. Ждать этого момента можно очень долго.

5. Узнать о возможных финансовых издержках.

Нередко на члена кооператива перекладывают всевозможные расходы по изготовлению необходимых документов и регистрации прав собственности.

6. Уточнить параметры готовности квартиры и её технические характеристики.

Распространены случаи, когда этот важнейший фактор вообще не определён, что позволяет ЖСК объявить жильё готовым для передачи на абсолютно любом этапе.

Что касается технических характеристик, то самым важным пунктом является площадь жилья. Некоторые ЖСК в своих договорах указывают, что при превышении площади на 5-15% пайщику придётся доплачивать. А это обычно немалая сумма.

7. Узнать условия выхода из ЖСК.

Нужно помнить, что вступление и выход из подобных кооперативов – дело добровольное. Никаких комиссий, штрафов за выход быть не должно!

Важно!
• Первоначальный взнос должен составлять не менее 1/3 паевого взноса.

• Размер взносов устанавливается в соответствии с долей члена кооператива, определяемой отношением полезной площади предоставляемой квартиры к общей площади дома.

• Решением общего учредительного собрания ЖСК определяются сроки внесения паевых взносов.

• Взнос полной суммы служит основанием для приобретения права собственности на жильё.

• Если все члены кооператива приобрели право собственности на квартиры, ЖСК может быть преобразован в КСК.

Когда ЖСК вовсе не ЖСК!

Сегодня никого не удивит рекламой разных сообществ, предлагающих купить жильё на «более льготных, чем в банках, условиях, с небольшим первоначальным взносом и возможностью въехать в квартиру через полгода». Здесь организаторы скрываются не только за маской жилищно-строительных, но и других кооперативов: жи-

листных и потребительских. Проблема в том, что за мягкими условиями скрывается жёсткая реальность: гражданин проживает в квартире только на условиях аренды до полной оплаты оставшейся суммы. Кроме того, сам принцип покупки жилья за счёт новых участников является отличительной чертой финансовых пирамид.

Кооперативное движение зародилось в 18 веке. Родиной потребительской кооперации стала Англия, производственной – Франция, сельской и бытовой – Германия.

В Германии кооперативы принадлежат к нематериальному культурному наследию. Только благодаря кооперации Германия поднялась после второй мировой войны. Немцы объединялись все вместе и строили города, дома, поселки, предприятия, хлебопекарни, заводы. В Швейцарии каждый гражданин состоит в двух, трех кооперативах.

Казахи объединялись и строили всем аулом дом (Асар), один день – дом стоит, другому надо дом построить – снова объединились и построили – КООПЕРАЦИЯ.

Наиболее известные кооперативы

Крупнейший банк Европы «Райффайзенбанк» – кооперативный банк. В 7500 кооперативных компаниях в Германии насчитывается более 20 миллионов членов. Во Франции – крупнейшая газета «Монд» – кооперативная. Испанская Федерация кооперативных предприятий «Мондрагона» объединила сотни фирм и супермаркетов, заводы, учебные заведения и научные центры. В Швеции более 2000 магазинов потребкооперации охватили всю территорию страны, успешно действуют 250 кооперативных детских садов. В Англии известная кооперативная фирма «Партнерская группа Джон Льюис» – представляет собой сеть из 22 супермаркетов и 84 продуктовых магазинов, в которых трудятся 32 тысячи совладельцев-собственников, 8 тысяч наёмных работников.

В СССР всегда успешно действовали кооперативы, более того **кооперация в СССР была единственным способом приобрести в собственность квартиру.**

Итак, кооперация – это добровольное объединение людей для решения конкретной задачи. Старый испытанный способ. А все новое – это хорошо забытое старое!

Кооператив Бест Вей-Недвижимость – это реальная возможность приобрести вашу квартиру мечты!

Преимущества

Социально ориентированная программа кооператива Бест Вей-Недвижимость – это уникальное и самое выгодное предложение на рынке жилой недвижимости в Казахстане.

Процент по выделенным средствам – 0%

Работает 5 лет. Более 1300 довольных клиентов проживают в собственных квартирах.

Без подтверждения доходов

100% гарантия возврата средств на любом

этапе.

Работа кооператива в рамках законодательства РК.

Оформление по одному документу

Квартира в любом городе Казахстана.

Самостоятельный выбор недвижимости.

Минимальный паевый взнос от 50 000 тенге.

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

Чтобы приобрести квартиру через кооператив Бест Вей-Недвижимость, необходимо сделать всего 4 простых шага:

Вступление в кооператив

Вы пишете заявление о вступлении с указанием параметров и стоимости желаемой квартиры, оформляете договор паевых накоплений.

Оплата взносов

Вносите в банке первоначальный взнос в размере 35% от стоимости желаемой квартиры. При отсутствии первоначального взноса – накопительная программа от 1 года.

Регистрация

Регистрируетесь в реестре пайщиков и получаете доступ к личному кабинету, в котором отражены все ваши платежи, документы, можно отслеживать очередь на приобретение квартиры.

Покупка квартиры, выплаты

Выбираете квартиру в любом городе Казахстана. Кооператив добавляет Вам недостающие 65% и приобретает для Вас квартиру. Вы вселяетесь, прописываетесь и осуществляете выплаты согласно графику платежей в течение 10 лет равными долями. Юридическое оформление сделки – через Департамент Юстиции и ЦОН расчет.

Решить жилищный вопрос можно ПРОСТО, если поставить цель. Проблема часто заключается в том, что люди такую цель просто не ставят. Почему? Срабатывают мифы!

Миф № 1. Для покупки квартиры нужны большие деньги.

Опровержение: Кооператив предлагает индивидуальный график накопления, благодаря которому паевые взносы в размере всего лишь 10 000 рублей позволяют за 3-5 лет накопить 35% стоимости комнаты или квартиры и приобрести их через кооператив. Сколько Вы платите за аренду, обогащая арендодателя? Поставьте цель: накопите себе на собственную квартиру.

МИФ № 2. Пока деньги копят в кооперативе – они подвергаются инфляции.

Опровержение: Деньги кооператива вкладываются в реальные объекты недвижимости, в которых живут пайщики. На историческом опыте доказано, что недвижимость всегда значительно растет в цене. Посмотрите рост цен за последние 10 лет и сравните их с инфляцией – темпы роста цен на недвижимость на порядок опережают инфляцию.

МИФ № 3. Кооператив закроется – деньги пропадут.

По Уставу кооператив может закрыться, только если все члены ЖК выйдут из кооператива.

Если хотя бы один будет против, то ЖК не может быть закрыт или реорганизован. Деньги вкладываются в объекты недвижимости, которые всегда можно продать. В случае Вашего желания выйти из кооператива или расформирования кооператива, по закону РФ возвращаются все паевые взносы, которые Вы внесли или накопили.

Вы запланировали приобретение квартиры или частного дома, но не знаете с чего начать, как производить поиск, как оформлять, где регистрировать? В данной статье мы постараемся детально ответить на все самые важные вопросы, как выбрать недвижимость, оформить сделку купли – продажи, зарегистрировать права на имущество.

Здесь вы найдете детальную информацию о том, что такое ипотека и какие ставки на ипотечное кредитование предлагают различные банки, сравнение с жилищными и потребительскими кооперативами. А также перечни и формы документов, необходимых для приобретения недвижимого имущества, куда входят: квартиры в новостройках, квартиры во вторичном жилье, коттеджи и частные дома, коммерческая недвижимость.

На всех интернет площадках имеется удобный и понятный поиск, где можно выставить фильтр по стоимости, расположению и собственнику недвижимости: агентства, риелторы, хозяева.

Поиск жилья на веб-ресурсах «бесплатный путь» в выборе недвижимости. При этом можно упустить горячие предложения, которые не выставляются хозяевами, а непосредственно хозяевами квартир подаются заявки на реализацию жилья через агентства недвижимости, где уже агентства выставляют данную недвижимость от своего имени.

Второй способ – это обратиться в агентства недвижимости. Профессионалы в области недвижимости займутся за вас поиском и подбором жилья по заданным параметрам, что сэкономит Ваше время. Но придется заплатить за посреднические услуги – от 1 до 2% от стоимости приобретаемой недвижимости. При этом нужно понимать, что агентства будут искать недвижимость именно по этой базе веб-ресурсов и предлагать почти те же, объявления, что и на тематических сайтах недвижимости.

Зачастую в риэлторских агентствах нет большой базы недвижимости, и многие объявления являются вымыслом, и размещаются на сайтах недвижимости ради получения контакта клиента. Получив контакт потенциального клиента, агент внесит данный номер телефона в единую базу риелторов, и в этот момент начинается игра в «глухой телефон». Вам ежечасно будут поступать одни и те же предложения, но от разных агентств и риелторов. Таким методом за 2016 год в столице Казахстана была собрана колоссальная база потенциальных клиентов, при этом предложения от агентств поступали все идентичные.

В современных условиях организация и деятельность жилищных и жилищно-строительных

кооперативов вызывает значительные трудности, так как в России и Казахстане этот вопрос в достаточной степени не урегулирован. Гражданский кодекс дает лишь общие положения о кооперации, а также некоторые положения Закона РФ и РК «Об основах федеральной жилищной политики» и Закона « О кооперации».

Причины возникновения такого вопроса понятны. Жизнь течет, меняется, и у каждого человека, когда-то решившего приобрести квартиру через Жилищный Кооператив, обстоятельства могут сложиться таким образом, что он будет вынужден или захочет выйти из ЖК. И тогда возникает вопрос – каков порядок и не потеряет ли пайщик свои паевые накопления?

Устав, который является законом для членов Жилищного Кооператива предусматривает возможность добровольного прекращения членства на любом этапе: как на стадии накопления паевых взносов, так и после приобретения для пайщика квартиры.

Что происходит, если пайщик принял решение выйти из ЖК до покупки квартиры? Пайщик подает в ЖК заявление о добровольном выходе, которое рассматривается Правлением ЖК в срок не позднее одного месяца. Вышедшему возвращается денежная сумма в размере пая, внесенного в ЖК на момент прекращения членства.

Как только член ЖСК накапливает необходимые 50%, кооператив предоставляет рассрочку на оставшиеся 50% стоимости жилья, и начинается этап расчета.

До выплаты пая гражданин живет в квартире, которая принадлежит кооперативу. После того как выплачен последний пай, квартира оформляется собственностью на квартиру и выход из кооператива.

С достоинствами ЖСК мы определились – покупка квартиры в рассрочку на достаточно мягких условиях. В итоге стоимость купленной с помощью ЖСК или ЖК квартиры увеличивается примерно на 10%, в то время как при покупке жилья по ипотечной банковской схеме – на 50-80%.

Еще плюсы: квартиру, находящуюся в собственности ЖСК, можно будет сдавать в аренду; квартира приобретается за ту цену, которая существует на рынке недвижимости на момент накопления вами 50% стоимости. Если ваш ЖСК индексирует накопления, это безусловно выгодно; в период расчета с кооперативом не нужно платить налог на недвижимость, предоставляется льгота по налогу на доходы физических лиц при приобретении квартиры в размере до 600 тыс. руб. (с января 2004 г. – 1 млн руб.); ЖСК является некоммерческой организацией, поэтому освобожден от всех видов налогов; есть возможность зачета старой квартиры в стоимость приобретаемой.

Это плюсы, но есть и минусы. Надежность кооператива оценить очень трудно. Зачастую успех жилищно-строительного кооператива зависит от управленческих и хозяйственных способностей

его менеджеров. Все-таки схема приобретения жилья через ЖСК сложна – для того, чтобы купить квартиру одному вкладчику, нужно, чтобы в кооператив вступили минимум 10 новых членов. Для того чтобы купить квартиры, уже им необходимы еще 100 новичков и т. д. Торговать мебелью в центре Москвы гораздо легче, чем обеспечивать постоянный приток новых пайщиков и их денег. Впрочем, сами председатели ЖСК на судьбу не жалуются, ссылаясь на то, что поток людей не прекращается, а только увеличивается, поскольку риторический «жилищный вопрос» актуален всегда.

Главными проблемами, волнующими членов ЖК и ЖСК, остаются вопросы рисков и гарантий. Риски зависят по большей части от того, кто управляет кооперативом. Банкротство фактически невозможно. В ЖСК 1) что доходы всегда предшествуют расходам, т. е. квартира покупается после того, как пайщики внесли сумму, равную ее стоимости. 2) даже если приток новых

членов в кооператив прекратится, необходимое количество квартир все равно будет куплено – за счет взносов оставшихся пайщиков. В этом случае лишь замедлятся сроки приобретения жилья. Однако на эту возможность руководители ЖСК смотрят с сомнением – пайщиков, отказавшихся платить, не было вовсе, а задолжников по платежам меньше 0,3%.

Относительно перспектив ЖСК и ЖК существуют разные мнения: кто-то думает, что их нет, кто-то считает иначе. Ведь жилищный вопрос для России и Казахстана очень важен, и новые жилищные кооперативы могут стать ключевым звеном в решении жилищной проблемы всей страны. При дальнейшем развитии кооперативного движения деньги населения, сейчас хранящиеся в подушках, вполне могут начать работать. В принципе кооперативы могут не только покупать квартиры своим пайщикам, но и финансировать строительство нового жилья для них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Броденко С.П. Жилищно-строительные кооперативы. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 120 с.
2. Гендзехадзе Е.Н. Жилищно-строительные кооперативы в городе и селе. М.: Изд-во Московского университета, 2010. – 110 с.
3. Онипенко Е.С. Жилищно-строительные кооперативы. Проблемы и противоречия // Сборник студенческих докладов. Р/Д: Ростовиздат, 2013.
4. Станко Д. Статьи о ЖСК // Планируй жизнь сам. 2013. № 4.
5. Хейгетова С.В. Жилищный кооператив: немного истории // Скарт и наш дом. 2004. № 2.

REFERENCES

1. Brodenko S.P. Zhilishchno-stroitel'nyye kooperativy. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2013. – 120 s.
2. Gendzekhadze Ye.N. Zhilishchno-stroitel'nyye kooperativy v gorode i sele. M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 2010. – 110 s.
3. Onipenko Ye.S. Zhilishchno-stroitel'nyye kooperativy. Problemy i protivorechiya // Sbornik studencheskikh dokladov. R/D: Rostovizdat, 2013.
4. Stanko D. Stat'i o ZHSK // Planiruy zhizn' sam. 2013. № 4.
5. Kheygetova S.V. Zhilishchnyy kooperativ: nemnogo istorii // Skart i nash dom. 2004. № 2.

Раздел 6

Автоматика.
Энергетика.
Управление



DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_129
УДК 537.52

***Е.А. ЯКОВЛЕВ¹**, к.т.н., ст. преподаватель,
Л.А. ЗИНОВЬЕВ², к.х.н., зав. лаб.,
А.Р. КАШЛЕВ¹, студент гр. РЭТ-17-3,
В.О. БЕЗРУКОВ¹, студент гр. РЭТ-17-3,
И.А. ДАНЬКО¹, студент гр. РЭТ-17-3,
¹Карагандинский технический университет, кафедра ТСС,
²Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова
**автор-корреспондент*

Газодинамика частичного разряда
в плазмохимическом реакторе

Ключевые слова: частичный разряд, незавершенный разряд, завершённый разряд, незамкнутый объем, турбулентность, газовый шар, устойчивость, неустойчивость, ударная волна, плазмохимический реактор, отражение, давление

Изучение импульсного частичного разряда при низких напряжениях проводилось в течение 2017-2019 гг. на кафедре Технологии и системы связи КарГТУ [1-5]. При этом было установлено:

- для получения низковольтного частичного разряда необходимо присутствие электролита на поверхности диэлектрика;
- по аналогии с высоковольтным разрядом по поверхности диэлектрика низковольтный разряд можно разбить на 2 стадии: незавершенный разряд и завершённый разряд. Незавершенный разряд характеризуется напряжением до 610 В, слабым свечением красноватого света и отсутствием звука при разряде. Завершённый разряд характеризуется напряжением более 740 В, яркой

ослепительно белой искрой, сопровождаемой громким звуком.

- незавершенный разряд представляет собой несамостоятельный разряд в воздухе по поверхности диэлектрика, источником зарядов является электролит; завершённый разряд является самостоятельным разрядом в воздухе; источником зарядов является незавершенный разряд (таблица 1).
- незавершенный разряд инициирует завершённый.
- низковольтный частичный разряд обладает эффектом полярности, при отрицательной полярности на центральном электроде напряжение завершённого разряда существенно понижается.

Таблица 1 – Стадии развития частичного разряда при пробое автомобильной свечи в присутствии электролита (зазор 3 мм)

№ пп	U, В	W, Дж	t, с	N, Вт	Стадии
1	610	3,7	0,15	25	Незавершенный разряд 0,15 с
2	740	5,5	$7 \cdot 10^{-3}$	548	Незавершенный разряд 0,5 мкс + Завершенный разряд 0,007 с
3	950	9,0	$1 \cdot 10^{-3}$	9000	Незавершенный разряд 0,1 мкс + Завершенный разряд 0,001 с

Газовая динамика частичного разряда при низком напряжении была исследована в работе [4]. В частности, было показано, что при определенных условиях при завершенном частичном разряде образуются шары диаметром около 7-10 мм и временем жизни $2 \cdot 10^{-2}$ с, которые постепенно затухают при питании от импульсного RC генератора (рисунок 1).

При питании же от схемы выпрямления переменного тока промышленной частоты с удвоением напряжения на автомобильной свече постоянно висит газовый шар диаметром около 20 мм в течение всего периода времени подачи напряжения (рисунок 2).

Также была показана роль ударной волны в образовании плазменных шаров при частичном разряде, а именно: при малых токах разряда ($R_6 \gg 0$) образующаяся ударная волна настолько слабая, что не оказывает влияния на форму плазменных ступков и они имеют шаровидную форму, и наоборот, при больших разрядных токах ($R_6 = 0$) шары разрываются сильными ударными волнами.

Причина возникновения подобных образований объяснена в работе К. Фольрата «Искровые источники света и высокочастотная искровая кинематография» [6]. Горячий канал искрового разряда после отделения от него ударной волны расширяется, отделяется от электродов и превра-

щается в «турбулизированный газовый шар».

Однако в условиях плазмохимического реактора газодинамика частичного разряда должна претерпеть существенные изменения по сравнению с ЧР на «свежем воздухе». Об этом свидетельствует работа Г. Райхенбаха [6]. Поэтому целью работы являлось изучение газовой динамики частичного разряда в условиях плазмохимического реактора (ПХР).

Экспериментальная установка представлена на рисунке 3 и состоит из зарядного устройства U-R-C и низковольтного коммутатора К, которые питали автомобильную свечу зажигания Св импульсным напряжением до 1000 В через балластное сопротивление $R_6 \dots 0-100$ Ом.

В свою очередь у автомобильной свечи был спилен верхний электрод и в ее полость до уровня 4 залит раствор поваренной соли в воде (концентрацией 1,5%). К этой установке добавляли переходник П для крепления реактора из стали диаметром 20 мм и длиной 15 мм. Сам реактор представлял собой пластиковую прозрачную трубку диаметром 10 мм и длиной 100 мм. В верхней части реактора находилась пробка, которая имела 2 назначения:

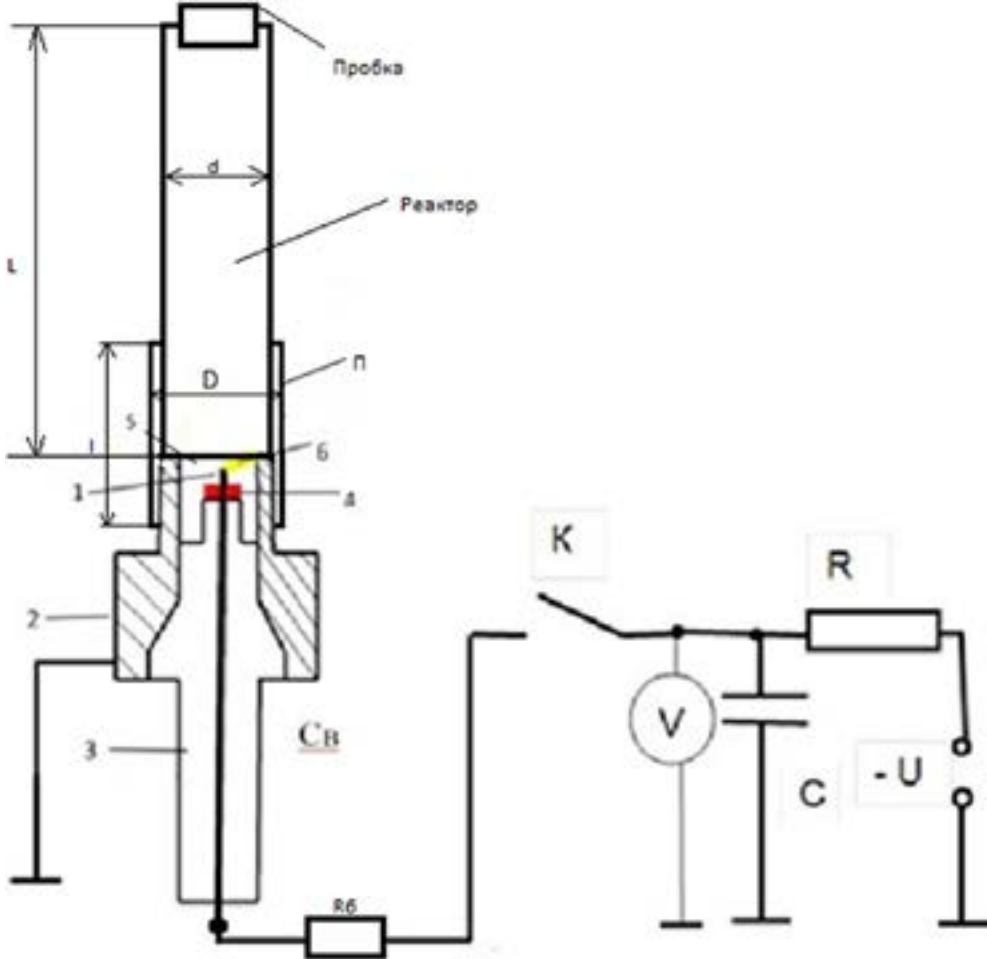
- запираания или отпираания реактора для создания системы с постоянным давлением, либо с



Рисунок 1 – Фотография газового шара при импульсном частичном разряде от RC-генератора: $U = 950$ В, $R_6 = 68$ Ом, $\Delta t = 1/30$ с



Рисунок 2 – Фотография газового шара при импульсном частичном разряде от схемы выпрямления переменного тока промышленной частоты с удвоением напряжения: $U = 610$ В, $R_6 = 50$ Ом, $\Delta t = 1/30$ с.



U – источник постоянного напряжения 0 – 1000 В, R – зарядное сопротивление, V – цифровой вольтметр, К – низковольтный коммутатор, R_6 – балластное сопротивление, Св – свеча, 1 – центральный электрод, 2 – заземленный электрод, 3 – диэлектрик, 4 – место зажигания незавершенного частичного разряда, 5 – разрядный промежуток, 6 – место зажигания завершенного частичного разряда
Рисунок 3 – Схема генерации частичного разряда на автомобильной свече

постоянным объемом.

- измерения давления в реакторе за счет высоты поднятия пробки. В последнем случае сила трения пробки о стенки реактора была равно 0.

Реактор Р1 закрыт пробкой $R_6 = 0$, $U = 950$ В (рисунок 4).

Стадия незавершенного разряда на видеофильме не фиксировалась ввиду ее краткости, а на фото 4.1 зафиксировалась стадия завершенного разряда, которая длилась $< 0,004$ с. На фото 4.2 уже вспышка исчезла и на выходе из переходника видно сферическое тело с высокой температурой. Размеры шара около 10 мм. Этот шар явно начинал формироваться внутри переходника, но из-за непрозрачности последнего эта информация была утеряна. На фото 4.3 и 4.4 было зафиксировано уменьшение плазменного шара из-за остывания. Существенное отличие от частичного разряда на «свежем воздухе» состояло в том, что в реакторе сфера образовывалась и уменьшалась остывая, а на «свежем воздухе» сферу разносило

ударными волнами. В замкнутом же реакторе ударные волны отражались от стенок реактора, тем самым стабилизируя плазменные шары. Суммарное время затухания составило 0,02 с.

При вводе в цепь свечи балластного сопротивления $R_6 = 68$ Ом энергия частичного разряда резко уменьшалась и формирование и потухание газового шара происходило внутри стального переходника. Не видно и стадии завершенного разряда (рисунок 5).

Реактор Р2 $R_6 = 0$, $U = 950$ В (рисунок 6)

В соответствии с требованиями реактор Р1 был переделан в реактор Р2, а именно: стальной переходник был убран, длина реактора уменьшена со 100 до 35 мм, диаметр реактора из прозрачного пластика увеличен до 20 мм, реактор узкой горловиной был накручен на свечу (рисунок 6).

Существенным отличием также являлось формирование газового шара в замкнутом реакторе при отсутствии балластного сопротивления в цепи свечи. Это тоже объяснялось поведением



1 – завершённый разряд; 2 – появление газового шара в реакторе; 3, 4 – уменьшение размеров газового шара
Рисунок 4 – Развитие частичного разряда в реакторе P1 $U=950$ В, $R_6=0$, $\Delta t = 1/240$ с



Рисунок 5 – Развитие частичного разряда в реакторе P1 $U=950$ В, $R_6=68$ Ом, $\Delta t = 1/240$ с



1 – завершённый разряд; 2 – излучение газа в реакторе; 3 – образование газового шара; 4,5 – охлаждение и затухание газового шара

Рисунок 6 – Развитие частичного разряда в реакторе P2 $U=950$ В, $R_6=0$, $\Delta t = 1/240$ с

ударных волн в замкнутом пространстве. Диаметр газового шара уменьшался с 13 мм (фото 6.3) до 10 мм (фото 6.4) и до 3 мм (фото 6.5). Это происходило за счет остывания шара. Таким образом время жизни газового шара составляло порядка 0,02 с. На «свободе» время жизни шара было 0,007 с, т.е. в 3 раза меньше, и «погибал» шар не от охлаждения, а от разрыва ударной волной.

При наличии в цепи свечи $R_6=68$ Ом газовый шар возникал (фото 7.3), но гораздо меньшего диаметра (7 мм), и уменьшался до 3 мм (фото 7.4).

Время жизни шара уменьшилось до 0,012 с. Это связано с тем, что энергия газового шара уменьшилась из-за выделения тепла на балластном сопротивлении.

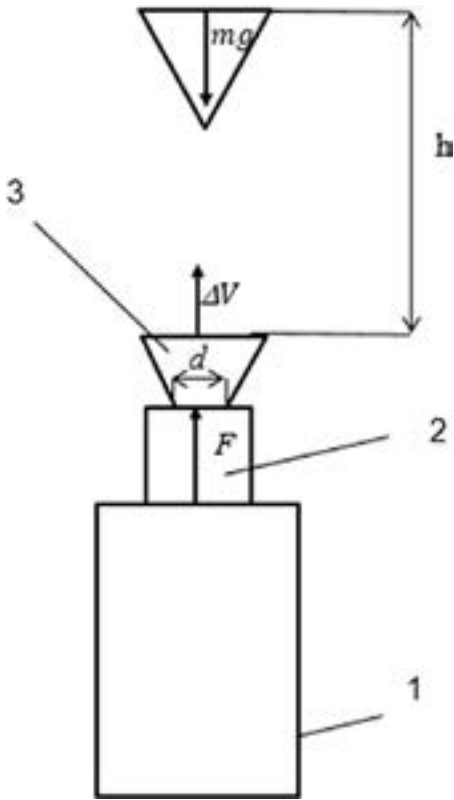
Расчет давления ударной волны электрического разряда производился по второму закону Ньютона:

$$F = m a, \quad (1)$$

где F – сила давления ударной волны электрического разряда, Н;



1 – завершённый разряд; 2 – излучение газа в реакторе; 3 – образование газового шара; 4 – потухание газового шара
Рисунок 7 – Развитие частичного разряда в реакторе P2 $U=950$ В, $R_6=68$ Ом, $\Delta t = 1/240$ с



1 – автомобильная свеча, 2 – реактор, 3 – измерительная пробка

Рисунок 8 – Расчетная схема для определения давления при частичном разряде

m – масса измерительной пробки, кг;
 α – ускорение измерительной пробки под действием ударной волны, м/с².
Известно, что

$$p = \frac{F}{S} = \frac{4F}{\pi d^2}, \tag{2}$$

$$p = \frac{\tau V}{\tau t} = \frac{\sqrt{2gh}}{\tau t}, \tag{3}$$

где ΔV – изменение скорости под действием силы разряда, м/с,
 Δt – время разряда, с;
 g – ускорение силы тяжести $g=9,8$ м/с²;
 h – высота поднятия измерительной пробки, м;
 d – внутренний диаметр реактора, м.
Подставив (2) и (3) в (1), получаем значения давления

$$p = \frac{4m\sqrt{2gh}}{\pi d^2 \tau t}, \text{ Па}, \tag{4}$$

где h – высота подъема поплавок под действием силы F (ударная волна), м.
 h и Δt определяются экспериментально.
Результаты представлены в таблице 2.

Выводы

- 1. В замкнутом реакторе при большом токе разряда газовый шар сохраняется и постепенно остывает в отличие от свободного незамкнутого объема, где он разрывается.
- 2. Причиной этого являются ударные волны, которые отражаются от стенок реактора и стабилизируют газовый шар.
- 3. Процессы возникновения и потухания газового шара происходят на высоте около 10 мм от начала реактора.
- 4. Размеры газового шара (до 20 мм) зависят от энергии разряда.
- 5. Давление ударной волны пропорционально энергии, выделившейся в разряде.

REFERENCES

1. Yugay V.V., Yakovlev Ye.A., Mekhtiyev A.D. Issledovaniye elektricheskogo razryada po poverkhnosti tverdogo dielektrika na impul'sakh nizkogo napryazheniya // Trudy mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. «Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizatsii plana natsii» (Saginovskiye chteniya № 9) 22-23 iyunya 2017 g. Chast' 2. Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2017. S. 90-92.

2. Research of generators of impulses for elektrotechnological installations with solutions of electrolutes / Ye.A. Yakovlev, A.D. Mekhtiyev, V.V. Yugay, L.A. Zinov'yev // Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya fizika. Karaganda: Izd-vo KarGU, 2018, № 3 (87). S. 65-70.

3. Chastichnyy razryad na postoyannom toke nizkogo napryazheniya.I stadiya – nezavershennyy razryad / Ye.A. Yakovlev, A.D. Mekhtiyev, V.V. Yugay, O.N. Tses'ko, Ye.S. Klimenkova // Trudy mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. «Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizatsii plana natsii» (Saginovskiye chteniya № 10) 14-15 iyunya 2018 g. Chast' 2. Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2018. S. 299-301.

4. Izucheniye chastichnogo razryada pri nizkikh napryazheniyakh v prisutstvii elektrolita: Otchet o NIRS / KarGTU. Karaganda, 2020. – 21 s. – Inv. № 3417012019.

5. Razrabotka konstruksii i issledovaniye rezhima raboty plazmotrona na chastichnom razryade nizkogo napryazheniya /Ye.A. Yakovlev, A.D. Mekhtiyev, V.V. Yugay, O.V. Aldoshina, L.A. Zinov'yev // Nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Avtomatika. Informatika». 2018. № 2 (43). Karaganda: Izd-vo KarGTU. S. 8-12.

6. <https://b-ok.xyz/book/3013735/aa2f82>.

Таблица 2 – Давление в реакторе при частичном разряде низкого напряжения

№ пп	U, В	R ₆ , Ом	Δt, с	h, м	ΔV, м/с	p, Па
1	950	0	0,001	1,0	4,4	27632
2	950	68	0,004	0,06	1,08	1413

Примечание: m = 0,71 · 10⁻³ кг; d = 0,012 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Югай В.В., Яковлев Е.А., Мехтиев А.Д. Исследование электрического разряда по поверхности твердого диэлектрика на импульсах низкого напряжения // Труды междунар. науч.-техн. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации плана нации» (Сагиновские чтения № 9) 22-23 июня 2017 г. Часть 2. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2017. С. 90-92.

2. Исследование генераторов импульсов для электротехнологических установок с растворами электролитов. Е.А. Яковлев, А.Д. Мехтиев, В.В. Югай, Л.А. Зиновьев // Вестник Карагандинского университета. Серия физика. Караганда: Изд-во КарГУ, 2018, № 3 (87). С. 65-70.

3. Частичный разряд на постоянном токе низкого напряжения.I стадия – незавершенный разряд / Е.А. Яковлев, А.Д. Мехтиев, В.В. Югай, О.Н. Цесько, Е.С. Клименкова // Труды междунар. науч.-техн. конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации плана нации» (Сагиновские чтения № 10) 14-15 июня 2018 г. Часть 2. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. С. 299-301.

4. Изучение частичного разряда при низких напряжениях в присутствии электролита: Отчет о НИРС / КарГТУ. Караганда, 2020. – 21 с. – Инв. № 3417012019.

5. Разработка конструкции и исследование режима работы плазмотрона на частичном разряде низкого напряжения / Е.А. Яковлев, А.Д. Мехтиев, В.В. Югай, О.В. Алдошина, Л.А. Зиновьев // Научно-технический журнал «Автоматика. Информатика». 2018. № 2 (43). Караганда: Изд-во КарГТУ. С. 8-12.

6. <https://b-ok.xyz/book/3013735/aa2f82>.

Авиатренажер на базе параллельного манипулятора SHOLKOR

Ключевые слова: платформенный робот, параллельный манипулятор, кинематическая цепь, соединительные звенья, топологическая модель

Подготовка пилотов на авиатренажёре является важной составляющей в деле обеспечения их безопасной эксплуатации. Высокая эффективность авиатренажеров обусловлена их возможностью передавать динамические нагрузки и обеспечивать подготовку пилотов для действий в нестандартных ситуациях. В настоящее время начали применяться авиатренажёры, построенные на базе манипуляционных механизмов с параллельной кинематической структурой, например, платформ STEWART [1]. Они представляют собой динамические системы, имеют шесть степеней подвижности и способны создавать управляемые движения механического объекта. Вместе с компьютерной системой управления платформа STEWART образует манипуляционный авиатренажёр. Система управления движением такого робота включает в себя центральное устройство компьютерного управления и комплекс исполнительных цифровых следящих приводов степеней подвижности с необходимым набором датчиков сигналов обратных связей. Высокая точность и согласованность движений по всем степеням подвижности авиатренажёра достигается благодаря построению робота как мехатронной системы.

Подвижные платформы получили широкое применение в тренажерных комплексах как средство дополненной реальности. Помимо визуальной информации от происходящего, участник получает физические ощущения перегрузок, схожие с аналогичными в реальности. Будучи расположенным внутри тренажера, человек ощущает воздействия, создаваемые отклонениями верхней площадки платформы и отождествляет их с виртуальной действительностью [2].

Основой создания иллюзий любого перемещения в тренажерах является инерция пилота относительно кресла самолета, а если иначе, различие сил инерции, действующих на участника, его средство передвижения.

В результате контролируемого компьютером изменения длины штоков цилиндров верхняя платформа создает соответствующие ускорения, передаваемые на кресло пилота. В большинстве

случаев, как и при полете в настоящем самолете, этих перемещений вполне достаточно для относительно правдоподобного ощущения незначительных перегрузок. При этом никакие наземные технические решения не позволяют передать невесомость продолжительностью более долей секунд. Как правило, используется некоторая обманная технология, позволяющая сделать похожими физические ощущения. Вероятно, что после прорыва в области преодоления гравитации и управления оной такое станет возможным.

Подвижная платформа создает ускорения ровно во временной промежуток, когда цилиндр изменяет свою длину. Для создания продолжительных эффектов применяется длительное отклонение платформы, принимаемое вестибулярным аппаратом человека за фактическую перегрузку, хотя на самом деле участник просто не совсем ровно сидит в кресле [3, 4].

Рассмотрение вопросов построения и управления движением авиатренажёра на основе манипулятора с параллельной кинематической структурой неотделимо от рассмотрения вопросов, касающихся приводов степеней подвижности робота. Именно комплекс приводов совместно с системой компьютерного управления движением механизма формирует тренажер как динамическую систему, обладающую признаками и свойствами мехатронной системы. В таких авиатренажерах могут использоваться приводы различных типов: электрические, гидравлические и пневматические. Гидравлические приводы дороги, и их целесообразно применять в тяжелонагруженных роботах большой грузоподъемности. Электрические приводы обладают высокой точностью и быстрым действием. Но они ведут себя излишне «жестко» и не всегда подходят для тренажеров вождения. Перспективным для авиатренажеров является использование пневматических приводов для управления степенями подвижности роботов – тренажеров на основе платформы STEWART. Пневматические следящие приводы обладают высокой плавностью хода, и это свойство положительно влияет на передачу ощущения движения в

авиатренажерах.

Однако в подвижной платформе STEWART изменяемые координаты связаны между собой так, что перемещение в любом приводе требует одновременного, согласованного перемещения в других приводах, соединяющих платформы. Для манипуляторов таких роботов платформенного типа не существует в явном виде решения прямой задачи кинематики. В связи с этими возникают проблемы при создании систем управления, а также при эксплуатации, т.к. отказ одного привода ведет к отказу работоспособности всего робота.

В целях улучшения функциональных возможностей параллельных манипуляторов платформенного типа предлагается платформенный робот SHOLKOR, имеющий ряд преимуществ, по сравнению с платформой STEWART. На рисунке 1, а предлагается платформа SHOLKOR [5] для авиатренажера с моделью, представленной на рисунке 1, б.

Механическая часть конструкции платформенного робота представляет шестиподвижный параллельный манипулятор SHOLKOR с топологией структуры, представленной на рисунке 2. Здесь показана нижняя платформа 1 и верхняя платформа 2, соединенные звеньями (СЗ) 3-8, имеющими возможности изменять свои длины. При этом соединительные звенья образуют с платформами в узлах: А1, А2 – двухзвенные сферические соединения; в узлах В1, В2 – трехзвенные сферические соединения; в узлах С1, С2 – четырехзвенные сферические соединения. Далее отметим особенности параллельного манипулятора SHOLKOR, которые определяют важные функциональные возможности нового платформенного робота и являются основанием для выбора этого робота в качестве активной управляемой опоры.

Во-первых, можно изменять с помощью

управляемых приводов длину любого из шести СЗ независимо от других. При этом, в зависимости от длины СЗ, подвижная платформа занимает строго определенное положение по отношению к неподвижной платформе.

Во-вторых, изменяя с помощью управляемых приводов заданным образом длины определенной совокупности СЗ одновременно или в произвольной последовательности, можно получить любое требуемое пространственное положение подвижной платформы. Следует отметить, что область возможных положений подвижной платформы ограничивается предельными (максимальными, минимальными) длинами СЗ или предельными углами поворотов звеньев в сферических соединениях.

