

ISSN 1609-1825



УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

№2 2020



- ◆ Проблемы высшей школы
- ◆ Машиностроение. Металлургия
- ◆ Геотехнологии
- ◆ Строительство. Транспорт
- ◆ Экономика
- ◆ Автоматика. Энергетика



республикалық
журналы

республиканский
журнал



УНИВЕРСИТЕТ
ЕҢБЕКТЕРІ
ТРУДЫ
УНИВЕРСИТЕТА

2 (79)
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 қуәлігі № 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

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті» Республикалық мемлекеттік кәсіпорны (Қарағанды қаласы)

СОБСТВЕННИК

Республиканское государственное предприятие «Карагандинский государственный технический университет» Министерства образования и науки Республики Казахстан (г. Караганда)

Главный редактор

М.К. Ибатов

ректор, д-р техн. наук, профессор

Редакционный совет

- Ибатов М.К.** ректор, академик КазНАЕН, иностранный член Академии горных наук РФ, д-р техн. наук, проф. (председатель)
- Исагулов А.З.** первый проректор, 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.** проректор по стратегическому развитию, академик КазНАЕН, д-р техн. наук, проф.
- Кошебаева 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.** зав. кафедрой геологии и разведки месторождений полезных ископаемых, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
- Смирнов Ю.М.** зав. кафедрой физики, 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
ПАК Ю.Н., ПОРТНОВ В.С., ПАК Д.Ю., ПОНОМАРЕВА М.В. Проблемы обеспечения качества подготовки специалистов для геологоразведочной отрасли.....	5
ЛА Л.Л., КОЖАНОВ М.Г., КАЙБАСОВА Д.Ж. Анализ методов проектирования образовательных программ в условиях новых образовательных стандартов Республики Казахстан.....	9
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	13
КРИВЦОВА О.Н., ЕВТУШЕНКО И.Ю., ПАНИН Е.А., КУЗЬМИНОВА Н.Ю., ТЫМЧЕНКО А.А., ШОСТИКОВА А.М. Технологическая оценка использования смазочно-охлаждающих жидкостей на станах холодной прокатки.....	13
АХМЕТОВ К.Т., МАГАВИН С.Ш., БЕРДИМУРАТОВА Д.И. Разделение предварительно восстановленной мелочи хромовых руд.....	19
ЩЕРБАКОВА Е.П., ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., АРИНОВА С.К. Исследование технологических свойств суспензии для изготовления оболочек при методе ЛВМ.....	23
ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., КУЛИКОВ В.Ю., КВОН Св.С., КОВАЛЁВА Т.В., ЩЕРБАКОВА Е.П. Составление карты технологического процесса изготовления песчано-смоляных форм с использованием вариативного давления.....	27
ДАНИКИНА Т.С., ДОНЕНБАЕВ Б.С., КУАНОВ И.С. Влияние изменения толщины стенки неоднородного полого цилиндра на его напряженное состояние.....	34
САРКЕНОВ Б.Б., ШӘҚӘРІМ Ә.Ж., СЕЙЛОВА С.Т., ӘРІПБАЙ А.С. Получение уникальных механических свойств углеродистой стали 45.....	38
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	42
ШПАКОВ П.С., ОЖИГИН С.Г., ОЖИГИН Д.С., ДОЛГОНОСОВ В.Н., ОЖИГИНА С.Б. Управление состоянием устойчивости внутренних отвалов.....	42
МАЛЬЧЕНКО Т.Д., ДЕМИН В.Ф., ХАЛИКОВА Э.Р., КАМАРОВ Р.К. Обоснование критерия для решения оптимизационных задач, связанных с плановой производительностью карьеров.....	47
ЦЕШКОВСКАЯ Е.А., ОРАЛОВА А.Т., ШАЙМЕРДИНОВА А.Б., ОБУХОВ Ю.Д., ЦОЙ Н.К. Оценка влияния на атмосферный воздух работ по рекультивации нарушенных земель на примере угольной шахты.....	51
ЕСИМХАНОВА Н.Д., ПОРТНОВ В.С., БЕЛЯКОВ С.Н. Региональные исследования в Казахстане при помощи инновационных геофизических технологий.....	56
МАКАШЕВ Б.К., МЕДЕУБАЕВ Н.А., СЫЗДЫКБАЕВА Д.С. Машина қауіпсіздігінің жүргізішілердің кәсіби деңгейіне тәуелділігін зерттеу.....	62
ИГЕМБЕРЛИНА М.Б., СЕИТҰЛЫ Қ. Оценка геомеханического состояния подработанной территории поселка Жезказган.....	66
АКИМБЕКОВА Б.Б., МАЛЫБАЕВА М.К., ЖОРАБЕК А.А., СҰЛТАНМАХМҰТ А. Өндірістің зиянды қалдықтарының қоршаған ортаға лақтырыстарын бағалау.....	70
РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ	74
СЕРОВА Р.Ф., ТКАЧ Е.В., СЕЙДИНОВА Г.А., СТАСИЛОВИЧ Е.А. Исследование способов утилизации промышленных отходов для производства газобетона.....	74