В-третьих, топология структуры нового платформенного манипулятора, на базе которого создан платформенный робот, обеспечивает возможность пространственного движения любой платформы робота как ведущего звена. Из решения прямой задачи кинематики [6] следует, что можно получить пространственные движения верхней платформы относительно нижней двумя способами: 1 способ (по Эйлеру) – путем перемещения в пространстве заданной точки – узла С2 изменением длин СЗ – 3, 6, 7, затем, выполняя сферическое вращение относительно узла С2, изменением длин трех СЗ – 4, 5, 8. Так как каждому положению подвижной платформы соответствуют вполне определенные длины соединительных звеньев, то обратно представляется возможным перемещать платформу как ведущее звено, при этом в зависимости от положения подвижной платформы длины СЗ как ведомых звеньев будут однозначно изменяться. Аналогично можно перемещать нижнюю платформу относительно верхней, при этом будет изменяться другая

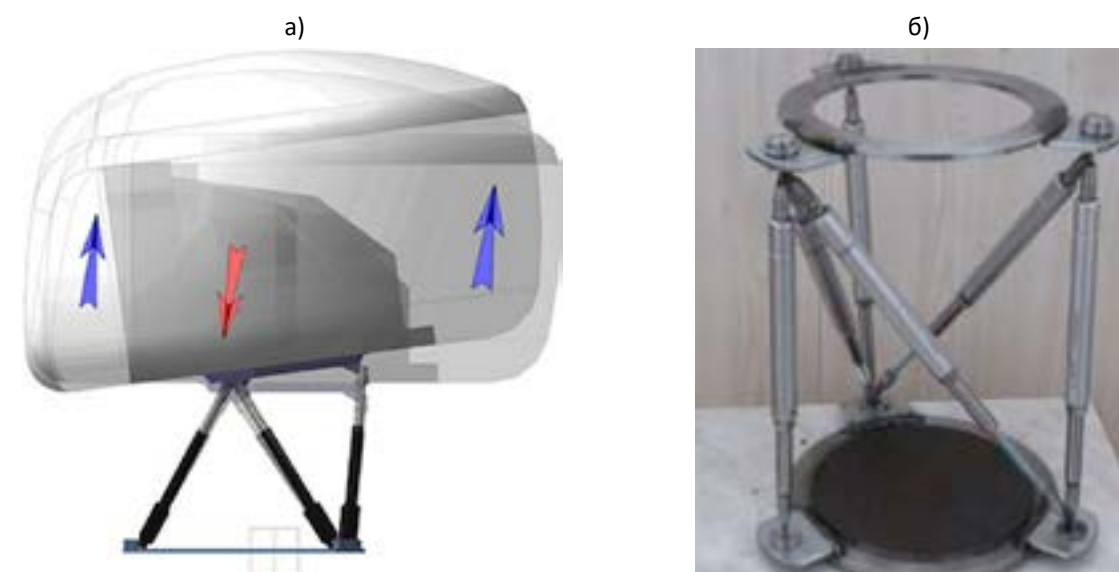


Рисунок 1 – Авиатренажер с платформой SHOLKOR

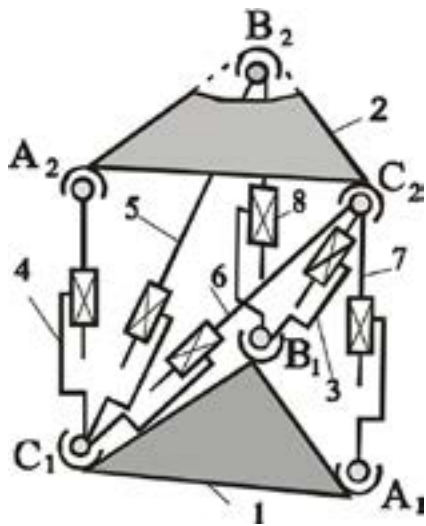


Рисунок 2 – Схема строения параллельного манипулятора SHOLKOR

совокупность С3. Перечисленными выше возможностями не обладает ни одна из известных платформ STEWART [7]. Именно благодаря этим

функциональным возможностям рассматриваемый платформенный робот может быть использован в качестве активной управляемой опоры, в которой нижняя платформа как ведущее звено под действием источника механических воздействий может совершать пространственные движения относительно верхней платформы, связанной с защищаемым объектом.

Выводы

В работе предложено использовать в качестве платформы авиатренажера параллельный манипулятор SHOLKOR. Показаны особенности и преимущества этого манипулятора по сравнению с платформой STEWART. В результате параллельный манипулятор SHOLKOR дает возможность целенаправленного управления движением верхней платформы, что следует из топологической модели. Платформа STEWART не может обеспечить такие известные движения, как пространственное позиционирование одной точки подвижной платформы и сферическое движение платформы или вращение платформы вокруг некоторой оси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принципы создания сквозных управляемых динамических систем применительно к авиационным тренажерам / Н.К. Юрков, А.М. Данилов, Э.В. Лапшин, И.А. Гарькина // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 2. – С. 53-55.
2. Авиационные тренажеры модульной архитектуры: моногр. / Э.В. Лапшин, А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Б.В. Ключев, Н.К. Юрков. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2007. – 148 с.
3. Юрков Н.К. Состояние и перспективы развития авиационного тренажеростроения / Н.К. Юрков, Э.В. Лапшин // Информационные технологии в образовании, науке и производстве: Сб. тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (Серпухов, 30 июня – 4 июля 2008 г.). – Серпухов, 2008. – С. 554-565.
4. Лысенко А.В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС / А.В. Лысенко, Г.В. Таньков, Д.А. Рындин // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2013. – Т. 2. – С. 155-158.
5. Sholanov K. Platformrobot manipulator. WO/2015/016692. 05.02.2015.
6. Шоланов К.С. Синтез схемы строения и решение задачи позиционирования параллельного манипулятора платформенного типа // Мехатроника, автоматизация и управление. – 2014. – № 11. – С. 44-50.
7. Шоланов К.С. Комбинированная система сейсмозащиты (варианты).WO2015/099519A1, 02.07.2015/

REFERENCES

1. Printsipy sozdaniya skvoznykh upravlyayemykh dinamicheskikh sistem primenitel'no k aviatsionnym trenazheram / N.K. Yurkov, A.M. Danilov, E.V. Lapshin, I.A. Gar'kina // Informatsionnyye tekhnologii v proyektirovanii i proizvodstve. – 2009. – № 2. – С. 53-55.
2. Aviatsionnyye trenazhery modul'noy arkhitektury: monogr. / E.V. Lapshin, A.M. Danilov, I.A. Gar'kina, B.V. Klyuyev, N.K. Yurkov. – Penza: Informatsionno-izdatel'skiy tsentr PGU, 2007. – 148 s.
3. Yurkov N.K. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya aviatsionnogo trenazherostroyeniya / N.K. Yurkov, E.V. Lapshin // Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii, nauke i proizvodstve: Sb. tr. 2-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Serpukhov, 30 iyunya – 4 iyulya 2008 g.). – Serpukhov, 2008. – С. 554-565.
4. Lysenko A.V. Analiz osobennostey primeneniya sovremennykh aktivnykh sistem vibrozashchity dlya nestatsionarnykh RES / A.V. Lysenko, G.V. Tan'kov, D.A. Ryndin // Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo». 2013. – Т. 2. – С. 155-158.
5. Sholanov K. Platformrobot manipulator. WO/2015/016692. 05.02.2015.
6. Sholanov K.S. Sintez skhemy stroyeniya i resheniye zadachi pozitsionirovaniya parallel'nogo manipulyatora platformennogo tipa // Mekhatronika, avtomatizatsiya i upravleniye. – 2014. – № 11. – С. 44-50.
7. Sholanov K.S. Combined earthquake protection system (variants). WO2015/099519A1, 02.07.2015/

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_138
УДК 621.384.658

***Н.Ю. ТАРАН, магистрант,**
В.В. КАВЕРИН, к.т.н., доцент,
Г.А. ЭМ, магистр, ст. преподаватель,
М.Ж. КАРИБАЕВА, магистрант,
А.Ю. ТАРАН, магистрант,
Карагандинский технический университет, кафедра АПП
**автор-корреспондент*

Экспериментальные исследования резонансного трансформатора

Ключевые слова: резонанс, резонансный трансформатор, частота резонанса, высокое напряжение, высокочастотное напряжение, индуктивный резонатор, однооблабочный конденсатор, силовой транзистор, одновибратор, быстрое преобразование Фурье

Введение

Резонансный трансформатор нашел применение в электроэнергетике, промышленности, научно-исследовательской и медицинской аппаратуре.

Область применения резонансного трансформатора (РТ): в промышленности – электростатические фильтры, сепараторы, окрашивание, электрогидравлическая штамповка, очистка воды, электроэрозионная и электроимпульсная обработка материалов (10÷100 кВ); в научно-исследовательских целях – исследование плазменных каналов, изоляционных свойств диэлектриков, поверхностных разрядов изоляционных материалов и электрических разрядов в газовых средах; в медицине – оборудование для физиотерапии (дарсонвализация, ультратонотерапия, диатермия), индуктотермии и волновой терапии (ультравысокочастотная терапия) [1].

В настоящее время существующие системы управления РТ основаны на электродуговых прерывателях, которые работают неустойчиво, нагреваются, имеют сложность в настройке и низкий коэффициент полезного действия [2]. Организация автоколебательного режима работы системы возбуждения РТ с использованием блокинг-генераторной схемы, требует наличия гальванически развязанного канала положительной обратной связи [3]. С появлением современной полупроводниковой силовой высокочастотной коммутационной техники высокочастотных устройств управления силовыми транзисторами в интегральном исполнении появилась возможность построения высокостабильных автогенераторных систем, обеспечивающих работу с высоким коэффициентом полезного действия, в широком диапазоне температур окружающей среды, с возможностью управлять режимами работы резонансным трансформатором, что дает повышение надёжности и температурной стабилизации режимов работы РТ.

Экспериментальные исследования резонансного трансформатора

Важным вопросом обеспечения высокой надёжности и стабильности работы резонансного трансформатора является исследование характеристик информационного канала положительной обратной связи, который должен иметь в соответствии с требованиями техники безопасности гальваническую развязку с силовыми высоковольтными цепями [4]. В процессе экспериментальных исследований установлено, что РТ генерирует сигнал, содержащий различные гармоники. В связи с этим актуальными представляются экспериментальные исследования спектральных характеристик сигнала с выхода информационного канала для обеспечения надёжной работы системы управления РТ на соответствующей частоте. На частотные характеристики РТ существенное влияние оказывает величина ёмкости однооблабочного конденсатора С1, электрически подключённого к высоковольтному выводу индуктивного резонатора.

Целью экспериментальных исследований является определение частотных характеристик сигнала в информационном канале обратной связи РТ для различных значений электрической ёмкости конденсатора С1.

Для проведения экспериментальных исследований на кафедре АПП КарГТУ разработан и изготовлен испытательный стенд в соответствии со структурной схемой, представленной на рисунке 1.

Силовая цепь коммутации тока индуктора W2 состоит: из силового транзистора VT1; диода VD1, который закрывается в момент времени смены полярности ЭДС W2, тем самым снижая ток потребления силовой цепью от источника электропитания U1; конденсаторов C2 и C3, шунтирующих цепь питания для высокочастотных гармоник, возникающих при коммутации транзистора VT1; конденсатора C4, сглаживающего низкоча-

стотные пульсации блока питания.

Управление силовым транзистором осуществлялось посредством драйвера интегрального исполнения А4, на вход которого подавался импульсный сигнал, регулируемый по длительности посредством управляемого одновибратора А3. На вход одновибратора с генератора А2 поступал регулируемый по частоте сигнал прямоугольной формы, частота которого контролировалась частотомером А1.

В процессе экспериментальных исследований регистрировались сигнал с обмотки обратной связи W3, нагрузкой которой является резистор R2 и сигнал с токового шунта R1 в цепи заземления индуктивного резонатора W1 посредством двухканального цифрового осциллографа А5 (рисунок 1). Сигнал с токового шунта R1 с высокой точностью отражает напряжённость магнитной составляющей поля в крайних витках заземлённого конца индуктивного резонатора. При разработке автогенераторной системы возбуждения РТ

очень важно синхронизировать токовый импульс в обмотке W2 с электромагнитными процессами, протекающими в индуктивном резонаторе. В связи с этим в процессе исследования фазовых характеристик сигнала обратной связи на зажимах обмотки W3, в качестве исходного сигнала используется сигнал с токового шунта R1.

Конструктивные и электротехнические характеристики резонансного трансформатора представлены в таблице 1.

Конструктивно РТ (Т1) состоит из трёх катушек: индуктивный резонатор W1, представляющий собой однослойную катушку, намотанную на полистирольном каркасе диаметром 50 мм; индуктор W2, представляющий собой однослойную катушку диаметром 100 мм, которая размещена в центральной части индуктивного резонатора; катушка обратной связи W3, размещаемая в заземлённой части индуктивного резонатора.

Параметры резистора нагрузки R2 и токового шунта R1 представлены в таблице 2.

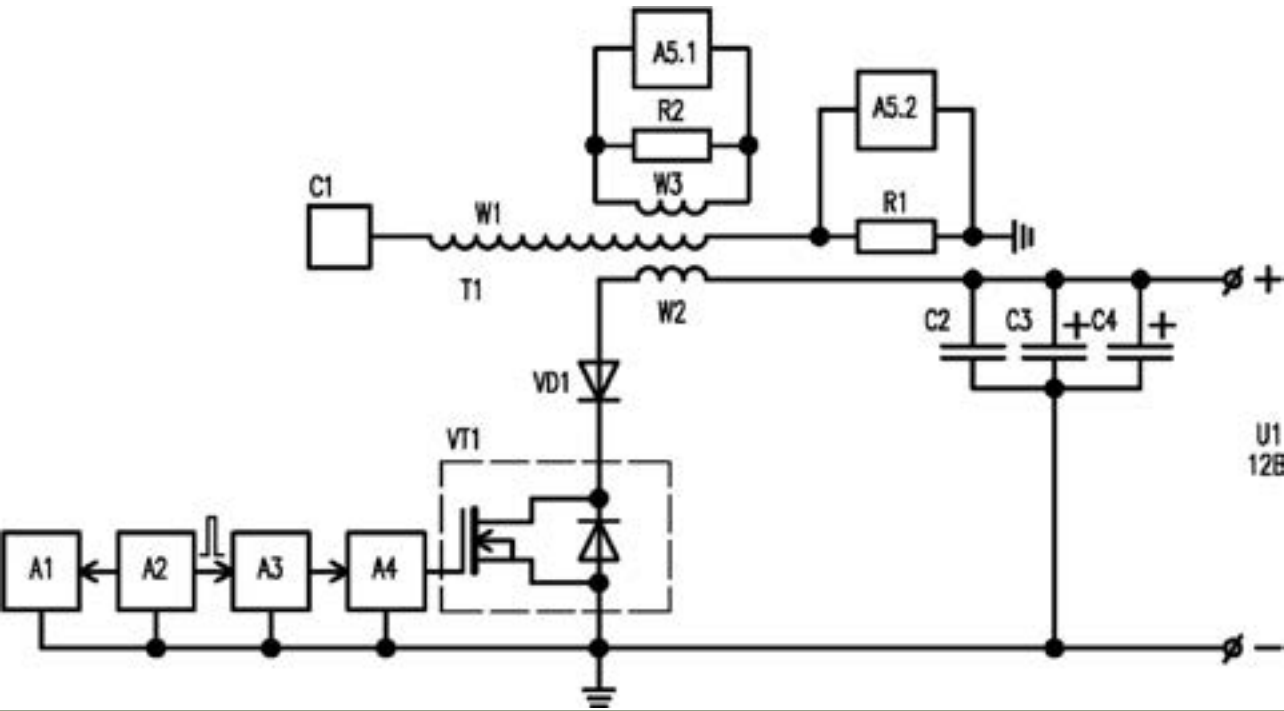


Рисунок 1 – Принципиальная схема лабораторного стенда для экспериментальных исследований резонансного трансформатора

Таблица 1 – Конструктивные и электротехнические характеристики резонансного трансформатора

Элементы РТ	Число витков	Размеры сечения провода, мм	Активное сопротивление, Ом	Индуктивность, мГн
Индуктор (выполнен проводом прямоугольного сечения)	4	3х1,5	0,007	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Индуктивный резонатор	384	0,28	77,7	13,14
Катушка обратной связи	3	0,28	0,06	$1,5 \cdot 10^{-3}$

Таблица 2 – Параметры токового шунта R1 и резистора нагрузки R2		
Наименование	Сопротивление, Ом	Мощность, Вт
Шунт R1	1	16
Резистор R2	16	2

Емкость конденсатора C1 (рисунок 1), состоящего из одной медной пластины определялась расчетным путем по формуле [5].

$$C = 8 * \epsilon_0 * \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (1)$$

где ϵ_0 – диэлектрическая постоянная, равная $8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м;
 S – площадь обкладки, м².

В процессе экспериментальных исследований определена степень влияния величины ёмкости однообкладочного конденсатора на спектральные характеристики информационного сигнала на за-

жимах катушки W3.

Технические характеристики конденсатора C1 представлены в таблице 3.

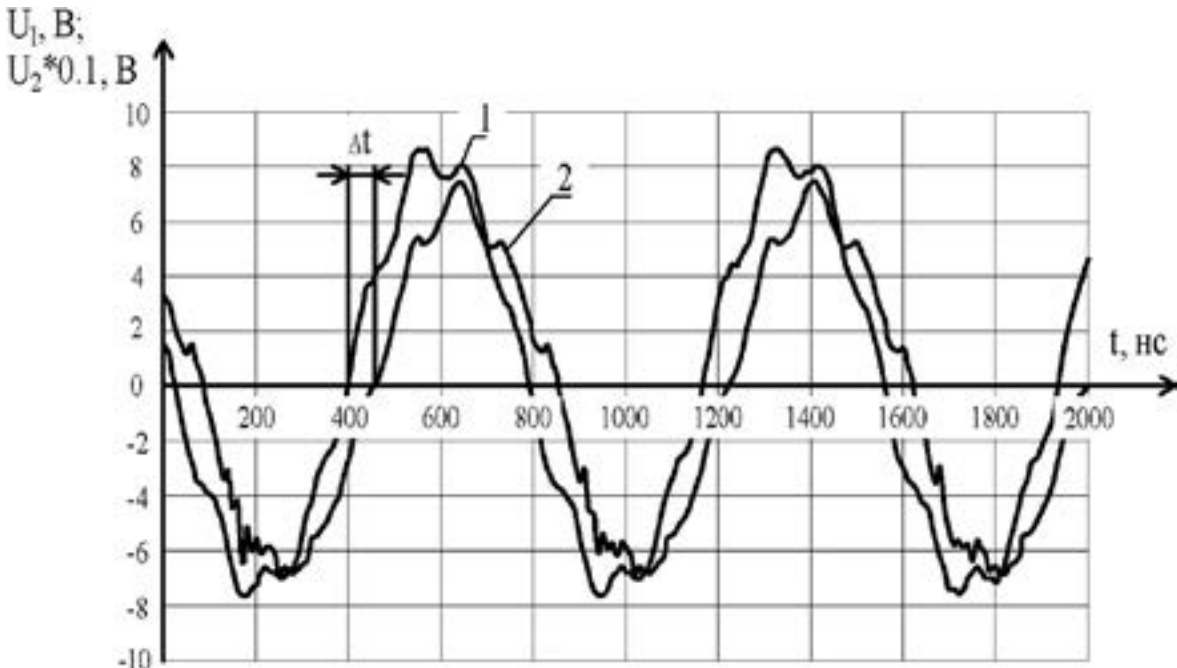
Соблюдение техники безопасности гальванической развязки информационного канала обратной связи от силовых высоковольтных цепей обеспечиваются путем расположения обмотки обратной связи W3 в заземляющей части резонансного трансформатора. Одним из способов изменения частоты основной гармоники резонансного трансформатора является изменение электрической емкости однообкладочного конденсатора C1 в высоковольтной части индуктивного резонатора W1 резонансного трансформатора (рисунок 1).

Результаты экспериментальных исследований РТ

Осциллограмма сигналов с обмотки обратной связи W3 и с резистивного шунта R1 в функции времени для конденсатора C1, емкостью равной 2,97 пФ (рисунок 1), представлена на рисунке 2.

Таблица 3 – Технические характеристики конденсатора C1

№ эксперимента	Геометрические размеры конденсатора, мм	Площадь поверхности конденсатора $S \times 10^{-4}$, м ²	Рассчитанная емкость $C \times 10^{-12}$, Ф
1	80×70	55,5	2,97
2	85×115	96,625	3,93
3	130×155	199	5,64



1 – сигнал на зажимах обмотки W3; 2 – сигнал с токового шунта R1;
 $\Delta\phi$ – фазовый сдвиг сигнала на зажимах W3 относительно сигнала с токового шунта R1

Рисунок 2 – Осциллограмма сигнала в функции времени, для конденсатора C1 емкостью, равной 2,97 пФ

Аналогичные осциллограммы получены ещё для двух значений ёмкости C1 (таблица 3). Наличие индуктивной составляющей в обмотке W3 предполагает фазовое запаздывание сигнала на его зажимах. В процессе осциллографирования сигналов определялась величина фазовой задержки для каждого значения ёмкости однообкладочного конденсатора C1. Результаты этого этапа экспериментальных исследований представлены в таблице 4.

Для величины ёмкости конденсатора C1 менее 3,93 пФ фазовый сдвиг в ходе эксперимента не изменялся и определялся в основном техническими характеристиками катушки обратной связи W3

В процессе экспериментальных исследований установлено, что гармонический сигнал на зажимах катушки обратной связи W3 содержит составляющие более высоких гармоник, которые могут оказать негативное влияние на работу автогенераторной системы возбуждения РТ. В связи с этим были получены спектрограммы сигналов обратной связи для различных значений ёмкости C1.

Графическая форма спектральных характеристик представлена на рисунке 3.

В первом секторе спектрограммы (рисунок 3) представлены частотные характеристики основной гармоники резонансного трансформатора для трех значений емкости конденсатора C1 (рисунок 1), соответствующих порядковому номе-

ру эксперимента (таблица 4). Во втором секторе спектрограммы (рисунок 3) представлены частотные характеристики высших гармоник для трёх различных значений емкости конденсатора C1, соответствующих порядковому номеру эксперимента (таблица 4). $U_{f1,2}$ является шестой гармоникой от основной гармоники $U_{f1,1}$, $U_{f2,2}$ является шестой гармоникой от основной гармоники $U_{f2,1}$, $U_{f3,2}$ является седьмой гармоникой от основной гармоники $U_{f3,1}$ резонансного трансформатора.

Спектральные характеристики показывают, что для конденсатора C1 (рисунок 1) емкостью равной 2,97 пФ, для частоты 1,301 МГц, что соответствует первой гармонике, наблюдается максимальное значение амплитуды напряжения на резисторе R2 – 7,0 В (рисунок 1), при частоте 9,1 МГц, что соответствует 7-й гармонике, наблюдается наличие высокочастотной составляющей напряжения амплитудой 0,8 В. Для конденсатора C1 (рисунок 1) емкостью равной 3,93 пФ, при частоте 1,255 МГц, что соответствует первой гармонике, наблюдается максимальное значение значения амплитуды напряжения на резисторе R2 – 6,1 В (рисунок 1); при частоте 7,55 МГц, что соответствует 6-й гармонике, наблюдается наличие высокочастотной составляющей напряжения амплитудой 0,1 В. Для конденсатора C1 (рисунок 1) емкостью равной 5,64 пФ при частоте 1,164 МГц, что соответствует первой гармонике, наблюдается

максимальное значение амплитуды напряжения на резисторе R2 – 6,0 В (рисунок 1); при частоте 7,0 МГц, что соответствует 6-й гармонике, наблюдается наличие высокочастотной составляющей напряжения амплитудой 0,8 В.

Все полученные значения частот и амплитуд сигнала в информационном канале обратной связи при изменении емкости конденсатора C1 (рисунок 1) представлены в таблице 5.

При ёмкости конденсатора C1 менее 3,93 пФ максимальную амплитуду имеет 7-я гармоника. С увеличением ёмкости конденсатора C1 амплитуда 7 гармоники становится меньше амплитуды 6 гармоники.

Наличие высших гармоник в сигнале обратной связи приводит к неустойчивой работе автоколебательной системы возбуждения РТ. С целью повышения надёжности работы системы возбуждения, необходимо уменьшить амплитуду высших гармоник в сигнале обратной связи. Одним из вариантов схмотехнического решения снижения амплитуды является установка в канале

обратной связи фильтра нижних частот.

Таким образом, в ходе подготовки к экспериментальным исследованиям была разработана принципиальная схема и изготовлен лабораторный стенд для экспериментальных исследований сигнала на выходе информационного канала положительной обратной связи.

В результате экспериментальных исследований:

- получены спектральные и частотные характеристики;
- определено влияние величины ёмкости в высоковольтной части индуктивного резонатора на спектральные и фазовые характеристики сигнала обратной связи;
- предложено с целью обеспечения устойчивой работы автогенераторной системы управления резонансным трансформатором в канале положительной обратной связи минимизировать влияние шестой (седьмой) гармоники на работу системы управления путём установки в цепи обратной связи фильтра нижних частот.

Таблица 5 – Результаты экспериментальных исследований

Ёмкость конденсатора C1*10 ⁻¹² , Ф	2,97	3,93	5,64
Частота f _{cl,1} , МГц	1,301	1,255	1,164
Амплитуда сигнала основной гармоники, В	7,0	6,1	6,0
Частота f _{cl,2} , МГц	9,1 (7-я гармоника)	7,55 (6-я гармоника)	7,0 (6-я гармоника)
Амплитуда сигнала шестой и седьмой гармоник, В	0,8	0,1	0,8
Фазовое запаздывание сигнала Δt, нс	60	60	100

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техника высоких напряжений / Важов В.Ф., Кузнецов Ю.И., Куртенов Г.Е. и др.; Томский политехнический университет. – Томск: ТПУ, 2010. – 208 с.
2. Бушков П.Е., Ёч Э.И. Трансформатор Тесла / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2016. – С. 484-485.
3. Бобров И.И. Электронные генераторы. Фильтры. Пермский государственный технический университет. – Пермь: ПГТУ, 2008. – 218 с.
4. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей Республики Казахстан. – Алматы, 2012. – 229 с.
5. Пейсахович Ю.Г. Классическая электродинамика / Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 649 с.

REFERENCES

1. Tekhnika vysokikh napryazheniy / Vazhov V.F., Kuznetsov YU.I., Kurtenkov G.Ye. i dr .; Tomskiy politekhnicheskii universitet. - Tomsk: TPU, 2010. - 208 s.
2. Bushkov P.Ye., Yoch E.I. Transformator Tesla / Belorusskiy natsional'nyy tekhnicheskii universitet. - Minsk, 2016. - S. 484-485.
3. Bobrov I.I. Elektronnyye generatory. Fil'try. Permskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. - Perm': PGU, 2008. - 218 s.
4. Pravila tekhniki bezopasnosti pri ekspluatatsii elektroustanovok potrebiteley Respubliki Kazakhstan. - Almaty, 2012. - 229 s.
5. Peysakhovich YU.G. Klassicheskaya elektrodinamika Novosibirskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. - Novosibirsk: NGTU, 2017. - 649 s..

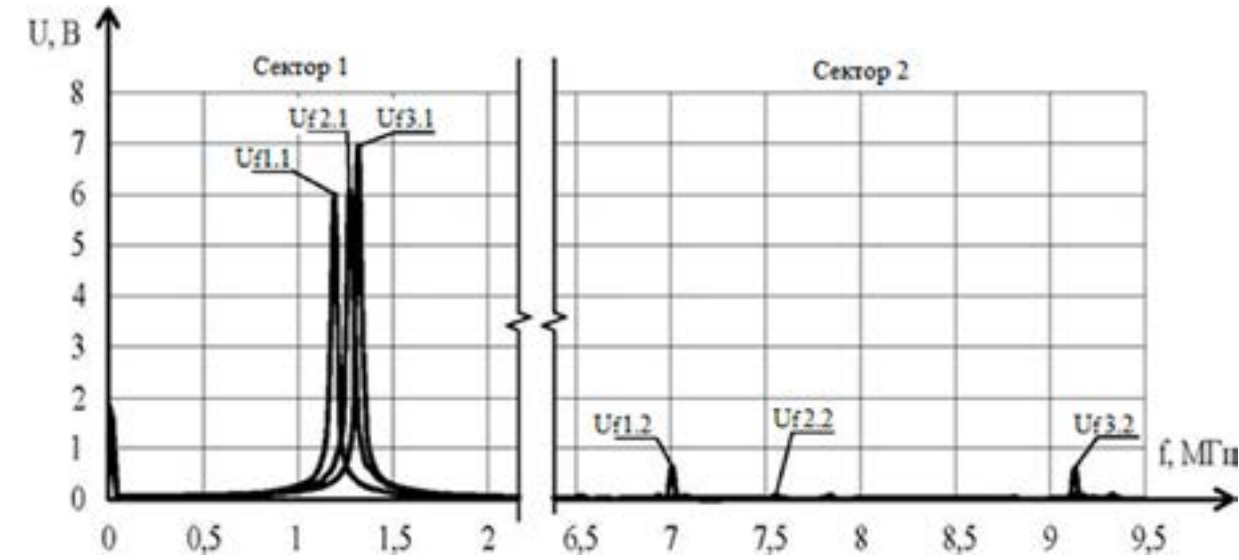


Рисунок 3 – Спектральные характеристики сигнала обратной связи

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_143
УДК 004.942

В.М. ЗАВЬЯЛОВ¹, д.т.н., доцент, зав. кафедрой,
***Л.Г. ШПАКОВА²**, докторант,
М.А. ШПАКОВ³, ведущий инженер-программист,
¹Севастопольский государственный университет, кафедра
«Электроэнергетические системы атомных станций»,
²Карагандинский технический университет, кафедра АПП,
³ТОО «ХНЕТ»
*автор-корреспондент

Параметрическая оптимизация автоматизированного электропривода звена робота-манипулятора

Ключевые слова: параметрическая оптимизация, система управления, робот-манипулятор, статистический анализ

В [1] рассматриваются задачи управления комплексом гибкого автоматизированного производства с роботизированными технологическими линиями по критерию электропотребления в динамических режимах работы электроприводов роботов-манипуляторов (РМ). Там же показаны зависимости электропотребления от квадратов отклонений (от заданных и эталонных значений) временных координат электроприводов за время переходных процессов. Решение задач минимизации электропотребления электроприводов, приводящих в действие звенья роботов-манипуляторов, оснащенных системами автоматического позиционирования рабочих органов, осложнены наличием запаздываний, нелинейностей, вариацией параметров элементов РМ, наличием различных стохастических возмущений. Объектом анализа (ОА) является звено робота-манипулятора, имеющего трехмассовую расчетную электромеханическую схему, электропривод постоянного тока и систему подчиненного регулирования. Критерием качества технологического процесса (например, перемещения рабочего ор-

гана звена РМ по координатам точечной сварки) являются прямые оценки качества и интегральные, определяющие быстродействие системы и, как следствие, косвенно влияющие на электропотребление. Необходимо определить структуры и параметры САР, обеспечивающие минимизацию критериев качества и разработать методики физического и виртуального параметрирования ОА при вариации параметров САР и технологических полуфабрикатов, на которые воздействуют рабочие органы РМ.

На рисунке 1 приведена функциональная структурная схема САР. Базовые параметры автоматических регуляторов выбраны по известным методикам настройки электроприводов, описанных в трудах Башарина А.В., Чиликина М.Г. и др.

Робот-манипулятор приводится в действие пятью приводами: DCX 26L для вращения кисти и кисти, DCX32L – наклона локтя, наклона плеча, вращения основания. В статье приведены результаты имитационного моделирования привода манипуляционной системы на DCX32L.

Исследование ОА проводилось по методике

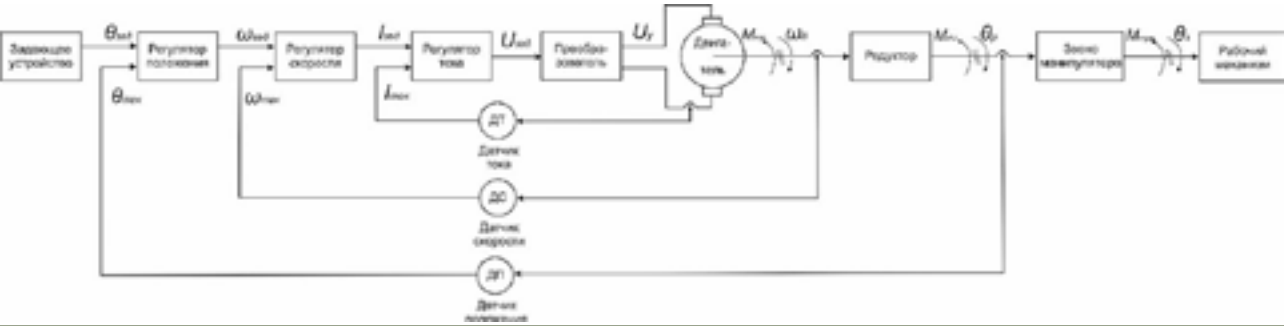


Рисунок 1 – Функциональная структурная схема САР

планирования полных факторных экспериментов и крутому восхождению в направлении антиградиента функции цели (квадратичного критерия качества контура тока САР). Технология и методика параметрической оптимизации представлены в [2, 3].

Технология параметрической оптимизации. Реализация оптимального управления приводами манипуляционных систем заключается в учете условий влияния кинематических свойств объекта управления, с учетом воздействий, обусловленных перемещаемыми объектами, в совокупности с вопросами оптимального управления электроприводами робота-манипулятора. В работе [4] отмечено, что существенные ограничения на величину скоростей и ускорений в различных точках рабочего пространства накладывают нелинейность кинематической схемы, свойственная большинству роботов, и значительный рост динамических ошибок электроприводов координат при повышении скорости движения. Очевидно, что оптимизация работы систем электроприводов робота-манипулятора должна учитывать особенности кинематических и динамических свойств мехатронного объекта, исполнительных устройств и/или перемещаемых грузов и ограничений, определяемых рабочим процессом и окружающей средой [5].

На разных этапах проведения экспериментов рационально использовать различные стратегии, потому как число экспериментов (n), как правило, ограничено. Поэтому идея, сформулированная еще в 60-х годах прошлого века Д.Дж. Уайлдом (Douglass J. Wilde) о том, что объектом оптимизации является не только некоторая оптимальная функция, но и сам способ оптимизации, до сих пор актуальна. При решении задачи поиска оптимальных значений целевых функций САР по контуру тока использовались различные стратегии и методы на каждом из этапов оптимизации: метод последовательного поиска для определения области исследования (области настроечных параметров), определение базовой точки эксперимента

симплекс-методом и выбор оптимальных значений регулятора методом крутого восхождения в направлении антиградиента функции цели.

Определение границ области исследования. Система автоматического регулирования ДПТ по току управляется ПИ-регулятором с проектными параметрами: пропорционального K_p и интегрального T_i , допустимые значения которых и ограничивают область настроечных параметров. В общем случае область исследования должна соответствовать критерию устойчивости системы [6]. На практике же в определении границ исследования этими критериями являются управляемость и наблюдаемость [7].

Первая серия экспериментов направлена на выяснение области проведения последующих экспериментов на основании анализа влияния значений проектных параметров на целевые функции САР. Время моделирования принято за 0.3 секунды, обоснованного требованиями технологического процесса. Выходной координатой системы параметрической оптимизации ДПТ по контуру тока является сила тока якоря двигателя постоянного тока.

В исследуемом случае область настроечных параметров ограничена $K_{pmin}=5$, $K_{pmax}=750$, $T_{imin}=5000$, $T_{imax}=600000$, где параметр с индексом min представляет нижнюю границу настроечного параметра, а max – верхнюю.

Поиск базовой точки эксперимента. Вторая серия экспериментов проводилась методом жесткого симплекса с целью выбора базовой точки для третьей серии экспериментов методом движения в направлении антиградиента функций цели (таблица 1). Применение симплекс-метода обосновано сокращением числа проводимых экспериментов, в условиях определения направления поиска наиболее вероятного улучшения целевой функции.

Согласно таблице 1 наилучшим результатом можно считать 4 эксперимент с параметрами $K_p=441,2$ и $T_i=302345$. Полученная точка послужит центром следующей серии экспериментов

Таблица 1 – Параметрическая оптимизация контура тока САР 1									
п/п	Параметр САР		Оценка качества САР						
	K_p	T_i	$J_2 \cdot 10^{-6}$	t_n, c	$\epsilon_{уст}$	n	Y_{max}, A	$Y_{уст}, A$	$\sigma, \%$
1	36.3	71086	7.835	0.007	0	-	1	1	0
2	171.5	303315	4.498	0.007	0	0,5	1.00335	1	0.335
3	305.4	70889	4.519	0.025	0	-	1	1	0
4	441.2	302345	4.458	0.009	0	0,5	1.0042	1	0.42
5	305.1	535801	4.465	0.008	0	0,5	1.0068	1	0.68
6	547	536598	4.458	0.008	0	0,5	1.00635	1	0.635
7	707.9	304172	4.461	0.01	0	0,5	1.0037	1	0.37
8	573.8	71997	4.49	0.035	0	-	-	1	0

методом градиентного спуска (рисунок 2). Интервал варьирования настроечных параметров примем 0.01 от значения параметра, полученного в предыдущей серии опытов. Тогда $\Delta 1=12,79$ для K_p и $\Delta 2=1191,54$ при которых, как доказано первыми двумя сериями экспериментов, не нарушаются требования к устойчивости системы: $401,2 \leq K_p \leq 481,2$; $262285 \leq T_u \leq 442285$.

Качество работы САР оценивается по интегральной квадратичной оценке $J(t)=\int \epsilon^2(t)dt$, которая представляет численное значение квадрата площади разности графиков выходной координаты и задающего сигнала, что является достаточным для общего представления о степени отклонения выходной координаты от заданной в разрезе исследуемого временного промежутка.

Эксперименты производились в условиях влияния на систему возмущающего воздействия, являющегося суммой детерминированного воздействия $F(t)$ и случайного воздействия $F_{rand}(t)$, реализуемого через блок RandomSours в Simulink:

$$F_{sum}(t)=F(t)+F_{rand}(t).$$
 (1)

Количество проводимых экспериментов определено по формуле: $N=2^n$, где n – количество настраиваемых параметров. В данном эксперименте параметров два, поэтому считается достаточным проведение четырёх экспериментов.

Каждый следующий эксперимент проводился в условиях дополнительного шума F_{rand} , накладываемого на F_{sum} с коэффициентами для каждого следующего эксперимента:

$$\begin{cases} F_{randi+1} = F_{rand} \cdot 1,085^i, \\ EF_{randi+1} = EF_{rand} \cdot 1,005^i, \end{cases}$$
 (2)

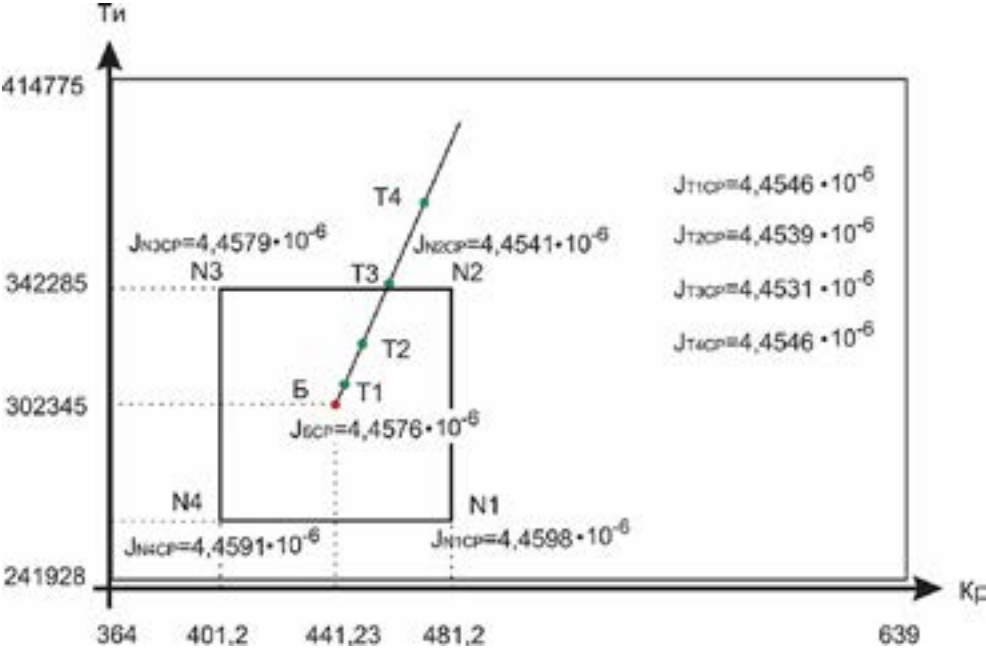


Рисунок 2 – Факторные эксперименты и крутое восхождение в направлении антиградиента функции цели для САР ДПТ с управлением по контуру тока

где EF – динамическая ошибка объекта исследования, $I=0, 1, \dots, n$ – номер опыта.