ЖОЛМАГАМБЕТОВ С.Р., МЕХТИЕВ А.Д., ҚОЖАС А.К., АЯПБЕРГЕНОВА Б.Е., КАЛАЧЕВА С.А. Анализ причин повреждений и дефектов строительных конструкций при экспертном обследовании объекта жилого пятиэтажного дома №1 в г. Кызылорде	79
АУБЕКЕРОВ Н.А., КУАНЫШБЕК Д.Е. Оценка износа зубчатых колес трансмиссии за выполненный пробег автомобиля.....	83
НЭМЕН В.Н., ПЧЕЛЬНИКОВА Ю.Н., АМИРГАЛИ Д. Экспериментальные исследования стекло-деревянных балок.....	87
РОЖКОВ А.В., БАЛАБАЕВ О.Т., АДИЛОВА Н.Д. Алгоритм имитационного моделирования количества и порядка расположения вагонов в составе поезда, прибывающего на подъездной путь.....	93
ПИМЕНОВ А.Т., БАРАХТЕНОВА Л.А., ДЪЯКОВА К.С., ИМАНОВ М.О., ИМАНОВ Е.К. Снижение деформативности оснований автомобильных дорог	96
ЖАКЕНОВ Б.К., ЖУМАДИЛЬДИН А.М., КУЛИМАНОВ Т.Е., МАКЕНОВ Н.К., ТҮСІП Н.Н. «№3 автобус паркі» ЖШС – техникалық қызмет көрсетуді, ағымдық жөндеуді және өндірісті дайындаудың диагностикасын ұйымдастыру ерекшеліктері.....	99
БАЙДЖАНОВ Д.О., ХАН М.А., ИМАНОВ Е.К., ИКИШЕВА А.О., ДАДИЕВА М.К. Морозостойкость бетона на бесклинкерном вяжущем из техногенных отходов промышленности	106
РАХИМОВ М.А., СУЛЕЙМБЕКОВА З.А. Исследование подвижности цементно-зольных паст с гиперпластификаторами	110
РАЗДЕЛ 5. ЭКОНОМИКА.....	115
ЖУМАНБАЕВА Т.К., АБДИКАРИМОВА А.М. Инновациялық кәсіпкерліктің дамуына мемлекеттік бағдарламалардың әсерін бағалау	115
КУЧЕР В.Н. Маркетинговые коммуникации и перспективы их развития в Казахстане	120
ТУЛУПОВА С.А., ЛУСТОВ Н.С. Инновации в маркетинге для продвижения товаров и услуг	123
РАЗДЕЛ 6. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. УПРАВЛЕНИЕ	128
ЕСБОЛОВ М.Б., КАРАКУЛИН М.Л. Современные методы определения места повреждения кабельных линий напряжением 10 кВ	128
АТАНОВ С.К., БИГАЛИЕВА А.З. Построение фильтра Калмана для восстановления недостающей информации о состоянии процесса помола в планетарной мельнице.....	133
ШОЛАНОВ Қ.С., ОМАРОВ А.С., ҚУАНЫШҚЫЗЫ Н. Исследование параметров ветровой электростанции с зонтовым парусом.....	139
СЕЙПИШЕВА Э.К., САГАТБЕКОВА Д.Е. Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясы.....	143
ТАТКЕЕВА Г.Г., НОГАЙ А.С., УТЕГУЛОВ А.Б., АЛИНА Г.Ж. Оценка эффективности работы устройства по измерению проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В	147
ИСКАКОВ М. Интеллектуалды ақпараттық жүйелердегі интерфейстің қасиеттері.....	152
РАЗДЕЛ 7. НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	157
ӘБІЛҚАСОВ Ғ.М., ХАСЕН М.Ә., БАЙПЕЛОВА Г.С. Қазіргі шешендік өнердің әлеуметтік ғылымдардағы маңызы	157
АУБЕКЕРОВ Н.А., НАРМАТОВ А.С. Работа трения фрикционных накладок сцепления.....	161
РАХИМОВА Г.М., ДАМИЕВ Д.Т., ХАН М.А. Возможности и перспективы получения дорожного песчаного бетона	165
БАЖАНОВ Б.Б., БАТЫРШАЕВА Ж.М., БАХТЫБАЕВ Н.Б., САКЕНОВ Е.С. Ашық кеніштегі контурлы жару технологиясының негізгі аспектілері	169
РЕЗЮМЕ.....	174
ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ	186
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ	187

Проблемы высшей школы



УДК 378:55

*Ю.Н. ПАК, д.т.н., профессор,
В.С. ПОРТНОВ, д.т.н., профессор,
Д.Ю. ПАК, к.т.н., доцент,
М.В. ПОНОМАРЕВА, к.т.н., доцент,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ГРМПИ*

Проблемы обеспечения качества подготовки специалистов для геологоразведочной отрасли

Ключевые слова: обеспечение качества, специалисты геологоразведки, партнерство, вуз-работодатель, профессорско-преподавательский состав, качество преподавания, массовость высшего образования

КарГТУ осуществляет подготовку кадров для геологической отрасли по двум специальностям: Геология и разведка МПИ и Геофизические методы поисков. До 2004г. готовили инженеров-геологов и геофизиков по 5-летней программе.

С 2004г. начата подготовка бакалавров (4 года), магистров (1,5; 2г.) и докторов PhD (3 года) согласно Болонской декларации, подписанной РК в 2010 году. Вхождение казахстанской высшей школы в общеевропейское образовательное пространство сопровождалось многочисленными реформами, не всегда положительно отразившимися на качестве подготовки специалистов.

Памятуя о том, что минеральные ресурсы – это краеугольный камень казахстанской экономики, следует отметить, что в Правительстве Казахстана рассмотрена Концепция Госпрограммы геологической разведки на 2021-2025 годы, в которой предусматриваются улучшение геологиче-

ской изученности территории Казахстана (ныне только около 25%), устойчивое восполнение минерально-сырьевой базы, развитие отраслевой инфраструктуры, научно-исследовательской сферы, кадрового обеспечения (см. рисунок). Отмечена необходимость применения современных методов геофизических исследований.

Будет осуществлена более детальная оценка прогнозных ресурсов с выделением порядка 50 перспективных месторождений. Это обеспечит прирост ресурсов, в частности золота – на 200 тонн, меди – на 5 млн тонн, полиметаллов – на 5 млн тонн, урана – на 50 тыс. тонн, углеводородов – до 70 млн тонн. Все это потребует воспроизводство человеческого капитала на основе триады «образование – наука – производство».

Развитие экономики знаний сопровождается образовательными реформами, сфокусированными на обеспечении необходимого качества

Основные задачи Концепции Госпрограммы развития геологической разведки на 2021-2025 годы

- ✓ Улучшение геологической изученности территорий Казахстана (ныне ~25%);
- ✓ Устойчивое восполнение минерально-сырьевой базы;
- ✓ Развитие отраслевой инфраструктуры;
- ✓ Развитие научно-исследовательской сферы;
- ✓ Информатизация и цифровизация отрасли;
- ✓ Кадровое обеспечение отрасли, в том числе в области передовых методов геофизических исследований.

Концепция Госпрограммы развития геологической разведки на 2021-2025 годы

образования в условиях происходящих глобальных изменений. Невысокая эффективность образовательных реформ в Казахстане связывается с частой сменой образовательных приоритетов и поспешностью преобразований в духе Болонского процесса.

Глобальной тенденцией формирования экономики знаний является массовость высшего образования. Ежегодно в последние годы количество абитуриентов, поступающих в казахстанские вузы, составляет не менее 80% от количества выпускников средних школ. Для сравнения в советском Казахстане студентами становились около 30% выпускников.

В казахстанском обществе происходит переход от представления образования как о благе за счет государства к представлению как услуги и предмета экономических отношений. Это подтверждается сравнительно низкой численностью обучающихся за счет бюджета. В последние годы количество студентов, обучающихся в вузах Казахстана на платной основе, устойчиво составляет около 70%.

Низкая эффективность образовательных реформ стала притчей во языцех. Бюджетное финансирование высшего образования на уровне 0,35-0,4% ВВП ничтожно мало по сравнению со странами ОЭСР (2,2-2,5%). Это является причиной низкого уровня оплаты труда ППС, дефицита кадров, широко практикуемого совместительства с ущербом для качества обучения.

Нормативно-правовые риски обусловлены отсутствием системности в реформах. На системной основе происходит смена министров образования (за последние 25 лет сменилось 14 глав), а дело модернизации остается «живее всех живых».

Сегодняшнее высшее образование в основном еще имеет запаздывающий характер. Есть отставание не только от мирового уровня, но и от уровня достижений советского образования, которое в качестве ретроинноваций иногда приобретает второе дыхание.

Ныне действующие образовательные стандар-

ты и программы в большей степени отражают возможности вузов, чем реальные потребности рынка труда. Массовизация высшего образования, ориентированная преимущественно на платежеспособный спрос населения, выполняет в большей степени функцию социализации, а не профессионализации молодежи.

Высшее образование – зеркало, в котором отражаются все грани казахстанского общества с его менталитетом, национальными особенностями и традициями. Контрастно обозначены противоречивые моменты:

– между увеличивающимся объемом информационных знаний и ограниченным сроком обучения;

– расширяющейся массовизацией высшего образования в основном за счет платного сектора и требованием обеспечения необходимого качества;

– расширенной автономией вузов и сохранностью единого образовательного пространства;

– неразвитостью НСК и формированием практико-ориентированных образовательных программ в формате компетенций.

Расширение академической самостоятельности вузов, рамочный характер госстандартов последнего поколения, отсутствие обязательного компонента в циклах базовых и профилирующих дисциплин законодательно закреплены в высшей школе РК. Все эти нововведения не способствуют сохранению единого образовательного пространства в масштабе страны и усугубляют проблему обеспечения необходимого качества.

Недавно выпущенный закон РК «О государственно-частном партнерстве» содержит концептуальные основы для развития различных форм социального партнерства.

В результате социологического опроса выявлено, что наиболее значимыми формами сотрудничества предприятий с вузами в плане обеспечения необходимого качества (**по данным экспертов-работодателей**) являются:

– участие в формировании ОП и заседаниях

ГЭК при защите выпускных работ – 70%;

- создание филиалов кафедр на производстве и предоставление баз практик студентам – 60%;

- целевая подготовка специалистов по заказу предприятий и повышение квалификации работников на базе вузов – 50%;

- финансирование инновационных разработок и спонсорская помощь вузам – 40%;

- участие в ярмарках, Ученом, Попечительском и других советах – 30%.

Это реальная основа оптимистического сценария развития социального партнерства работодателей с вузами. В обществе складывается понимание, что такому эффективному сотрудничеству нет альтернативы в контексте обеспечения качества, повышения уровня практико-ориентированной направленности подготовки и трудоустройства выпускников.

В ГПРОН на 2020-2025 годы отмечено, что Казахстану в ближайшие 6 лет необходимо принять кардинальные меры по повышению качества образования и приближения к лучшим практикам стран ОЭСР.

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), используя многофакторный подход к измерению качества, считает невозможным создать единый инструмент измерения качества и призывает к построению «культуры качества», имеющего множество измерений, в котором образовательные системы и вузы могут позиционироваться и оцениваться по-разному в зависимости от показателей качества. Необходимость внедрения «культуры качества» обучения обусловлена трансформацией смысла качества как разделяемой ценности и коллективной ответственности всех субъектов образовательного процесса. Важнейшим показателем культуры качества становится качество преподавания, ориентированного на результат.

Интересными представляются результаты анкетирования 346 преподавателей, среди которых половина имели ученые степени и звания. Респондентам предлагалось отметить наиболее значимые факторы, не способствующие качественному развитию высшего образования:

- низкое социальное положение преподавателя и его неконкурентоспособный уровень заработной платы;

- неэффективность образовательных реформ с расширением бумаготворческой деятельности;

- массовизация высшего образования и низкий уровень подготовленности абитуриентов;

- слабая материально-техническая оснащенность;

- неразвитость системы повышения квалификации ППС.

Существует мнение, что качество подготовки специалистов следует оценивать по уровню их трудоустройства. Низкая трудоустроиваемость связывается с низким уровнем профессиональной подготовки выпускников. Анализ трудоустрой-

ства выпускников технических университетов Казахстана показал, что в целом по специальности трудоустраиваются около 47% выпускников. Не высокий процент трудоустройства объясняется множеством причин: работодатель заинтересован в найме опытных специалистов со стажем; отсутствием вакантных должностей; неудовлетворенностью зарплатой и др. Для обеспечения высокой трудоустроиваемости выпускников нужно создавать новые рабочие места. Не следует оценивать успешность вуза лишь по экономической составляющей, а тем более по уровню трудоустройства.

Нынешний дисбаланс между структурой выпуска специалистов и структурой спроса на рынке труда определяет сложившаяся система ценностной ориентации молодежи. В условиях высокой динамики перемен нужны более эффективные формы взаимодействия вуз – работодатель.

В ходе парламентских слушаний в 2014 г. «О качестве и перспективах подготовки кадров в системе ТиПО, высшего образования для отраслей экономики» дана критическая оценка состоянию и перспективам подготовки специалистов. В погоне за университетскими рейтингами, показателями академической мобильности и международного сотрудничества на второй план отошли вопросы качественного обновления образовательных программ. Решение этих вопросов немыслимо вне социального партнерства высшей школы и сферы труда.

В анкетном опросе, в котором приняли участие 243 эксперта (руководители служб, их заместители, главные специалисты), представляющих 15 предприятий горно-металлургической, машиностроительной и строительной отраслей Карагандинской области, выявлены основные причины низкой эффективности сотрудничества бизнеса и производства с вузами региона. Оказывается, работодатели в большинстве своем не заинтересованы в постоянном обновлении и пополнении кадров креативными специалистами. Если техника и технологии устаревшие, – нет потребности в специалистах-инноваторах. Не все работодатели готовы формулировать требования к сегодняшним выпускникам. Сохраняется иждивенческий подход – получить готового специалиста, способного сразу включиться в производственный процесс.

Рынку труда еще свойственна невысокая технологичность производства, а требования к выпускникам весьма дифференцированы. Почти 40% опрошенных экспертов утверждают, что высшее образование излишне академично, 30% – затруднились сформулировать требования к выпускникам. Примерно треть работодателей не желают принимать на работу молодых специалистов без опыта работы. Предприятиям с финансовой точки зрения выгоднее брать готового специалиста на рынке труда или ограничиться краткосрочным повышением квалификации своих сотрудников.