На подготовительном этапе составлен план полнофакторных экспериментов (таблица 2), содержащий данные о целевых функциях (J), настроечных параметрах ($K_p=441,23$, $T_u=302345$), их значениях и интервалах варьирования ($\Delta 1=39,97$, $\Delta 2=39940$), количестве опытов в строке матрицы планирования ($QN=4$), код уровня переменной настроечных переменных в зависимости от их расположения в области настроечных параметров (Z_{ij}) – «+1» для верхнего уровня, «-1» для нижнего.

Заполнение таблицы позволяет определить направление антиградиента неизвестной функции качества $J(t)=f_1(K_p, T_u)$ по формуле: $J=a_0+a_1 \cdot K_p+a_2 \cdot T_u$. Если перейти к нормализованному масштабу настроечных параметров регулятора, то уравнение примет вид [2, 3]:

$$J=b_0+b_1Z_1+b_2Z_2,$$
 (3)

где Z_1, Z_2 – нормализованные переменные, вычисляемые по соответствующим формулам:

$$Z_1=\frac{K_p-K_{p0}}{K_{p0}}, Z_2=\frac{T_u-T_{u0}}{T_{u0}},$$
 (4)

а коэффициенты b_0 и b_j определяются из уравнений:

$$b_0=\sum_{i=1}^N \frac{J_{icp}}{2^n}, b_j=\sum_{i=1}^N \frac{Z_{ij}J_{icp}}{2^n}.$$
 (5)

Тогда в исследуемом случае: $b_0=J_{cp}=4,4545$, $b_1=-0,0008$, $b_2=-0,0017$, а уравнение регрессии примет вид: $J=4,4577-0,0008 \cdot Z_1-0,0017 \cdot Z_2$.

Уравнение регрессии определяет направление, которое потенциально приводит к минимуму

функции качества, иными словами, представляет траекторию крутого восхождения в направлении антиградиента функции цели.

Численное значение дальнейших шаговых экспериментов определено как:

$$\begin{cases} TK_p = b_1 \cdot T1 \cdot K, \\ TT_u = b_2 \cdot T2 \cdot K, \end{cases}$$
 (6)

где K – коэффициент приращения, $\Delta 1, \Delta 2$ – интервалы варьирования коэффициента передачи K_p и времени интегрирования T_u . Шаговые эксперименты (таблица 3) проводятся до тех пор, пока значение критерия качества не начнет ухудшаться (точка Т4).

Оптимальным значением настроечных параметров для исследуемой САР являются $K_p=459,66$, $T_u=344152$ (Т3 из таблицы 3).

Результаты параметрической оптимизации проверены методами статистического анализа, который состоит из 3 этапов.

1. Вычисление дисперсии среднего значения функции качества по результатам экспериментов (D_k) для строки k :

$$D_{kcp} \hat{G} J_{cp}^2 = \sum_{i=1}^{QN} \frac{(J_i - J_{cpk})^2}{QN - 1}.$$
 (7)

Для серии экспериментов: $D_1=1,2284 \cdot 10^{-18}$, $D_2=3,8432 \cdot 10^{-18}$, $D_3=7,5392 \cdot 10^{-19}$, $D_4=2,3484 \cdot 10^{-18}$.

Максимальное значение (D_2 в представленном случае) используется в последующих этапах оценки адекватности результатов эксперимента. В исследуемом случае: $D_{kcp}=\sum D_i=8,174 \cdot 10^{-18}$.

2. Оценка равномерности экспериментов по критерию Кохрена (G -критерию).

Для определения степени достоверности результатов серий экспериментов применялся G -критерий Кохрена. Значение коэффициента Кохрена вычисляется как частное максимального значения оценки дисперсии (D_{kmax}) и суммы среднеарифметических значений всех полученных дисперсий (D_{kcp}) исследуемого количества экспериментов (QN).

$$G_{кох} = \frac{D_{kmax}}{\sum_{i=1}^{QN} D_{kcp}}.$$
 (8)

В соответствии с формулой (7) и максимального значения дисперсии D_2 , вычисленного по формуле (7): $G_{кох}=0,47$.

Приняв уровень значимости $P=0,05$ при соблюдении условия $G_{кох} < G_{0,95}$, доказывает равнозначность результатов экспериментов, $G_{0,95}$ – табличное критическое значение коэффициента Кохрена для доверительной вероятности $\rho=95\%$, выбранного на основании числа степеней свободы $\nu=QN-1$, по которым определялась дисперсия

Таблица 2 – Матрица планирования экспериментов по оптимальной настройке САР с ПИ-регулятором

План эксперимента			Квадратичная интегральная оценка, J·10 ⁻⁶				
Б	Базовая точка эксперимента		1	2	3	4	J _{БСР}
			4,4525	4,4535	4,4551	4,4570	4,4545
N ₁	Z ₁₁ =+1	Z ₂₁ =-1	5	6	7	8	J _{N1СР}
			4,4577	4,4583	4,4612	4,4622	4,4598
N ₂	Z ₁₂ =+1	Z ₂₂ =+1	9	10	11	12	J _{N2СР}
			4,4517	4,4543	4,4542	4,4562	4,4541
N ₃	Z ₁₃ =-1	Z ₂₃ =+1	13	13	15	16	J _{N3СР}
			4,4543	4,4572	4,4581	4,4618	4,4579
N ₄	Z ₁₄ =-1	Z ₂₄ =-1	17	18	19	20	J _{N4СР}
			4,4584	4,4570	4,4584	4,4627	4,4591

Таблица 3 – Результаты шаговых экспериментов

Точка ПФЭ	K _p	T _и	J·10 ⁻⁶				
			для F _{rand1}	для F _{rand2}	для F _{rand3}	для F _{rand4}	J _{СР}
Б	441,23	302345	4,452477	4,453459	4,45511	4,45704	4,4545
T1	444,301	303913	4,453493	4,454317	4,454621	4,456145	4,4546
T2	450,44	323248	4,451937	4,452835	4,454689	4,456335	4,4539
T3	459,66	344152	4,453752	4,451941	4,452971	4,453791	4,4531
T4	471,94	372023	4,453246	4,45342	4,45544	4,456365	4,4546

D_k , и общим числом суммируемых дисперсий k .

Таким образом, в данной серии экспериментов при $P=0,05$, $\rho=95\%$, $\nu=3$, $k=4$, в соответствии с табличными данными $G_{0,95}=0,6841$, следовательно, условие $G_{\text{кох}} < G_{0,95}$ соблюдено.

3. Линейное приближение исследуемой зависимости считается адекватным, если дисперсионное отношение F исследуемой функции меньше табличного значения критерия Фишера F_T для выбранного уровня значимости ($F < F_T$). Дисперсионное отношение вычисляется по формуле:

$$F = \frac{D_{2\text{ост}}}{D_k}, \tag{9}$$

где $D_{2\text{ост}} = \sum_{i=1}^N \frac{(J_{CPi} - J_P)^2}{QN - (n + 1)}$ – остаточная дисперсия, зависящая от J_P – расчетного значения функции качества в соответствии с линейным приближением и n – количества настроечных параметров регулятора.

Для наглядности расчетов занесем промежуточные решения в таблицу 4.

Вычислим остаточную дисперсию для исследуемой САР по данным из таблицы 4:

$$D_{2\text{ост}} = \sum_{i=1}^N \frac{(J_{CPi} - J_P)^2}{QN - (n + 1)} = 4,93447 \cdot 10^{-17}.$$

Для расчета J_P используются нормализованные значения настроечных параметров с соответствующими знаками по матрице планирования.

Тогда дисперсионное отношение (см. формулу 9): $F = \frac{D_{2\text{ост}}}{D_k} = 6,037$.

Для выбранного уровня значимости $P=0,05$ и степеней свободы $f_1=QN-(n-1)=1$ для $D_{2\text{ост}}$ и $f_2=QN-(n-1)=4$ для D_k табличное значение критерия Фишера $F_T=7,71$. Это значит, что условие ($F < F_T$) соблюдено, что свидетельствует об адекватности исследуемой аппроксимации.

Таблица 4 – Расчетные и полученные значения критерия J в точках экспериментов T_i

	J _{срi}	J _p	(J _{срi} – J _p) ²
T1	4,4546·10 ⁻⁶	4,4577·10 ⁻⁶	9,67625·10 ⁻¹⁸
T2	4,4539·10 ⁻⁶	4,4576·10 ⁻⁶	1,36044·10 ⁻¹⁷
T3	4,4531·10 ⁻⁶	4,4575·10 ⁻⁶	1,89376·10 ⁻¹⁷
T4	4,4546·10 ⁻⁶	4,4573·10 ⁻⁶	7,12643·10 ⁻¹⁸

Закключение

Параметрическая оптимизация как один из этапов автоматизации производственных процессов ставит своей целью поиск значений варьируемых параметров системы, при которых достигаются наиболее оптимальные характеристики целевых функций. В статье доказано, что для САР с ДПТ достаточным условием оценки качеств переходного процесса является условие минимизации значения интегрального квадратичного критерия как универсальной величины, отражающей отклонение выходной величины от заданной. Проведен ряд экспериментов по поиску оптимальных значений параметров ПИ-регулятора для САР ДПТ РМ методами: жесткого симплекса и крутого восхождения в направлении антиградиента интегральной квадратичной функции качества системы J. Статистический анализ полученных экспериментальных данных методами имитационного моделирования в среде MatLAB доказывает равноточность и адекватность полученных результатов по критериям Кохрена и Фишера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фешин Б.Н., Шпакова Л.Г., Тохметова К.М. Алгоритмы энергосбережения в гибких автоматизированных производствах (часть 2) // Труды университета. № 4. 2019. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С. 130-133.
2. Брейдо И.В., Фешин Б.Н. Имитационное моделирование и параметрическая оптимизация автоматизированных электроприводов. Караганда: КарГТУ, 2003. – 182 с.
3. Фешин Б.Н., Шпакова Л.Г., Тохметова К.М. и др. Методика исследование динамических систем. Планирование факторных экспериментов и крутое восхождение к антиградиенту функции цели: Свидетельство интеллектуальной собственности (СИС) – № 9167 от 7 апреля 2020г. // Караганда: Изд-во КарГТУ, 2020. – 31 с.
4. Шаньгин Е.С. Управление роботами и робототехническими системами: Монография. Уфа. 2001. 188 с.
5. Шпакова Л.Г., Экзеков А.Д. Исследование модели оптимального управления электроприводами манипуляционных систем // Материалы IX Международной научно-технической интернет-конференции молодых ученых «Автоматизация, мехатроника, информационные технологии» («АМИТ»). – Омск, 2019. – С. 100-104.
6. Шойко В.П. Автоматическое регулирование в электрических системах. 2-е изд. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 195 с.
7. Фешин Б.Н. Супервизорные многосвязные системы управления электромеханическими комплексами горных предприятий. – Алматы: Гига Трейд, 2011. – 232 с.

REFERENCES

1. Feshin B.N., Shpakova L.G., Tokhmetova K.M. Algoritmy energosberezheniya v gibkikh avtomatizirovannykh proizvodstvakh (chast' 2) // Trudy universiteta. № 4. 2019. Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2019. - S. 130-133.
2. Breydo I.V., Feshin B.N. Imitatsionnoye modelirovaniye i parametricheskaya optimizatsiya avtomatizirovannykh elektroprivodov. Karaganda: KarGTU, 2003. - 182 s.
3. Feshin B.N., Shpakova L.G., Tokhmetova K.M. i dr. Metodika issledovaniye dinamicheskikh sistem. Planirovaniye faktornykh eksperimentov i krutoye voskhozhdeniye k antigradiyentu funktsii tseli: Svidetel'stvo intellektual'noy sobstvennosti (SIS) - № 9167 ot 7 aprelya 2020g. // Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2020. - 31 s.
4. Shan'gin Ye.S. Upravleniye robotami i robototekhnicheskimi sistemami: Monografiya. Ufa. 2001. 188 s.
5. Shpakova L.G., Ekzekov A.D. Issledovaniye modeley optimal'nogo upravleniya elektroprivodami manipulyatsionnykh sistem // Materialy IKH Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy internet-konferentsii molodykh uchenykh «Avtomatizatsiya, mekhatronika, informatsionnyye tekhnologii» («AMIT»). - Omsk, 2019. - S. 100-104.
6. Shoyko V.P. Avtomaticheskoye regulirovaniye v elektricheskikh sistemakh. 2-ye izd. - Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2017. - 195 s.
7. Feshin B.N. Supervizornyye mnogovyaznyye sistemy upravleniya elektromekhanicheskimi kompleksami gornyykh predpriyatiy. - Almaty: Giga Treyd, 2011. - 232 s.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_148
УДК 681.2:581.33-52

***Т.Ю. НИКОНОВА**, к.т.н., и.о. доцента, кафедра ТОМиС,
Г.С. ЖЕТЕСОВА, д.т.н., профессор, первый проректор,
О.М. ЖАРКЕВИЧ, к.т.н., и.о. профессора, кафедра ТОМИС,
А.А. КАЛИНИН, доктор PhD, и.о. зав. кафедрой ИС,
Л.И. ДАЙЧ, ст. преподаватель, кафедра АПП,
М.М. БАЙМУЛЬДИН, докторант, кафедра РМПИ,
Карагандинский технический университет
*автор-корреспондент

Обзор существующих автоматизированных систем для хранения зерна

Ключевые слова: зернохранилище, автоматизированная система, контроль температуры, термоподвеска, элеватор, модуль

С развитием отрасли сельского хозяйства в Казахстане и появлением в ней новейших технологий и механизмов выращивания урожая, его сбора и обработки стало больше возможностей выращивать большее количество зерновых культур. Вместе с этим появилась и проблема хранения зерна, так как не всегда хватает места для его размещения, особенно на продолжительное количество времени, и не везде есть оптимальные условия для того, чтобы сохранить урожай. Поэтому производители, занимающиеся зерновыми культурами, обязаны заранее подумать о строительстве зернохранилища или элеватора.

К зернохранилищам в Казахстане предъявляется много разносторонних требований – технических, технологических, эксплуатационных и экономических. Все они направлены на то, чтобы в зернохранилище можно было обеспечить сохранность зерновых партий с минимальными потерями в массе, без потерь в качестве и с наименьшими издержками при хранении.

Из всех типов зернохранилищ в Казахстане наиболее совершенен элеватор. У элеватора самая высокая производительность и энергооборуженность труда при наименьших издержках по хранению и обработке собранного зерна. Существенными недостатками элеваторов являются их высокая стоимость по сравнению с другими видами зернохранилищ и длительное строительство.

Предприятия сельскохозяйственной направленности, которые профессионально занимаются производством зерновых культур и располагают большим объемом земель под их посевы, могут иметь в своем распоряжении элеваторы и зернохранилища одновременно. Как правило, это элеваторы или зернохранилища базисного типа, объем зерна которого можно вместить в них до 100 тысяч тонн. Современные элеваторы и другие зернохранилища располагают специальным оборудованием для транспортировки, очистки, суш-

ки и сохранности урожая зерновых, это позволяет сохранить урожай в лучшем виде на протяжении длительного времени. Также, зернохранилища в Казахстане оборудованы измерителями влажности зерна и системами контроля микроклимата, благодаря этому за процессом хранения зерна стало возможным проследить, зафиксировать, что изменилось во внутренней среде зернохранилища и устранить все возможные отклонения от норм.

К зернохранилищам предъявляют ряд специальных требований как при проектировании, так и при постройке, направленных в первую очередь на сохранность урожая. В обязательном порядке предусматривают активную вентиляцию. Качество контролируют на всех этапах: от сбора до отправки к потребителю. Зерно после уборки очищают и сушат, чтобы дольше сберечь его. Оптимальная влажность в помещении составляет 10-12%, максимальная температура для длительного хранения составляет +10...+12°C. При соблюдении этих норм урожай практически не потеряет в весе и будет оставаться пригодным для переработки на протяжении нескольких лет.

Рассмотрим ряд реализованных проектов предприятий в странах СНГ по автоматизации процесса хранения зерна. Общая технологическая задача к хранению зерна в элеваторах сводится к следующему. В соответствии с технологией хранения зернопродуктов необходимо контролировать температуру зерновой насыпи для того, чтобы предотвратить ухудшение качества и потери зерна в результате самосогревания. Технолог, зная начальные значения температуры в различных слоях зерновой насыпи при закладке на хранение, анализирует её изменения во времени и в случае превышения допустимого значения осуществляет технологические операции по искусственному охлаждению посредством активного вентилирования или перемещения зерна из одного силоса

в другой. Учитывая, что данные операции оказывают на качество продукта отрицательное воздействие, их проведение должно осуществляться на основе достоверной информации о температурном состоянии зерновой насыпи. Для того чтобы своевременно выявлять возникновение очагов с повышенной температурой в зерновой насыпи, средства, применяемые для контроля температуры, должны обладать высокой чувствительностью и малой погрешностью измерения (не более $\pm 1^\circ\text{C}$) [1].

До сих пор на многих элеваторах установлены системы дистанционного контроля ДКТЭ-4М, ДКТЭ-4МГ и системы дистанционно-автоматического контроля с машинами МАРС-1500 и М-5. Основными общими элементами этих систем контроля температуры служат термоподвески, установленные в силосах элеватора. Термоподвеска состоит из медных терморезисторов, число которых обычно 5-6. Минимальная абсолютная погрешность измерения температуры зерна в таких системах составляет $\pm 2^\circ\text{C}$. Очевидно, что данные характеристики не соответствуют современным высокоточным требованиям. Кроме того, все эти системы устанавливались 20 лет назад, поэтому кабельные линии и само оборудование в большинстве случаев находятся в неудовлетворительном состоянии. Многие элеваторы сейчас должны начинать замену устаревшего парка термоподвесок.

В настоящее время начали выпускаться системы автоматизированного контроля температуры на базе цифровых датчиков. В качестве примера рассмотрим разработанную сотрудниками ООО «Предприятие КОНТАКТ-1» (г. Рязань, Россия) систему автоматизированного контроля температуры АСКТ-01 [2].

Автоматизированная система контроля температуры АСКТ-01 предназначена для измерения температуры зерна в силосах по всей высоте силоса и подачи аварийно-предупредительной сигнализации в случае превышения температурой зерна установленного предельного значения. Структурные схемы системы приведены на рисунке 1.

Для измерения температуры используются современные цифровые термоподвески ТУР-01, которые нечувствительны к помехам, плохим контактам, не требуют компенсации сопротивления проводов и калибровки.

К достоинствам цифровых термоподвесок: прогнозирование самосогревания продукта; полная автоматизация; высокая надежность; стабильность и точность измерений.

Цифровая термоподвеска ТУР-01 предназначена для непрерывного измерения температуры и уровня сыпучих сред в элеваторах, а также напольных зернохранилищах. Прибор может устанавливаться взамен существующих термоподвесок УДКТЭ, ДКТЭ-4МГ, М-5, МАРС-1500, ТП-015, а также для установки на вновь построенные элеваторы и прочие технологические емкости в составе систем автоматизированного управления (АСУ).

Термоподвеска ТУР-01 (ТУР-01.60...ТУР-01.89) одновременно с измерением температуры продукта выполняет функции уровнемера – измеряет текущий уровень сыпучей среды.

Система АСКТ-01 в общем случае состоит из двух основных частей:

1) Термоподвеска ТУР-01 (термоподвеска-уровнемер) – до 192 шт. и/или устройство контроля температуры УКТ-12 в составе:

- блок контроля термоподвесок БКТ-12 – до 16 шт.;

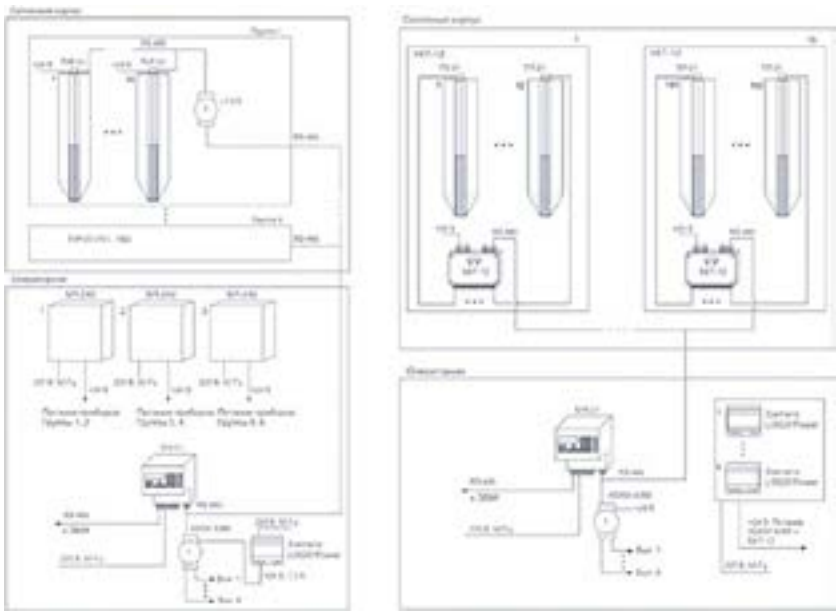


Рисунок 1 – Структурные схемы системы АСКТ-01

- термоподвеска ТП-01.XX – до 192 шт.
Общее количество термоподвесок ТУР-01.XX и ТП-01.XX не должно превышать 192 шт.

2) Вторичные приборы. К вторичным приборам относятся следующие устройства:

а) модуль повторителя сигналов интерфейса RS-485 i-7510 – один на каждые 32 термоподвески ТУР-01.XX. Если термоподвесок ТУР-01.XX в системе меньше 32, то модуль не требуется;

б) блок питания БП-240 – один на 64 термоподвески ТУР-01.XX и на два модуля i-7510;

в) блок контроля и управления БУК-01, который обеспечивает выполнение следующих функций:

- прием данных от приборов ТУР-01.XX и/или БКТ-12 по интерфейсу RS 485;
- настройка приборов ТУР-01.XX, БКТ-12;
- отображение информации по измеряемым и настраиваемым данным на индикаторе;
- отслеживание достижения значениями температуры введенных установок;
- формирование команд на модули ADAM-4068 по интерфейсу RS485 при достижении установок (при необходимости);
- ведение журнала событий;
- обмен данными с ЭВМ (интерфейс – RS-485, протокол – ModbusRTU).

г) Модуль релейной коммутации ADAM-4068. Модуль ADAM-4068 предназначен для выдачи выходных релейных сигналов по командам с блока БУК-01 при срабатывании уставок по температуре. Количество модулей ADAM-4068 – до 20 шт. определяется при заказе;

д) Блок питания Logo!Power 24V/1,3A.

В составе системы АСКТ-01 может быть поставлено сетевое программное обеспечение, которое позволяет отслеживать температурный режим продукта в силосах, а также прогнозировать возникновение очагов перегрева, что позволяет предотвратить перегрев продукта.

Цифровые системы контроля температуры, выполненные на основе представленной системы АСКТ-01 с разным количеством и типом термоподвесок, установлены на нескольких десятках предприятий, занимающихся хранением и переработкой зерна в России и странах СНГ. Среди этих предприятий ОАО «Русская пивоваренная компания» (г. Рязань) – 69 термоподвесок ТУР-01, ООО «Орловский завод по производству солода» (Орловская обл.) – 288 термоподвесок ТУР-01, совхоз «Алексеевский» (Башкирия) – 30 термоподвесок ТП-01 и др. Системы монтируются как на железобетонных элеваторах, так и на металлических силосах различного диаметра [3].

В АО НПО «Пищепромавтоматика» (г. Одесса) разработана и внедрена автоматизированная система контроля температур (АСКТ) в силосах элеватора семян подсолнечника [4]. Система создана на базе ПЭВМ и модулей ADAM-4000 без использования микроконтроллера (рисунок).

элеватор является объектом повышенной опасности. Источником опасности служит минеральная и органическая пыль, образующаяся в большом количестве при транспортировке семян подсолнечника и загрузке их в силоса. В связи с этим силоса элеватора по Правилам устройства электроустановок отнесены по взрывоопасности к категории В-II, а надсилосные помещения – к категории В-Па [5]. С учетом этого в системе реализованы следующие технические решения:

- использован искробезопасный барьер в измерительном преобразователе Ш-703И, связанном непосредственно с термодатчиками, установленными в силосах;
- понижено напряжение электропитания реле в коммутаторах шкафов РШ до 3 В по сравнению с использовавшимся ранее напряжением 220 В;
- заменены открытые реле в шкафах РШ на герметичные герконовые РЭС-44.

Метрологическая стабильность системы определяется прежде всего качеством контактов (изменение сопротивления измерительной линии на 0,23 Ом приводит к погрешности системы в 1°C).

Поэтому в измерительном канале системы все соединения «под винт» были заменены на паяные контакты, а в коммутаторах КСНУ применены реле РЭС-44, имеющие стабильное сопротивление контактов.

Структурная схема системы показана на рисунке 2.

- В АСКТ используются следующие модули:
- модули вывода дискретных сигналов для управления коммутацией измерительного канала – ADAM 4050 (2 шт.);
 - модуль ввода аналоговых сигналов от датчиков температуры – ADAM 4012;
 - модуль последовательного интерфейса RS-485 – PCL-745B;
 - измерительный преобразователь с искробезопасным барьером – Ш-703И;
 - устройство дешифрации и гальванической развязки – УДГ;
 - коммутатор сигналов низкого уровня – КСНУ (10 шт.).

Модули ADAM 4050, ADAM 4012 и PCL-745B производятся фирмой Advantech, измерительный преобразователь изготовлен заводом «Электроприбор» (г. Киев), остальные модули разработаны и изготовлены АО НПО «Пищепромавтоматика».

Модули ADAM могут работать с любыми типами компьютеров и терминалов, оборудованными интерфейсом RS-485. Обмен данными между модулями и компьютером производится в ASCII-формате. Это означает, что управление модулями возможно на любом языке высокого уровня, имеющем функции для работы с СОМ-портами. Модули не содержат переключателей, перемычек и подстроечных резисторов, предназначенных для их конфигурирования и калибровки.

КСНУ установлены в шкафах РШ в надсилос-

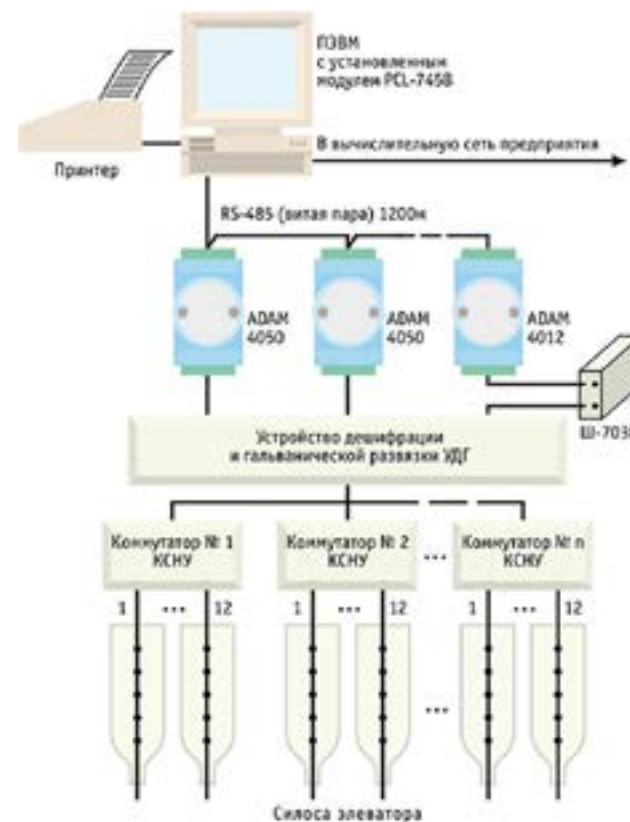


Рисунок 2 – Структурная схема автоматизированной системы контроля температур

ном помещении элеватора, ПЭВМ и PCL-745B установлены в сырьевой лаборатории предприятия на расстоянии 300 м от элеватора. Остальные модули установлены в шкафах ДКТЭ диспетчерского помещения элеватора. Связь между элеватором и сырьевой лабораторией выполнена витой парой.

Специалистами компании ООО «Центр промышленной автоматизации» (г. Воронеж, Россия) разработано и установлено программное обеспечение для системы термометрии силосов элеватора.

Программное обеспечение системы термометрии элеватора показывает температуру зерна в силосах на разных уровнях, контролирует уровень зерна и включает автоматическую вентиляцию в соответствии с условиями окружающей среды. Благодаря истории температур, графиков, оператор может предпринять действия для предупреждения перегрева зерна.

Термометрия элеватора – автоматизированная система контроля температуры хранения насыпи зерновых культур. Технология хранения зерновых культур и продуктов их переработки требует контролировать температуру материала с погрешностью не более 1°C на каждые 1,5 метра слоя насыпи. Вследствие самосогревания, при несоблюдении этих требований, возможно несвоевременное срабатывание систем защиты активным вентилированием и, как следствие, не только по-

теря качества продукта, но и его возгорание.

В состав системы термометрии элеватора входит:

- термоподвеска. Состоит из гладкой и гибкой трубки маленького диаметра, что позволяет снизить воздействия тяги на крышу силоса. Калиброванные датчики, установленные в кабеле, измеряют температуру на различных уровнях;
- термоподвеска с датчиками влажности;
- блок опроса термоподвесок.

В состав системы автоматической вентиляции силосов входят:

- датчик влажности. Измеряет относительную влажность и температуру воздуха между зерном и крышей силоса;
- метеостанция. Измеряет относительную влажность и температуру наружного воздуха;
- релейный модуль. Предназначен для автоматического запуска / или автоматической остановки, согласно выбранным параметрам.

Система управления комплексом показывает температуру зерна внутри силоса в соответствии с потребностями и особенностями каждой установки и может быть реализована на использовании:

- портативного считывателя, который выводит показатели температуры на дисплей цифрового модуля или по модулю Bluetooth;
- ручного считывателя – для выбора нужной термоподвески и силоса;
- SCADA-системы – для контроля с нескольких компьютеров [6].

Подавляющее большинство отечественных сельхозпроизводителей, не имеют возможности построить стационарное зернохранилище в Казахстане и оснастить его системой автоматизации. Стоимость таких проектов может достигать до нескольких миллионов долларов, что естественно неподъемно для наших аграриев.

Оптимальное решение – строить быстровозводимые зернохранилища в Казахстане в непосредственной близости от места производства зерна.

Быстровозводимые зернохранилища в Казахстане представляют собой арочные ангары для постоянного или временного хранения зерна. Они обеспечивают соблюдение всех требований к хранению зерна: удобство его загрузки и выгрузки; сохранность и защиту от птиц и грызунов, грунтовых вод, снега и дождя; удобство контроля.

Однако существует еще один класс зернохранилища. Это полимерные рукава для хранения зерна, кормов и пленка для накрытия силосных траншей. Рукава предназначены для хранения зерна и кормов при температуре от +50 до –50 градусов. Это герметичное хранение, без потерь качества – до 18 месяцев. По своему исполнению рукава – это трехслойные длинные мешки, белые с внешней и черные с внутренней стороны. Трехслойные пленки имеют более низкий газообмен по сравнению с однослойными пленками, что позволяет улучшить ферментацию корма.

Таким образом, делая выводы, необходимо

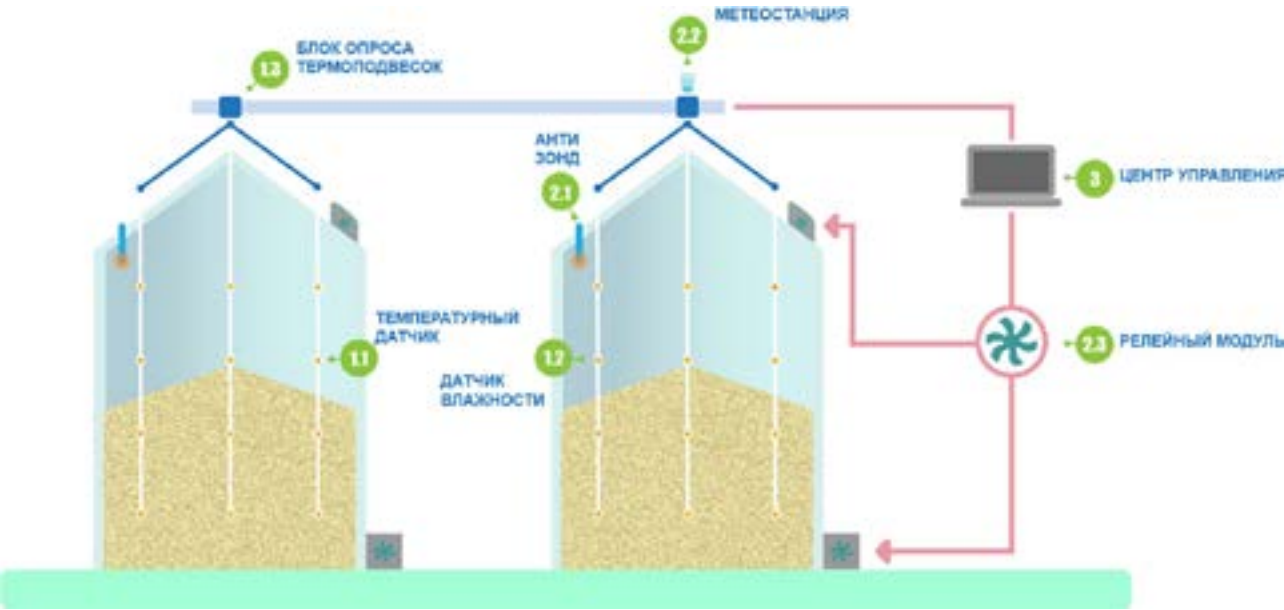


Рисунок 3 – Состав системы термометрии элеватора

выделить преимущества хранения сухого зерна в рукавах:

- экономная система с низкими капиталовложениями. Все инвестиции – это покупка недорогого оборудования и подготовка площадки для закладки рукавов с зерном;
- без вынужденных остановок при сборе урожая, которые возникают из-за отсутствия свободных площадок на токах или очереди на элеваторе;

- нет необходимости в строительстве стационарных зернохранилищ;
- возможность краткосрочного хранения зерна с повышенной влажностью;
- отсутствие расходов на хранение на элеваторе (15-20% от стоимости зерна);
- сокращение транспортных расходов – отсутствие необходимости транспортировки зерна на элеватор.

Статья подготовлена в рамках грантового финансирования проектов Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. ИРН проекта № AP08052553

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войсковой А.И. Хранение и оценка качества зерна и семян: учебное пособие / А.И. Войсковой и др. – Ставрополь: Агрус, 2008. – 146 с.
2. Федоренко В.В., Кузьмин А.В. Сбор и хранение данных в автоматизированной системе контроля температуры объекта // Вестник ПНИПУ. № 4. 2017. – С. 105-120.
3. Гусев В., Мазалов Ю., Мирошин С., Огнев Р. Системы автоматизированного контроля температуры в силосах элеваторов // Системная интеграция. Сельское хозяйство. № 1. 2008. – С. 24-27.
4. Гаврилов А.В., Лоозе В.В., Белецкий С.Л. Использование автономных датчиков контроля температурно-влажностного режима при хранении зерна в наружных силосах элеваторов // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. № 7. 2017. – С. 41-49.
5. Бодрухина С.С. Правила устройства электроустановок. – М.: КноРус, 2018. – 352 с.
6. Мырзабекова А.М. Обзор современных систем для хранения зерновых культур // VI Научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии», 27-30 мая 2015 г.

REFERENCES

1. Voyskovoy A.I. Khraneniye i otsenka kachestva zerna i semyan: uchebnoye posobiye / A.I. Voyskovoy i dr. - Stavropol': Agrus, 2008. - 146 s.
2. Fedorenko V.V., Kuz'min A.V. Sbor i khraneniye dannyykh v avtomatizirovannoy sisteme kontrolya temperatury ob'yekta // Vestnik PNIPIU. № 4. 2017. - S. 105-120.
3. Gusev V., Mazalov YU., Miroshin S., Ognev R. Sistemy avtomatizirovannogo kontrolya temperatury v silosakh elevatorov //

Sistemnaya integratsiya. Sel'skoye khozyaystvo. № 1. 2008. - S. 24-27.

4. Gavrilov A.V., Looze V.V., Beletskiy S.L. Ispol'zovaniye avtonomnykh datchikov kontrolya temperaturno-vlazhnostnogo rezhima pri khraneni zerna naruzhnykh silosakh elevatorov // Innovatsionnyye tekhnologii proizvodstva i khraneniya material'nykh tsennostey dlya gosudarstvennykh nuzhd. № 7. 2017. - S. 41-49.
5. Bodrukina S.S. Pravila ustroystva elektroustanovok. - M.: KnoRus, 2018. - 352 s.
6. Myrzabekova A.M. Obzor sistem sovremennogo khraneniya zernovykh kul'tur // VI Nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Informatsionno-izmeritel'naya tekhnika i tekhnologii», 27-30 maya 2015 g.

Раздел 7

Научные сообщения

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_153
УДК 543.555.4

***М.К. ИБРАЕВ**, д.т.н., профессор,
Б.Б. СМАГУЛОВА, магистрант,
Е.Н. ТУРАШЕВА, магистрант,
Карагандинский технический университет, кафедра ХиХТ
*автор-корреспондент

Исследование метрологического сопровождения в химическом анализе органических веществ

Ключевые слова: метрология, органическая химия, химический анализ, титрование, государственный стандартный образец, титрование по Карлу Фишеру, органическая жидкость

Задача химического анализа – это извлечение информации о веществе, с использованием различных методик и средств измерений. Таким образом, методика химического анализа – много-стадийная и сложная измерительная процедура. Изучением общих вопросов, которые связаны с измерением и обработкой результатов химического анализа, занимается раздел аналитической химии – химическая метрология.

Химическая метрология – это раздел прикладной и законодательной метрологии, который занимается обеспечением единства измерений в количественном химическом анализе. Целью метрологического обеспечения является создание условий для получения достоверной информации, обладающей свойствами, необходимыми и достаточными для выработки определенных решений как в областях деятельности, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, так и вне этой сферы.

К особенностям химической метрологии можно причислить наличие скрытых погрешностей, которые обусловлены тем, что результаты анализа зависят от состава и свойств исходных проб [1].

Регулирование системы обеспечения единства измерений в области метрологического обеспечения в химическом анализе органических веществ обеспечивает Закон Республики Казахстан «О техническом регулировании», на основе которого выработан стандарт Республики Казахстан СТ РК 1.5-2013. Государственная система стандартизации Республики Казахстан. Общие требования к построению, изложению и содержанию стандартов [2].

На текущий момент в Казахстане РГП «Казахстанский институт метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан составил план разработки национальных стандартов в области обеспечения

единства измерений на 2019 год. В этот план вошла разработка таких стандартов, как:

1) СТ РК «Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Химическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом»

2) СТ РК «Вода. Определение химических потреблений кислорода титриметрическим методом»

3) СТ РК «Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовой концентрации углерода и метана методом реакционной газовой хроматографии в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах».

Учитывая отсутствие Стандарта Республики Казахстан, работы по выполнению измерений титриметрическим методом производятся согласно ГОСТам Российской Федерации:

ГОСТ 24614-81. Жидкости и газы, не взаимодействующие с реактивом К. Фишера. Кулонометрический метод определения воды.