Инновационный этап развития казахстанской

геологоразведки сопровождается увеличением спроса на квалифицированную рабочую силу (геологов, геофизиков). Основным вектором модернизации высшей школы должно стать развитие социального партнерства вузов и профессиональных объединений работодателей в разработке профессиональных стандартов в области геологии и геофизики и практико-ориентированных образовательных программ в формате компетентностной модели выпускника. Профессиональные стандарты должны стать «**дорожной картой**» для каждой профессии. Отсутствие качественных профстандартов в области геологии и геофизики сдерживает разработку компетентностно-ориентированных образовательных программ (ОП), не позволяет обеспечить сопряжение процедур итоговой аттестации выпускников и сертификации квалификаций. Это вдвойне актуализирует поиск новых форм взаимодействия вузов и работодателей.

К сожалению, высшая школа (рынок образовательных услуг) и рынок труда в целом функционируют в автономных режимах. Их взаимодействие во многом заформализовано, носит фрагментарный характер и не обрело еще системности. В последние годы роль работодателей сводилась к участию в проведении производственных практик, работе в составе ГЭК и приему выпускников на работу. Ныне в условиях высокой динамики перемен и перехода к компетентностной модели выпускника нужны новые более эффективные формы взаимодействия на постоянной основе:

- совместная разработка новых ОП (обновление существующих ОП);
- обсуждение и формирование результатов обучения в формате компетенций;
- актуализация содержания программ производственных практик;
- участие в работе ГЭК и оценка фактических

результатов обучения выпускников;

- активное привлечение работодателей к учебно-образовательному процессу в вузах;
- проведение совместных НИР и технологических разработок;
- повышение эффективности филиалов кафедр в контексте усиления практико-ориентированной подготовки;
- стажировка и повышение квалификации ППС на системообразующих предприятиях отрасли;
- организация вузовской системы переподготовки специалистов-производственников;
- участие работодателей в Попечительских советах вузов в плане обновления ресурсной обеспеченности и повышения качества подготовки выпускников.

В Кодексе РК «**О недрах и недропользовании**» четко прописаны обязательства недропользователя осуществлять: финансирование обучения казахстанских кадров в размере 1% от расходов на добычу; финансирование НИР и ОКР в размере 1% от расходов на добычу.

Вузам и недропользователям-работодателям нужны совместные действия для практической реализации этих положений.

Результативность социального партнерства вуз – работодатель в контексте обеспечения необходимого качества значительно возрастет при условии изменения позиции работодателей как стратегических партнеров. Из сторонних наблюдателей и пассивных потребителей образовательных услуг они должны трансформироваться в заинтересованных участников. Позитивный синергетический эффект стратегического партнерства вуз – работодатель возможен, если оно базируется на принципах взаимовыгодности, долгосрочности и высокой ответственности заинтересованных сторон.

*Л.Л. ЛА, к.ф.-м.н., и.о. доцента,
М.Г. КОЖАНОВ, докторант,
Д.Ж. КАЙБАСОВА, докторант,
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, кафедра ИС*

Анализ методов проектирования образовательных программ в условиях новых образовательных стандартов Республики Казахстан

Ключевые слова: проектирование, образовательная программа, метод аддитивной оптимизации, алгоритм многокритериального оценивания

Введение

Мировые тенденции в сфере образования свидетельствуют о переходе от традиционного подхода, ориентированного на преподавателя, к студенто-центрированному подходу. Эта альтернативная модель фокусируется на том, что смогут делать студенты в конце модуля или программы, т.е. на компетенциях и результатах обучения.

В рамках компетентностного подхода основным «продуктом» работы вузов становятся образовательные программы, которые необходимо конструировать с учетом требований современного рынка труда. При разработке программ должно учитываться мнение не только академического состава и студентов, но и экспертов по направлениям подготовки.

Вместе с тем в Казахстане с 2014 года в целях повышения академической свободы и мобильности вузов, позволяющей учитывать особенности рынка труда конкретного региона в соответствующих кадрах, расширено право вузов в определении содержания образовательных программ бакалавриата до 55%, магистратуры до 70%, докторантуры до 90%.

Это привело к тому, что в течение последних пяти лет вузами страны разработано множество образовательных программ специальностей, которые могут различаться элективными компонентами. Многообразие и содержательная вариативность образовательных программ затрудняет их сопоставимость и сравнимость, ознакомление с их содержанием руководителей вузов, профессорско-преподавательского сообщества, работодателей и других стейкхолдеров. В данном контексте требуется систематизация образовательных программ.

В этой связи актуальной задачей становится оценка анализа проектирования образовательных программ (ОП).

Стоит отметить, что содержание и разработка образовательных программ определяет качество

предоставляемых образовательных услуг, в частности, уровень компетенций, которыми будет обладать выпускник по завершении программы.

Анализ проблемы проектирования ОП

Анализ проблемы проектирования ОП показал, что ее можно разбить на несколько подзадач: формализованное описание ОП; установление причинно-следственных связей дисциплин, содержащихся в ОП, и их сложности; определение качества ОП; структура эталонной ОП; оптимизация ОП; расчет интегрального критерия оптимальности. Эти подзадачи выполняются строго последовательно, выполнение следующей подзадачи носят итеративный характер.

Следует отметить, что наиболее распространенными математическими аппаратами для формализации задачи составления ОП являются методы теории графов и их применение. Преимущества этого подхода включают в себя хорошо разработанную методологическую базу, а также простое представление дисциплин, их вес, причинно-следственные связи и силу этих отношений. На практике, однако, графы и сети, которые представляют ОП, структурированы очень сложным образом и их трудно анализировать. Большую часть времени предметно-ориентированные методы используются для анализа учебного материала с целью установления связей между дисциплинами.

Каждый подход имеет свои преимущества и недостатки. При использовании методов анализа материала предъявляются высокие требования к дизайну и структуре учебных модулей. Такое структурирование требует определенных затрат времени, которые зависят от объема учебных модулей. Однако сам процесс анализа может быть формализован и реализован с использованием информационных систем на основе математической модели.

Сложность использования экспертных ме-

тодов заключается в организации опросов экспертов и для измерения статистической связи между несколькими выборками. Также необходимо определить количество и компетентность выбранных экспертов в определенной области, а также решить проблему обработки и анализа экспертных данных [2, 3].