ASTM D 4377. Стандартный метод определения воды в нефти потенциометрическим методом К. Фишера.

МИ 1952-88. Методические указания. Оценка стабильности стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.

ASTM D 4928. Стандартный метод определения воды в нефти кулонометрическим методом К. Фишера.

ГОСТ Р 52368-2005. Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия.

В Российской Федерации для определения воды в органических жидкостях в качестве стандартного метода принят ГОСТ 24614-81 [прим. ГОСТ 24614-81. Жидкости и газы, не взаимодействующие с реактивом К. Фишера. Кулонометрический метод определения воды. М.: Издательство стандартов, 1981.], но при этом широкого применения в аналитической химии он не получил. В Казахстане имеются примеры внедрения нормативных документов дальнего зарубежья, в основе

которого лежит метод Карла Фишера. В технических условиях этих документов описывается метод определения воды согласно ISO 12937:1998 [3].

При определении воды в органических жидкостях был использован потенциометрический (объемный) метод титрования по Карлу Фишеру. Согласно данным международных межлабораторных испытаний (2005-2007 гг.) более 50% лабораторий использовали данный метод Карла Фишера при определении воды в органических жидкостях (нефть, нефтепродукты) [4].

Для метрологического сопровождения методик измерения содержания воды в органических веществах по Карлу Фишеру требуется применение Государственного стандартного образца.

Целью данной работы является разработка и метрологическое исследование массовой доли воды в органических жидкостях, используя для титрования бюретку 1 класса точности с одноходовым краном (ГОСТ 29251-91).

При объемном титровании используется титрирующее вещество в виде раствора известной концентрации. Исходные материалы для исследования выбирались таким образом, чтобы изменение состава и структуры государственного стандартного образца исключалось после их смешивания. Для целей работы были приготовлены 0,1% растворы воды в изопропиловом, бутиловом и метиловом спиртах. Используя бюретку 1 класса точности, которая имеет погрешность 0,05 мл при вместимости в 25 мл, проводили определение содержания воды в полученных растворах. Насыщали дистиллированной водой спирты и проводили определение массовой доли воды. В таблице 1 показаны результаты определения массовой доли воды в углеводородах (n = 5, P = 0,95).

Как видно из полученных результатов, наиболее перспективным представляется использование ортоксилора в качестве материала матрицы, т.к. при использовании ортоксилора обеспечивается высокая растворимость воды и при этом наблюдается минимальное среднеквадратическое отклонение результатов определения воды в процентном отношении от объема.

Следующим этапом работы было приготовление других партий ГСО путем растворения со-

ответствующих навесок дистиллированной воды в ортоксилоре. При этом ортоксилор был предварительно обезвожен путем кипячения над натрием в течение 4 часов с последующей перегонкой.

После процесса перегонки содержание воды в ортоксилоре не превышало 0,009%. При расчете навески воды для приготовления материала ГСО учитывалось остаточное содержание воды, которое было установлено потенциометрическим титрованием. Далее материал ГСО помещен в стеклянные ампулы вместимостью 5 см³ с последующей запайкой ампул.

Для обеспечения точности результатов исследования вся используемая посуда и ампулы были высушены в сушильном шкафу с температурой 110 градусов по Цельсию в течение 3 часов и помещена в эксикатор. Результаты аттестации первых трех партий ГСО приведены в таблице 2. Как видно из результатов в таблице 2, полученные значения попадают по точности в выбранный интервал допускаемых аттестованных значений массовой доли воды 0,010-0,015%.

Стабильность государственного стандартного образца массовой доли воды в органической жидкости определяли в соответствии с методическими указаниями [прим. МИ 1952-88. Методические указания. Оценка стабильности стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. Екатеринбург: Изд-во стандартов, 1996] путем оценки изменения значений массовой доли воды в образцах (погрешности нестабильности Un) в

процессе их хранения. Определение значений массовой доли воды в образцах проводили с помощью объемного титратора.

С целью изучения возможности использования разработанных ГСО по назначению предлагается провести межлабораторное исследование для выявления расхождений между общим средним значением и аттестованным значением. Для определения расхождений между найденными средними значениями, которые будут получены в других лабораториях, с аттестованными, предлагается формула (1), результат которой не должен превышать критической разности CD:

$$CD = \frac{1}{\sqrt{2p}} \sqrt{(2.8\sigma_g)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{1}{p} \sum \frac{1}{n_i}\right)}. \quad (1)$$

Разработанный в рамках данной статьи ГСО готов к метрологической экспертизе с дальнейшим утверждением и внесением в государственный реестр утвержденных типов стандартных образцов.

Аналитическая химия – это наука о методах и средствах в целях получения информации о химическом составе вещества. Любая информация представляет интерес только тогда, когда известна её достоверность. Неотъемлемой частью химического анализа является оценка достоверности полученных результатов, эта задача не менее важна, чем само получение информации о веществе. В данной работе рассмотрен один из способов получения информации о содержании воды в угле-

Таблица 1 – Результаты определения воды в углеводородах (n = 5, P = 0,95)		
Углеводород	Найденное значение массовой доли воды, %	Sr, %
Толуол	0,0425	1,9
Гексадекан	0,0043	3,3
Гептан	0,0040	1,7
Изооктан	0,0075	2,8
Циклогексан	0,0051	2,8
Бензол	0,0555	1,8
Ортоксилор	0,0187	0,5

Таблица 2 – Результаты аттестации партий ГСО массовой доли воды в органической жидкости			
Партия	Ампула	Массовая доля воды, %	Аттестованное значение, %
1	1	0,0114	0,0115
		0,0115	
	2	0,0116	
		0,0116	
	3	0,0115	
		0,0114	
2	1	0,0114	0,0115
		0,0113	
	2	0,0115	
		0,0116	
	3	0,0115	
		0,0117	
3	1	0,0116	0,0114
		0,0114	
	2	0,0113	
		0,0114	
	3	0,0115	
		0,0114	

водородах, но при этом этот способ наиболее распространен ввиду того, что исходные материалы и приборы широко распространены и не дорогостоящи. На практике контроль качества результатов химического анализа часто оказывается достаточно сложным. Связано это со спецификой химического анализа и его метрологического сопровождения из-за многостадийности косвенной

измерительной процедуры. Помимо прямых измерительных операций проводят также предварительные этапы отбора проб и градуировки. Знание химической метрологии, правильная обработка, оценка и интерпретация результатов химического анализа – самые важные составляющие подготовки химика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Образовский Е.Г. Основы химической метрологии / ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». – Новосибирск, 2014.
2. СТ РК 1.0-2015. Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Основные положения – С. 2-4.
3. СТ РК ИСО 12937-2004 (ИСО 12937:2000, IDT). Нефтепродукты. Определение воды. Метод кулонометрического титрования по Карлу Фишеру – С. 2-4.
4. Булатов А.В., Копыльцова А.Б., Аверякина Е.О. и др. ГСО для метрологического обеспечения методик выполнения измерений содержания воды в органических жидкостях по К. Фишеру / ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». – Санкт-Петербург, 2009. – С. 62-64.

REFERENCES

1. Obrazovskiy Ye.G. Osnovy khimicheskoy metrologii / FGAOU VO «Novosibirskiy natsional'nyy issledovatel'skiy gosudarstvennyy universitet». - Novosibirsk, 2014.
2. СТ RK 1.0-2015. Gosudarstvennaya sistema tekhnicheskogo regulirovaniya Respubliki Kazakhstan. Osnovnyye polozheniya - S. 2-4.
3. ST RK ISO 12937-2004 (ISO 12937: 2000, IDT). Nefteprodukty. Opredeleniye vody. Metod kulonometricheskogo titrovaniya po Karlu Fisheru - S. 2-4.
4. Bulatov A.V., Kopyl'tsova A.B., Averyaskina Ye.O. i dr. GSO dlya metrologicheskogo obespecheniya metodik vypolneniya izmereniy soderzhaniya vody v zhidkostyakh po K. Fisheru / FGUP «VNIIM im. D.I. Mendeleyeva ». - Sankt-Peterburg, 2009. - S. 62-64.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_157
УДК 004.94:51-74

***Б.Р. ЖОЛМАГАМБЕТОВА¹, м.т.н., докторант,**
Т.Ж. МАЗАКОВ², д.ф-м.н., профессор,
М.М. БУКЕНОВ¹, к.ф-м.н., доцент,
Ә.Ж. ИЗАТ³, магистрант,
¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан,
²Институт информационных и вычислительных технологий, г. Алматы,
³Карагандинский университет им. Е. Букедова
**автор-корреспондент*

Обнаружение и шумоподавление R-пигов электрокардиограммы с гибридной линеаризацией и анализом основных компонентов

Ключевые слова: ЭКГ, шумоподавление, расширенный фильтр Кальмана, вейвлет-преобразование, анализ главных компонентов, R-пик, гибридная линеаризация

Сокращение и расслабление сердечной мышцы разносит кровь по всему организму, и происходит это на протяжении всей жизни человека. Систола и диастола сердечно-сосудистой мышечной ткани координируются ассоциацией нервных клеток с волнообразной активностью. Это может быть отображено с помощью эхокардиографии, которая использует принцип визуализации сердца. Еще одним надежным неинвазивным диагностическим инструментом, который контролирует электрическую активность сердца, является электрокардиография. В электрокардиографии графическая запись известна как ЭКГ, которая соответствует величине и направлению электрической активности сердца. Долгосрочная регистрация ЭКГ обеспечивает эффективный способ выявления заболеваний сердца [1]. В сигнале ЭКГ клинически значимая информация обнаруживается по амплитуде различных пиков и интервалом составляющих волн. Поэтому для автоматического анализа ЭКГ требуется разработка процедур для эффективного шумоподавления ЭКГ и быстрого и точного обнаружения комплекса QRS, особенно R-пика [2]. Особенности ЭКГ могут быть получены с использованием эмпирической модовой декомпозиции, дискретного вейвлет-преобразования и адаптивного порогового определения с помощью вейвлет-баз [3]. Для обнаружения комплекса QRS ранее применялись преобразования Гильберта с адаптивным порогом. Однако исследователи применяли полосовую фильтрацию к сигналам ЭКГ перед применением преобразования Гильберта, в результате не получили отношения сигнал/шум [2]. За последние несколько лет исследователи сообщали о нескольких методах шумоподавления и обнаружения биений ЭКГ. Несмотря на

это, общепринятого решения пока не найдено. Настоящая работа посвящена анализу основных компонентов, а также определения порога для обнаружения комплекса QRS и R-пика. Поскольку сложно исследовать и извлечь точные характеристики из сигналов ЭКГ из-за присутствия шума, гибридный метод линеаризации (ГМЛ), включающий два влияющих инструмента: расширенный фильтр Кальмана и дискретное вейвлет-преобразование, используется для понижения шума. После этого уже анализ основных компонентов применяется к беспумным сигналам ЭКГ для выделения R-пика и комплекса QRS. База данных аритмий MIT-BIH [5] была использована для оценки предлагаемой работы. База данных состоит из 48 получасовых записей ЭКГ с частотой дискретизации 360 Гц. Сигналы ЭКГ в этой базе данных включают регулярные и нерегулярные сердечные ритмы, комплекс QRS с широкой и низкой амплитудой, желудочковую тахикардию, трепетание предсердий и желудочков, фибрилляцию предсердий и желудочков, преждевременное сокращение желудочков, синусовую брадикардию, включая базовые блуждания и мышечные артефакты. Данная работа базируется на различных разделах MATLAB линеаризации, прогнозирования идентификации сигналов и изображений. Фильтр Кальмана [6] широко применим для линейных моделей, но на практике большинство представляющих интерес реальных систем и процессов имеют нелинейный характер. Для расширения функциональности фильтра Кальмана на нелинейные динамические структуры был использован его модифицированный вариант. Расширенный фильтр Кальмана (РФК) для дискретной нелинейной системы $x_{k+1}=f(x_k, \omega_k)$ и его

наблюдения $y_k = g(x_k, \omega_k)$ линейное приближение, близкое к точке отсчета $(\tilde{x}_k, \tilde{y}_k, \tilde{\theta}_k)$, можно сформулировать в виде:

$$\begin{cases} x_{k+1} = f(\tilde{x}_k, \tilde{\theta}_k) + A_k(x_k - \tilde{x}_k) + F_k(\omega_k - \tilde{\theta}_k), \\ y_{k+1} = g(\tilde{x}_k, \tilde{\theta}_k) + C_k(x_k - \tilde{x}_k) + G_k(\theta_k - \tilde{\theta}_k), \end{cases} \quad (1)$$

где x_k и y_k являются векторами состояния и наблюдения, соответственно; функция $f(\cdot)$ представляет эволюцию состояния, а $g(\cdot)$ обозначает связь между наблюдениями и состоянием. Параметры θ_k and ω_k представляют измерения и шум состояния с $R_k = E\{\theta_k \theta_k^T\}$ и $Q_k = E\{\omega_k \omega_k^T\}$ ковариационными матрицами, соответственно. $A_k C_k F_k$ и G_k – матрицы Якоби, как показано:

$$\begin{cases} A_k = \frac{\partial f(x, \theta_k)}{\partial x} \Big|_{x_k = \tilde{x}_k}, & F_k = \frac{\partial f(x, \theta_k)}{\partial \omega} \Big|_{\omega_k = \tilde{\theta}_k}, \\ C_k = \frac{\partial g(x, \theta_k)}{\partial x} \Big|_{x_k = \tilde{x}_k}, & G_k = \frac{\partial g(x, \theta_k)}{\partial \theta} \Big|_{\theta_k = \tilde{\theta}_k}, \end{cases} \quad (2)$$

Следовательно, для реализации алгоритма РФК уравнения измерения и распространения времени могут быть выражены соответственно:

$$\begin{cases} \tilde{x}_{k+1} = f(\tilde{x}_{k+1}, 0), \\ P_{k+1} = A_k P_{k+1} A_k^T + F_k Q_k F_k^T, \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \tilde{x}_{k+1} = \tilde{x}_{k+1} + K_k [y_k - g(\tilde{x}_{k+1}, 0)], \\ K_k = P_{k+1} C_k^T [C_k P_{k+1} C_k^T + G_k^T]^{-1}, \\ P_{k+1} = P_{k+1} - K_k C_k P_{k+1}, \end{cases} \quad (4)$$

где $\tilde{x}_{k+1} = E x_k | y_{k-1}, y_{k-2}, \dots, y_1$ – вектор состояния в момент k с использованием y_1 для наблюдений y_{k-1} . $\tilde{x}_{k+1} = E x_k | y_k, y_{k-1}, \dots, y_1$ – вектор состояния в момент k с использованием y_1 для наблюдений y_k , а K_k – коэффициент усиления фильтра. $P_{k|k-1}$ и $P_{k|k}$ описываются одинаково. РФК облегчает линеаризацию и шумоподавление сигналов ЭКГ [6].

Вейвлет-преобразование (ВП) является мощным инструментом для изучения нестационарных сигналов, таких как ЭКГ. ВП пригоден для всех частот, поскольку имеет окно переменного размера, то есть узкое на высокочастотных и широкое на низкочастотных диапазонах [1]. ВП сигнала $y(t)$ выражается как:

$$W_a y(b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-3}^{+3} y(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, \quad (5)$$

где a – функция параметра дилатации, b – параметр трансляции, $\psi(t)$ – вейвлет-функция.

Дискретные вейвлет-преобразования (ДВП) признаны в последние годы убедительным инструментом обработки сигналов, поскольку обеспечивают хорошее разрешение по частоте на низких частотах и хорошее временное разрешение на высоких частотах. Схема двухуровневого вейвлет-разложения сигнала $y(n)$ изображена на рисунке 1.

Фильтры нижних частот $h(n)$ и верхних частот $g(n)$ используются во время декомпозиции входного сигнала. На первом уровне разложение дает в результате детальные (D1) и аппроксимативные (A1) коэффициенты, когда сигнал ЭКГ пропуска-

ется через комплементарные фильтры. Процесс продолжается, когда коэффициент A1 дополнительно разлагается на втором уровне с использованием той же процедуры.

Метод гибридной линеаризации

РФК в некоторой степени делает сигнал ЭКГ бесшумным. ГМЛ, который включает в себя применение РФК в сочетании с ДВП, реализуется для улучшения качества сигналов ЭКГ, доступных на выходе РФК. Производительность алгоритма гибридной линеаризации (ГЛ) оценивается двумя параметрами [6]: отношения сигнала к шуму (ОСШ (дБ) и среднеквадратичной ошибки (СКО) соответственно:

$$\text{ОСШ}[dB] = \frac{\sum_i |x(i)|^2}{\sum_i |x(i) - \tilde{x}(i)|^2}, \quad (6)$$

$$\text{СКО} = \frac{\sum_i (x(i) - \tilde{x}(i))^2}{N}, \quad (7)$$

где $x(t)$ – фактический сигнал ЭКГ, $\tilde{x}(t)$ – гладкая перестроенная версия сигнала, N – число выборок.

Анализ основных компонентов (АОК) – это метод линейного уменьшения размерности. Это статистический метод, нацеленный на определение ковариационной конфигурации наборов данных на собственные векторы и собственные значения. Основные этапы, связанные с АОК [2], описаны ниже:

1. Расчет среднего исходного сигнала ЭКГ $\bar{x}_i$:

$$\bar{x} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i, \quad (8)$$

где x_i представлен $M \times N$ матрицей данных, а $\bar{x}$ – средняя величина сигнала. M и N – число выборок биений и наблюдений за биениями, соответственно.

2. Вычитание среднего из первоначального сигнала ЭКГ:

$$xadj = x_i - \bar{x} \quad (9)$$

3. Расчет ковариационной матрицы по данным:

$$C = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (x_i - \bar{x})^T (x_i - \bar{x}). \quad (10)$$

Измерение ковариации между измерением и матрицы даст дисперсию этого измерения.

4. Вычисление собственных векторов e_i и диагональной матрицы собственных значений λ_i :

$$C e_i = \lambda_i e_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (11)$$

5. Формирование вектора признаков путем выбора компонентов. Собственные векторы располагаются в порядке убывания их собственных значений, а размеры выборки уменьшаются путем выбора K компонентов. На практике K выбирается так, чтобы сохранить физиологическую информацию и показатели были приемлемыми в клинических аспектах. Для каждого собственного

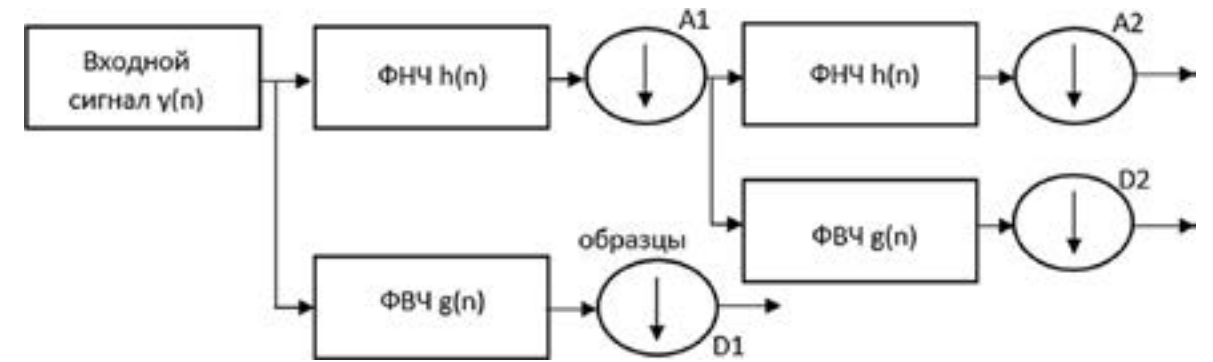


Рисунок 1 – Двухуровневое вейвлет-разложение

значения процент изменения r_K определяется из соотношения:

$$r_K = \frac{\sum_{i=1}^K \lambda_i}{\sum_{i=1}^N \lambda_i}. \quad (12)$$

Кроме того, можно выбрать компоненты с процентным изменением большим, чем пороговый процент (th), который обычно составляет 0,95 или 0,9 [2], по выражению:

$$\tilde{r}_K = (r_K \text{ \> th}). \quad (13)$$

6. В конце получаем новый набор данных в виде:

$$\text{Набор новых данных} = (\tilde{r}_K)^T (xadj)^T. \quad (14)$$

Сигнал ЭКГ обрабатывается для шумоподавления и обнаружения комплекса R-пика и QRS. Различают следующие обработки:

1. Этап предварительной обработки включает получение реальных записей ЭКГ в среде MATLAB из базы данных аритмий MIT-BIH [5].

2. Следующий шаг в обработке ЭКГ – удаление шума, то есть устранение базового дрейфа и высокочастотного шума. Для этого реализован алгоритм ГЛ для удаления помех.

3. После предварительной обработки бесшумный сигнал ЭКГ разлагается с использованием АОК. При обнаружении собственные значения возводятся в квадрат для минимизации меньших значений и максимизации больших значений. Затем выбирается пороговое значение, чтобы выделить R-пики (большие собственные значения).

4. Со ссылкой на обнаруженные R-пики извлекаются Q и S пики. Зашумленный сигнал сканируется в течение 50 мс слева и справа от пика R, чтобы получить минимальное значение. Минимальные значения слева и справа соответствуют Q-пику и S-пику, соответственно, образуя полный комплекс QRS.

Эффективность алгоритма обнаружения оценивается с точки зрения чувствительности (Ч), положительной предсказуемости (ПП) и частоты обнаружения ошибок (ЧОО) соответственно:

$$\text{Ч} = \frac{\text{ИП}}{\text{ИП} + \text{ОО}} \times 100\%, \quad (15)$$

$$\text{ПП} = \frac{\text{ИП}}{\text{ИП} + \text{ОП}} \times 100\%, \quad (16)$$

$$\text{ЧОО} = \frac{\text{ОП} + \text{ОО}}{\text{ИП}} \times 100\%, \quad (17)$$

где истинно-положительная (ИП) – частота правильно обнаруженных R-пиков, ошибочно-отрицательная (ОО) – это не обнаруженные R-пики, а ошибочно-положительная (ОП) относится к ошибочным определениям. Различные фазы, включенные в предлагаемый алгоритм обработки сигналов ЭКГ с помощью ГМЛ и АОК, показаны на рисунке 2.

Таким образом, анализ ЭКГ начинается с этапа предварительной обработки. Извлечение точной кардиологической информации из сигнала становится затруднительным из-за наличия различных шумов. Алгоритм ГЛ применяется к сигналу ЭКГ для удаления низкочастотного базового дрейфа и высокочастотных артефактов. В ГМЛ сигнал ЭКГ сначала фильтруется с помощью РФК. Это в некоторой степени подавляет шумы в ЭКГ. Затем ВП применяется к фильтрованному сигналу для повышения качества сигнала. Во время вейвлет-разложения извлекаются коэффициенты детализации и приближения и используется глобальное пороговое значение. Эффективность метода шумоподавления вычисляется с точки зрения двух важных показателей, то есть ОСШ (дБ) и СКО. Результаты РФК, ВП и ГМЛ фильтрации сведены в таблицу 1 для сравнительного исследования. Из результатов, очевидно, что ОСШ был достаточно улучшен с помощью алгоритма ГЛ.

В сигнале ЭКГ R-пик является наиболее заметным отклонением, поскольку максимальная информация сосредоточена в области вокруг этого пика. Точное обнаружение R-пика служит основой для обнаружения других компонентов в сигнале. Точное обнаружение R-пиков также необходимо для вычисления интервала R-R, расстояния между двумя смежными R-пиками, которые могут использоваться для обнаружения неровностей в волне ЭКГ, а средний интервал R-R используется



Рисунок 2 – Диаграмма основных этапов предлагаемой методики

Таблица 1 – Оценка эффективности алгоритма шумоподавления						
ЭКГ	РФК		ВП		ГМЛ	
	ОСШ (дБ)	СКО	ОСШ (дБ)	СКО	ОСШ (дБ)	СКО
100	3,8286	5,1e-03	6,9326	2,0e-03	17,4590	1,15e-04
101	3,5305	3,28e-04	3,7445	3,12e-04	11,7044	2,53e-05
103	4,1280	1,04e-02	8,4883	6,0e-03	18,1110	3,61e-04
105	7,2344	1,10e-02	9,0482	1,7e-03	19,3932	8,35e-04
106	3,9266	1,1e-03	5,3831	8,01e-04	12,5836	6,15e-05
108	8,9079	1,47e-02	10,7044	9,7e-03	20,6134	8,66e-04
112	3,5660	1,5e-03	6,6893	7,15e-04	15,0421	5,05e-05
113	3,3690	1,3e-03	6,5621	6,30e-04	15,4663	3,68e-05
114	5,7988	2,06e-02	7,5206	1,4e-03	20,0555	5,38e-04
115	4,8433	1,4e-03	7,3859	7,89e-04	17,4115	4,94e-05
116	6,3323	5,03e-02	8,1179	4,4e-03	17,8918	2,25e-04
117	5,2256	1,81e-02	8,7776	8,0e-03	18,3845	5,70e-04
121	5,3583	7,5e-03	9,9772	2,6e-03	18,8628	2,21e-04
122	3,1873	4,0e-03	3,7663	3,5e-03	12,0947	2,65e-04
123	4,3027	1,0e-02	8,9304	3,5e-03	18,0581	2,40e-04
200	4,0723	3,76e-04	5,8450	2,50e-04	14,8123	2,24e-05
202	6,6418	9,0e-03	9,6953	4,4e-03	19,1839	3,77e-04
212	8,4667	2,52e-02	9,0827	2,17e-02	18,9557	2,1e-03
213	5,6996	9,02e-02	7,3913	6,11e-02	17,8650	3,8e-03
215	4,4202	1,72e-02	7,5185	8,43e-03	16,5545	6,02e-04

для расчета частоты сердечных сокращений. Частота сердечных сокращений, полученная из сигнала ЭКГ, может использоваться для выявления сердечных нарушений, таких как синусовая тахикардия и синусовая брадикардия [4]. Волна R может быть легко обнаружена благодаря более высокой амплитуде, чем у других пиков. В предлагаемом способе зубец R определяется путем возведения в квадрат и определения порога соб-

ственных значений, полученных с помощью АОК. Индексы R-пиков, для обнаружения комплекса QRS минимальные значения отыскивают путем сканирования бесшумного сигнала на левой (или правой) стороне R-пика для пиков Q или S. На рисунке 3 показан комплекс QRS, обнаруженный по сигналу ЭКГ со ссылкой на индексы R-пика, и его расширенный вид.

В таблице 2 для сигналов ЭКГ от последова-

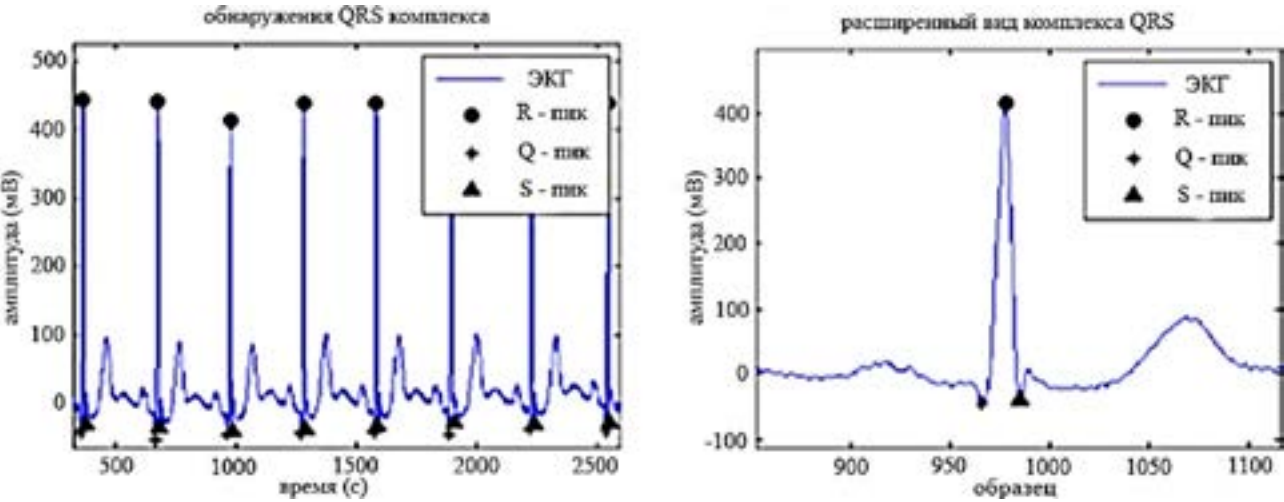


Рисунок 3 – (а) Обнаруженный комплекс QRS, (б) расширенный вид комплекса QRS

Таблица 2 – Сравнение предлагаемой работы с работами [2] и [7]							
№	Запись ЭКГ	Ч, %	ПП, %	ЧОО, %	Ч, %	ПП, %	ЧОО, %
Предлагаемая работа				Родригес и др. 2015 [2]			
1	101	100	100	0	99,94	99,51	-
2	103	100	100	0	99,95	100	-
3	108	100	100	0	96,13	99,93	-
4	116	99,9	100	0,082	98,82	99,78	-
5	117	100	100	0	100	99,93	-
6	121	99,9	99,9	0,107	99,89	99,94	-
7	200	100	100	0	99,84	99,80	-
8	202	99,9	99,9	0,140	99,00	99,95	-
9	213	99,9	100	0,030	99,90	97,44	-
10	215	99,8	99,9	0,208	98,58	100	-
Предлагаемая работа				Каур и др. 2016 [7]			
11	100	99,6	100	0,353	99,6	100	0,397
12	101	100	100	0	99,6	99,7	0,693
13	103	100	100	0	100	99,7	0,239
14	112	99,9	100	0,039	99,9	100	0,039
15	113	100	100	0	99,6	99,9	0,391
16	115	100	100	0	100	99,8	0,153
17	122	100	100	0	100	100	0
18	123	99,8	100	0,191	99,8	100	0,198

тельного порядка 1 до 10 и от 11 до 18 предложенный анализ сравнивается с результатами работ, представленных в [2] и [7], соответственно. В таблице 2 «-» означает «не сообщается». В работе [2] авторы применили преобразование Гильберта и адаптивное пороговое значение для определения биений и сообщили о (Ч) – 96,28% и (ПП) – 99,71%. В работе [7] было описано (Ч) – 99,85%, (ПП) – 99,92% и (ЧОО) – 0,221% для определения R-пика с помощью ДВП, тогда как в предлагаемом подходе к обнаружению биений (Ч) составляет 99,90%, (ПП) – 99,97% и (ЧОО) – 0,120%. Следовательно, из таблицы видно, что показатели обеспечивают превосходные обнаружения и превосходят методы, описанные в литературе.

Таким образом, обнаружение сигналов ЭКГ тесно связано с обследованием и диагностикой сердечного статуса. Удаление шума из ЭКГ-волны

является необходимым условием для точной обработки сигнала. В работе шумоподавление ЭКГ успешно достигается с помощью нового подхода ГМЛ, в котором используется комбинация РФК и ДВП для устранения базовых артериальных и мышечных артефактов, и, следовательно, ГМЛ дает улучшенные ОСШ и СКО, подтверждая свое превосходство над другими методами. Кроме того, самая важная часть любого метода анализа сигналов ЭКГ для здоровья сердца – это обнаружение R-пика и комплекса QRS, которое выполняется с использованием АОК и порогового значения.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2018-2020 годы по проекту АР05132044 «Разработка аппаратно-медицинского комплекса оценки психофизиологических параметров человека».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ku C.T., Hung K.C., Wu T.C., Wang H.S. Вейвлет-система сжатия ЭКГ-данных с линейной схемой контроля качества. IEEE T Bio-Med Eng 2010; с. 1399-1409.
2. Родригес Р., Мексикано А., Била Дж., Сервантес С., Понсе Р. Особенности сигналов электрокардиограммы путем применения адаптивного порогового и основного компонентного анализа. J Appl Res Technol 2015; с. 261-269.
3. Slimane ZEH, Nait-Ali A. Обнаружение комплекса QRS с использованием эмпирической модовой декомпозиции. Процесс Цифрового Сигнала 2010; с. 1221-1228.
4. Lin HY, Liang SY, Ho YL, Lin YH, Ma HP. Дискретное вейвлет-преобразование на основе удаления шума и выделения признаков для сигналов ЭКГ. IRBM 2014; с. 351-361.
5. Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdroff JM, Ivanov PC, Mark RG, Moody GB, Stanelly EH. PhysioBank, PhysioToolkit and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals. Circulation 2000; 101: E215-20.
6. Lakshmi P.S., Raju V.L. Шумоизоляция ЭКГ методом гибридной линеаризации // ТЕЛКОМНИКА Индонезийский журнал электротехники 2015; 15: 504-508.
7. Каур I, Раджни, Марваха А. Анализ сигналов ЭКГ и обнаружение аритмии с использованием вейвлет-преобразования // Журнал Института инженеров (Индия). Серия В 2016; 97: 499.

REFERENCES

1. Ku C.T., Hung K.C., Wu T.C., Wang H.S. Veyvlet-sistema szhatiaya EKG-dannykh s lineynoy skhemoy kontrolya kachestva. IEEE T Bio-Med Eng 2010; s. 1399-1409.
2. Rodrigues R., Meksikano A., Bila Dzh., Servantes S., Ponce R. Osobennosti signalov elektrokardiogrammy primeneniya adaptivnogo porogovogo i osnovnogo komponentnogo analiza. J Appl Res Technol 2015; s. 261-269.
3. Slimane ZEH, Nait-Ali A. Obnaruzheniye kompleksa QRS s ispol'zovaniyem empiricheskoy modovoy dekompozitsii. Protsess Tsifrovogo Signala 2010; s. 1221-1228.
4. Lin K.H.Y., Lyan S.Y.U., Kho Y.L., Lin Y.K.H., Ma K.H.P. Diskretnoye veyvlet-preobrazovaniye na osnove udaleniya shuma i vydeleniya priznakov dlya signalov EKG. IRBM 2014; s. 351-361.
5. Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdroff JM, Ivanov PC, Mark RG, Moody GB, Stanelly EH. PhysioBank, PhysioToolkit and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals. Circulation 2000; 101: E215-20.
6. Lakshmi P.S., Radzhu V.L. Shumoizolyatsiya EKG metodom gibridnoy linearizatsii // TELKOMNIKA Indoneziyskiy zhurnal elektrotehniki 2015; 15: 504-508.
7. Kaur I, Radzhni, Marvakha A. Analiz signalov EKG i obnaruzheniye aritmii s ispol'zovaniyem veyvlet-preobrazovaniya // Zhurnal Instituta inzhenerov (Indiya). Seriya B 2016; 97: 499.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_163
УДК 628.179.2

***А.Т. БЕКСУЛТАНОВ**, магистрант гр. ЭЭМ-18-1,
С.Х. ЕСЕНБАЕВ, к.т.н., доцент,
Карагандинский технический университет, кафедра АПП
*автор-корреспондент

Повышение энергоэффективности цикла оборотного водоснабжения горно-обогатительного комбината

Ключевые слова: энергоэффективность, водоснабжение, насосное оборудование, моделирование

Введение

Одним из стратегических направлений реформирования современных систем водоснабжения является эффективное энергосбережение, уменьшение затрат и потерь энергоносителей, сокращение энергоемкости продукции и услуг. Особенно актуальны эти проблемы для предприятий сферы водоснабжения и водоотведения городов, предприятий горнорудной и металлургической промышленности, а также химических производств.

Технологический процесс водоснабжения на предприятиях указанных отраслей характеризуется нерациональным использованием электрической энергии в производстве вследствие значительного износа труб и действующего оборудования, наличия потерь воды при транспортировке и необоснованно большими объемами ее потребления, а также изначально высокой энергоемкостью продукции и услуг, заложенной при проектировании этих предприятий [1].

Последний фактор в значительной мере предопределен исторически стартовыми условиями развития систем водоснабжения. Становление этой сферы народного хозяйства происходило в период господства плановой экономики: финансирование вложений производилось из бюджетных источников, а развитие экономики осуществлялось преимущественно экстенсивным путем в условиях низких цен на энергетические ресурсы, что наложило отпечаток на проектные особенности в различных сферах, в том числе и в системах водоснабжения.

Анализ предыдущих исследований и актуальность работы

Насосная станция оборотного водоснабжения (ОНС) осуществляет подачу технической воды для технологического процесса и гидротранспорта хвостов на обогатительную фабрику (ОФ), а также на нужды других потребителей. ОНС состоит из одного здания, в котором расположен машинный зал и две камеры переключения задвижек (камера

всасывания и камера нагнетания).

Источник водоснабжения – осветленная в хвостохранилище вода.

На ОНС установлены две группы насосов:

І група – насосы № № 1-7 марки 24 НДс производительностью 6300 м³/ч и напором 79 м;

II группа – насосы № № 9-11 марки 24 НДн с производительностью 5000 м³/ч и напором 32 м.

В качестве привода всех насосных агрегатов используются синхронные электродвигатели мощностью 1600 кВт, с числом оборотов 750 об/мин.

В течение проанализированного периода работы ОНС основной технологический процесс имел место при подачах воды от 24000 м³/ч до 16000 м³/ч. Причем изменение объемов подаваемой воды достигалось за счет количества работающих насосных агрегатов и сочетания параллельно работающих насосных агрегатов с различной производительностью.

Насосная станция подает воду на обогащительную фабрику, технологический процесс которой обеспечивается при оптимальном давлении на входном коллекторе 3 Н.

Учитывая также разность уровней геодезических отметок ОФ и оси насосов ОНС, характеристика сети водоснабжения должна иметь статический напор около 33 м. В напорной сети имеются две физические величины, характеризующие технологический процесс водоснабжения: расход (производительность) и давление (напор) [2], обычно именуемые основными гидравлическими параметрами. Остальные величины, поддающиеся измерению и контролю, являются косвенными и по отношению к технологии водоснабжения потребителей – второстепенными. Если говорить об основных гидравлических параметрах, то любой технологический процесс водоснабжения укладывается в один из четырех приведенных ниже вариантов сочетания напора в гидравлической сети H_c и расхода Q_c : 1) $H_c = \text{const}$; $Q_c = \text{var}$; 2) $H_c = \text{var}$; $Q_c = \text{const}$; 3) $H_c = \text{const}$; $Q_c = \text{const}$; 4) $H_c = \text{var}$; $Q_c = \text{var}$. Основным потребителем воды от ОНС – обогатительная фабрика, предъявляет

жесткие требования к параметрам водоподачи. Особенно это касается давления во входном коллекторе, отклонение которого от оптимального допускается в пределах, не превышающих 0,1 кгс/см². Основные параметры водоподачи посредством $Q(H)$ – характеристики насосов жестко связаны между собой, и изменить любой из них, не затрагивая второй, произвольно нельзя. Управлять основными параметрами, т. е. осуществлять их целенаправленное изменение с целью оптимизации процесса водоснабжения по одному или нескольким критериям возможно, но это связано с решением сложной научной оптимизационной задачи.

При этом следует учесть, что снабжение технической водой потребителей обогатительной фабрики и других потребителей исследуемой гидравлической системы осуществляется по принципу «по потребности», т.е. каждый потребитель, подключенный к напорной сети, в любое время должен обеспечиваться водой под необходимым давлением и в требуемом количестве. Вопрос выбора основного регулируемого параметра в настоящем исследовании не стоит. Он вытекает из требований технологии водоснабжения потребителей, согласно которому основным регулируемым параметром является давление. Если в напорной системе обеспечивается стабилизация давления, тогда необходимость в регулировании производительности отпадает. Действительно, при водопользовании, организованном «по потребности», расход задается извне, а в силу непрерывности потока жидкости производительность всегда должна равняться расходу. Общий расход ОНС зависит от количества подключаемых секций. Изменения расхода вызывает отклонение давления, которое необходимо компенсировать, то есть расход является той величиной, ради которой необходима система регулирования [2].

Изменение расхода оказывает возмущающее воздействие на систему водообеспечения. Что касается тока и мощности приводных двигателей насосных агрегатов, то как активные составляющие, так и полные их значения являются функцией расхода, т. е. возмущающего воздействия. Из изложенного следует, что задача оптимизации технологического процесса подачи воды от ОНС на ОФ и другим потребителям может быть решена при управлении гидравлическими параметрами напорной сети за счет целенаправленного изменения $Q(H)$ – характеристики как отдельных насосных агрегатов, так и насосной станции в целом. Причем характеристики параллельно работающих на насосной станции насосных агрегатов не обязательно должны быть одинаковыми. Но если решается задача снижения удельного расхода электроэнергии, различные характеристики насосных агрегатов должны быть между собой согласованы, исходя из основного регулирующего критерия.

Цели и задачи работы

Повышение энергоэффективности (снижение расхода электроэнергии на перекачивание единицы объема жидкости) технического водоснабжения технологических потребителей горно-обогатительного комбината за счет согласования энергетических характеристик группы насосных агрегатов насосной станции с характеристикой гидравлической сети и нагрузки потребителей путем модернизации насосного оборудования и организации рациональной подачи воды насосной станцией.

Материалы и результаты исследований

Из-за значительных затруднений решения указанных оптимизационных задач аналитическим путем и важности этих решений для нужд разработки новых технических средств и модернизации проточной части существующих насосных агрегатов целесообразно использование методов математического моделирования.

Объектно-ориентированная модель системы водоснабжения обогатительной фабрики и других потребителей (рисунок 1), включает конфигурацию системы водоводов, диаметры отдельных участков и их протяженность, геодезические отметки, местные сопротивления, шероховатости внутренних поверхностей трубопроводов.

Моделирование режима работы системы водоснабжения до реализации проекта модернизации осуществлялось в соответствии с данными Технического задания: в подаче технической воды задействованы 3 насосных агрегата, общий объем подачи – $Q = 18\,400 \text{ м}^3/\text{ч}$, давление на входе в обогатительную фабрику – $P = 3 \text{ кгс/см}^2$ подпор всасу не менее 10 м. При исследовании режимов работы сети водоснабжения, имеющих место до выполнения работ по модернизации насосных агрегатов, использовались стандартные напорные характеристики насоса 24 НДс, энергетические характеристики которых приведены на рисунке 2 [3].

Значение электрической мощности приводных электродвигателей отдельных насосных агрегатов и удельный расход электроэнергии на подачу 1 м^3 воды, полученные в результате моделирования, представлены в таблице 1.

Полученные в результате моделирования значения основных показателей технологического процесса водоснабжения и удельное потребление электроэнергии достаточно близки к реальным, что свидетельствует об адекватности разработанной модели. Проведенные в настоящей работе научные исследования показали, что при заданных в техническом задании характеристиках сети водоснабжения и технологических потребителей максимальный показатель энергоэффективности может быть достигнут при использовании основных насосных агрегатов с такими гидравлическими характеристиками: $Q = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 39 \text{ м}$. Характеристика указанного насосного агрегата приведена

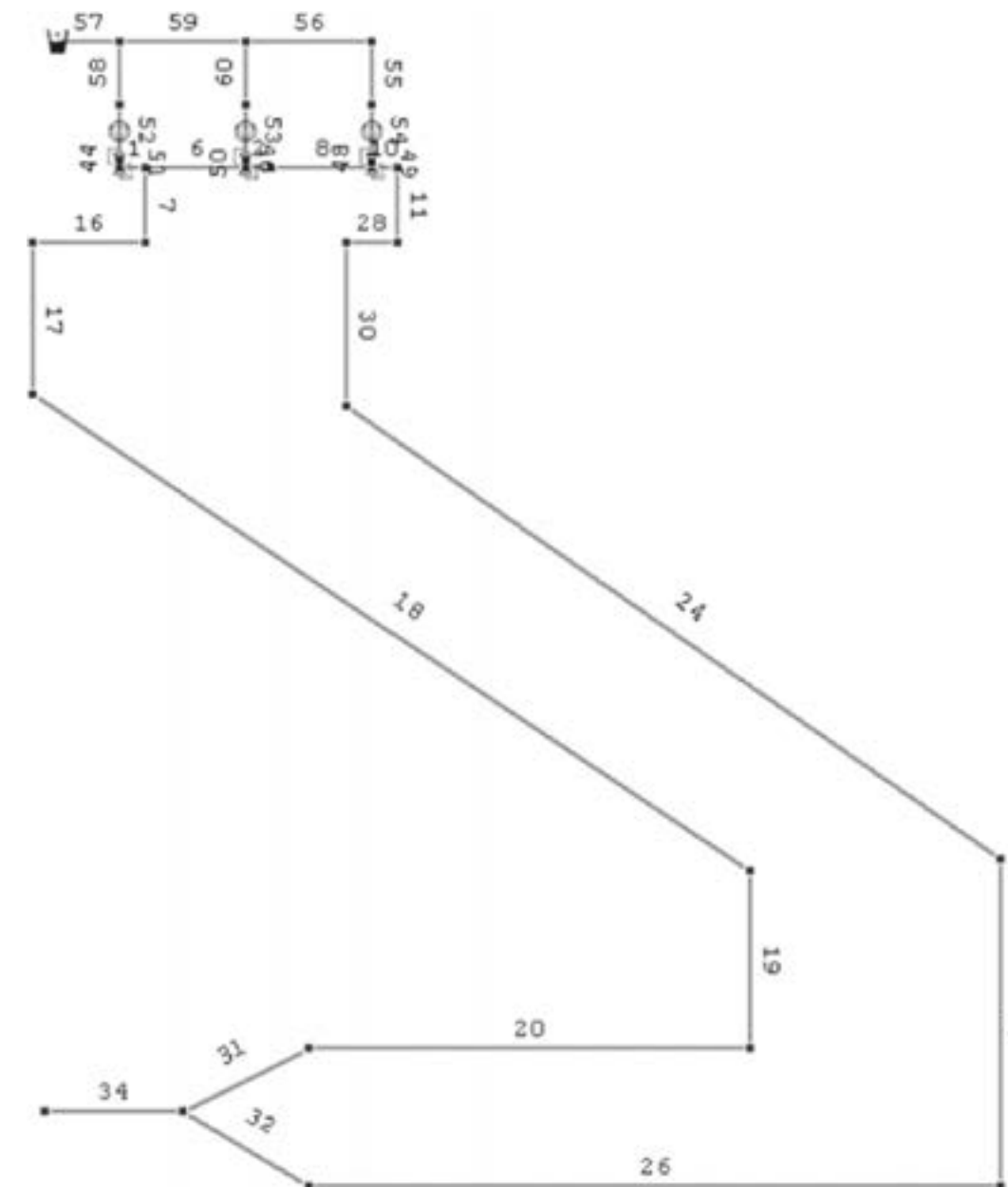


Рисунок 1 – Объектно-ориентированная модель исследуемой системы водоснабжения

на рисунке 3,а [3].

Потери энергии за счет избыточного давления, создаваемого насосной станцией, можно уменьшить, включив на параллельную работу насосные агрегаты с различными характеристиками, подобранными соответствующим образом. В соответствии с требованиями Технического задания максимальный объем подаваемой на ОФ воды составляет $24000 \text{ м}^3/\text{ч}$, а минимальный – $16000 \text{ м}^3/\text{ч}$ при стабильном давлении на входе фабрики 3 кгс/см^2 . Указанный достаточно широкий диапазон подачи воды на фабрику при жестком нормировании входного давления требует разработки требований к режиму работы насосной станции с целью обеспечения технологического процесса при минимуме потребления электроэнергии. Как показали исследования, обеспечить

указанные выше требования возможно при использовании насосных агрегатов с различными $Q(H)$ -характеристиками. В частности, для насосной станции ОНС необходимо модернизировать два насосных агрегата 24 НДс под характеристику, представленную на рисунке 3,а, а третий – под характеристику, представленную на рисунке 3,б. По этой причине насосный агрегат НА-3 модернизирован под гидравлические параметры $Q = 6000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 39 \text{ м}$, а насосные агрегаты № 5, 6 – под гидравлические параметры $Q = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 39 \text{ м}$. При оптимизации режима работы разнотипных насосных агрегатов, питающих общую нагрузку, необходим критерий выбора момента перехода от одного насосного агрегата (или их группы) к другому. Однако правильный подбор состава работающих насосных агрегатов еще не

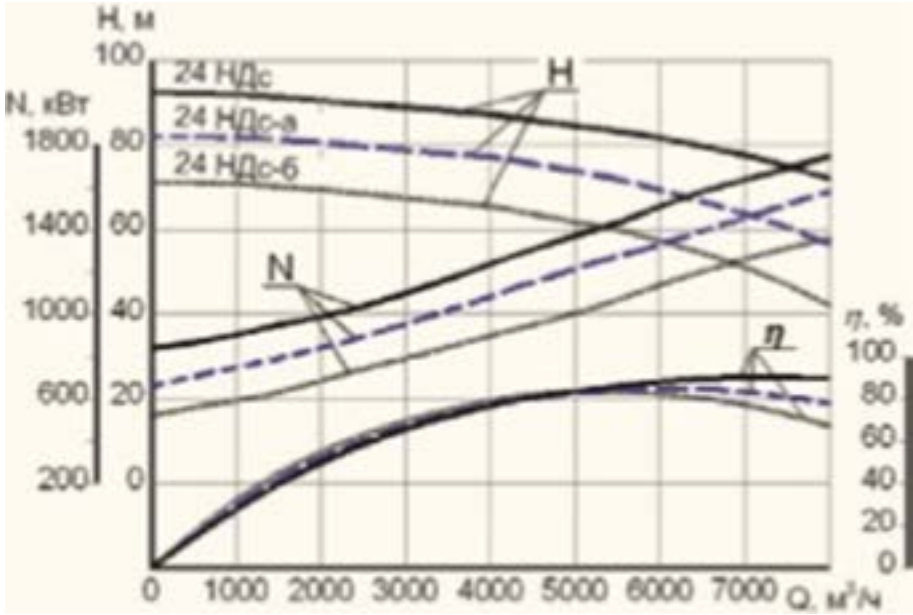
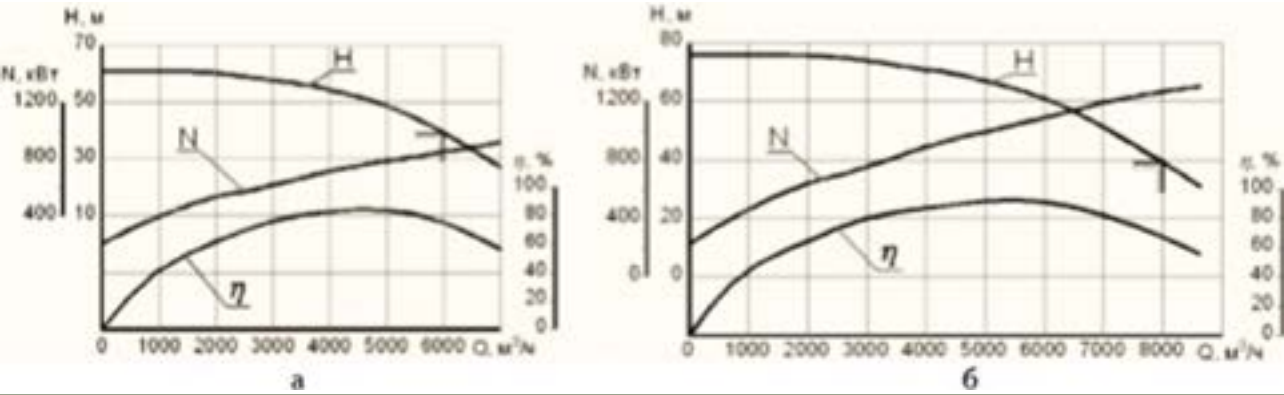


Рисунок 2 – Энергетические характеристики 24 НДс

Таблица 1 – Результаты моделирования режима водоснабжения немодернизированными насосными агрегатами

№ НА	Мощность, Р (кВт)	Подача, Q (м³/ч)	Удельный расход, (кВт*ч/м³)
НА №3	1392	6170	0,2257
НА №5	1381	6120	0,2257
НА №6	1379	6110	0,2257



а – Q = 8000 м³/ч, Н = 39 м, б – Q = 6000 м³/ч, Н = 39 м

Рисунок 3 – Энергетические характеристики модернизированных насосных агрегатов

обеспечивает минимальных расходов электроэнергии на перекачивание жидкости. При использовании разнотипных насосных агрегатов следует, кроме того, правильно распределить нагрузку между ними и выявить границы их рационального использования во всем диапазоне изменения подач насосной установки. Такое регулирование подачи насосной станции не исключает применение

дресселирования для согласования режима работы параллельно включенных насосных агрегатов и регулирования количества перекачиваемой ими жидкости. Изложенное подтверждается результатами моделирования режима работы системы водоснабжения обогатительной фабрики группой из трех модернизированных насосных агрегатов, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты моделирования режима водоснабжения немодернизированными насосными агрегатами

№ НА	Мощность, Р (кВт)	Подача, Q (м³/ч)	Удельный расход, ρ (кВт*ч/м³)
НА №3	534	2687	0,19874
НА №5	1191	7864	0,15145
НА №6	1191	7849	0,14174

Исходя из данных таблицы 2, удельный расход электроэнергии на подачу 1 м³ технической воды составляет: $\rho_1 = 2916 / 18400 = 0,1585$ кВт·ч/м³. Достижение максимальной энергоэффективности предусматривает также и необходимость разработки организационных мероприятий, направленных на снижение потребления электроэнергии через рациональное сочетание параллельно работающих насосных агрегатов в границах заданных давлений и подач [2].

Выводы

Применение объектно-ориентированного моделирования сложных гидравлических сетей упрощает решение оптимизационных задач и позволяет получить точные данные основных технических характеристик моделируемых объектов. Основной практический эффект работы достигнут за счет модернизации трех насосных агрегатов ОНС и разработки рекомендаций по энергоэффективному режиму водоснабжения

технологических потребителей.

Достигнутая экономия электроэнергии от полной реализации проекта при учете характеристики режима работы ОНС до проведения работ по модернизации насосных агрегатов (среднесуточное потребление электроэнергии группой насосных агрегатов по измерениям счетчиков – 99466 кВт·ч; среднесуточная подача технической воды группой насосных агрегатов по измерениям расходомеров – 440642 м³; удельное потребление электрической энергии на перекачивание 1 м³ воды – $\rho = 99466 / 440642 = 0,2257$ кВт·ч/м³) составляет:

$$N = 100(0,2257 - 0,1585) / 0,2257 = 29,77\%.$$

При этом, исходя из среднесуточного потребления электроэнергии насосными агрегатами ОНС на уровне 99466 кВт·ч, годовая экономия электроэнергии насосными агрегатами этой станции после модернизации составляет $W = 99466 \cdot 0,2977 \cdot 365 = 10\,808\,025$ кВт·ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудувных установках [Текст] / Б.С. Лезнов. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 506 с.
2. Бойко В.С. Повышение энергетической эффективности водоснабжения локального объекта [Текст] / В.С. Бойко // Промышленная гидравлика и пневматика. – 2008. – № 1 (19). – С. 100-103.
3. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 9. – С. 84-85.
4. Горный журнал. – 2016. – № 5. – С. 32-35.

REFERENCES

1. Leznov B.S. Energoberezhniye i reguliruyemyy privod v nasosnykh i vozdukhoduvnykh ustanovkakh [Tekst] / B.S. Leznov. - M.: Energoatomizdat, 2006. - 506 s.
2. Boyko V.S. Povysheniye energeticheskoy effektivnosti vodosnabzheniya lokal'nogo ob'yekta [Tekst] / V.S. Boyko // Promyshlennaya gidravlika i pnevmatika. - 2008. - № 1 (19). - S. 100-103.
3. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. - 2012. - № 9. - S. 84-85.
4. Gornyy zhurnal. - 2016. - № 5. - S. 32-35.

DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_168
УДК 528.03

***Д.Н. СУЛЕЙМЕНОВА**, докторант PhD,
Т.П. ПЕНТАЕВ, д.т.н., профессор,
Г.С. МАДИМАРОВА, к.т.н., доцент,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби
*автор-корреспондент

Геодезические методы измерения деформации высотных зданий и сооружений

Ключевые слова: геометрическое нивелирование, автоматизированные системы, микро nivelирование, спутниковые технологии, мониторинг, системный анализ

В настоящее время накоплен достаточно большой опыт разработки и применения различных инженерно-геодезических методов и приборов для высокоточных измерений при наблюдениях за осадками и горизонтальными смещениями зданий и сооружений.

Применительно к определению и измерению деформаций существующим методам свойственны некоторые особенности, достоинства и недостатки в определенных условиях их применения.

Например, метод геометрического нивелирования считается самым распространенным из всех существующих методов по определению осадков основания и фундаментов сооружения. Для большинства зданий и сооружений величина осадков фундамента определяется нивелированием, выполняемым по методике нивелирования 1 и 2 класса. Согласно руководству [1] осадки фундаментов определяются геометрическим нивелированием при двух горизонтах прибора, в прямом и обратном направлениях высокоточными нивелирами различной марки с применением штриховых инварных реек. Эти приборы между собой друг от друга отличаются по конструктивности и точности получаемых результатов измерений. Однако, как показывает практика, один и тот же прибор обеспечивает точность в широких пределах. Предельные невязки ходов подсчитываются по следующим формулам:

- для нивелирования I класса – $f_{h1} = 0,3\sqrt{n}$, мм;
- для нивелирования II класса – $f_{h1} = 1,0\sqrt{n}$, мм;
- для нивелирования III класса – $f_{h1} = 2,0\sqrt{n}$, мм;

где n – число станций.

В зависимости от класса нивелирования точность определения осадков характеризуется средней квадратической погрешностью на одной станции от 0,3 до 0,9 мм.

Отметки деформационных точек в цикле измерений определяются относительно исходного грунтового репера, который является постоянным на весь период наблюдений. При выполнении измерений по деформационным точкам

разрабатывают специальную схему и методику с применением соответствующих приборов.

Геометрическое нивелирование имеет ряд недостатков, которые снижают эффективность использования данного метода за счет ошибок несовершенства конструкции прибора и реек, влияния внешней среды и т.д.

Следующий простейший метод, который обеспечивает такую же точность, как геометрическое нивелирование, является гидростатическое нивелирование. Как показывает анализ практики применения данного метода [3,4], его целесообразно использовать при наблюдениях за вертикальными смещениями точек фундаментов и несущих строительных конструкций в стесненных условиях.

При гидродинамическом нивелировании превышения определяют по формуле:

$$h_i = H_0 - (H_{ji} + Th_i), \tag{1}$$

где H_0 – значение высоты уровня жидкости в измерительном сосуде в момент поступления сигнала со штока-сигнализатора j . Средняя квадратическая ошибка данного способа составляет 0,3-0,5 мм. Основные ошибки данного способа обусловлены влиянием внешних условий (температура, атмосферное давление).

Когда по условиям строительства применение геометрического и гидростатического нивелирования затруднено, для измерения осадков сооружений используют тригонометрическое нивелирование, которое позволяет определить осадки точек в труднодоступных местах.

При тригонометрическом нивелировании значения превышений определяют по формуле:

$$h = d \cdot \operatorname{ctg} \beta, \tag{2}$$

где d – горизонтальное проложение от прибора до цели, β – вертикальный угол (угол наклона). Эти величины измеряются теодолитами или тахеометрами, которые обеспечивают высокую точность, порядка 0,1 мм.

Тригонометрическое нивелирование по срав-

нению с геометрическим нивелированием считается более низким по точности, хотя оно почти до конца 19 века являлось основным при определении высот геодезических пунктов.

Совершенствованием метода тригонометрического нивелирования занимались многие ученые, как отечественные, так и зарубежные [1]. Несмотря на то, что эти разработки внесли определенный вклад в развитие теории и практики тригонометрического нивелирования, они не дали должного результата при решении инженерно-геодезических задач. В условиях строительной площадки, где тригонометрическое нивелирование может быть выполнено из середины, следует сделать такой вывод, что метод тригонометрического нивелирования обладает определенными резервами для повышения точности результатов до уровня соответствующих классов геометрического нивелирования [7].

Исследования показывают, что в благоприятных условиях при использовании высокоточных теодолитов или тахеометров можно измерить превышение между точками, удаленными друг от друга на расстоянии до 100 м с ошибкой 0,2-0,4 мм. Главной причиной, влияющей на точность определения превышений, при этом методе является вертикальная рефракция, которая искажает истинное значение зенитных расстояний, и она, в свою очередь, зависит от изменения во времени вертикального температурного градиента.

Способ микро nivelирования применяют при изучении осадок между близко расположенными друг к другу конструкциями и технологическим оборудованием. Измерения выполняют с помощью микро nivelира.

В последние годы в Республике Казахстан наметилась бурное увеличение строительства уникальных зданий и сооружений как гражданского, так и промышленного назначения. Эти объекты, в основном технически сложные, они зачастую сопровождаются значительной высотой и наличием большепролетных конструкций. Для таких сооружений главной задачей деформационного мониторинга будут являться наблюдения за осадками и кренами. В настоящее время вместо традиционных способов в мировой практике для определения деформаций применяют геодезический метод с использованием спутниковых технологий как на обширных территориях, так и на локальных участках.

Система мониторинга – это сложный аппаратно-программный комплекс, включающий в себя высокоточное измерительное оборудование (датчики), оборудование центра мониторинга и каналов связи, а также программное обеспечение управления, сбора и обработки данных. Остановимся подробнее на каждом компоненте системы. Как уже было упомянуто выше, используемые в системе датчики могут быть как геодезическими, так и геотехническими. Геодезические датчики используют оптические (роботизированный та-

хеометр, инклинометр) и спутниковые технологии (навигационный приёмник). Точность таких датчиков с учётом последних разработок и достижений весьма высока. Так, роботизированный тахеометр Leica TM30 позволяет достичь точности в 1 мм на расстоянии до 400 м, спутниковый навигационный приёмник Leica GMX902 определяет координаты с точностью до 3 мм + 0,5ppm, инклинометр Leica NIVEL220 измеряет угол наклона с точностью до 0,005 мрад, что позволяет определить горизонтальное смещение в 1 мм на 200 м высоты [7].

Главной особенностью спутниковых технологий является их оперативность и синхронность выполнения измерений. Это обстоятельство позволяет определить деформационные изменения на всем исследуемом участке одновременно с той же точностью, которую может дать используемая спутниковая аппаратура и методика обработки спутниковых измерений. Основное преимущество спутниковых технологий с применением ГНСС состоит в его непрерывном характере, что возможно и в реальном масштабе времени и с постобработкой.

Известно, что деформации сооружений возникают и происходят как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Методы для определения смещений в вертикальной плоскости были рассмотрены выше, а теперь вкратце рассмотрим методы, которые применяются для определения горизонтальных смещений зданий и сооружений.

Согласно СНИП, измерения горизонтальных смещений частей зданий и сооружений допускается выполнять с ошибками, не превышающими [3]:

- для зданий и сооружений, возводимых на скальных и полускальных грунтах, – 1 мм;
- для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах, – 3 мм;
- для каменно-высоконапорных плотин – 5 мм;
- для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах, – 10 мм;
- для земляных сооружений – 15 мм.

Горизонтальные смещения зданий и сооружений или их отдельных частей измеряют различными методами, основными из них является створный, линейно-угловой (триангуляция, трилатерация) и стереофотограмметрический.

Как показывает практика, эти способы являются примерно равноточными. Однако многие современные сооружения имеют значительную длину и требуют высокой точности при производстве наблюдений в пределах 0,5-1 мм, а то и того меньше. В связи с чем и возникает потребность разработки методики, позволяющей обеспечить необходимую точность определения смещений в различных условиях [7].

Во многих случаях применяют комбиниро-

ванные способы. Например, триангуляция и трилатерация используются для определения устойчивости исходных (опорных) пунктов, с этих пунктов способами угловых засечек или полигонометрии определяются смещения точек сооружений [2,3] исходя из вышеизложенного, способ линейно-угловых построений обладает особенностями, но для всех видов характерным является постоянство схемы измерений и необходимость получения в конечном счете не самих координат деформационных точек, а их изменений во времени, т.е. разностей координат в других циклах. Координаты циклов вычисляют в условной системе. Уравнивание линейно-угловых построений производится строгими способами, что значительно усиливает их применение на практике.

Остановимся подробнее на геодезическом деформационном мониторинге. Деформационный мониторинг – это контроль и систематические измерения геометрических размеров и положения объекта. Полученные измерения используются для последующего вычисления отклонений, анализа деформационных процессов, проверки на вхождение в допуск и генерирования оповещений о тревожных событиях. Правильно рассчитанная и построенная система мониторинга позволяет вовремя выявить и предупредить деформационные процессы на контролируемом объекте, что минимизирует убытки и позволяет избежать человеческих жертв и потерь дорогостоящего оборудования, и это является важной составляющей риск-менеджмента, осуществляющего контроль за сложными инженерными объектами. При этом система мониторинга может быть установлена как в процессе строительства объекта, так и во время его последующей эксплуатации.

Спутниковый навигационный приёмник может быть установлен в любой точке объекта, в которой обеспечивается приемлемая видимость небосвода. Типовое применение спутниковых навигационных приёмников – для контроля мостов (высоких пилонов и пролётов), дамб и плотин, высотных зданий, нефтяных платформ. Особенностью применения спутниковых технологий является обязательное наличие опорной базовой станции, которая обеспечивает необходимые поправки и позволяет достичь высокой точности спутниковых измерений. Базовая станция может быть локальной (располагаться недалеко от объекта) или сетевой (используется одна, ближайшая к объекту базовая станция из существующей в данном регионе или области сети базовых станций).

Инклинометры обычно устанавливаются на опорах мостов, вдоль оси высотных зданий и на фундаментах различных сооружений, расположенных на нестабильных грунтах. Выбор состава и мест расположения геотехнических датчиков всегда зависит от типа объекта и его состояния. Важную роль при выборе оборудования каналов связи играет место расположения сервера центра мониторинга, технической доступности объекта

по прокладыванию кабелей и пожелания заказчика. Также следует обеспечить бесперебойное электропитание для всего оборудования системы мониторинга. Отметим, что подбор оборудования каналов связи и электропитания является задачей проектирования индивидуально для каждого объекта [7].

Основным компонентом системы мониторинга является специализированное программное обеспечение (ПО), устанавливаемое на сервере центра мониторинга. Данное ПО должно обеспечивать следующие функции: управление измерительными датчиками, сбор, обработку и сохранение в локальной базе данных измеренных параметров, визуализацию, проверку каждого параметра на вхождение в заданные допуски, формирование оповещений при нештатных и критических ситуациях (при помощи SMS, e-mail, включения локальной сирены). Всем перечисленным функционалом обладает специализированное программное обеспечение LeicaGeoMoSMonitor. Дополнительное ПО, LeicaGeoMoSAnalyzer, позволяет осуществлять просмотр накопленных данных за любой период времени и повторно обрабатывать их, формировать отчёты.

В пользу выбора автоматизированной системы мониторинга выступает следующее обстоятельство. Если провести экономические расчеты ресурсов, необходимых для проведения измерений традиционными методами (транспортные расходы, затраты на оборудование и персонал), то станет очевидно, что система автоматического деформационного мониторинга окупается за 2-3 года эксплуатации. При этом для обслуживания даже самой сложной системы достаточно нескольких специалистов, а вероятность ошибки измерений близка к нулю. В частности, такие ошибки, как неточное наведение на отражатель или пропущенные цели полностью исключаются. Наличие системы мониторинга также способно существенно сократить расходы на страхование инженерного объекта.

При проектировании системы мониторинга необходимо, прежде всего, чётко представлять объем необходимой информации о контролируемом объекте, которая предоставляла бы исчерпывающую информацию о его пространственном положении и качественном состоянии. Исходя из этого определяется состав датчиков и ПО системы мониторинга. Важным преимуществом автоматизированных систем деформационного мониторинга является масштабируемость и гибкость в выборе оборудования. При необходимости есть возможность добавлять, исключать или изменять определенные элементы без остановки общего процесса наблюдения за объектом. Любой проект может быть расширен или объединен с текущими инженерными системами объекта.

На основе выполненного анализа существующих традиционных методов геодезических изме-

рений, рекомендованных в действующих нормативных документах, инструкциях и руководствах можно отметить, что они не всегда обеспечивают с экономической стороны конечные результаты. Это приводит к необходимости разработать новую методику инженерно-геодезических изме-

рений. Для каждого из рассмотренных методов необходимо обосновать соответствующие требования и рекомендации по их практическому применению при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений для определения осадков и деформаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михаленко Е.Б., Беляев Н.Д., Вилькевич В.В. и др. Инженерная геодезия. Геодезические разбивочные работы, исполнительные съемки и наблюдения за деформациями сооружений. – М.: Недра, 2007. – 89 с.
2. Пентаев Т.П., Атымтаев Б.Б. Инженерлік геодезия. – Алматы: Эверо, 2005. – 184 б.
3. Зайцев А.К., Марфенко С.В., Михелев Д.Ш. и др. Геодезические методы исследования деформаций сооружений. – М.: Недра, 2001. – 272 с.
4. Болдырев Г.Г., Живаев А.А. Геотехнический мониторинг // Инженерные изыскания № 8. 2013. С. 40-45.
5. Мадимарова Г.С., Сулейменова Д.Н. Инженерлік геодезия. Оқу құралы. – Алматы. КазНТУ, 2017. – 224 с.
6. Мадимарова Г.С. Ғимарат деформациясын бақылау. Оқу құралы. – Алматы. КазНТУ, 2014. – 210 с.
7. <https://geosystems.ru/solutions/monitoring-deformatsiy/>

REFERENCES

1. Mikhalenko Ye.B., Belyayev N.D., Vil'kevich V.V. i dr. Inzhenernaya geodeziya. Geodezicheskiye razbivochnyye raboty, ispolnitel'nyye s"yemki i nablyudeniya za deformatsiyami sooruzheniy. - M .: Nedra, 2007. - 89 s.
2. Pentayev T.P., Atymtayev B.B. Inzhenerlik geodeziya. - Almaty: Evero, 2005. - 184 b.
3. Zaytsev A.K., Marfenko S.V., Mikhelev D.SH. i dr. Geodezicheskiye metody issledovaniya deformatsiy sooruzheniy. - M .: Nedra, 2001. - 272 s.
4. Boldyrev G.G., Zhivayev A.A. Geotekhnicheskij monitoring // Inzhenernyye izyskaniya № 8. 2013. S. 40-45.
5. Madimarova G.S., Suleymenova D.N. Inzhenerlik geodeziya. Oq, u k, uraly. - Almaty. KazNTU, 2017. - 224 s.
6. Madimarova G.S. Gimarat deformatsiyasyn bak, ylau. Oq, u k, uraly. - Almaty. KazNTU, 2014. - 210 s.
7. <https://geosystems.ru/solutions/monitoring-deformatsiy/>

РЕЗЮМЕ

УДК 378.126(07). НУРМАҒАНБЕТОВА М.С., БАКИНА Ю.А., БЛЯЛОВА Ж.С. **Влияние ресурсного центра профильного обучения (РЦПО) на профессиональное самоопределение старшеклассников.**

Ресурсный центр объединяет несколько общеобразовательных учреждений, обладает достаточным материальным и сильным кадровым потенциалом. В ресурсной модели одно из учреждений является «донором» для других, использующих его ресурсы. Ресурсные центры профильного обучения, построены на сетевой модели обучения. Ресурсные центры обладают рядом преимуществ: создают условия для препрофильной подготовки и профильного обучения учащихся школ, включенных в сеть; расширяют коммуникативную среду учащихся; вовлекают в учебный процесс наиболее опытных педагогов общего среднего и высшего профессионального образования; позволяют выстраивать индивидуальные образовательные траектории. Созданы научно-образовательное пространство для учащихся, с привлечением вузов, научной общественности региона, организуется ряд с профильной целенаправленная довузовская подготовка с привлечением кадрового потенциала вузов. Создается сетевое коммуникационное пространство для учителей сетевых школ, что равносильно постоянному повышению квалификации.

УДК 37.013. АУЕЗОВА А.Т., ТАЖИБЕКОВА К.Б., МОЛДАКЕНОВА Е.К., КОСМУРАТОВА А.Н. **Активизация лекционных занятий с применением метода фасилитации.**

Рассмотрены методы фасилитации при проведении лекционных занятий в высших учебных заведениях. Основной целью лекционного занятия является формирование основы для усвоения студентами учебного материала. В настоящее время имеется проблема преподавания дисциплин активными методами для повышения эффективности передачи нового материала. Для решения этой проблемы может метод фасилитации. Фасилитация – это профессиональная организация группового рабочего процесса, направленная на достижение заданных группой вопросов. Процесс фасилитации приводит к повышению эффективности групповой работы, повышению привлекательности и интереса участников, раскрытию их потенциала. Фасилитация необходима там, где люди стремятся достичь общих целей в командной работе, проектной группе, в ходе совещания.

ӘОЖ 378.126(07). НҰРМАҒАНБЕТОВА М.С., БАКИНА Ю.А., БЛЯЛОВА Ж.С. **Бейіндік оқыту ресурстық орталығы (БОРО) жоғары сынып оқушыларының кәсіби өзін-өзі анықтауға әсері.**

Ресурстық орталық бірнеше білім беру мекемелерін біріктіреді, жеткілікті материалдық және күшті кадрлық әлеуетке ие. Ресурстық модельде мекемелердің бірі оның ресурстарын пайдаланатын басқалар үшін «донор» болып табылады. Бейінді оқытудың ресурстық орталықтары оқытудың желілік моделіне негізделген. Ресурстық орталықтар бірқатар артықшылықтарға ие: желіге қосылған мектеп оқушыларын бейінді даярлау және бейіндік оқыту үшін жағдай жасайды; оқушылардың коммуникативтік ортасын кеңейтеді; оқу процесіне жалпы орта және жоғары кәсіптік білім берудің неғұрлым тәжірибелі педагогтарын тартады; жеке білім беру траекторияларын құруға мүмкіндік береді. Жоғары оқу орындарын, аймақтың ғылыми қауымдастығын тарта отырып, оқушылар үшін ғылыми-білім беру кеңістігі құрылады, жоғары оқу орындарының кадрлық әлеуетін тарта отырып, жоғары оқу орнына дейінгі бейіндік мақсатты дайындықпен қатар ұйымдастырылады. Желілік мектеп мұғалімдері үшін желілік коммуникациялық кеңістік құрылады, бұл үздіксіз біліктілікті арттырумен тең.

ӘОЖ 37.013. АУЕЗОВА А.Т., ТӘЖІБЕКОВА К.Б., МОЛДАКЕНОВА Е.К., КОСМУРАТОВА А.Н. **Фасилитация әдісін қолдана отырып дәріс сабақтарын белсендіру.**

Жоғары оқу орындарында дәріс сабақтарын өткізу кезінде фасилитация әдістері қарастырылған. Дәріс сабағының негізгі мақсаты студенттердің оқу материалын меңгеруінің негізін қалыптастыру болып табылады. Қазіргі уақытта жаңа материалды берудің тиімділігін арттыру үшін пәндерді белсенді әдістермен оқыту проблемасы бар. Бұл мәселені шешу үшін фасилитация әдісі көмектеседі. Фасилитация-бұл топ қойған сұрақтарға қол жеткізуге бағытталған топтық жұмыс процесін кәсіби ұйымдастыру. Фасилитация процесі топтық жұмыстың тиімділігін арттыруға, қатысатындары мен қатысушылардың қызығушылығын арттыруға, олардың әлеуетін ашуға әкеледі. Фасилитация адамдар командалық жұмыста, жобалық топта, кенесу барысында ортақ мақсаттарға жетуге тырысатын жерде қажет.

UDC 378.126(07). NURMAGANBETOVA M.S., BAKINA YU.A., BLYALOVA ZH.S. **Resource Center for Specialized Education (RCSE) Effect on Professional Self-determination of Upper-form Pupils.**

The resource center unites several educational institutions, has sufficient material and strong human resources. In the resource model, one of the institutions is a «donor» for others using its resources. Resource centers for specialized training are built on the network learning model. Resource centers have a number of advantages: they form conditions for pre-profile training and specialized training of school pupils included in the network; expands the communicative environment of pupils; involves the most experienced teachers of general secondary and higher vocational education in the educational process; allows building individual educational trajectories. The scientific and educational space for pupils is being formed involving universities, the scientific community of the region, alongside with specialized, targeted pre-university training, with the involvement of the personnel potential of universities. The network communication space is being formed for teachers of network schools, which is tantamount to the continuous professional development.

UDC 37.013. АУЕЗОВА А.Т., ТАЖИБЕКОВА К.Б., МОЛДАКЕНОВА Е.К., КОСМУРАТОВА А.Н. **Activation of Lecture Classes Using the Facilitation Method.**

The methods of facilitation at the lectures at higher education institutions are considered. The main goal of the lecture is to form the basis for assimilation of the educational material by students. Currently, there is the problem of teaching disciplines using active methods to increase the efficiency of transferring the new material. The method of facilitation will help to solve this problem. Facilitation is professional organization of the group work process aimed at answering the questions asked by the group. The process of facilitation leads to increasing the efficiency of group work, increasing the attractiveness and interest of participants, and disclosure of their potential. Facilitation is necessary where people strive to achieve common goals in teamwork, in a project group, during a meeting.

УДК 004.048. КАЙБАСОВА Д.Ж., ЛА Л.Л., КОЖАНОВ М.Г. **Интеллектуальный анализ контента силлабусов для формирования образовательных программ.**

Описывается модель формирования образовательных программ, удовлетворяющих заданным компетенциям на основе методов обработки текстовых документов через их векторные представления. Предложенная модель выполняет кластеризацию текстовых документов с учетом весовых коэффициентов отдельных слов в корпусе. Модель использует такие вспомогательные процедуры, как удаление стоп-слов из документов, stemming, определение важности термина в корпусе документов по tf-idf характеристикам термина. Для определения группы силлабусов, характеризующих общим свойством, нахождения групп схожих силлабусов в выборке использовался кластерный анализ документов. На этапе кластерного анализа использовалась мера косинусного сходства векторов. Данное исследование решает задачи интеллектуальной поддержки процесса, формирования учебных дисциплин образовательных программ высшего образования, с целью снижения трудоемкости разработки новых образовательных программ и повышения качества образовательного контента.

УДК 378.02:372.8:004.9. НҰРҒОЖИН М.Р., ДӘНЕНОВА Г.Т., САЙЛАУҚЫЗЫ Ж. **Компьютерное моделирование влияния механического воздействия на остаточные сварочные напряжения и деформации.**

На сегодняшний день решен ряд задач автоматизированного анализа на основе ПК ANSYS для нахождения и регулирования таких опасных сопутствующих факторов сварки, как временные и остаточные сварочные напряжения и деформации. В данной работе рассмотрены некоторые из них. Решена задача моделирования термодеформационных процессов для дуговой однопроходной сварки встык модулированным током тонких пластин в зависимости от различных технологических параметров. В результате решения выявлены объемные временные и остаточные сварочные напряжения и деформации. Рассмотрено решение объемной задачи о нахождении температурных полей при воздействии сварочного источника тепла на металлическую пластину при сварке встык. В расчете используется метод конечных элементов, реализованный в программно-методическом комплексе ANSYS. Исследованы технологические способы снижения остаточных сварочных напряжений и деформаций.