Выполнение задачи проектирования ОП предлагается следующим образом, необходимо расположить множество дисциплин во временном интервале, чтобы сбалансировать учебную нагрузку. Балансирование относится к равномерному распределению сложности дисциплин в течение семестра на протяжении всей продолжительности обучения, последовательности в изучении дисциплин (пререквизиты и постреквизиты), тем самым сводя к минимуму временной разрыв между предыдущими и последующими дисциплинами. Так, предполагается существование «периода полураспада» полученных знаний и коэффициента запоминаемости и усвоения связанных дисциплин, который со временем уменьшается.

Рассмотрены методы проектирования ОП, а именно: установление логических отношений между дисциплинами ОП посредством методов экспертной оценки; проектирование и настройка исходного эталонного варианта ОП на основе теоретико-графических методов, оптимизация варианта ОП на основе алгоритмов многокритериальной оценки [1].

Экспертные оценки используются для решения различных задач в процессе проектирования ОП: создание списка дисциплин, определение характеристик дисциплин, создание соотношения разрыва, определение весовых коэффициентов критериев частичной оптимальности, оценка окончательной версии ОП. Экспертные опросы могут быть организованы по-разному: существует двухэтапный метод мозгового штурма: сеанс работы каждого эксперта и личная встреча всех экспертов. Как правило, схема экспертного опроса для проектирования ОП может быть представлена следующим образом (см. рисунок) [2].

В этом случае экспертная информация может быть выражена как количественно, так и качественно. Были использованы оба исследования.

Чтобы сформировать общее мнение экспертов о результатах экспертизы, необходимо обработать полученные оценки. В отличие от стандартных методов обработки, порядок обработки предложенной формы универсален и включает четыре основных этапа: объединение результатов; анализ согласованности экспертных мнений; выбор последовательных подгрупп; синтез обобщенных мыслей.

Оценка на этапе определения зависимостей между участвующими дисциплинами отображается в ОП в виде матрицы парных сравнений. Размер матрицы $n \times n$, где n – количество дисциплин, включен в ОП. Каждый элемент матрицы имеет вид $a_{ij} \in (0; 1)$, который отражает силу связи меж-

ду дисциплинами i и j . Чем больше значение a_{ij} тем сильнее связь между дисциплинами. Задача эксперта – определить значение a_{ij} для указанного потока дисциплин. Принимая во внимание особенности предметной области, должна быть единая стандартная процедура трансформации. Стандартный процесс объединения включает в себя следующие этапы: устранение фактов несравнимости, трансформации матрицы к одному из стандартных типов. Такой тип может быть информативным, преобразовав матрицу парных сравнений в вектор относительной значимости. В зависимости от формы матрицы, это преобразование осуществляется по-разному. Отсутствие эквивалентности и градации предпочтений, т.е. $a_{ij} \in \{0,1\}$, относительная важность i -го объекта определяется как:

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}. \quad (1)$$

Следующим шагом в обработке экспертных ответов является анализ согласованности, чтобы определить, насколько близки или далеки ответы экспертов. В качестве показателей согласованности экспертных мнений об относительной важности объектов необходимо выбрать вариации и индексы дисперсии.

Следует также иметь в виду, что в проектировании ОП является количество принятых экспертов чаще всего не более 8-10 человек. В результате выбора такого решения задача выделения высоко-согласованных групп может быть неэффективной. В связи с этим необходимо использовать методы взаимодействия между экспертами с целью разработки единого удовлетворительного решения.

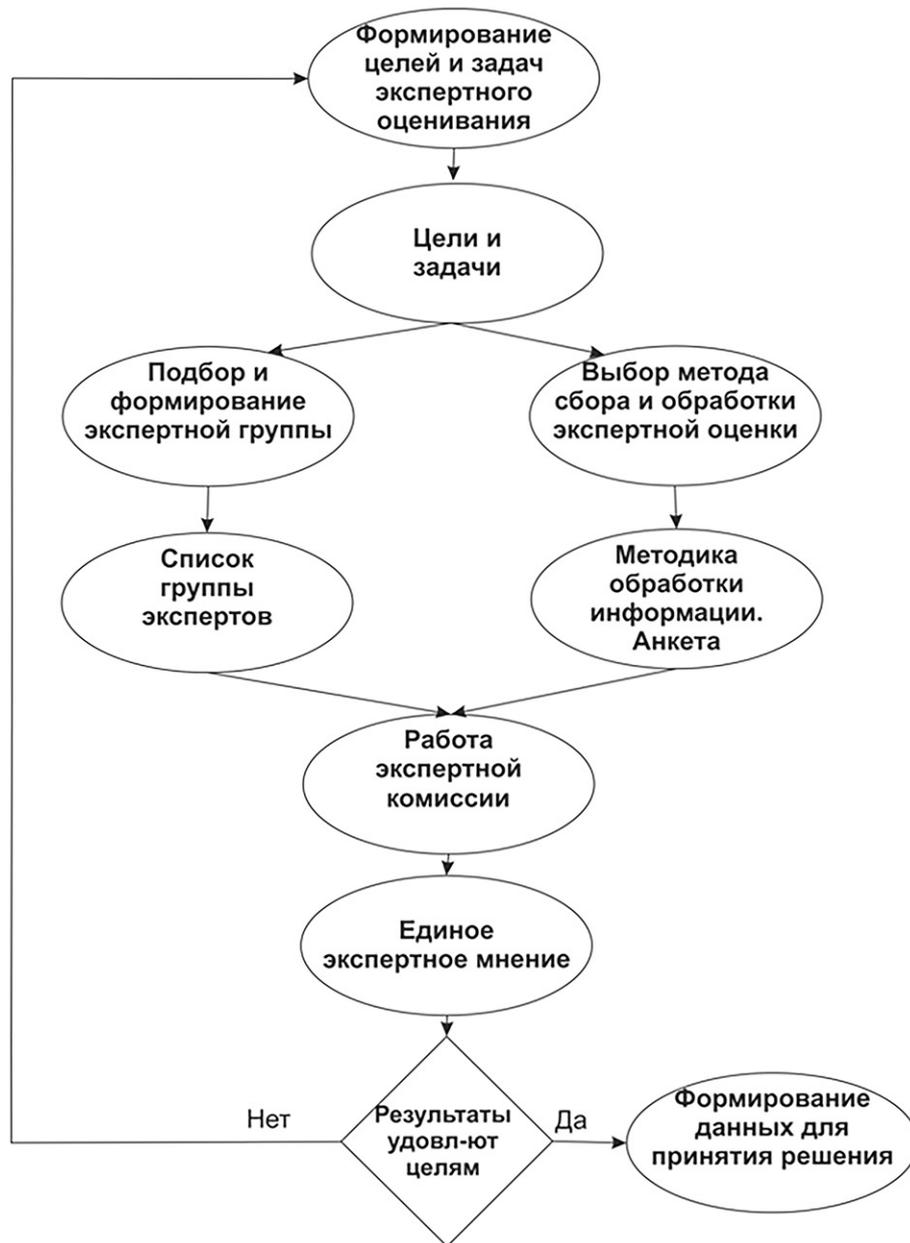
Заключительным этапом обработки экспертных оценок является синтез обобщенного мышления. На данный момент происходит «усреднение» результатов экспертного опроса. Наиболее часто используются алгебраические и статистические методы. Для обобщения единого мнения предлагается подсчет среднего арифметического, рассчитанного следующим образом:

$$\lambda_i^* = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \lambda_{ij}, \quad (2)$$

где λ_{ij} – относительная значимость i -го объекта, по мнению j -го эксперта,
 m – количество экспертов.