УДК 669.04:666.76. ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., ДОСТАЕВА А.М., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., АРИНОВА С.К. **Исследование пористости и газопроницаемости шамотных изделий, сформированных в условиях двухстадийного прессования.**

В работе представлены результаты исследований технологических свойств суспензии, используемой для изготовления огнеупорных изделий. Техническим результатом явилось повышение гомогенности состава и плотности во всем объеме изделия за счет использования перерыва между прессованием и допрессовкой с целью релаксации напряжений значения давления при прессовании относительно базового. В температурном диапазоне 600-900°C возникает объемное изменение, которое является равномерным и соответствует линейной усадке до 2,5%. Также при этом повышается прочность кирпичей. В этом диапазоне также происходит окисление углеродных примесей и сульфидов, разложение карбонатов кальция и магния. Изменение пористости при обжиге менее значительным, чем изменение пористости при прессовании, следовательно, структура изделия опрavlяется исходной массой компонентов. При этом структура исходных компонентов при обжиге меняется качествен-

ӘОЖ 004.048. КАЙБАСОВА Д.Ж., ЛА Л.Л., КОЖАНОВ М.Г. **Білім беру бағдарламаларын қалыптастыруда силлабус мазмұнын интеллектуалды талдау.**

Мәтіндік құжаттарды олардың векторлық көріністері арқылы өңдеу әдістері негізінде берілген құзыреттерді қанағаттандыратын білім беру бағдарламаларын қалыптастыру моделі сипатталған. Ұсынылған модель корпусқа жеке сөздердің салмақ коэффициенттерін ескере отырып, мәтіндік құжаттарды кластерлеуді орындайды. Модель құжаттардан тоқтату сөздерін алып тастау, stemming, терманың tf-idf сипаттамалары бойынша құжаттар корпусындағы терманың маңыздылығын анықтау сияқты көмекші процедураларды қолданады. Жалпы қасиетімен сипатталатын силлабустар тобын анықтау үшін іріктеуде ұқсас силлабустар тобын табу үшін құжаттардың кластерлік талдауы пайдаланылды. Кластерлік талдау кезеңінде векторлардың косинустық ұқсастығының өлшемі қолданылды. Бұл зерттеу жаңа білім беру бағдарламаларын әзірлеудің күрделілігін төмендету және білім беру контентінің сапасын арттыру мақсатында процесті зияткерлік қолдау, жоғары білімнің білім беру бағдарламаларының оқу пәндерін қалыптастыру мәселелерін шешеді.

ӘОЖ 378.02:372.8:004.9. НҰРҒОЖИН М.Р., ДӘНЕНОВА Г.Т., САЙЛАУҚЫЗЫ Ж. **Қалдық деңкерлеу кернеулеріне және деформацияға механикалық әсердің әсерін компьютерлік модельдеу.**

Бүгінгі таңда уақытша және қалдық деңкерлеу кернеулері мен деформациялар сияқты қауіпті деңкерлеу факторларын табу және реттеу үшін ANSYS ДК негізінде автоматтандырылған талдаудың бірқатар міндеттері шешілді. Бұл жұмыста олардың кейбіреулері қарастырылады. Әр түрлі технологиялық параметрлерге байланысты жұқа тақталардың модуляцияланған тоғымен түйіскен доғалық бір өтпелі деңкерлеу үшін термодеформациялық процестерді модельдеу мәселесі шешілді. Шешім нәтижесінде көлемді уақытша және қалдық деңкерлеу кернеулері мен деформациялар анықталды. Түйіспелерді деңкерлеу кезінде деңкерлеу жылу көзінің металл табакқа әсер етуі кезінде температура өрістерін табу туралы көлемді мәселенің шешімі қарастырылады. Есептеу ANSYS Бағдарламалық-әдістемелік кешенінде жүзеге асырылатын ақырғы элементтер әдісін қолданады. Қалдық деңкерлеу кернеулері мен деформацияларды төмендетудің технологиялық әдістері зерттелді.

ӘОЖ 669.04:666.76. ИСАҒҰЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., ДОСТАЕВА А.М., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., АРИНОВА С.К. **Екі сатылы баспалау жағдайында қалыптасқан шамот бұйымдарының кеуектілігі мен газ өткізгіштігін зерттеу.**

Жұмыста отқа төзімді бұйымдарды дайындау үшін қолданылатын суспензияның технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Техникалық нәтиже өнімнің барлық көлеміндегі құрамы мен түйіздығының гомогенділігінің жоғарылауы болды, бұл басу мен сығымдау арасындағы үзілісті қолдану арқылы кернеуді релаксация үшін базаға қатысты басу кезіндегі қысым мәні. 600-900°C температура диапазонында көлемдік өзгеріс пайда болады, ол біркелкі және 2,5% дейін сызықтық шөгуге сәйкес келеді. Сондай-ақ, кірпіштің беріктігі артады. Бұл диапазонда көміртегі қоспалары мен сульфидтердің тотығуы, кальций мен магний карбонаттарының ыдырауы жүреді. Жану кезіндегі кеуектіліктің өзгеруі сығымдау кезіндегі кеуектіліктің өзгеруіне қарағанда аз, сондықтан өнімнің құрылымы компоненттердің бастапқы массасымен қалпына келеді. Сонымен қатар, атыс кезінде бастапқы компоненттердің құрылымы сапалы өзгереді: кеуектердің мөлшері артып, олардың нақты беті

UDC 004.048. KAYBASSOVA D.ZH., LA L.L., KOZHANOV M.G. **Intellectual Analysis of the Syllabus Content for the Formation of Educational Programs.**

The article describes a model for the formation of educational programs that satisfy the given competences based on the methods of processing text documents through their vector representations. The proposed model performs clustering text documents taking into account the weighting factors of individual words in the body of documents by tf-idf characteristics of the term. To determine a group of syllabuses characterized by a common property, finding groups of similar syllabuses in the sample, we used cluster analysis of documents. At the stage of cluster analysis, a measure of the cosine similarity of vectors was used. This study solves the problem of intellectual support of the process, the formation of academic disciplines of educational programs of higher education, in order to reduce the labor intensity of developing new educational programs and improve the quality of the educational content.

UDC 378.02:372.8:004.9. NURGOZHIN M.R., DANENOVA G.T., SAYLAUKYZY ZH. **Computer Simulation of Mechanical Impact on Residual Welding Stresses and Strains.**

Today, a number of problems of automated analysis based on the ANSYS PC have been solved to find and regulate such dangerous associated welding factors as temporary and residual welding stresses and strains. This paper discusses some of them. The problem of modeling thermal deformation processes for single-pass arc butt welding with modulated current of thin plates is solved depending on various technological parameters. As a result of the solution, volumetric temporary and residual welding stresses and deformations were revealed. The solution of the volumetric problem of finding the temperature fields under the action of a welding heat source on a metal plate in butt welding is considered. The calculation uses the finite element method implemented in the ANSYS software package. Technological methods of reducing residual welding stresses and strains have been studied.

UDC 669.04:666.76. ISSAGULOV A.Z., IBATOV M.K., DOSTAYEVA A.M., KVON SV.S., KULIKOV V.YU., ARINOVA S.K. **Studying Porosity and Gas Permeability of Chamotte Products Formed under Conditions of Two-stage Pressing.**

The paper presents the results of studying the technological properties of the suspension used for manufacturing refractory products. The technical result was increasing the homogeneity of the composition and density in the entire volume of the product due to the use of a break between pressing and additional pressing in order to relax stresses of the pressure value during pressing relative to the base pressure. In the temperature range of 600-900°C, a volumetric change occurs, which is uniform and corresponds to the linear shrinkage of up to 2.5%. It also increases strength of the bricks. In this range, oxidation of carbon impurities and sulfides, decomposition of calcium and magnesium carbonates also occurs. The change in porosity during firing is less significant than that during pressing; therefore, the structure of the product is recovered by the initial mass of the components. In this case, the structure of the initial components changes qualitatively during firing: the size of the pores increases, and their

но: величина пор повышается, а их удельная поверхность сокращается. Предлагаемый состав и технологические режимы позволяют изготавливать огнеупорные изделия (кирпичи) с пониженной и равномерной пористостью и повышенной термостойкостью.

УДК 669.168. АКБЕРДИН А.А., ИСАГУЛОВ А.З., КИМ А.С., СУЛТАНГАЗИЕВ Р.Б., АУБАКИРОВ Д.Р. **Экспериментальные исследования по производству борбариевого ферросплава.** Проведены теоретические и экспериментальные исследования по получению комплексного борбариевого ферросплава. Полагали, что одновременное присутствие в последнем такого эффективного микролегирующего элемента, как бор, и такого сильно модификатора, как барий, позволит улучшить эксплуатационные характеристики черных и цветных металлов. Выполнен полный термодинамический анализ химических взаимодействий в системе Fe-BaO-B₂O₃-C в диапазоне температур 1273-3000 К с использованием комплекса TERRA. Показана возможность производства ферросплава, одновременно содержащего бор и барий. В металле они должны содержаться в виде таких фаз, как борид железа (FeB) и гексаборид бария (BaB₆). Образование борида железа возможно при умеренных температурах (1600-1800 К), а гексаборида бария – при высоких (2000-2200 К). Изучены особенности восстановления бора и бария углеродом как из чистых оксидов (B₂O₃ и BaO), так и поступающих с рудой или образующихся из них в ходе плавки боратов кальция (Ca₃B₂O₅) и бария (BaV₂O₄, BaV₂O₇). Пониженная активность оксидов в них сдвигает процесс восстановления бария и бора в высокотемпературную область. Проведены опытные плавки на печи сопротивления Таммана. Доказано, что как с использованием оксидов бария и бора, так и содержащих их природных баритовых и боратовых руд возможно производство нового борбариевого ферросплава.

УДК 669.223.31. НАРЕМБЕКОВА А., ТОКЕНОВА З.Ш. **Альтернативная технология переработки медьсодержащих растворов.** Предложена новая технология переработки медьсодержащих растворов аммиаком. Предложенная технология обеспечивает полную ликвидацию жидких, газообразных отходов, а также полный вывод вредных примесей (мышьяка), исключая их возврат в производство. Она включает нейтрализацию электролита аммиаком с осаждением мышьяка и части меди в виде медно-арсенатного кека. Оставшиеся в растворе медь и никель выделяют электролизом в ваннах с нерастворимыми анодами с получением на катоде медно-никелевого порошка. После электролиза раствор выпаривают с получением сульфата аммония. Маточные растворы после кристаллизации сульфата аммония возвращают на выпарку либо на электролитическое доизвлечение меди и никеля (при их накоплении). При этом продуктами технологии являются: медно-мышьяковые кеки, сульфат аммония, порошок медно-никелевых сплавов.

УДК 622.765.06. ОМАРОВА Н.К., АМИРХАН А.А., ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., МУХТАР А.А., ОЛЖАБАЕВА А.С. **Исследования по разработке технологии переработки упорной золотосодержащей руды.** Эффективным способом переработки упорных коренных золотокварцевых руд являются комбинированные методы, сочетающие в себе гравитационные и флотационные методы обогащения. При этом гравитационное обогащение позволяет выделить из руды значительную часть минералов пустой породы и тем самым улучшить для последующего обогащения флотацией соотношение полезных и породных минералов в исходной для флотации материал. Для проведения исследований

азаяды. Ұсынылған құрам мен технологиялық режимдер төмен және біркелкі кеуектілігі бар және ыстыққа төзімділігі жоғары отқа төзімді бұйымдарды (кірпіштерді) жасауға мүмкіндік береді.

ӨОЖ 669.168. АКБЕРДИН А.А., ИСАҒҰЛОВ А.З., КИМ А.С., СҰЛТАНҒАЗИЕВ Р.Б., ӘУБАКІРОВ Д.Р. **Борбарий феррокорытпасын өндіру бойынша эксперименттік зерттеулер.** Кешенді борбарий феррокорытпасын алу бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Соңғысында бор сияқты тиімді микролегиялық элементтің және барий сияқты күшті модификатордың бір уақытта болуы қара және түсті металдардың өнімділігін жақсартады деп болжанды. TERRA кешенін қолдана отырып, Fe-BaO-B₂O₃-C жүйесінде 1273-3000 К температура диапазонында химиялық әрекеттесулерге толық термодинамикалық талдау жасалды. Құрамында бор мен барий бар феррокорытпаны өндіру мүмкіндігі көрсетілген. Металда олар темір бориді (FeB) және барий гексабориді (BaB₆) сияқты фазалар түрінде болуы керек. Темір боридінің түзілуі қалыпты температурада (1600-1800 К), ал барий гексабориді – жоғары температурада (2000-2200 К) мүмкін. Бор мен барийді таза оксидтерден (B₂O₃ және BaO), сондай-ақ кеннен түсетін немесе олардан кальций бораттарын (Ca₃B₂O₅ және барийді (BaB₂O₄, BaB₂O₇) балқыту кезінде түзілетін көміртектен тотықсыздандыру ерекшеліктері зерттелді. Олардағы тотықтардың төмендеген белсенділігі барий мен борды қалпына келтіру процесін жоғары температуралы аймаққа жылжытады. Тамманның кедергі пешінде тәжірибелік балқыту жүргізілді. Барий мен бор оксидтерін де, құрамында табиғи барит пен борат бар кендерді де қолдана отырып, жаңа борбарий феррокорытпасын шығаруға болатындығы дәлелденді.

ӨОЖ 669.223.31. НАРЕМБЕКОВА А., ТОКЕНОВА З.Ш. **Құрамында мыс бар ерітінділерді өңдеудің балама технологиясы.** Мыс бар ерітінділерді аммиакпен өңдеудің жаңа технологиясы ұсынылды. Ұсынылған технология сұйық, газ тәрізді қалдықтарды толық жоюды, сондай-ақ зиянды қоспаларды (мышьякты) олардың өндіріске қайтарылуын болдырмай, толық шығаруды қамтамасыз етеді. Ол электролитті мышьяқ тұндырылған аммиакпен бейтараптандыруды және мыс-арсенатты кек түріндегі мыс бөлігін қамтиды. Ерітіндіде қалған мыс пен никель катодта мыс-никель ұнтағын алу үшін ерімейтін анодтары бар ванналарда электролиз арқылы шығарылады. Электролизден кейін ерітінді аммоний сульфатын алу арқылы буланады. Аммоний сульфаты кристалданғаннан кейін аналық ерітінділер булануға немесе мыс пен никельдің электролиттік шығарылуға дейін қайтарылады (жинақталған кезде). Сонымен қатар, технологияның өнімдері: мыс-мышьяк кектері, аммоний сульфаты, мыс-никель қорытпаларының ұнтағы.

ӨОЖ 622.765.06. ОМАРОВА Н.К., ӘМІРХАН А.А., ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., МҰХТАР А.А., ОЛЖАБАЕВА А.С. **Құрамында алтын бар табанды кенді қайта өңдеу технологиясын әзірлеу бойынша зерттеулер.** Гравитациялық және флотациялық байыту әдістерін біріктіретін аралас әдістер тұрақты байырғы алтын-кварцты кендерді өңдеудің тиімді әдісі болып табылады. Бұл ретте гравитациялық байыту кеннен бос тау жынысы минералдарының едәуір бөлігін бөліп алуға және сол арқылы флотациямен одан әрі байыту үшін бастапқы материалдағы флотация үшін пайдалы және тау жынысы минералдарының арақатынасын жақсартуға мүмкіндік береді. Зерттеулер жүргізу үшін ірі алтын кені кен ор-

specific surface area decreases. The proposed composition and technological modes make it possible to manufacture refractory products (bricks) with reduced and uniform porosity and increased heat resistance.

UDC 669.168. AKBERDIN A.A., ISSAGULOV A.Z., KIM A.S., SULTANGAZIYEV R.B., AUBAKIROV D.R. **Experimental Studies of Producing Borbarium Ferroalloy.** Theoretical and experimental studies have been carried out to obtain a complex borbarium ferroalloy. It was believed that the simultaneous presence of such an effective microalloying element as boron and such a strong modifier as barium in the latter would improve the performance characteristics of ferrous and non-ferrous metals. A complete thermodynamic analysis of chemical interactions in the Fe-BaO-B₂O₃-C system in the temperature range 1273-3000 K using the TERRA complex has been performed. The possibility of producing a ferroalloy containing boron and barium is shown. In the metal, they should be contained in the form of such phases as iron boride (FeB) and barium hexaboride (BaB₆). The formation of iron boride is possible at moderate temperatures (1600-1800 K), and barium hexaboride at high temperatures (2000-2200 K). The features of reducing boron and barium with carbon both from pure oxides (B₂O₃ and BaO), and from those supplied with ore or formed from them during the smelting of calcium (Ca₃B₂O₅) and barium (BaB₂O₄, BaB₂O₇) borates have been studied. The reduced activity of oxides in them shifts the process of reduction of barium and boron to the high-temperature region. Experimental melts were carried out on a Tamman resistance furnace. It has been proven that both with the use of barium and boron oxides and containing natural barite and borate ores, it is possible to produce a new borbarium ferroalloy.

UDC 669.223.31. NAREMBEKOVA A., TOKENOVA Z.SH. **Alternative Technology of Treating Copper-containing Solutions.** A new technology of treating copper-containing solutions with ammonia has been proposed. The proposed technology ensures complete elimination of liquid, gaseous waste, as well as the complete removal of harmful impurities (arsenic), excluding their return to production. It includes neutralization of electrolyte with ammonia with precipitation of arsenic and part of copper in the form of copper-arsenate cake. The copper and nickel remaining in the solution are isolated by electrolysis in baths with insoluble anodes to obtain a copper-nickel powder at the cathode. After electrolysis, the solution is evaporated to obtain ammonium sulfate. After crystallization of ammonium sulfate, mother liquors are returned to the evaporation or to the electrolytic additional extraction of copper and nickel (if they accumulate). The products of the technology are as follows: copper-arsenic cakes, ammonium sulfate, powder of copper-nickel alloys.

UDC 622.765.06. OMAROVA N.K., AMIRKHAN A.A., SHEREMBAYEVA R.T., MUKHTAR A.A., OLNABAYEVA A.S. **Studying the Technology Development for Treating Refractory Gold Ore.** Combined methods that combine gravity and flotation methods of concentration are an effective way of treating refractory gold-quartz ores. At this, gravity concentration makes it possible to extract a significant part of the gangue minerals from the ore and thereby to improve the ratio of useful and rock minerals in the initial material for subsequent flotation. For studies, two samples of ore from the largest gold deposit were used. The average gold content determined from the sampling data, is 9.6 g/t

были использованы две пробы руды крупнейшего золоторудного месторождения. Среднее содержание золота, определенное по данным опробования, составляет 9,6 г/т в пробе №1 и 3,8 г/т в пробе №2. Для определения оптимальных условий флотации был проведен ряд экспериментов с дробной подачей реагентов и стадийной схемой флотации. Содержание золота в хвостах флотации остается на уровне 1,4 г/т, извлечение золота в концентраты составляет в среднем 87%, даже при крупности измельчения 98% по кл. – 0,74 мм. По пробе 2 исследования по флотационному обогащению были проведены на хвостах гравитации с содержанием золота 3,8 г/т. Хвосты флотации в этом случае получены с содержанием золота 0,43 г/т при общем их выходе 78,31%. Общий выход гравитационного и флотационного концентратов составил 21,69% со средним содержанием золота в смеси концентратов 16,1 г/т.

УДК 621.317.733.2. АЙЖАМБАЕВА С.Ж., ШАШАЛОВА О.С. **Исследование обновления методики поверки анализаторов хлора CLT10sc/CLF10sc.** Актуальной проблемой остается контроль содержания хлора в воде. До сих пор человечество не находило эффективных методов обеззараживания воды, кроме как хлором и хлорообразующими реагентами. Качество воды, используемой в быту и в различных областях науки, напрямую влияет на качество жизни человечества. В зависимости от того, насколько точны показания приборов и средств измерений для проверки качества воды, можно определить, насколько развита наука. Работа с высокоточными измерительными приборами – требование времени. В статье исследовано, насколько методика поверки средств измерений удовлетворяет современным требованиям метрологического контроля. Рассмотрены пути осуществления эффективного обновления методики поверки.

УДК 552.086. КОПОБАЕВА А.Н., АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ А., ОЖИГИН Д.С., АСҚАРОВА Н.С., БЛЯЛОВА Г.Г. **Изучение редкоземельных элементов в углях и глинистых прослоях месторождения Шубарколь.** Угли являются одним из потенциальных источников малых элементов. Рассмотрены редкоземельные элементы в углях и глинистых прослоях Шубаркольского месторождения. Проанализировано 25 проб угля и аргиллита из трех участков месторождения Центральной, Западной и Восточный в районе радиоактивной аномалии месторождения Шубарколь. Пробы изучались методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на определение средних содержания 28 элементов Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Br, Cs, Ag, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Co, Na, Eu, La, Sb в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета. Установлено, что угли Центрального участка в отдельных пробах имеют средние содержания Ce, Ba, Sr, Sc, Zn выше кларкового. Определено, что Sm, Ce, U, Cr, Yb, Ba, Sr, Nd, As, Sc, Zn, Eu, La в составе аргиллита Восточного участка имеют средние значения выше, чем в углях, а также имеют значения выше кларковых. Анализ рентгеновской дифрактограммы позволил установить каолинитовый состав аргиллита, что говорит о возможности присутствии вулканической пирокластики.

УДК 528.3. МЫНГЖАСАРОВ Б., НҰРПЕИСОВА М.Б., ШҰЛЫЦ Р.Г., ИСАТАЕВА Ф.М., ЖҰНУСОВА Г.Е. **Геодезическое обеспечение строительства Северо-Каспийского морского канала с причальными сооружениями.** Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями является перспективным строительством, его можно назвать Морскими воротами Атырауской области. При интенсив-

нының екі сынамасы пайдаланылды. Сынама-лау деректері бойынша анықталған алтынның орташа мөлшері №1 сынамада 9,6 г/т және №2 сынамада 3,8 г/т құрайды. Флотацияның оңтайлы жағдайларын анықтау үшін реагенттерді бөлшектеп беру және флотацияның сатылы схемасы бойынша бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Флотация қалдықтарындағы алтынның құрамы 1,4 г/т деңгейінде қалады, концентраттарға алтынды алу орташа 87% құрайды, тіпті ұсақтау ірілігі 98% – дан 0,74 ММ. 2-сынама бойынша флотациялық байыту зерттеулері құрамында 3,8 г/т алтын бар гравитация қалдықтарында жүргізілді. Гравитациялық және флотациялық концентраттардың жалпы шығымы 16,1 г/т концентраттар қоспасындағы алтынның орташа құрамымен 21,69% құрады.

ӨОЖ 621.317.733.2. АЙЖАМБАЕВА С.Ж., ШАШАЛОВА О.С. **CLT10sc/CLF10sc хлор анализаторының салыстырып тексеру әдіс-темесін жаңарту маңызын зерттеу.** Судағы хлор құрамын бақылау өзекті мәселе болып қалуда. Осы уақытқа дейін адамзат суды зарарсыздандырудың тиімді әдістерін таба алмады, хлор және хлор түзетін реагенттерден басқа. Күнделікті өмірде және ғылымның әртүрлі салаларында қолданылатын судың сапасы адамзат өмірінің сапасына тікелей әсер етеді. Судың сапасын тексеру үшін аспаптар мен өлшеу құралдарының көрсеткіштері қаншалықты дәл екендігіне байланысты ғылымның қаншалықты дамығанын анықтауға болады. Жоғары дәлдікті өлшеу аспаптарымен жұмыс істеу-уақыт талабы. Бұл мақалада өлшеу құралдарын тексеру әдіс-темесі метрологиялық бақылаудың заманауи талаптарына қаншалықты сәйкес келетіндігі зерттелген. Тексеру әдіс-темесін тиімді жаңарту жолдары қарастырылады.

ӨОЖ 552.086. ҚОПОБАЕВА А.Н., АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ А., ОЖИГИН Д.С., АСҚАРОВА Н.С., БЛЯЛОВА Г.Г. **Шұбаркөл кен орнының көмірі мен сазды қабаттарындағы сирек жер элементтерін зерттеу.** Көмір – шағын элементтердің әлеуетті көздерінің бірі. Шұбаркөл кен орнының көмір және сазды қабаттарындағы сирек жер элементтері қарастырылды. Шұбаркөл кен орнының радиоактивті аномалиясы ауданындағы Орталық, Батыс және Шығыс кен орындарының үш учаскесінен көмір мен аргиллиттің 25 сынамасы талданды. Сынамалар 28 элементтің Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Br, Cs, Ag, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Co, Na, Eu, La, Sb орташа құрамын анықтау үшін аспаптық нейтрондық-активтендіру талдау (ИНАТ) әдісімен Томск политехникалық университетінің Геоэкология және геохимия кафедрасының Ұлттық зерттеу ядролық-геохимиялық зертханасында зерттелді. Жеке сынамалардағы орталық учаскенің көмірлерінің кларктан жоғары Ce, Ba, Sr, Sc, Zn орташа құрамы бар екендігі анықталды. Sm, Ce, U, Cr, Yb, Ba, Sr, Nd, As, Sc, Zn, Eu, La Шығыс учаскесіндегі аргиллиттің құрамында көмірге қарағанда орташа мәндер жоғары, сонымен қатар кларктан жоғары мәндер бар екендігі анықталды. Рентгендік дифрактограмманы талдау аргиллиттің каолиниттік құрамын анықтауға мүмкіндік берді, бұл вулканогенді пирокластиканың болуы мүмкін екенін көрсетеді.

ӨОЖ 528.3. МЫНГЖАСАРОВ Б., НҰРПЕИСОВА М.Б., ШҰЛЫЦ Р.Г., ИСАТАЕВА Ф.М., ЖҰНУСОВА Г.Е. **Айлақ құрылыстары бар Солтүстік-Каспий теңіз каналының құрылысын геодезиялық қамтамасыз ету.** Айлақ құрылыстары бар Солтүстік-Каспий теңіз арнасы перспективалы құрылыс болып табылады, оны Атырау облысының теңіз қақпасы деп атауға болады. Солтүстік Каспий-

in sample No. 1 and 3.8 g/t in sample No. 2. To determine the optimal flotation conditions, a number of experiments were carried out with fractional feed of reagents and a staged flotation scheme. The gold content in the flotation tailings remains at the level of 1.4 g/t, the recovery of gold into concentrates averages 87%, even with the grinding size of 98% in the – 0.74 mm class. For sample 2, flotation concentration studies were carried out on gravity tailings with the gold grade of 3.8 g/t. In this case, flotation tailings were obtained with the gold content of 0.43 g/t with the total yield of 78.31%. The total yield of gravity and flotation concentrates was 21.69% with the average gold content in the mixture of concentrates of 16.1 g/t.

UDC 621.317.733.2. AIZHAMBAYEVA S.ZH., SHASHALOVA O.S. **Studying the Updating of the Calibration Methodology for Chlorine Analyzers CLT10sc/CLF10sc.** Monitoring the chlorine content in water remains an urgent problem. Until now, humanity has not found effective methods of disinfecting water other than chlorine and chlorine-forming reagents. The quality of water used in everyday life and in various fields of science directly affects the quality of human life. Depending on how accurate the readings of instruments and measuring instruments for checking the quality of water are, it is possible to determine how advanced the science is. Working with high-precision measuring instruments is a requirement of the time. This article examines the extent to which the method of verification of measuring instruments meets present day requirements of metrological control. The ways of implementing effective updating of the calibration method are considered.

UDC 552.086. KOPOBAYEVA A.N., AMANGELDIKYZY A., OZHIGIN D.S., ASKAROVA N.S., BLYALOVA G.G. **Studying Rare Earth Elements in Coals and Clay Layers of the Shubarkol Deposit.** Coals are one of the potential sources of trace elements. Rare earth elements in coals and clay layers of the Shubarkol deposit are considered. There have been analyzed 25 samples of coal and mudstone from three areas of the Central, Western and Eastern deposits in the area of the radioactive anomaly of the Shubarkol deposit. The samples were studied by instrumental neutron activation analysis (INAA) to determine the average contents of 28 elements Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Br, Cs, Ag, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, La, Sb in the nuclear geochemical laboratory of the Department of Geoecology and Geochemistry of the National Research Tomsk Polytechnic University. It was found that the coals of the Central area in some samples have average contents of Ce, Ba, Sr, Sc, Zn that are higher than the clarke content. It was determined that Sm, Ce, U, Cr, Yb, Ba, Sr, Nd, As, Sc, Zn, Eu, La in the mudstone of the Eastern section have average values higher than those in coals, and also have the values that are higher than clarke. Analyzing the X-ray diffraction pattern made it possible to establish the kaolinite composition of the mudstone, which indicates the possible presence of volcanogenic pyroclastics.

UDC 528.3. MINGZHASAROV B., NURPEISOVA M.B., SCHULTZ R.G., ISSATAYEVA F.M., ZHUNUSOVA G.E. **Geodetic Construction Support of the North Caspian Sea Canal with Berthing Facilities.** The North Caspian Sea canal with berthing facilities is a promising construction; it can be called the Sea Gate of the Atyrau region. With intensive oil production in the North Caspian, the

ной добыче нефти на Северном Каспии объект будет использоваться для доставки грузов на наземной месторождения. Обеспечение безопасной эксплуатации таких уникальных и ответственных инженерных сооружений достигается проведением геодезического мониторинга. При строительстве гидротехнических сооружений возникает необходимость проведения реконструкции оборудования. В первую очередь реконструкции подлежат глубоководные шлюзы и гидроагрегаты. В связи с этим предложена усовершенствованная методика проведения геодезических работ и использования в них современных средств измерений. Предложенные авторами современные технические средства геодезического обеспечения строительных работ, GPS-технология позволяют получить сведения о строительном объекте с высокой степенью точности.

УДК 539.375. БАКИРОВ Ж.Б., ТАКИШОВ А.А., БАКИРОВ М.Ж. **Исследование напряженного состояния выработок при сопряжении выемочных камер.** Рассмотрена задача определения напряженно-деформированного состояния вокруг полевой выработки при отработке рудного месторождения выемочными камерами. Выработка состоит из штреков, пройденных под рудной панелью, и нескольких отработанных камер многоугольного сечения. Задача решается методом конечных элементов с использованием программного комплекса ANSYS в плоской постановке. На основе исследования напряженного состояния межкамерных циклов разработана методика определения расчетного напряжения в целике. Из расчетов на прочность определена зависимость толщины целика от ширины камеры при отработке месторождения выемочными камерами. Для выбранных значений ширины камеры и толщины целика определены максимальные растягивающие напряжения в кровле камеры. Полученные результаты позволяют обоснованно выбрать параметры отработки рудного месторождения выемочными камерами.

УДК 622.817.4. [АКИМБЕКОВА Н.Н.], НУРГАЛИЕВА А.Д., САТТАРОВА Г.С., АХМЕТОВА А.Ж., КАЛИЯСКАРОВА А.Ж. **Определение движения газа в барьерной скважине.** Идея барьерной дегазации заключается в развороте вектора движения газа в сторону скважин, пробуренных по пласту. Обычно 2-3 скважины бурятся из специальной камеры в массив, прилегающий к стенкам выработки, вдоль оси выработки в сторону груди забоя. При понижении давления газа в скважине метан угольного пласта будет через трубопроводы дегазационной сети изолированно отводиться из шахты и выбрасываться в атмосферу. Режимы движения газа оказывают существенное влияние на давление газа в барьерной дегазационной скважине. Представленная в статье математическая модель позволяет, с учетом режимов движения в газовом потоке, оценить динамику роста давления в скважине. Проведенные расчеты показали, что в дегазационной скважине движение газа происходит, как правило, в ламинарном режиме. Это обуславливает незначительный рост давления газа от устья к торцу скважины.

УДК 245.1. МАХАНОВА Н.А., КРЯЖЕВА Т.В., ЖЕЛАЕВА Н.В., ГАБАЙДУЛЛИН Р.И. **Анализ трещиноватости массива западного участка рудника «Нурказган».** Установлена важная необходимость оценки прочностных свойств. По результатам массовых замеров трещиноватости массива получены два кластерных подмножества. Качество разбиения на кластеры близко к единице с двумя центрами кластеров – азимуты 80° и 78°, а углы падения 264° и 70°. Азимут углов падения (около 80°) подтверждает действие вертикальных напряжений на массив буродоставочного штрека горизонта +200 м. Анализ

де мұнайды қарқынды өндіру кезінде объект жер үсті кен орындарына жүктерді жеткізу үшін пайдаланылатын болады. Осындай бірегей және жауапты инженерлік құрылыстарды қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз етуге геодезиялық мониторинг жүргізу арқылы қол жеткізіледі. Гидротехникалық құрылыстарды салу кезінде жабдықты қайта құру қажеттілігі туындайды. Бірінші кезекте терең су шлюздері мен гидроагрегаттар қайта жанартуға жатады. Осыған байланысты геодезиялық жұмыстарды жүргізудің және оларда заманауи өлшеу құралдарын қолданудың жетілдірілген әдіс-темесі ұсынылған. Авторлар ұсынған құрылыс жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз етудің заманауи техникалық құралдары, GPS технологиясы дәлдігі жоғары құрылыс объектісі туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді.

ӘОЖ 539.375. БӘКІРОВ Ж.Б., ТАКИШОВ А.А., БӘКІРОВ М.Ж. **Кен алу камералары түйіскен кезде қазбалардың кернеулі күйін зерттеу.** Кен орнын қазу камераларымен қазу кезінде өріс қазбасының айналасындағы кернеулі-деформацияланған күйді анықтау міндеті қарастырылды. Өндіріс кен панелінің астынан өткен штректерден және көпбұрышты қиманың бірнеше өңделген камераларынан тұрады. Мәселе жазық қойылымдағы ANSYS бағдарламалық кешенін қолдана отырып, ақырғы элементтер әдісімен шешіледі. Камерааралық кентіректердің кернеулі күйін зерттеу негізінде кентіректегі есептік кернеуді анықтау әдістемесі жасалды. Беріктік есептеулерінен кен орнын қазу камераларымен өңдеу кезінде кентіректің қалыңдығының камераның еніне тәуелділігі анықталады. Камераның ені мен діңгектің қалыңдығының таңдалған мәндері үшін камераның төбесіндегі максималды созылу кернеулері анықталады. Алынған нәтижелер кен орнын кен алу камераларымен өңдеу параметрлерін негізді таңдауға мүмкіндік береді.

ӘОЖ 622.817.4. [ӘКІМБЕКОВА Н.Н.], НҰРҒАЛИЕВА А.Д., САТТАРОВА Г.С., АХМЕТОВА А.Ж., ҚАЛИЯСҚАРОВА А.Ж. **Тосқауыл ұңғымасындағы газдың қозғалысын анықтау.** Тосқауылды газсыздандыру идеясы газдың қозғалыс векторын қабат бойынша бұрғыланған ұңғымаларға бұру болып табылады. Әдетте 2-3 ұңғымалар арнайы камерадан қазбаның қабырғаларына іргелес массивке, қазбаның осі бойымен кенжардың кеудесіне қарай бұрғыланады. Ұңғымадағы газ қысымы төмендеген кезде көмір қабаттың метаны газсыздандыру желісінің құбырлары арқылы шахтадан оқшауланады және атмосфераға шығарылады. Қозғалыс режимдері кедергі газсыздандыру ұңғымасындағы газ қысымына айтарлықтай әсер етеді. Мақалада келтірілген математикалық модель газ ағынындағы қозғалыс режимдерін ескере отырып, ұңғымадағы қысымның өсу динамикасын бағалауға мүмкіндік береді. Есептеулер газсыздандыру ұңғымасында газдың қозғалысы, әдетте, ламинарлық режимде болатындығын көрсетті. Бұл ұңғыманың аузынан шетіне қарай газ қысымының шамалы өсуіне әкеледі.

ӘОЖ 245.1. МАХАНОВА Н.А., КРЯЖЕВА Т.В., ЖЕЛАЕВА Н.В., ГАБАЙДУЛЛИН Р.И. **«Нұрказган» кенішінің Батыс учаскесі массивінің жарықшақтығын талдау.** Беріктік қасиеттерін бағалаудың маңызды қажеттілігі анықталды. Массивтің сыңғыштығын жаппай өлшеу нәтижелері бойынша екі кластерлік ішкі жиын алынды. Кластерлерге бөліну сапасы екі кластер орталығы бар бірлік-ке жақын – 80° және 78° азимуттар, ал құлау бұрыштары 264° және 70°. Құлау бұрыштарының азимуты (шамамен 80°) тік кернеулердің горизонттың қоныр-жеткізу штрегінің массивіне +200 м әсерін растайды. Жарықтардың

facility will be used to deliver cargo to onshore fields. Ensuring the safe operation of such unique and critical engineering structures is achieved by carrying out geodetic monitoring. During the construction of hydraulic structures, it becomes necessary to reconstruct the equipment. First of all, deep-water locks and hydraulic units are subject to reconstruction. In this regard, an improved methodology for carrying out geodetic works and using modern measuring instruments them is proposed. The updated technical means of geodetic support of construction works proposed by the authors, the GPS technology allows obtaining the information of the construction object with a high degree of accuracy.

UDC 539.375. BAKIROV ZH.B., TAKISHOV A.A., BAKIROV M.ZH. **Studying the Stress State of Workings when Coupling Extraction Chambers.** The problem of determining the stress-strain state around a field working during the development of an ore deposit by extraction chambers is considered. The development consists of drifts passed under the ore panel, and several exhausted chambers of a polygonal section. The problem is solved by the finite element method using the ANSYS software package in a flat setting. Based on studying the stress state of interchamber pillars, a method of determining the calculated stress in the pillar has been developed. From the strength calculations, the dependence of the pillar thickness on the chamber width was determined when mining the deposit with extraction chambers. For the selected values of the chamber width and pillar thickness, the maximum tensile stresses in the chamber roof were determined. The results obtained make it possible to reasonably select the parameters of the mining of an ore deposit with extraction chambers.

UDC 622.817.4. [AKIMBEKOVA N.N.], NURGALIYEVA A.D., SATTAROVA G.S., AKHMETOVA A.ZH., KALIYASKAROVA A.ZH. **Determining Gas Movement in a Barrier Well.** The idea of barrier degassing consists in turning the gas movement vector towards the wells drilled in the reservoir. Usually 2-3 wells are drilled from a special chamber into the rock mass adjacent to the walls of the working, along the axis of the working towards the bottom of the face. When the gas pressure in the well decreases, coalbed methane will be isolated from the mine through the pipelines of the degassing network and released into the atmosphere. Modes of movement have a significant impact on the gas pressure in the barrier degassing well. The mathematical model presented in the article allows, taking into account the modes of movement in the gas flow, assessing the dynamics of pressure growth in the well. The calculations show that gas movement in the degassing well occurs, as a rule, in the laminar mode. This causes a slight increase in gas pressure from the wellhead to the end of the well.

UDC 245.1. MAKHANOVA N.A., KRYAZHEVA T.V., ZHELAYEVA N.V., GABAIDULLIN R.I. **Analysis of the Massif Fracturing at the «Nurkazgan» Mine Western Section.** An important need to assess the strength properties has been established. Based on the results of mass measurements of the massif fracturing, two cluster subsets were obtained. The quality of clustering is close to unity with two cluster centers: azimuths 80° and 78°, and incidence angles 264° and 70°. The azimuth of the dip angles (about 80°) confirms the effect of vertical stresses on the drilling-delivery drift massif of the +200 m level. A cluster with the

связей угловых параметров трещин с расстоянием между ними показал наличие двух систем близкой трещиноватости 0,72х0,55 м и 0,01х1 м. Кластер с расстоянием между трещинами около 0,55 м характеризуют хорошо сцепленный массив из блоков кубической формы. Кластер трещин с малым расстоянием между трещинами характеризует сильно нарушенный массив.

УДК 551.261. РОМАН А.Т., ТУНҒЫШБАЕВА А.Т. **Геолого-геофизическая характеристика структур металлогенических зон Жайльминской синклинали.** В Атасуйском рудном районе главной структурой является Жайльминская синклиналь. На ней сосредоточены промышленные месторождения с богатыми и легкообогатимыми железными и марганцевыми рудами, представляющие основную сырьевую базу черной металлургии Казахстана. Богатства недр не ограничиваются только железо-марганцевыми рудами. Совместно с ними залегают свинцово-цинковые и барит-полиметаллические руды. Комплексное изучение выделенных участков должно увенчаться открытием новых и расширением перспектив уже известных месторождений. В связи с этим, в статье приведена геолого-геофизическая характеристика структур изучаемой территории. Намечены основные критерии для выделения важных структурно-металлогенических зон Жайльминской синклинали.

УДК 622.267.5(574). БАЙКЕНЖИН М.А., ХУАН-ГАН Н., АУЕЛЬБЕКОВ А.Г. **Анализ внезапных выбросов угля и газа, прошедших на шахтах Карагандинского угольного бассейна.** Статья посвящена анализу внезапных выбросов угля и газа (ВВУГ), прошедших на шахтах Карагандинского угольного бассейна. Угольные пласты региона являются одним из опасных по ВВУГ в мире. Актуальность статьи не вызывает сомнения на сегодняшний день, так как затрагивается распределение внезапных выбросов по районам, по выбросоопасным шахтопластам. Проанализированы количество разрабатываемых выбросоопасных шахтопластов, средняя глубина проведения выработок на выбросоопасных пластах. Также рассматривается абсолютное количество ВВУГ, количество ВВУГ на один выбросоопасный пласт, количество выброшенного угля, количество выброшенного газа. В качестве исследовательской задачи авторами была определена попытка оценить количество выбросов, количество выброшенного угля на один выброс; количество выделившегося газа на один выброс. Основное содержание исследования составляет анализ газодинамических явлений в регионе, который влечет за собой сохранение человеческих жизней и безопасное ведение горных работ.

УДК 622.015.33. ХАННАНОВ Р.Р., МИХНЕВ А.В., КУЛАКОВА Е.П. **Проведение геодезических измерений на объектах Топарской ГРЭС.** Описана коррекция результатов измерений электронной тахеометрии, проводимых на золоотвале Топарской ГРЭС. Произведена статистическая обработка горизонтальных проложений геодезических измерений и выполнен анализ полученных результатов статистической обработки данных. Необходимость в проведении данных расчетов обусловлено тем, что в результатах линейных измерений обнаружилась существенная разница между значениями, полученными в разное время суток. Это говорит о влиянии атмосферы на результаты измерений, проводимые электронными лазерными приборами. Анализ результатов коррекции линейных измерений показал, что влияние атмосферы на результаты измерений электронной тахеометрии на расстоянии 1600 м существенно зависит от фактических значений температуры и давления, и прене-

бұрыштық параметрлерінің олардың арасындағы қашықтықпен байланысын талдау 0,72х0,55 м және 0,01х1 м жақын жарықшақты екі жүйенің болуын көрсетті. Жарықтар арасындағы қашықтық шамамен 0,55 м болатын кластер текше пішінді блоктардың жақсы бекітілген массивімен сипатталады. Жарықтар арасындағы қашықтық аз жарықтар кластері қатты бұзылған массивті сипаттайды.

ӘОЖ 551.261. РОМАН А.Т., ТҰҢҒЫШБАЕВА А.Т. **Жайылма синклиналиның металлогендік аймақтары құрылымдарының геологиялық-геофизикалық сипаттамасы.** Атасу кен ауданында негізгі құрылым Жайылма синклинали болып табылады. Онда Қазақстанның қара металлургиясының негізгі шикізат базасын білдіретін бай және жеңіл байытылатын темір және марганец кендері бар өнеркәсіптік кен орындары шоғырланған. Жер қойнауының байлығы тек темір-марганец кендерімен шектелмейді. Олармен бірге қорғасын-мырыш және барит-полиметалл кендері жатыр. Бөлінген учаскелерді кешенді зерттеу жаңа кен орындарының ашылуымен және бұрыннан белгілі кен орындарының перспективаларын кеңейтумен ұштастырылуы тиіс. Осыған байланысты мақалада зерттелетін аумақ құрылымдарының геологиялық және геофизикалық сипаттамалары келтірілген. Жайылма синклиналиның маңызды құрылымдық және металлогендік аймақтарын бөлудің негізгі өлшемдері көрсетілген.

ӘОЖ 622.267.5(574). БАЙКЕНЖИН М.А., ХУАН-ГАН Н., АУЕЛЬБЕКОВ А.Г. **Қарағанды көмір бассейніндегі шақтылардағы болған көмір мен газдың кенеттен лақтырысының талдауы.** Мақала Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында өткен көмір мен газдың кенеттен шығарындыларын талдауға арналған. Аймақтың көмір қабаттары әлемдегі ең қауіпті болып табылады. Бүгінгі таңда мақаланың өзектілігі күмән тудырмайды, өйткені кенеттен шығарындылардың аудандар бойынша, қауіпті шахталар бойынша таралуы әсер етеді. Шығарылған қауіпті шахталардың саны, шығарындыға қауіпті қабаттардағы қазбалардың орташа тереңдігі талданады. Сондай-ақ, КГКШ абсолютті саны, бір лақтырылған қабатқа КГКШ саны, шығарылған көмір мөлшері; шығарылған газдың мөлшері қарастырылады. Зерттеу міндеті ретінде авторлар шығарындылардың мөлшерін, бір шығарындыға шығарылған көмір мөлшерін; бір шығарындыға бөлінген газдың мөлшерін бағалау әрекетін анықтады. Зерттеудің негізгі мазмұны аймақтағы газ-динамикалық құбылыстарды талдау болып табылады, бұл адам өмірін сақтауға және тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуге әкеледі.

ӘОЖ 622.015.33. ХАННАНОВ Р.Р., МИХНЕВ А.В., КУЛАКОВА Е.П. **Топар МАЭС объектілерінде геодезиялық өлшеулер жүргізу.** Топар МАЭС күл үйіндісінде жүргізілген электрондық тахеометрияны өлшеу нәтижелерін түзету сипатталған. Геодезиялық өлшеулердің көлденең төсендерін статистикалық өңдеу жүргізілді және деректерді статистикалық өңдеудің алынған нәтижелеріне талдау жасалды. Осы есептеулерді жүргізу қажеттілігі сызықтық өлшеулердің нәтижелерінде күннің әртүрлі уақытында алынған мәндер арасында айтарлықтай айырмашылық табылатындығына байланысты. Бұл электронды лазерлік құрылғылар жүргізетін өлшеу нәтижелеріне атмосфераның әсерін көрсетеді. Сызықтық өлшеулерді түзету нәтижелерін талдау атмосфераның 1600 м қашықтықта электронды тахеометрияны өлшеу нәтижелеріне әсері температура мен қысымның нақты мәндеріне айтарлықтай тәуелді екенін көрсетті және

fracture spacing of about 0.55 m characterizes a well-adhered massif of cubic blocks. A cluster of cracks with a small distance between cracks characterizes a highly disturbed massif.

UDC 551.261. ROMAN A.T., TUNGYSHBAYEVA A.T. **Geological and Geophysical Characteristics of Metallogenic Zones Structures of the Zhailma Syncline.** In the Atasu ore region, the main structure is the Zhailma syncline. It concentrates industrial deposits with rich and easy-dressing iron and manganese ores, which represent the main raw material base of the ferrous metallurgy of Kazakhstan. The wealth of the subsoil is not limited only to iron-manganese ores. Alongside with them, lead-zinc and barite-polymetallic ores are deposited. A comprehensive study of the allocated areas should be crowned with the discovery of new and expansion of prospects for already known deposits. In this regard, the article presents the geological and geophysical characteristics of the studied territories structures. The main criteria for identifying important structural-metallogenic zones of the Zhailma syncline are outlined.

UDC 622.267.5(574). BAIKENZHIN M.A., KHUANGAN N., AUELBEKOV A.G. **Analyzing Sudden Outbursts of Coal and Gas that Took Place in the Mines of the Karaganda Coal Basin.** The article is dealing with the analysis of sudden coal and gas outbursts (CGSO) that, which took place in the mines of the Karaganda coal basin. The region coal seams are among the most hazardous in the world for coal and gas outbursts. The relevance of the article does not raise doubts today, since distribution of sudden outbursts by regions, by outburst-hazardous mine plastics is affected. There is analyzed the number of developed outburst-hazardous mine layers, the average depth of workings in outburst-hazardous seams. There is also considered the absolute amount of CGSO, the it number per one outburst-dangerous seam, the amount of ejected coal; the amount of gas released. As the research task, the authors identified an attempt to estimate the amount of outbursts, the amount of ejected coal per one outburst; the amount of gas released per one outburst. The main content of the study is the analysis of gas-dynamic phenomena in the region, which entail preservation of human life and safe performing mining operations.

UDC 622.015.33. KHANNANOV R.R., MIKHNEV A.V., KULAKOVA E.P. **Geodetic Measurements at the Objects of the Topar GRES.** The describes correcting the results of electronic tacheometry measurements carried out at the ash disposal area of the Topar GRES. Statistical processing of horizontal traces of geodetic measurements was carried out, and the analysis of the results of statistical data processing was performed. The need to carry out these calculations is caused by the fact that in the results of linear measurements a significant difference was found between the values obtained at different times of the day. This indicates the effect of the atmosphere on the measurement results carried out by electronic laser devices. Analyzing the results of linear measurements correction shows that the effect of the atmosphere on the results of electronic tacheometry measurements atthe distance of 1600 m significantly depends on the actual values of temperature and pressure, and it is unacceptable to neglect the difference

брегаты отличием реальных значений атмосферных величин от их стандартных значений при таких расстояниях недопустимо. Проанализировав результаты расчетов, были сделаны выводы по выполнению геодезических измерений и выбору времени суток, в котором атмосфера не влияет на результаты электрон-ной тахеометрии.

УДК 624.131.556.3. УТЕНОВ Е.С., МУХАМЕД-ЖАНОВА А.Т. **Особенности геотехниче-ского проектирования на подтопляемых территориях.**

Предложен расчет осадок оснований проекти-руемых фундаментом с учетом фактора под-топляемости грунтов. Выделено два характер-ных случая, требующих различных подходы к решению задачи. Случай 1 – когда обводнение грунтов основания происходит до возведения фундаментом. Случай 2 – когда грунты осно-ваний существуют фундаментом подвер-гаются подтоплению в период эксплуатации зданий. На основе предложенной расчетной модели механизма взаимодействия фундамен-та с основанием, отличающейся универсаль-ностью, разработана методика расчета осадок подтопляемых оснований фундаментом зда-ний. Новая методика по сравнению с извест-ными методами расчета осадок позволяет бо-лее точно и достоверно определять опасные осадки фундаментом, вызванные подтопле-нием грунтов не только для оснований вновь возводимых объектов, но и существующих зданий. Также с учетом локального изменения сжимаемости увлажненных грунтов природно-го сложения или ранее обжатых под нагрузкой техногенного характера.

УДК 621.311.22; 624.136.5. ФИЛАТОВ А.В., ЖА-КУЛИНА А.А., КУЗЬМИЧЕВ С.С. **Способ нара-щивания ограждающих дамб хвостохра-нилищ промышленных предприятий.** Рассматривается способ наращивания огради-тельных дамб хвостохранилищ промышленных предприятий. Приведены примеры аварийных ситуаций, возникающих на хвостохранилищах и их последствия. Названа основная причина происшедших аварий. Приводятся данные фи-зико-механических свойств грунтов и матери-алов, использованных при проведении стро-ительных работ на данных гидротехнических объектах. Описывается экономический эф-фект от внедрения данного способа наращи-вания ограждающих дамб. Сделаны выводы о возможности применения золошлаковых от-ходов в качестве основания дополнительных ограждаемых дамб. Предлагается использо-вание отходов металлургических предприятий в качестве материалов для возведения гидро-технических сооружений.

УДК 624.072.7. МЕХТИЕВ А.Д., ҚОЖАС А.К., НЕШИНА Е.Г., КИКНАДЗЕ Р.К., МУХАМЕДЖА-НОВА А.Т. **Инновационные методы мони-торинга дефектов и повреждений стро-ительных конструкций и лабораторные исследования.**

Рассмотрены приборы, используемые при ме-тодах неразрушающего контроля дефектов и повреждений строительных конструкций. В экспериментах использовались цементные балочки размером 40х40х100 мм, в которые в процессе изготовле-ния закладываются оптические волокна с защищенной оболочкой. Разработана схема системы контроля дефектов конструкций же-лезобетонных конструкций, позволяющая опре-делить значения механических напряжений в цементной балочке при ее нагружении, а так-же установить зону дислокации дефекта фун-дамента (трещины). Разработанные волокон-

атмосфералық шамалардың нақты мәндерінің олардың стандартты мәндерінен мұндай қашықтықта айырмашылығын елемеге бол-майды. Есептеулердің нәтижелерін талдаған-нан кейін геодезиялық өлшеулерді орындау және атмосфера электронды тахеометрия нәтижелеріне әсер етпейтін күннің уақытын таңдау туралы қорытынды жасалды.

ӨОЖ 624.131.556.3. УТЕНОВ Е.С., МУХАМЕД-ЖАНОВА А.Т. **Аумақтарды су басудан қор-ғаудың геотехникалық жобалауының ерекшеліктері.**

Топырақтың су басу факторын ескере оты-рып, жобаланған іргетастар негіздерінің шө-гуін есептеу ұсынылады. Мәселені шешудің әртүрлі тәсілдерін қажет ететін екі тән жағдай анықталды. 1-жағдай – іргетас топырақта-рының сулануы іргетастар салынғанға дей-ін пайда болады. 2 жағдай – ғимараттарды пайдалану кезінде қолданыстағы іргетастар негіздерінің топырақтары су астында қалған кезде. Іргетастың әмбебаптығымен ерекшеле-нетін негізбен өзара әрекеттесу механизмінің ұсынылған есептеу моделіне сүйене отырып, ғимараттардың іргетастарының су басқан не-гіздерінің шөгінділерін есептеу әдістемесі жа-салды. Жауын-шашынды есептеудің белгілі әдістерімен салыстырғанда жаңа әдіс жаңадан салынған объектілердің негіздері үшін ғана емес, сонымен қатар қолданыстағы ғима-раттар үшін де топырақты су басудан туын-даған Іргетастардың кәуіпті жауын-шашынын дәлірек және сенімді анықтауға мүмкіндік бе-реді. Сондай-ақ, табиғи қосылыстағы немесе техногендік сипаттағы жүктемемен бұрын сығылған ылғалданған топырақтардың сығылуының жергілікті өзгеруі ескерілді.

ӨОЖ 621.311.22; 624.136.5. ФИЛАТОВ А.В., ЖАКУЛИНА А.А., КУЗЬМИЧЕВ С.С. **Өнеркә-сіптік кәсіпорындардың қалдық қойма-ларының қоршау бөгеттерін өсіру әдісі.** Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қалдық қойма-ларының қоршау бөгеттерін өсіру әдісі қарас-тырылады. Қалдық қоймаларда пайда бола-тын төтенше жағдайлардың мысалдары және олардың салдары келтірілген. Орын алған апаттардың негізгі себебі аталды. Осы гидро-техникалық объектілерде құрылыс жұмыста-рын жүргізу кезінде пайдаланылған топырақ пен материалдардың физикалық-механика-лық қасиеттері туралы мәліметтер келтіріл-ген. Қоршау бөгеттерін құрудың осы әдісін енгізудің экономикалық тиімділігі сипатталған. Күл-қож қалдықтарын қосымша қоршау бө-геттерінің негізі ретінде пайдалану мүмкіндігі туралы қорытынды жасалды. Металлургиялық кәсіпорындардың қалдықтарын гидротехни-калық құрылыстарды салу үшін материалдар ретінде пайдалану ұсынылады.

ӨОЖ 624.072.7. МЕХТИЕВ А.Д., ҚОЖАС А.К., НЕШИНА Е.Г., КИКНАДЗЕ Р.К., МУХАМЕДЖА-НОВА А.Т. **Құрылыс конструкцияларының ақаулары мен зақымдануларын монито-рингтеудің инновациялық әдістері және зертханалық зерттеулер.**

Құрылыс конструкцияларындағы ақаулар мен зақымдарды бұзбай бақылау әдістерінде қол-данылатын құрылғылар қарастырылады. G. 652 стандартты оптикалық талшықты қолдана отырып, құрылыс конструкцияларының ақау-ларын бұзбайтын бақылаудың инновациялық әдісі ұсынылады. Аккредиттелген құрылыс зертханасында зертханалық сынақтар жүр-гізілді. Эксперименттерде өлшемді 40х40х100 мм цемент аркалықтары қолданылды, олар өндіріс процесінде қорғалған қабықпен оп-тикалық талшықтар салынған. Темірбетон конструкцияларының ақауларын бақылау жүйесінің схемасы жасалды, ол цемент арқа-лығында оны жүктеу кезінде механикалық кернеулердің мәндерін анықтауға, сондай-ақ іргетас ақауының (сызаттардың) орналасу ай-мағын анықтауға мүмкіндік береді. Әзірленген талшықты-оптикалық сенсорлар өте жоғары

between the real values of atmospheric values and their standard values at such distances. After analyzing the results of the calculations, conclusions were made on the performance of geodetic measurements and selecting the time of day at which the atmosphere does not affect the results of electronic tacheometry.

UDC 624.131.556.3. UTENOV E.S., MUKHA-MEDZHANOVA A.T. **Features of Geotechnical Design in Flooded Areas.**

The calculation of the base subsidence of the projected foundations, taking into account the factor of soil flooding, is proposed. Two typical cases are identified that require different approaches to solving the problem. Case 1: when the watering of the foundation soils occurs before the construction of the foundations. Case 2: when the soils of the existing foundations are subject to flooding during the operation of buildings. On the basis of the proposed design model of the mechanism of interaction between the foundation and the foundation, which is notable for its versatility, a method for calculating the subsidence of flooded foundations of buildings was developed. The new method, in comparison with the well-known methods of calculating the subsidence, makes it possible to more accurately and reliably determine the hazardous subsidence of foundations caused by flooding of soils not only for the bases of newly erected objects but also for the existing buildings, as well as taking into account the local change in the compressibility of humidified soils of natural constitution or previously compressed under a technogenic load.

UDC 621.311.22; 624.136.5. FILATOV A.V., ZHAKULINA A.A., KUZMICHEV S.S. **Method of Building-up Tailing Protective Dams of Industrial Enterprises.**

The method of building up the protective dams of the tailings of industrial enterprises is considered. Examples of emergency situations occurring at tailing dumps and their consequences are given. The main reason for the accidents that can occur is named. The data of the physical and mechanical properties of soils and materials used during construction work at these hydraulic facilities are presented. The economic effect of the introduction of this method of building protective dams is described. Conclusions are made about the possibility of using ash and sludge waste as a base for additional protective dams. It is proposed to use the waste of metallurgical enterprises as materials for the construction of hydraulic structures.

UDC 624.072.7. MEKHTIYEV A.D., KHOZHAS A.K., NESHINA YE.G., KIKNADZE R.K., MUKHA-MEDZHANOVA A.T. **Innovative Methods of Monitoring Building Structures Defects and Damage and Laboratory Studies.**

There are considered the devices used in methods of non-destructive testing of defects and damages of building structures. An innovative method for non-destructive testing of defects in building structures using optical fiber of the G.652 standard is proposed. Laboratory tests were carried out in an accredited construction laboratory. In the experiments there were used cement beams 40х40х100 mm in size, into which optical fibers with a protected cladding are laid during the manufacturing process. There has been developed the diagram of the system for monitoring structural defects of reinforced concrete structures, which makes it possible to determine the values of mechanical stresses in a cement beam during its loading, as well as to establish the dislocation zone of a foundation defect (cracks). The developed fiber-optic sensors have sufficiently high accuracy, measurement speed, and good linearity of characteristics.

но-оптические датчики обладают достаточно высокой точностью, скоростью измерения и имеют хорошую линейность характеристик. Появляется возможность реализовать на прак-тике на строительных объектах г. Нур-Султана объектные волоконно-оптические информа-ционные системы диагностики технического состояния подземных и надземных строитель-ных конструкций зданий и сооружений.

УДК 621.866. ИБАТОВ М.К., ИЛЕСАЛИЕВ Д.И., ҚАСЫМЖАНОВА А.Д. **К вопросу об увеличе-нии LPI путем совершенствования спосо-ба загрузки контейнеров.**

Представлены результаты научно-исследо-вательских работ, выполненных в области транспортировки сыпучих грузов по желез-нодорожному транспорту. Исследованы рас-пределения напряжения и перемещения в элементах универсального контейнера. Пред-ставлены результаты построения компьютер-ной трехмерной модели, которая представ-ляет собой копию контейнера. Исследования выполнены в программной среде SolidWorks «Simulation». Проведены патентные исследо-вания в области загрузки насыпных грузов в контейнеры, перевозимые железнодорожны-ми платформами. Получен технический ре-зультат, который заключается в повышении эффективности загрузочных работ для кон-тейнеров. На разработанный способ получен патент РФ, который был зафиксирован в базе Derwent Innovations Index of Web of Science maintained by Clarivate Analytics.

УДК 629.341. КРЮЧКОВ Е.Ю., КАБИКЕНОВ С.Ж., ИНТЫКОВ Т.С. **Разработка паспор-та планово-предупредительной систе-мы проведения ТО и ТР для автобусов YUTONG на примере ТОО «Автобусный парк № 3» г. Караганды.**

Разработанный паспорт планово-предупреди-тельной системы проведения технического об-служивания и текущего ремонта автобусов по-зволяет повысить уровень выхода автобусов на линию. Проведен анализ статистических данных по отказам основных узлов и агрега-тов, влияющих на безопасность дорожного движения. Выполнен расчет средневзвеше-нных затрат на ремонт автобусов. На основа-нии вышеизложенных данных составлен гра-фик, из которого был определен оптимальный технический ресурс элемента, позволяющий понять, в какой ступени технической профи-лактики будет выполняться профилактика данной системы или агрегата.

УДК 629.35. КЕЛЖАН С.К., ҚЫЗЫЛБАЕВА Э.Ж. **Система фирменного сервиса грузовых автомобилей с повышением рациональ-ного планирования и распределения ре-сурсов.**

В настоящее время в контексте конкуренции между производителями за рынки сбыта од-ним из элементов товарной политики являет-ся организация загрузочного сопровождения продаж в системе поддержки сельскохозяй-ственной техники. На современном этапе эко-номического развития основным принципом обслуживания является ответственность про-изводителей или их дилеров за безопасность продукции, проданной в течение предполага-емого периода использования. Техническое обслуживание должно минимизировать затра-ты, вызванные неисправностями в машинах. В статье излагается структура системы обслужи-вания бренда сельскохозяйственной техники с учетом ряда факторов, влияющих на ее каче-ство. Рассматривается маркетинговый фактор, и осознание его важности среди участников рынка постоянно растет. Выявлен один из клю-чевых вопросов, ограничивающих рост эконо-мического производства. Основные функции дилерского обслуживания описаны в органи-зации обслуживания предприятия сельскохо-

дәлдікке, өлшеу жылдамдығына ие және жақ-сы сызықтық сипаттамаларға ие. Құрылыс нысандарында Нұр-сұлтан қаласы ғимараттар мен құрылыстардың жерасты және жерүсті құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйін диагностикалаудың объектілік тал-шықты-оптикалық ақпараттық жүйелері іс жүзінде жүзеге асыру мүмкіндігі пайда болды.

ӨОЖ 621.866. ИБАТОВ М.К., ИЛЕСАЛИЕВ Д.И., ҚАСЫМЖАНОВА А.Д. **Контейнерлерді жүк-теу тәсілін жетілдіру жолымен LPI арт-тыру мәселесіне.**

Темір жол кәлігі бойынша сусымалы жүктерді тасымалдау саласында орындалған ғылы-ми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері ұсы-нылған. Әмбебап контейнер элементтеріндегі кернеу мен орын ауыстырудың таралуы зерт-телді. Контейнердің көшірмесі болып табыла-тын компьютерлік модельді құру нәтижелері ұсынылған. Зерттеулер SolidWorks «Simulation» бағдарламалық ортасында жүр-гізілді. Теміржол платформаларымен тасымал-данатын контейнерлерге үйілме жүктерді тиеу саласында патенттік зерттеулер жүргізілген. Контейнерлерге арналған тиеу жұмыстари-ның тиімділігін арттырудан тұратын техника-лық нәтиже алынған. Әзірленген тәсілге Ресей Федерациясының патенті алынды, ол Derwent Innovations Index of Web of Science maintained by Clarivate Analytics базасында тіркелген.

ӨОЖ 629.341. КРЮЧКОВ Е.Ю., КАБИКЕНОВ С.Ж., ЫНТЫКОВ Т.С. **Қарағанды қ. «№ 3 ав-тобус паркі « ЖШС мысалында YUTONG автобустары үшін ТҚЖ және АЖ өткізудің жоспарлы-алдын алу жүйесінің паспор-тын әзірлеу.**

Автобустарға техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу жүргізудің жоспар-лы-алдын алу жүйесінің әзірленген паспорты автобустардың желіге шығу деңгейін артты-руға мүмкіндік береді. Жол қауіпсіздігіне әсер ететін негізгі тораптар мен агрегаттардың істен шығуы туралы статистикалық мәлімет-терге талдау жасалды. Автобустарды жөнде-уге жұмсалған орташа шығындар есептелді. Жоғарыда келтірілген мәліметтер негізінде кесте жасалды, оның ішінен элементтің оңтай-лы техникалық ресурсы анықталды, бұл осы жүйенің немесе қондырғының алдын-алу тех-никалық алдын-алудың қай сатысында орын-далатынын түсінуге мүмкіндік береді.

ӨОЖ 629.35. КЕЛЖАН С.К., ҚЫЗЫЛБАЕВА Э.Ж. **Рационалды жоспарлау мен ресурстар-ды бөлуді ұлғайта отырып, жүк автомо-бильдеріне қызмет көрсету жүйесі.**

Қазіргі уақытта өндірушілер арасындағы өткі-зу нарықтары үшін бәсекелестік жағдайында өнім саясатының элементтерінің бірі ауыл-шаруашылық техникасын қолдау жүйесінде сатуды сапалы қолдауды ұйымдастыру болып табылады. Экономикалық дамудың қазіргі ке-зеңінде қызмет көрсетудің негізгі қағидаты өндірушілердің немесе олардың дилерлерінің болжамды пайдалану кезеңінде сатылған өнімнің қауіпсіздігі үшін жауапкершілігі бо-лып табылады. Машиналардағы туындаған ақаулардың шығындары техникалық қызмет көрсету азайту керек. Мақалада оның сапасы-на әсер ететін бірқатар факторларды ескере отырып, ауылшаруашылық техникасының брендіне қызмет көрсету жүйесінің құрылымы көрсетілген. Маркетингтік фактор қарастыры-лады және оның нарық қатысушылары ара-сындағы маңыздылығын түсіну үнемі өсіп ке-леді. Экономикалық өндірістің өсуін шектейтін негізгі мәселелердің бірі анықталды. Дилерлік қызметтің негізгі функциялары ауылшару-ашылық техникасы кәсіпорнына қызмет көрсе-туді ұйымдастыруда және кәсіпорын жүйесіне

There is an opportunity to put into practice at the construction sites of Nur-Sultan the object fiber-optic information systems for diagnosing the technical condition of underground and above-ground building structures of buildings and structures.

UDC 621.866. IBATOV M.K., ILESSALIYEV D.I., KASSYMZHANOVA A.D. **To the Question of Increasing LPI By Improving the Method of Loading Containers.**

Presents the results of research work carried out in the field of transportation of the bulk cargo by rail. The stress and displacement distribution in the elements of a universal container are studied. The results of the construction of a computer three-dimensional model, which is a copy of the container, are presented. The research was carried out in the SolidWorks «Simulation» software environment. There was carried out the patent search in the field of loading the bulk cargo into containers transported by railway platforms. A technical result was obtained, which consists in increasing the efficiency of loading operations for containers. A Russian patent was obtained for the developed method, which was recorded in the Derwent Innovations Index of Web of Science database maintained by Clarivate Analytics.

UDC 629.341. KRYUCHKOV E.YU., KABIKENOV S.ZH., INTYKOV T.S. **The Development of Passport of Planned Preventive System of Conducting Maintenance and Running Repairs for Buses YUTONG Using the Example of LLP «Bus depot № 3» in Karaganda City.**

Developed passport of planned preventive system conducting maintenance operation and running repairs of buses allows to raise level of buses to drive. An analysis of statistical data on the main blocks and unit refusal, which influences on road traffic safety, was conducted. There was made a calculation of weighted-average costs for buses maintenance. Based on the above-mentioned data there was made an of weighted-average costs for buses maintenance. Based on the above-mentioned data there was made a schedule, where the optimum technical resource of element was defined, which allows to understand in which step of preventive maintenance there would be made preventive maintenance of the given system or unit.

UDC 629.35. KELZHAN S.K., KYZYLBAYEVA E.ZH. **The System of Company Service of Trucks Driven by the Increasing of the Rational Planning and Allocation of Resources.**

Currently in the context of competition among producers for market outlets one of the elements of product policy is management of qualitative after-sale support of agricultural commodities. At the present stage of economic growth the basic principle of service is the responsibility of producers or their dealers for safety of goods sold during its intended use. Maintenance must minimise expenditure, risen from machine malfunction. The article sets out the structure of maintenance system of farm machinery brend given a set of factors affecting its quality. Marketing factor is seen and awareness of its importance among market operators is constantly mounting. There was discovered one of the key questions limiting growth of economic production. The basic functions of dealer service are described in management of service of enterprise of agricultural vehicles and principles of organization system maintenance of enterprise. Volume of output of agricultural vehicles is defined by the relationship between the marketing and logistical activities and regulation of constant maintenance on the basis

зайственной техники и принципа организации обслуживания системы предприятия. Объем производства сельскохозяйственной техники определяется взаимосвязью между маркетинговой и логистической деятельностью и организацией регулярного технического обслуживания на основе дилерской системы.

УДК 62-729.8. МАЛЫБАЕВ Н.С., БИТЫМАЛИ Н.Е. **Контроль качества смазочного материала.**

Недостаток смазочного материала либо его загрязнение является одной из основных причин отказа. Данная статья посвящена вопросам контроля качества смазочного материала и продуктов изнашивания. Операции по контролю поступления смазочного материала определяются способом его подачи к деталям механизма. В основном это визуальные проверки. Помимо визуальных проверок, в статье рассмотрена ультразвуковая технология контроля качества смазочного материала. Ультразвуковая технология, на базе которой работают УЗК приборы мониторинга состояния производственного оборудования, помогает специалисту по смазке отбросить догадки и точно проверить целостность подшипников и механизмов. В статье приведено исследование ультразвуковой технологии контроля на примере смазки подшипника.

УДК 69.059.4. РЯБКОВА М.П., ДЖЕКЕМБАЕВ Т.М. **К вопросу повышения долговечности предприятий энергетического комплекса РК.**

Рассматриваются вопросы повышения долговечности предприятий энергетического комплекса РК. Значительное количество предприятий энергетического комплекса РК были построены в прошлом веке и имеют большой срок эксплуатации. Анализ практики эксплуатации таких предприятий нередко показывает, что физический износ конструкций и зданий в целом достигает критических значений. Такие характеристики износа соответствуют предаварийным и аварийным категориям технического состояния. Установлено что конструкции и здания изнашиваются сильнее там, где выделяется недостаточно средств на нормальную техническую эксплуатацию. Основными причинами этого является недооценка роли технического обслуживания и постоянного контроля за состоянием конструкций. Для повышения долговечности конструкций и зданий в целом особенно важна технически обоснованная эксплуатация, предупреждение, выявление и своевременная ликвидация различных дефектов, проведение реконструкции производственных зданий с восстановлением или усилением строительных конструкций, обеспечением антикоррозионной защиты, соответствующих изменяющимся условиям эксплуатации зданий и сооружений.

УДК 621.43.06. БАЛАБАЕВ О.Т., АСКАРОВ Б.Ш., САРЖАНОВ Д.К., ЖАШКЕЕВ Е.К., АСКАРОВА А.Б. **Исследование напряженно-деформированного состояния крепежных узлов устройства изоляции выхлопных газов ДВС.**

В статье представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных в области разработки устройства изоляции выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин. Исследовано напряженно-деформированное состояние крепежных узлов устройства изоляции выхлопных газов ДВС подземных самоходных машин. Представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных по разработанной методике, которая позволяет определять напряженно-деформированное состояние крепежных узлов. Исследования выполнены в программной среде SolidWorks «Simulation». Для исследования закономерностей связи между влияющими факторами и выходными показателями найдено эмпирическое уравнение. Получена зависимость выход-

ызмет керсетуді ұйымдастыру принципінде сипатталған. Ауылшаруашылық техникасын өндірудің көлемі мен маркетингтік және логистикалық қызмет пен дилерлік жүйе негізінде тұрақты техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру арасындағы өзара байланыспен анықталады.

ӘОЖ 62-729.8. МАЛЫБАЕВ Н.С., БІТІМӘЛІ Н.Е. **Майлау материалдарының сапасын бақылау.**

Майлаудың болмауы немесе оның ластануы сәтсіздіктің негізгі себептерінің бірі болып табылады. Бұл мақала майлау материалдары мен тозу өнімдерінің сапасын бақылауға арналған. Майлау материалының түсуін бақылау жөніндегі операциялар оны механизм бөлшектеріне беру тәсілімен айқындалды. Негізінен бұл визуалды тексерулер. Көрнекі тексерулерден басқа, мақалада майлау сапасын бақылаудың ультрадыбыстық технология майлау маманына болжамдарды тастауға және мойынтіректер мен механизмдердің тұтастығын дәл тексеруге көмектеседі. Мақалада мойынтіректерді майлау мысалында ультрадыбыстық бақылау технологиясын зерттеу берілген.

ӘОЖ 69.059.4. РЯБКОВА М.П., ДЖЕКЕМБАЕВ Т.М. **К энергетикалық кешені кәсіпорындарының ұзақ мерзімділігін арттыру мәселесіне.**

ҚР энергетикалық кешені кәсіпорындарының ұзақ мерзімділігін арттыру мәселелері қарастырылуда. ҚР энергетикалық кешені кәсіпорындарының едәуір бөлігі өткен ғасырда салынған және ұзақ пайдалану мерзімі бар. Мұндай кәсіпорындардың жұмыс тәжірибесін талдау көбінесе құрылымдар мен ғимараттардың физикалық тозуы сыни мәндерге жететінін көрсетеді. Тозудың мұндай сипаттамалары аварияға дейінгі және техникалық жағдайдың авариялық санаттарына сәйкес келеді. Құрылымдар мен ғимараттар қалыпты техникалық пайдалануға жеткілікті қаражат бөлінбейтін жерлерде тозатыны анықталды. Мұның негізгі себептері-техникалық қызмет көрсету рөлін дұрыс бағаламау және құрылымдардың жай-күйін үнемі бақылау. Жалпы құрылымдар мен ғимараттардың беріктігін арттыру үшін техникалық негізделген пайдалану, әртүрлі ақаулардың алдын алу, анықтау және уақытымен жою, Құрылыс конструкцияларын қалпына келтіру немесе күшейту арқылы өндірістік ғимараттарды қайта құру, ғимараттар мен құрылыстарды пайдаланудың өзгеретін жағдайларына сәйкес келетін коррозияға қарсы қорғауды қамтамасыз ету өте маңызды.

ӘОЖ 621.43.06. БАЛАБАЕВ О.Т., АСҚАРОВ Б.Ш., САРЖАНОВ Д.К., ЖАШКЕЕВ Е.К., АСҚАРОВА А.Б. **ДЖК Шығатын газдарды оқшаулау құрылғысының бекіту тораптарының кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу.**

Мақалада жер асты өздігінен жүретін машиналардың ДЖКпайдаланылған газдарын оқшаулау құрылғысын жасау саласындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Жер асты өздігінен жүретін машиналардың ДЖК-ның пайдаланылған газдарын оқшаулау құрылғысының бекіту тораптарының кернеулі-деформацияланған жағдайы зерттелді. Бекіткіштердің кернеулі-деформацияланған күйін анықтауға мүмкіндік беретін әзірленген әдістеме бойынша жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Зерттеулер SolidWorks «Simulation» бағдарламалық ортасында жүргізілді. Әсер етуші факторлар мен Шығыс көрсеткіштері арасындағы байланыс заңдылықтарын зерттеу үшін эмпирикалық теңдеу табылды. Шығу көрсеткіштерінің

of dealer system.

UDC 62-729.8. MALYBAYEV N.S., BITYMALI N.E. **Quality Control of Lubricant.**

Deficiency of lubricant or its contamination is one of the main reasons of breakdown. The given article is dedicated to the questions of quality control of lubricant and wear products. Operations on receipt control of lubricant is defined by the way of its feeding parts of mechanism. Mainly it is visual inspections. Apart from visual inspections, the ultrasound technology of quality control of lubricant is considered in the article. Ultrasound technology, on the basis of which ultrasonic testing devices operate assist an expert on lubricant to cast away guesswork and accurately check the integrity of bearings and mechanisms. The article analyses research of ultrasound technology control drawing on the example of bearing lubrication.

UDC 69.059.4. RYABKOVA M.P., DZHEKSEMBAYEV T.M. **To the Question Increasing Longevity of Enterprises of Energy Complex of RK.**

Questions concerning upgrading the durability enterprises of energy complex of RK. A considerable number of enterprises of energy complex of RK were built in the last century and have a long service life. Quite often analysis of operational practices of such enterprises shows that physical deterioration of buildings and structures is reaching critical levels. Such features of wear and tear comply with preaccidental and emergency categories of technical condition. It was found that buildings and structures deteriorate stronger there where maintenance is underfunded. The main reasons for this include role underestimation of maintenance and constant monitoring the building conditions. Overall, to improve durability of buildings and structures technically justified exploitation is vital, warning, detection and timely liquidation of various defects, renovations of facilities with its reconstruction or strengthening of constructions, for corrosion protection which comply with ever-changing environments of buildings and structures.

UDC 621.43.06. BALABAYEV O.T., ASKAROV B.SH., SARZHANOV D.K., ZHASHKEYEV E.K., ASKAROVA A.B. **The Study of Intense-Deformed Conditions of Attachment Units of ICE Exhaust Gas Insulation Device.**

In present article the results of research works implemented in the area of development system insulation of exhaust gases ICE in underground self-propelled vehicles are presented. The paper reports experimental data designed according to developed method which allows to define intense-deformed conditions of attachment units. The researches were performed in the SolidWorks «Simulation» software environment. For the research of patterns connection between influencing factors and outcome measures empirical equation was found. There was received dependence of outcome measures from influencing factors at limit of stretching strain in material of attachment units – 620.4 МПа. At developed methodology was received the certificate to the subject protected by copyright.

ных показателей от влияющих факторов – при пределе текучести в материале крепежных узлов – 620,4 МПа. На разработанную методику получено свидетельство на объект, охраняемый авторским правом.

УДК 669.15-198. ТАЖИБЕКОВА К.Б., АУЕЗОВА А.Т., КОСМУРАТОВА А.Н., ЕРСҰЛТАНҚЫЗЫ Ә. **Комплексная оценка рыночного состояния предприятия.**

В статье комплексно оценивалось рыночное состояние ТОО «Корпорация Казахмыс», которое является одним из крупнейших предприятий страны. Проведен SWOT-анализ деятельности предприятия. Для разработки прогнозных решений необходима комплексная оценка предприятия. Комплексная оценка финансово-хозяйственной деятельности позволяет определить динамику и устойчивость экономического роста предприятия. Определяет эффективность использования экономического потенциала, состояние и репутацию предприятия на рынке между клиентами и конкурентами. С учетом рисков и финансовых трудностей предприятия позволяет оценить возможности и перспективы развития, социальную значимость предприятия, а также его рейтинг между другими предприятиями.