Задача формирования эталонного варианта ОП формулируется следующим образом: множество связанных дисциплин в группах, такие дисциплины, которые не имеют прямого причинно-следственного отношения и сосредоточены в одной группе; связь между дисциплинами соседних групп должна иметь продолжение от предыдущей группы до последующей. Критерием классификации дисциплины в группе является наличие входящей точки от дисциплин предыдущей группы.

Алгоритм решения этой задачи может быть



Технология экспертного оценивания

следующим: последовательный перебор вершины графа; перенос дисциплины в наиболее подходящую группу; оценка ОП в интегральном виде; оптимизация ОП, например, путем перестановки дисциплин [4].

Для представления смежных вершин или окрестных матриц может использоваться структура графа. Все варианты графа могут быть реализованы на основе обхода графа в ширину или в глубину.

После настройки эталонного варианта ОП можно перейти к процессу оценки и оптимизации. Учитывая большое количество частных требований к ОП, то есть многокритериальный характер задачи, предлагается использовать для оценки качества ОП многокритериальную характеристику [5].

Одним из подходов к решению многокритериальных задач управления является процедура агрегирования, которая основана на выборе экспертов $F_i(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in})$ и монотонно зависит от критериев $a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in}$. Этот процесс известен как процесс свертки критериев. Существуют различные методы минимизации, например: метод аддитивной оптимизации, метод многоцелевой оптимизации; метод справедливого компромисса; метод последовательных уступок и т.д. Предлагается использовать метод аддитивной оптимизации, в котором значение целевой функции должно быть выражено как:

$$F_i(a_{ij}) = \sum_{j=1}^n \lambda_j a_{ij}. \quad (3)$$

С помощью этого выражения мы можем

определить аддитивный критерий оптимальности. Значения λ_i являются весовыми коэффициентами, которые количественно определяют степень предпочтения j -го критерия перед другими критериями. В этом случае больший вес присваивается более важному критерию, а общее значение

всех критериев равно единице, т. е. $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$,

$\lambda_j \geq 0, j = \overline{1, n}$. Использование аддитивной свертки возможно, если все частные критерии сопоставимы и однородны.

Заключение

В результате были рассмотрены основные

подходы и методы решения проблем, возникающих при проектировании ОП. Описаны методы: экспертные оценки для организации экспертного опроса и обработки результатов опроса, использованные при проектировании ОП; теория графов для построения эталонного ОП и его дальнейшая оптимизация; оперативные исследования для формирования критериев аддитивной оптимизации. Использование этих методов для решения проблемы разработки учебных программ требует их адаптации и разработки соответствующей методической поддержки.

Работа выполнена в рамках проекта No 598092-EPP-1-2018-1-BG-EPPKA2-SVNE-SP.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривицкая М.А., Бушмелева К.И., Увайсов С.У. Формализация задачи построения рабочего учебного плана направления методами теории графов // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 2. С. 14-17.
2. Увайсов С.У., Кривицкая М.А., Бушмелева К.И. Алгоритм обработки экспертной информации при построении рабочего учебного плана // Там же. 2014. № С. 33-36.
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. Кайбасова Д.Ж. Предварительная обработка коллекции рабочих учебных программ дисциплин для формирования корпуса текстов // Вестник КазНИТУ. № 6 (136) декабрь, 2019, С. 541-546, ISSN 1680-9211.

Машиностроение. Металлургия



УДК 621.771.014

О.Н. КРИВЦОВА¹, к.т.н., доцент, зав. кафедрой,
И.Ю. ЕВТУШЕНКО², начальник Технического отдела,
Е.А. ПАНИН¹, PhD, ст. преподаватель,
Н.Ю. КУЗЬМИНОВА¹, ст. преподаватель,
А.А. ТЫМЧЕНКО¹, студентка гр. ТОМД-15,
А.М. ШОСТИКОВА¹, студентка гр. ТОМД-15,
¹Карагандинский государственный индустриальный университет,
 кафедра «Обработка металлов давлением», г. Темиртау,
²АО «АрселорМиттал Темиртау»

Технологическая оценка использования смазочно-охлаждающих жидкостей на станах холодной прокатки

Ключевые слова: холоднокатаная сталь, смазочно-охлаждающие жидкости, параметр вязкости, коэффициент трения, очаг деформации, клеть стана, энергопотребление

При совершенствовании технологических процессов производства проката качество готового холодного проката в значительной степени определяет коэффициент трения [1]. Трение определяет силовые условия процесса. Силовые условия прокатки определяются фрикционными параметрами трения, от которых зависят толщина прокатываемой полосы, точность прокатки и требуемая мощность оборудования. Применительно к процессам прокатки технологически оптимизированными средами являются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), по-другому эмульсолы, которые состоят из воды, прокатного масла и эмульгатора. Прокатное производство

развивается, работа с использованием устаревших технологических смазок малорентабельна. Одним из путей повышения конкурентоспособности прокатной продукции является коэффициент силы трения, который можно направить на увеличение эффективности холодной прокатки при использовании различных технологических смазок различных заводов – поставщиков.

Формоизменение при холодной прокатке происходит за счёт подведения мощности по схеме «валки – полоса» посредством сил трения на контакте. Чем полнее используются силы трения, тем эффективнее реализуется процесс прокатки. Разные условия при захвате и на установившейся

стадии процесса не позволяют использовать весь потенциал сил трения на контактной поверхности при подведении мощности в очаг деформации. Часть сил трения остаётся невостребованной [1], их можно направить на увеличение эффективности формоизменения при совмещении процессов. Для формирования условий оптимизации процесса прокатки необходимо оценить коэффициенты сил трения [2]. В связи с этим данная работа и является актуальной.