УДК 332.871.3. ЖАРЫЛКАСЫНОВА А.К. **Возрождение и развитие жилищных кооперативов.**

Сегодня в Казахстане широко распространены схемы приобретения жилья через жилищно-строительные кооперативы. Что это за сообщества, откуда они взялись, безопасно ли приобретать у них жильё, кто может скрываться под видом государственных и всегда ли прозрачны схемы таких покупок? ЖСК, призванные решать квартирный вопрос, в их основе лежало и до сих пор лежит объединение обычных граждан – пайщиков, которые сообща строили жильё для себя. Но тогда в эту цепочку нередко входило государство, выдавая населению льготные ссуды. Относительно перспектив ЖСК и ЖК существуют разные мнения: кто-то думает, что их нет, кто-то считает иначе. Ведь жилищный вопрос для Казахстана очень важен, и новые жилищные кооперативы могут стать ключевым звеном в решении жилищной проблемы всей страны. При дальнейшем развитии кооперативного движения деньги населения, сейчас хранящиеся в подушках, вполне могут начать работать. Таким образом, в принципе кооперативы могут не только покупать квартиры своим пайщикам, но и финансировать строительство нового жилья для них.

УДК 537.52. ЯКОВЛЕВ Е.А., ЗИНОВЬЕВ Л.А., КАШЛЕВ А.Р., БЕЗРУКОВ В.О., ДАНЬКО И.А. **Газодинамика частичного разряда в плазмохимическом реакторе.**

Целью работы является установление закономерностей газодинамики частичного разряда в замкнутом плазмохимическом реакторе (ПХР). При частичном разряде в газе из горячего канала образуется «турбулизированный газовый шар». В свободном объеме при большом токе разряда газовый шар разрывается ударной волной, образующейся при разряде. В замкнутом же ПХР при большом токе разряда газовый шар сохраняется и постепенно остывает. По-видимому, это связано с тем, что ударная волна, пройдя сквозь газовый шар, отражается от стенки ПХР, возвращается в шар с противоположным импульсом и стабилизирует его. При этом время жизни шара возрастает с 0,007с до 0,02 с, и «погибает» шар не от разрыва ударной волной, а от охлаждения. Для измерения давления при частичном разряде разработана установка, которая показала диапазон давлений от 1400 Па при минимальном токе разряда до 27600 Па при максимальном токе.

әсер етуші факторларға тәуелділігі алынды-бекіту қондырғыларының материалындағы өтімділік шегі 620,4 МПа. Әзірленген әдістеме үшін авторлық құқықпен қорғалатын объектіге куәлік алынды.

ӘОЖ 669.15-198. ТАЖИБЕКОВА К.Б., АУЕЗОВА А.Т., КОСМУРАТОВА А.Н., ЕРСҰЛТАНҚЫЗЫ Ә. **Кәсіпорынның нарықтық жағдайын кешенді бағалау.**

Мақалада еліміздің ірі кәсіпорындарының бірі болып табылатын «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС-нің нарықтық жағдайы жан-жақты бағаланды. Кәсіпорынның қызметіне SWOT талдау жүргізілді. Болжамды шешімдерді әзірлеу үшін кәсіпорынды жан-жақты бағалау қажет. Қаржы-шаруашылық қызметті жан-жақты бағалау кәсіпорынның экономикалық өсуінің динамикасы мен тұрақтылығын анықтауға мүмкіндік береді. Ол экономикалық әлеуетті пайдалану тиімділігін, клиенттер мен бәсекелестер арасындағы нарықтағы кәсіпорынның жағдайы мен беделін анықтайды. Кәсіпорынның тәуекелдері мен қаржылық қиындықтарын ескере отырып, бізге даму мүмкіндіктері мен перспективаларын, кәсіпорынның әлеуметтік маңыздылығын, сондай-ақ оның басқа кәсіпорындар арасындағы рейтингін бағалауға мүмкіндік береді.

ӘОЖ 332.871.3. ЖАРЫЛҚАСЫНОВА А.К. **Тұрғын үй кооперативтерін жаңғырту және дамыту.**

Бүгінде Қазақстанда тұрғын үй-құрылыс кооперативтері арқылы тұрғын үй сатып алу схемалары кеңінен таралған. Бұл қандай қауымдастықтар, олар қайдан келді, олардан тұрғын үй сатып алу қауіпсіз бе, ТҚК астында кім жасырынған және мұндай сатып алу схемалары әрдайым мәлдір ме? Пәтер мәселесін шешуге арналған ТҚК олардың негізінде өздері үшін бірлесіп тұрғын үй салған қарапайым пайшы азаматтардың бірлестігі жатыр және әлі күнге дейін жатыр. Бірақ содан кейін бұл тізбектің құрамына көбінесе мемлекет еніп, халыққа жеңілдетілген несиелер берді. ТҚК мен ТК перспективаларына қатысты әртүрлі пікірлер бар: біреу оларды жоқ деп санайды, біреу басқаша ойлайды. Өйткені, Қазақстан үшін тұрғын үй мәселесі өте маңызды және жаңа тұрғын үй кооперативтері бүкіл елдің тұрғын үй проблемасын шешуде шешуші буын бола алады. Кооперативті қозғалыстың одан әрі дамуымен қазір жастықтарда сақталған халықтың ақшасы жұмыс істей бастауы мүмкін. Осылайша, кооперативтер өз акционерлеріне пәтер сатып алып қана қоймай, олар үшін жаңа тұрғын үй құрылысын қаржыландыра алады.

ӘОЖ 537.52. ЯКОВЛЕВ Е.А., ЗИНОВЬЕВ Л.А., КАШЛЕВ А.Р., БЕЗРУКОВ В.О., ДАНЬКО И.А. **Плазмохимиялық реактордағы ішінара разрядты газодинамика.**

Жұмыстың мақсаты жабық плазмохимиялық реакторда (ПХР) ішінара разрядты газодинамикасының заңдылықтарын анықтау болып табылады. Газда ішінара разряд кезінде ыстық каналдан «турбулизацияланған газ шары» пайда болады. Үлкен разряд тогы бар бос көлемде газ шары разряд кезінде пайда болатын соққы толқынымен жыртылады. Қатты разрядты тоқпен жабық ПХР газ шары сақталады және біртіндеп салқындатылады. Шамасы, бұл соққы толқыны газ шарынан өтіп, ПХР қабырғасынан шағылысып, қарама-қарсы импульспен допқа оралып, оны тұрақтандыратындығына байланысты. Сонымен қатар, шардың өмір сүру уақыты 0,007 с бастап 0,02 с дейін артады, ал шар соққы толқынының үзілуінен емес, салқындатудан «өледі». Ішінара разрядтағы қысымды өлшеу үшін максималды тоқпен 1400 Па бастап 27600 Па дейінгі минималды разряд тогымен қысым диапазонын көрсететін қондырғы жасалды.

UDC 669.15-198. TAZHIBEKOVA K.B., AUEZOVA A.T., KOSMURATOVA A.N., ERSULTANKYZY A. **Comprehensive Assessment of Market Condition of the Enterprise.**

In the article comprehensively assessed market condition of LLP «Kazakhmys Corporation» which is one of the largest companies in the country. The SWOT analysis of the enterprise is realized. To develop predicting verdicts needs comprehensive assessment of the enterprise. Comprehensive assessment of financial and economic activity will allow to define dynamics and stability of economic growth of the enterprise. It defines efficient use of economic strength, condition and reputation of the enterprise at the market between clients and competitors. In view of risks and the financial difficulties of the enterprise it allows to assess possibilities and perspectives of development, the societal relevance of the enterprise and its rating among other enterprises.

UDC 332.871.3. ZHARYLKASYNOVA A.K. **Revitalization and Development of Housing Cooperatives.**

Nowadays schemes of house-buying through the housing and construction cooperatives widespread in Kazakhstan. What kind of communities they are as well as where they are from, if it is safe to buy accommodation from them, who can be disguised behind a mask of HCC and whether always schemes of such purchases are transparent? HCC which are aimed to solve the housing problem at the heart of it was and continue to be association of ordinary citizens – shareholders, working together to built housing for themselves. But then in its line more often than not have entered the Government through provision of concessional loans to the public. There are different opinions on perspectives of HCC and HC: someone thinks that they do not exist and someone else could have a different take on it. After all housing problem for Kazakhstan is very important and new housing cooperatives can also act as a key element in solving the housing problem of the whole country. In developing the cooperative movement further money of local people, which is kept under pillow, may as well start work. Therefore, in principle cooperatives may not only to buy apartments to their shareholders but also to fund construction of new housing for them.

UDC 537.52. YAKOVLEV E.A., ZINOVYEV L.A., KASHLEV A.R., BEZRUKOV V.O., DANKO I.A. **Gas Dynamics of Partial Discharge in Plasma-Chemical Reactor.**

The aim of the work is imposition of patterns of gas dynamics partial discharge in secluded plasma-chemical reactor (PCR). The partial discharge in gas from hot channel results «perturbed gaseous cavity». In the void volume when high-ampere current discharge gaseous cavity is disconnected by a shockwave. In disabled PCR at big current of discharge gaseous cavity is kept and gradually cool down. It seems that this is due to a shockwave, which having gone through gaseous cavity is reflected from walls of PCR then returns to the cavity with reverse pulse and stabilizes it. In that regard lifetime of the cavity rises from 0.007 s to 0.02 s, and the cavity «dies» not from disconnection of a shockwave but from cooling. For pressure detection at partial discharge there was developed plant, which had shown pressure range from 1400 Pa with a minimal current discharge up to 27600 Pa with a maximum current.

УДК 621.394.61. СЕРІКБАЙ А.Т., ШОЛАНОВ К.С. **Авиатренажер на базе параллельно-манипулятора SHOLKOR.**

В статье произведен обзор авиатренажеров с платформой STEWART. Выявлены недостатки платформ в решении прямой задачи кинематики. В связи с этим рассматривается применение и синтез строения многоконтурного параллельного манипулятора SHOLKOR в качестве опор для авиатренажеров. Манипулятор строится на основе топологической модели двух взаимосвязанных тел. Анализ исследований по синтезу архитектуры параллельных роботов показывает, что имеющееся многообразие архитектур роботов является совокупностью решений частных проблем и не имеет системную направленность. Выявлены основные функциональные возможности параллельного манипулятора SHOLKOR. В результате SHOLKOR дает возможность целенаправленного управления движением верхней платформы. А платформа STEWART не может обеспечить пространственное позиционирование одной точки подвижной платформы и сферическое движение платформы.

УДК 621.384.658. ТАРАН Н.Ю., КАВЕРИН В.В., ЭМ Г.А., КАРИБАЕВА М.Ж., ТАРАН А.Ю. **Экспериментальные исследования резонансного трансформатора.**
Актуальность экспериментальных исследований резонансного трансформатора определяется его использованием в промышленности, а также научно-исследовательской и медицинской аппаратуре. Освоение промышленными предприятиями серийной работы резонансной силовой полупроводниковой высокочастотной коммутационной техники позволяет реализовать управление режимами работы резонансного трансформатора. Для разработки автогенераторных систем управления резонансным трансформатором необходимо проведение экспериментальных исследований частотных и фазовых характеристик гальванически развязанного канала положительной обратной связи. С этой целью был разработан и изготовлен соответствующий лабораторный стенд. Экспериментальные исследования проводились для различных значений ёмкости однообкладочного конденсатора в высоковольтной части резонансного трансформатора с оценкой спектральных характеристик сигнала положительной обратной связи. В результате экспериментальных исследований оценена величина фазового запаздывания сигнала с выхода информационного канала и его спектральные характеристики.

УДК 004.942. ЗАВЬЯЛОВ В.М., ШПАКОВА Л.Г., ШПАКОВ М.А. **Параметрическая оптимизация автоматизированного электропривода звена робота-манипулятора.**
Важной особенностью оптимизации систем автоматического регулирования (САР) является множество критериев эффективности системы при ограниченном числе управляемых переменных. В статье исследованы методы параметрической оптимизации систем управления приводами манипуляционной системы, входящей в состав гибкого автоматизированного производства – ГАП. Представлены результаты полнофакторных виртуальных экспериментов оптимизации автоматизированного электропривода звена робота-манипулятора в среде имитационного моделирования MatLAB-Simulink. Для этапов поиска оптимальных решений применены методы: случайного поиска, жесткого симплекса и крутого восхождения в направлении антиградиента функции. Составлено уравнение регрессии для САР двигателя постоянного тока (ДПТ) с ПИ-регулятором. Исследовано поведение системы в условиях стохастических возмущающих воздействий. Проведен анализ результатов экспериментов методами статистической анализа на предмет значимости и достоверности полученных результатов.

ӘОЖ 621.394.61. СЕРІКБАЙ А.Т., ШОЛАНОВ К.С. **SHOLKOR параллельді манипуляторы негізіндегі авиатренажер.**

Мақалада STEWART платформасы бар ұшақтарға шолу жасалды. Кинематиканың тікелей мәселесін шешудегі платформалардың кемшіліктері анықталды. Осыған байланысты SHOLKOR көп контурлы параллельді манипуляторының құрылымын авиатренажерлерге арналған тірек ретінде қолдану және синтездеу қарастырылады. Манипулятор өзара байланысты екі дененің топологиялық моделіне негізделген. Параллель роботтардың архитектурасын синтездеуге арналған зерттеулерді талдау робот архитектураларының қол жетімді әртүрлілігі жеке мәселелерді шешудің жиынтығы және жүйелік бағыты жоқ екенін көрсетеді. SHOLKOR параллель манипуляторының негізгі функциялары анықталды. Нәтижесінде, SHOLKOR жоғарғы платформаның қозғалысын мақсатты басқаруға мүмкіндік береді. Ал STEWART платформалары жылжымалы платформаның бір нүктесінің кеңістіктік орналасуын және платформаның сфералық қозғалысын қамтамасыз ете алмайды.

ӘОЖ 621.384.658. ТАРАН Н.Ю., КАВЕРИН В.В., ЭМ Г.А., КАРИБАЕВА М.Ж., ТАРАН А.Ю. **Резонанстық трансформаторды эксперименттік зерттеу.**
Резонанстық трансформаторды эксперименттік зерттеудің өзектілігі оның өнеркәсіпте, сондай-ақ ғылыми-зерттеу және медициналық аппаратурада қолданылуымен анықталады. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қуатты жартылай өткізгіш жоғары жиілікті коммутациялық жабдықты сериялық өндіруді игеруі резонанстық трансформатордың жұмыс режимдерін басқаруға мүмкіндік береді. Резонанстық трансформаторды басқарудың автогенераторлық жүйелерін жасау үшін оң кері байланыстың гальваникалық ажыратылған арнасының жиілік және фазалық сипаттамаларын эксперименттік зерттеу қажет. Осы мақсатта тиісті зертханалық стенд әзірленіп, жасалды. Эксперименттік зерттеулер оң кері байланыс сигналының спектрлік сипаттамаларын бағалай отырып, резонанстық трансформатордың жоғары вольтты белігіндегі бір қабатты конденсатордың сыйымдылығының әртүрлі мәндері үшін жүргізілді. Эксперименттік зерттеулер нәтижесінде ақпараттық арнаның шығысынан сигналдың фазалық кешігу шамасы және оның спектрлік сипаттамалары бағаланды.

ӘОЖ 004.942. ЗАВЬЯЛОВ В.М., ШПАКОВА Л.Г., ШПАКОВ М.А. **Манипулятор-роботының автоматтандырылған электр жетегін параметрлік оңтайландыру.**
Автоматты басқару жүйелерін (АБЖ) оңтайландырудың маңызды ерекшелігі басқарылатын айнаымалылардың шектеулі саны бар жүйенің тиімділігінің көптеген өлшемдері болып табылады. Мақалада икемді автоматтандырылған өндіріс – ИАО құрамына кіретін манипуляциялық жүйенің жетектерін басқару жүйелерін параметрлік оңтайландыру әдістері қарастырылған. MatLAB-Simulink модельдеу ортасында робот-манипулятор байланысының автоматтандырылған электр жетегін оңтайландырудың толық факторлы виртуалды тәжірибелерінің нәтижелері келтірілген. Оңтайлы шешімдерді іздеу кезеңдері үшін әдістер қолданылады: кездейсоқ іздеу, қатаң симплекс және функцияның антиградиенті бағытында тік көтерілу. ПИ-реттегіші бар тұрақты ток қозғалтқышының (ТТҚ) АТС үшін регрессия теңдеуі жасалды. Стохастикалық бұзылыс әсерінен жүйенің әрекеті зерттелді. Алынған нәтижелердің маңыздылығы мен сенімділігі үшін статистикалық талдау әдістерінен эксперимент нәтижелеріне талдау жасалды.

UDC 621.394.61. SERYKBAI A.T., SHOLANOV K.S. **Flight Simulator on the Basis of Parallel Manipulator SHOLKOR.**

A review of flight simulator of platform STEWART has been conducted in the article. Platform gaps in solving of direct task of kinematics. To that end it examines application and synthesis of structure of multiple-circuit parallel manipulator SHOLKOR as a pillar for flight simulators. Manipulator is structured on the basis of topological model of two interrelated bodies. Analysis of study on the synthesis of architecture parallel robots shows that available diverse architectures of robots appears to be cumulative solutions of private problems and do not have systemic directedness. Core functional opportunities of parallel manipulator SHOLKOR had been identified. As a result, SHOLKOR provides an opportunity of purposeful traffic control of the upper platform. Whereas platforms STEWART cannot provide spatial positioning of one point of movable platform and spherical motion of the platform.

UDC 621.384.658. TARAN N.YU., KAVERIN V.V., EM G.A., KARIBAYEVA M.ZH., TARAN A.YU. **Experimental Studies of Resonant Transformer.**
The relevance of experimental studies of resonant transformer is defined by its use in industry along with scientific research and medical equipment. Exploration of industrial facilities of serially produced power semiconductor high frequency comutative technique allows to realize mode control of method of operation of resonance transformer. To develop auto-generator control systems of resonance transformer realization of investigational study of frequency and phase characteristic of galvanically isolated channel of positive feedback. With the given aim there was developed and manufactured relevant laboratory stand. Experimental studies were conducted for different values of a capacity of single clad condenser in high voltage parts of resonance transformer with an assessment of spectral characteristics of the signal of a positive feedback. As a result of experimental studies range of the phase lag of signal from way out of information channel and its spectral characteristics were evaluated.

UDC 004.942. ZAVYALOV V.M., SHPAKOVA L.G., SHPAKOV M.A. **Parametrical Optimization of Automated Electrical Drive a Link of a Robot Manipulator.**
A salient feature of optimization systems of automatic control systems (ACS) is abundance of criteria for efficacy of system for a limited number of operated variables. The article studies methods of parametric optimization of control systems by actuators of manipulator system, which is included as a compound of flexible computerized manufacturing system – FCMS. It describes the results of full factorial virtual experiments of optimaization of automatic actuator of robot manipulator link in the environment of imitating modelling MatLAB-Simulink. For stages of optimal solutions therea are used the following methods of random seek, rigid simplex and steepest ascent in direction of negative gradient function. There was compiled a regression equation for ACS direct current motor (DC motor) with PI regulator. System behaviour in conditions of stochastic perturbation effects was analysed. An analysis of the results of experiments by methods of statistical analysis regarding relevance and credibility of the findings was undertaken.

УДК 681.2:581.33-52. НИКОНОВА Т.Ю., ЖЕТЕСОВА Г.С., ЖАРКЕВИЧ О.М., КАЛИНИН А.А., ДАЙЧ Л.И., БАЙМУЛЬДИН М.М. **Обзор существующих автоматизированных систем для хранения зерна.**
В статье приведены системы хранения зерновых культур. Описаны требования по хранению зерна и продуктов его переработки. Указан ряд реализованных проектов предприятий в странах СНГ по автоматизации процесса хранения зерна. Рассмотрен состав автоматизированных систем контроля температуры. Описаны основные функции элементов автоматизированных систем термометрии. Приведено оптимальное решение для хранения зерна. Даны преимущества хранения сухого зерна в рукавах.

УДК 543.555.4. ИБРАЕВ М.К., СМАГУЛОВА Б.Б., ТҰРАШЕВА Е.Н. **Исследование метрологического сопровождения в химическом анализе органических веществ.**
В статье дано описание основных положений, а также стандартов Республики Казахстан в области метрологического обеспечения при разработке государственных стандартных образцов в Республике Казахстан. Целью данной работы является разработка и метрологическое исследование массовой доли воды в органических жидкостях, используя для титрования бюретку 1 класса точности с одноходовым краном. Описана подготовка титрирующих веществ в виде раствора известной концентрации и приборов для потенциометрического (объемного) метода титрования по Карлу Фишеру. Подробно описан ход выполнения работ по определению массовой доли воды в углеводородах. Результаты определения воды в углеводородах показаны в табличном виде. Описано определение стабильности государственного стандартного образца массовой доли воды в органической жидкости. Даны предложения по изучению возможности использования разработанных государственных стандартных образцов по назначению.

УДК 004.94:51-74. ЖОЛМАҒАМБЕТОВА Б.Р., МАЗАКОВ Т.Ж., БУКЕНОВ М.М., ИЗАТ Ә.Ж. **Обнаружение и шумоподавление R-пиков электрокардиограммы с гибридной линеаризацией и анализом основных компонентов.**
В области биомедицины и здравоохранения анализ сигналов электрокардиограммы является одним из основных важных аспектов исследования. Удаление шума из ЭКГ-волны является необходимым условием для точной обработки сигнала. Точность в обнаружении тонких характерных признаков в ЭКГ имеет большое значение. Работа посвящена анализу основных компонентов, а также пороговому определению для обнаружения комплекса QRS и R-пика. Данные ЭКГ использовались из базы данных аритмий MIT-BIH для оценки эффективности. Для подавления шума используется метод гибридной линеаризации, который представляет собой компоновку расширенно-го фильтра Кальмана наряду с дискретным вейвлет-преобразованием, а затем применяется анализ главных компонентов для обнаружения R-волн и комплекса QRS. Представленная работа реализована с использованием программного обеспечения MATLAB.

УДК 628.179.2. БЕКСҰЛТАНОВ А.Т., ЕСЕНБАЕВ С.Х. **Повышение энергоэффективности цикла оборотного водоснабжения горно-обогатительного комбината.**
Проведен анализ предыдущих исследований. Проработан вопрос об актуальности исследования. Описана методика эксперимента. Выполнен расчет экономической эффективности модернизации насосных агрегатов. Обосновано влияние согласования энергетических характеристик группы насосных агрегатов

ӘОЖ 681.2:581.33-52. НИКОНОВА Т.Ю., ЖЕТЕСОВА Г.С., ЖАРКЕВИЧ О.М., КАЛИНИН А.А., ДАЙЧ Л.И., БАЙМУЛЬДИН М.М. **Астықты сақтауға арналған қолданыстағы автоматтандырылған жүйелерге шолу.**
Мақалада дәнді дақылдарды сақтау жүйелері келтірілген. Астық пен оны қайта өңдеу өнімдерін сақтауға қойылатын талаптар сипатталған. ТМД елдерінде астық сақтау процесін автоматтандыру бойынша іске асырылған бірқатар жобалар көрсетілген. Температураны бақылаудың автоматтандырылған жүйелерінің құрамы қарастырылады. Термометрияның автоматтандырылған жүйелері элементтерінің негізгі функциялары сипатталған. Астықты сақтаудың оңтайлы шешімі келтірілген. Құрғақ астықты жердерде сақтаудың артықшылықтары берілген.

ӘОЖ 543.555.4. ИБРАЕВ М.К., СМАҒҰЛОВА Б.Б., ТҰРАШЕВА Е.Н. **Органикалық заттарды химиялық талдаудағы метрологиялық сүйемелдеуді зерттеу.**
Мақалада Қазақстан Республикасында мемлекеттік стандартты үлгілерді әзірлеу кезінде метрологиялық қамтамасыз ету саласындағы негізгі ережелер, сондай-ақ Қазақстан Республикасының стандарттары сипатталған. Бұл жұмыстың мақсаты 1 дәлдік класындағы бюретканы титрлеу үшін бір жүрісті кранмен қолдана отырып, органикалық сұйықтықтардағы судың массалық үлесін әзірлеу және метрологиялық зерттеу. Карл Фишер бойынша титрлеудің потенциометриялық (көлемдік) әдісі үшін белгілі концентрациядағы ерітінді және аспаптар түрінде титрлейтін заттарды дайындау сипатталған. Көмірсутектердегі судың массалық үлесін анықтау бойынша жұмыстардың орындалу барысы егжей-тегжейлі сипатталған. Көмірсутектердегі суды анықтау нәтижелері кесте түрінде көрсетілген. Органикалық сұйықтықтағы судың массалық үлесінің мемлекеттік стандартты үлгісінің тұрақтылығын анықтау сипатталған. Мақсаты бойынша әзірленген мемлекеттік стандартты үлгілерді пайдалану мүмкіндігін зерттеу бойынша ұсыныстар берілген.

ӘОЖ 004.94:51-74. ЖОЛМАҒАМБЕТОВА Б.Р., МАЗАКОВ Т.Ж., БУКЕНОВ М.М., ИЗАТ Ә.Ж. **Гибридіті линеаризациямен және негізгі компоненттерді талдаумен электркардиограмманың R-шыңдарын анықтау және шуды азайту.**
Биомедицина және денсаулық сақтау саласында электрокардиограмма сигналдарын талдау зерттеудің негізгі маңызды аспектілерінің бірі болып табылады. ЭКГ толқынынан шуды жою сигналды дәл өңдеудің қажетті шарты болып табылады. ЭКГ нәзік сипаттамаларды анықтаудағы дәлдік үлкен мәнге ие. Жұмыс негізгі компоненттерді талдауға, сондай-ақ QRS және R-шыңы кешенін анықтауға арналған шекті анықтамаға арналған. ЭКГ деректері тиімділікті бағалау үшін MIT-BIH аритмия дерекқорынан пайдаланылды. Шуды басу үшін гибридіті сызықтандыру әдісі қолданылады, ол дискретті толқындық түрлендірумен қатар кеңейтілген Кальман сүзгісінің орналасуы болып табылады, содан кейін R толқындары мен QRS кешенін анықтау үшін негізгі компоненттерді талдау қолданылады. Ұсынылған жұмыс MATLAB бағдарламалық жасақтамасын қолдану арқылы жүзеге асырылады.

ӘОЖ 628.179.2. БЕКСҰЛТАНОВ А.Т., ЕСЕНБАЕВ С.Х. **Тау-кен байыту комбинатының айналымдық сумен жабдықтау циклінің энергия тиімділігін арттыру.**
Алдыңғы зерттеулерге талдау жасалды. Зерттеудің өзектілігі туралы мәселе пысықталды. Эксперимент әдістемесі сипатталған. Сорғы қондырғыларын модернизациялаудың экономикалық тиімділігі есептелді. Сорғы станциясының сорғы агрегаттары тобының энергетикалық сипаттамаларын гидравликалық

UDC 681.2:581.33-52. NIKONOVA T.YU., ZHETESSOVA G.S., ZHARKEVICH O.M., KALININ A.A., DAICH L.I., BAJMULDIN M.M. **Overview of the Existing Automated Systems for Grain Storage.**
Systems of storing of grain are listed in the article. Storage requirements for grain and its derived products are described. It identifies several completed projects of enterprises in the CIS region on process automation of grain storage. Automated control systems of temperature composition are considered. It describes the main functions of elements of automated thermometry systems. Optimum solution to keep grain is given. Advantages of storing dry grain in silo bags are provided.

UDC 543.555.4. IBRAYEV M.K., SMAGULOVA B.B., TURASHEVA E.N. **The Research of Metrological Accompany in Chemical Analysis of Organical Matter.**
In the article is given description of key provisions as well as Standards of Republic of Kazakhstan in the area of metrological assurance for development of state standard samples in Republic of Kazakhstan. The aim of this work is development and metrological research of the mass fraction of water in organic liquids by using for titration burette of 1 class accuracy with one-way tap. There is described preparation of titrate substances as solution of known concentration and instruments for potentiometric (volume) method Karl Fischer titration. Work process for identifying by weight of water in hydrocarbons is described in detail. The results of defining water in hydrocarbons are shown in form of a table. The definition of state standard sample of the mass fraction of water in organic liquid. The suggestions for study possibilities of use of developed state standard samples for the purpose intended are given.

UDC 004.94:51-74. ZHOLMAGAMBETOVA B.R., MAZAKOV T.ZH., BUKENOV M.M., IZAT A.ZH. **Detection and Noise Reduction of R peaks of Electrocardiogram with Hybrid Linearization and Principal Component Analysis.**
In the area of biomedicine and healthcare signal analysis of electrocardiogram is one of the main key aspects of research. Noise removal from waves of ECG is a necessary condition for precise signal processing. Accuracy in detection of fine typical features in ECG is important. The work is dedicated to analysis of main components as well as to threshold definition for detection of complex QRS and R peak. The data from the ECG were used from the databases of arrhythmia MIT-BIH for assessing the effectiveness. To suppress the noise is used the method of hybrid linearization, which represents arrangement of an extended Kalman filter along with a discrete wavelet transform, and then the analysis of the main components for detecting R-waves and QRS complex is used. The work submitted is realised with the use of software MATLAB.

UDC 628.179.2. BEKSULTANOV A.T., YESSENBAYEV S.KH. **The Enhancement of the Energy Efficiency of Circulating Water Supply Cycle of the Mining Enrichment Plant.**
Previous research analysis was conducted. The question of relevance was addressed. The experimental technique was described. Calculation of economic effectiveness of modernization of water-pumping set was performed. The influence of matching energy characteristic group of water-pumping set of pump station with characteristic

насосной станции с характеристикой гидравлической сети. Приведены результаты исследования системы обратного водоснабжения горно-обогатительного комбината методом объектно-ориентированного моделирования. Показано, что за счет осуществления модернизации группы насосных агрегатов получено 29,77% экономии электроэнергии.

УДК 528.03. СУЛЕЙМЕНОВА Д.Н., ПЕНТАЕВ Т.П., МАДИМАРОВА Г.С. **Геодезические методы измерения деформации высотных зданий и сооружений.**

Рассматриваются методы геодезических наблюдений за деформациями высотных зданий и сооружений. На основе обзора литературных источников был произведен анализ методов геодезических измерений. В результате анализа было выявлено, что традиционные методы геодезических измерений по сравнению с современными методами имеют ряд недостатков как с экономической, так и с технической стороны. Применение автоматизированных систем при проведении деформационного мониторинга дает возможность проводить непрерывную диагностику за состоянием различных инженерных объектов во времени. Наряду с вышесказанным автоматизированные системы обладают способностью оценивать изменение значений горизонтальных и вертикальных деформаций как надземных строительных конструкций, так и конструкций фундаментов совместно с основаниями. Проведенный анализ литературных источников показывает, что наблюдения за деформациями высотных зданий и сооружений являются важной задачей. В настоящее время значительно увеличился объем возведения высотных зданий и сооружений, что в свою очередь требует усовершенствования методов определения величин осадок и смещений сооружений.

желінің сипаттамасымен үйлестірудің әсері негізделген. Объектіге бағытталған модельдеу әдісімен тау-кен байыту комбинатының айналмалы сумен жабдықтау жүйесін зерттеу нәтижелері келтірілген. Сорғы агрегаттары тобын жанғыртуды жүзеге асыру есебінен электр энергиясын үнемдеудің 29,77% алынғаны көрсетілді.

ӘОЖ 528.03. СУЛЕЙМЕНОВА Д.Н., ПЕНТАЕВ Т.П., МАДИМАРОВА Г.С. **Биік ғимараттар мен құрылыстардың деформациясын өлшеудің геодезиялық әдістері.**

Биік ғимараттар мен құрылыстардың деформациясын геодезиялық бақылау әдістері қарастырылады. Әдеби дереккөздерге шолу негізінде геодезиялық өлшеу әдістеріне талдау жасалды. Талдау нәтижесінде геодезиялық өлшеудің дәстүрлі әдістері қазіргі әдістермен салыстырғанда экономикалық жағынан да, техникалық жағынан да бірқатар кемшіліктерге ие екендігі анықталды. Деформациялық мониторинг жүргізу кезінде автоматтандырылған жүйелерді қолдану уақыт өте келе әртүрлі инженерлік объектілердің жай-күйіне үздіксіз диагностика жүргізуге мүмкіндік береді. Жоғарыда айтылғандармен қатар, автоматтандырылған жүйелер жер үсті құрылыс конструкцияларының да, іргетас конструкцияларының да негіздермен бірге көлденең және тік деформациялар мәндерінің өзгеруін бағалай алады. Әдеби дереккөздерге жасалған талдау көрсеткендей, биік ғимараттар мен құрылыстардың деформациясын бақылау маңызды міндет болып табылады. Қазіргі уақытта биік ғимараттар мен құрылыстарды салу көлемі едәуір артты, бұл өз кезегінде шәгінді мен құрылымдардың ығысу шамаларын анықтау әдістерін жетілдіруді талап етеді.

of hydraulic circuit was justified. The results of the study recycling water supply of mining and refining plant by the method of object-oriented modelling group of water-pumping set there was received 29.77% of electricity saving.

UDC 528.03. SULEJMENOVA D.N., PENTAYEV T.P., MADIMAROVA G.S. **Geodesic Methods of Measurement of Deformation High-Rise Buildings and Structures.**

The article deals with the methods of geodetic observations for deformation of high-rise buildings and structures. On the basis of literature review there was made analysis of methods of geodetic measurements. From the analysis results it was identified that traditional methods of geodetic measurements in comparison with modern methods have a number of shortcomings on both economical and technical side. The application of automate system during the conduct of deformational monitoring provides an opportunity to carry out continuous diagnostics on the status of diverse engineering projects over time. Without limiting the foregoing automated systems have ability to measure value change of horizontal and vertical deformation as well as aboveground building structures and foundation structure in association with arguments. Conducted analysis of literature references suggests that surveillance over deformation of high-rise buildings and structures is important task. Currently the volume of erection of high-rise buildings and structures has grown significantly, which in turn requires improvement in methods of determining deposits and displacements of structures.

Информационное сообщение

Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» Карагандинского технического университета входит в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных результатов диссертаций.

Результаты реформы высшей школы и системы научной аттестации в Республике Казахстан, основанные на трехуровневой системе образования, в соответствии с принципами организации Болонского процесса: академической мобильностью, международным обменом, двудипломным образованием, множественностью траекторий обучения бакалавров, магистров и PhD-докторантов, 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 КарТУ в международных программах «Синергия», «ТЕМПУС», УШОС.

Практический опыт получения двудипломного образования в магистратуре КарТУ и институте МЭИ-Festo (по специальности «Автоматизация и управление») получен в процессе реализации программы «Синергия». В Национальном исследовательском университете «МЭИ» и Уральском федеральном университете им. Первого Президента РФ Ельцина Б.Н. прошло семестровое обучение магистрантов кафедры АПП университета по программе УШОС.

Известные в Республике Казахстан, в СНГ и дальнем зарубежье ученые университета приступили к подготовке PhD-докторантов:

в области геотехнологий и безопасности жизнедеятельности – профессора: Дрижд Н.А., Портнов В.С., Низаметдинов Ф.К., Исабек Т.К., Ибраев М.К., Серых В.И.;

в области металлургии и машиностроения – профессора: Исагулов А.З., Жетесова Г.С., Глотов Б.Н., Николаев Ю.А.;

в области строительства, транспорта и экономики – профессора: Байджанов Д.О., Бакиров Ж.Б., Малыбаев С.К., Кадыров А.С., Ахметжанов Б.А., Стеблякова Л.П.;

в области автоматизации и электроэнергетики – профессора: Брейдо И.В., Фешин Б.Н.;

в области проблем высшей школы – профессор Пак Ю.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 научно-технической информации» определил импакт-фактор научного журнала «Университет еңбектері – Труды университета» за 2017 г., который по казахстанской базе цитирования составил величину, равную 0,029.

В настоящее время не формально, а фактически существует триединая форма языка представляемых статей на казахском, русском или английском языках.

Основная тематическая направленность журнала определена в публикации материалов по следующим разделам:

1. Проблемы высшей школы.
2. Машиностроение. Металлургия.
3. Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности.
4. Строительство. Транспорт.
5. Экономика.
6. Автоматика. Энергетика. Управление.
7. Научные сообщения.

Собственник журнала: Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет» (КарТУ) (г. Караганда).

Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны СНГ.

Почтовый адрес КарТУ: 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.

E-mail: rio_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакцию в двух экземплярах, указывается индекс УДК, дополняется резюме, содержащим не менее 7 предложений, ключевыми словами – не более 15 слов и словосочетаний, сведениями об авторах на русском, казахском и английском языках. Все файлы записываются на CD-диск, прикладывается квитанция об оплате за статью (можно оплачивать сразу несколько статей) в банке ЦентрКредит, на счет КарТУ, указанный ниже. **Каждая статья должна иметь положительную рецензию и справку о проверке на антиплагиат через antiplagiat.ru с % оригинальности не менее 95.** Полный комплект сдаётся в Редакционно-издательский отдел КарТУ (IV корп., ауд. 208). Объем статьи должен быть не менее 6-ти и не более 8 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через один интервал, с одной стороны бумаги 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 подрисовочном тексте. Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в последующем изложении.

Рекомендуется компьютерная графика. Рисунки могут иметь расширения, совместимые с Word, т.е. CDR, JPG, PCД, TIF, BMP. Для рисунков должен применяться шрифт Arial. Размер шрифта (кегель) 14. Рисунки должны быть хорошего качества. Для таблиц рекомендуется шрифт Times New Roman, размер шрифта (кегель) 14.

Формулы должны быть набраны в формуляторе **MathMagic**, совместимом с программой **InDesign**, и дополнительно сохранены отдельным файлом. 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 7) 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».

В конце статьи следует указывать название организации, где выполнена работа, контактный телефон, факс и адрес электронной почты.

Статья должна быть подписана всеми авторами с указанием ученой степени, должности, места работы (полное наименование организации), служебного и домашнего телефонов. **Публикация неверно оформленных статей задерживается.**

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.

Статья направляется на рецензию одному из членов редакционного совета журнала и при положительном результате будет опубликована в порядке очереди. **Приоритет отдается профессорско-преподавательскому составу, докторантам и магистрантам КарТУ.**

Для публикации статьи необходимо произвести оплату в сумме 3000 тг. с получением одного экземпляра. Если количество авторов в одной статье 2 и более человек, то оплата за публикацию производится не менее двух экземпляров номера – 6000 тг. По электронной почте статьи не принимаются. Оригиналы статей не возвращаются.

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
Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет»
100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56
Тел.: 8-7212 (56-51-92), (56-88-95)
ИИК KZ638560000000147366
АО Банк ЦентрКредит
БИК KСJBKZKX
КБЕ 16
БИН 000240004524

республикалық журналы	республиканский журнал
--------------------------	---------------------------

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ • ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА
2020. №3. 186 с.

№ 15375–ж тіркеу куәлігін 2015 жылдың 27 мамырында Қазақстан Республикасының Инвестициялар және даму министрлігінің жанындағы Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитеті берген

Регистрационное свидетельство № 15375–ж от 27 мая 2015 года выдано Комитетом связи, информатизации и информации при Министерстве по инвестициям и развитию Республики Казахстан

Әдеби редакторлар – Литературные редакторы
Р.С. Искакова, К.К. Сагадиева
Аудармашылар – Переводчики
Г.Г. Нурсейтова, Н.М. Драк
Компьютерлік ажарлау және беттеу – Компьютерный дизайн и верстка
М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева

Жарыққа шыққан күні	30.09.2020	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	23,5	Объем, п.л.
Таралымы	300	Тираж
Тапсырыс	187	Заказ
Индексі	74379	Индекс

Е-mail редакции: rio_kstu@mail.ru
Отпечатано в типографии Карагандинского технического университета.
Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, пр. Н. Назарбаева, 60.