Целью данной работы является технологическая оценка использования при холодной прокатке на станах: непрерывном пятиклетевом «1700» и на непрерывном шестиклетевом «1400» в условиях ЛПЦ-2 и ЛПЦ-3 соответственно различных СОЖ. В ходе работы выполнялись задачи выбора методики по определению коэффициента трения; сбора статистических данных; определения параметров прокатки и коэффициентов трения; технологической оценки используемых СОЖ; уточнения расхода электроэнергии при выборе рациональной СОЖ. Научная новизна данной работы заключается в определении коэффициентов трения с учётом параметра вязкости, используемых в эмульсионных системах станов «1400» и «1700» СОЖ при производстве холоднокатаного металла. Практическая значимость проводимого исследования заключается в увеличении эффективности прокатки с использованием различных СОЖ на станах холоднокатаной прокатки в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау», поставляемых различными заводами-изготовителями. Данные собирались в период с 05.06.2017г. по 07.07.2017г.

При технологической оценке выбора СОЖ и сопоставлении их между собой учитывался критерий, оценивающий их эффективность, в данном случае это коэффициент силы трения [3]. Определением коэффициента трения занимались в разное время авторы работ [2,4,5]. Для расчётов энергосиловых параметров холодной

прокатки необходимо определить коэффициент трения при установившемся процессе. Его величину определяли по формуле (1) [4]:

$$f_y = \frac{k_{см} [1 + (0,4 + 0,01\varepsilon)R_a]}{1 + 0,25\sqrt{v_{50}} - 0,005 \cdot v_{50}} \times \left[0,07 - \frac{0,1v_b^2}{2(1 + v_b) + 3v_b^2} \right] \quad (1)$$

где $k_{см}$ – коэффициент, учитывающий природу смазки (принимается равным 1);
 v_b – скорость валков, м/с;
 ε – относительное обжатие, %;
 R_a – средняя шероховатость поверхности валков, мкм;
 V_{50} – кинематическая вязкость смазки, мм²/с.

Для проведения оценки собран массив пассивных экспериментальных данных при производстве холоднокатаного металла толщинами 0,40 мм и 0,44 мм. В массив входили следующие статистические выборочные данные: исходный материал (подкат) для холодной прокатки – горячекатаная полоса толщиной $h_0 = 2$ мм; сталь марки 0,8 кп (ввиду востребованности); средняя шероховатость поверхности валков $R_a = 0,63$ мкм (значение после шлифовки) [6].

Определение энергосиловых параметров прокатки начинали с определения режимов обжатий полос толщинами $h_1 = 0,4$ мм: 0,43 мм из стали марки 0,8 кп [6]. Для этого принимали максимальную скорость прокатки $v_5 = 20$ м/с по [6]. Сравнительный расчёт скорости прокатки выполнили по данным прокатки полосы в клетях №1-№5 на стане «1700» по работе [1], результаты представлены на рисунке 1. График скоростей иллюстрирует изменение скорости по клетям стана. Видно, что при одинаковой толщине подката ($h_0 = 2$ мм) и при условии одинаковой скорости полосы на выходе из пятой клетки скорости по клетям изменяются в следующей последовательности: в клетях №1 на 6,6%, в клетях №2 на 10,5%, в клетях №3 на

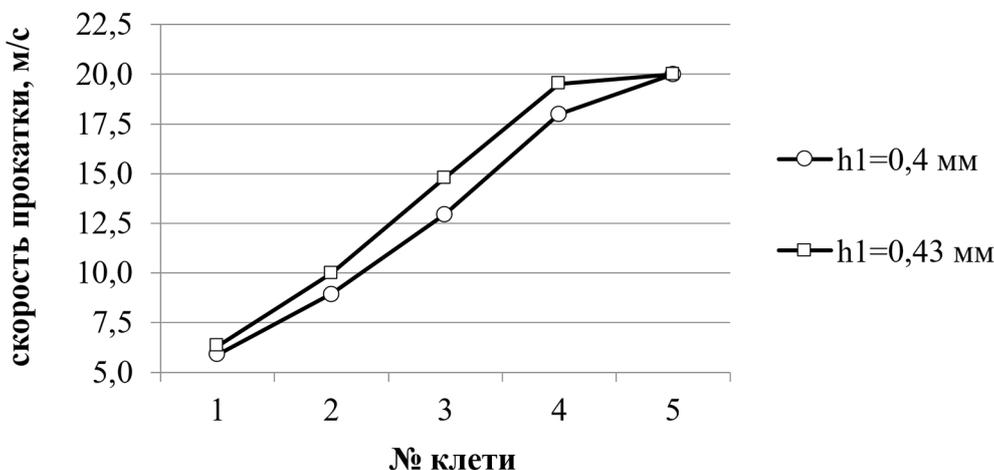


Рисунок 1 – Изменение скорости по клетям №1-№5 стана «1700» при прокатке полос толщинами 0,40 мм и 0,43 мм

12,4%, в клетки №4 на 7,7% соответственно.

В следующий этап работы входила оценка контактных сил трения в очаге деформации при использовании в процессе прокатки СОЖ, приготовленных из эмульсолов «Quakerol671E», в дальнейшем по тексту СОЖ1, и «BonderiteL-R05573», в дальнейшем по тексту СОЖ2.

Расчёт коэффициента трения в очагах деформации с использованием значений вязкости проводили с использованием формулы (1) [6]. Графики, показанные на рисунке 2, позволили авторам качественно представить сравнительные результаты по рассчитанным значениям коэффициентов сил трения при различных значениях вязкости используемых СОЖ1 и СОЖ2.

По графику видно уменьшение коэффициента силы трения при прокатке полосы толщиной $h_1=0,40$ мм в клетях №1-№5 стана «1700». Наибольшие значения коэффициенты достигают при

прокатке с использованием СОЖ2 при минимальном значении вязкости $V_{50}=28$ мм/с². Относительно него, при использовании СОЖ2 с максимальной вязкостью $V_{50}=48$ мм/с², коэффициент силы трения снижается на 13,8%. При использовании СОЖ1 с минимальной вязкостью $V_{50}=56$ мм/с² коэффициент силы трения снижается на 16,6%. Наиболее низкий коэффициент силы трения соответствует процессу прокатки при использовании СОЖ1 с максимальной вязкостью $V_{50}=61$ мм/с², снижение происходит на 19,4%. Аналогичные изменения при определении значений коэффициентов сил трения выявлены и при прокатке холоднокатаной полосы толщиной $h_1=0,43$ мм, что и проиллюстрировано на рисунке 3.

Наибольшее значение коэффициента силы трения получено при использовании СОЖ2 с минимальной вязкостью $V_{50}=28$ мм/с². В то время как при использовании СОЖ2, с максимальной

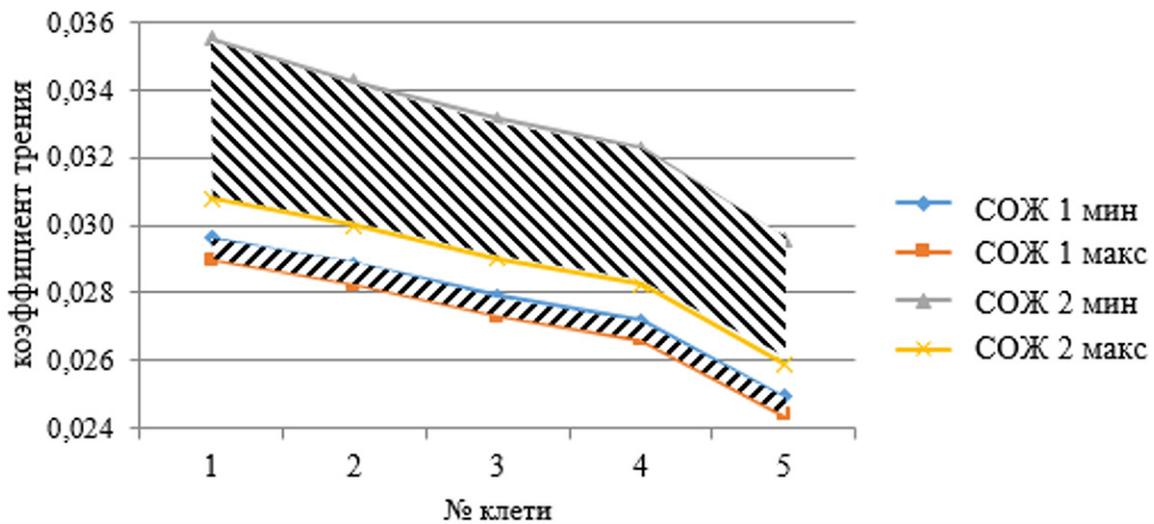


Рисунок 2 – Показатели коэффициентов сил трения в очаге деформации при прокатке полосы $h_1 = 0,40$ мм

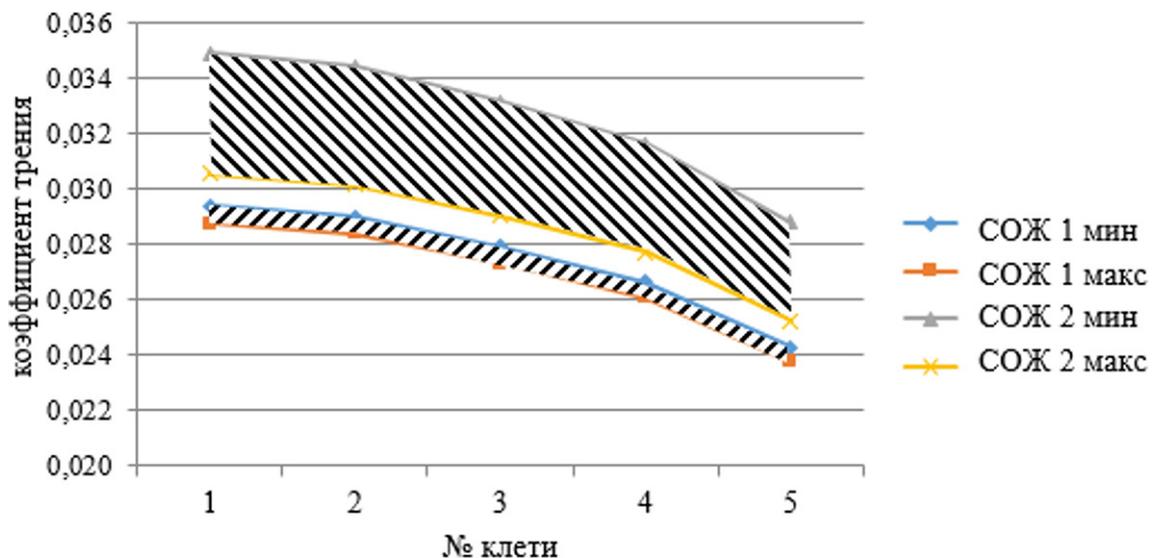


Рисунок 3 – Коэффициент силы трения при прокатке полосы $h_1 = 0,43$ мм

вязкостью $V_{50}=48$ мм/с², значение коэффициента силы трения при прокатке полосы толщиной $h_1=0,43$ мм уменьшилось на 11,4%. При использовании СОЖ1 с минимальной вязкостью $V_{50}=56$ мм/с² значение коэффициента силы трения снизилось на 14,2%. В то время как с максимальной вязкостью $V_{50}=61$ мм/с² значение коэффициента силы трения снижается на 17,1%. Аналогичные расчеты проведены авторами и при определении коэффициента трения в очаге деформации при производстве холоднокатаного металла толщиной $h_1=0,37$ мм на непрерывном шестиклетьевом стане «1400» АО «АрселорМиттал Темиртау». Используемые в эмульсионной системе данного стана эмульсолы «Tenol», в дальнейшем по тексту СОЖ3, и «Luberol», в дальнейшем по тексту СОЖ4, поставляются также разными заводами-изготовителями. Построенные графики на рисунке 4 демонстрируют сравнение по результатам рассчитанных данных коэффициентов сил трения в очагах деформации, при различных значениях вязкости используемых СОЖ. Из графика, приведенного на рисунке 4, следует, что при прокатке рассматриваемой полосы $h_1=0,37$ мм в клетях №1-№6 коэффициент силы трения в очагах деформации имеет наибольшее значение во второй клетке $f_{max}=0,031$ при использовании СОЖ4 с вязкостью $V_{50}=40$ мм/с².

Оценивая результаты проведенного анализа холодной прокатки при использовании СОЖ3, значение максимальной вязкости которого $V_{50}=50$ мм/с², выявлено снижение значений коэффициентов сил трения в очагах деформации на 6,5%.

Следующим этапом работы было изучение и уточнение расхода электроэнергии на стане холодной прокатки с целью выбора рациональной СОЖ. В процессе холодной прокатки за счет работы сил контактного трения происходит существенное количественное изменение всех па-

раметров процесса прокатки, в том числе и расхода электроэнергии. Множество эмульсолов различной модификации, поставляемых на завод АО «АрселорМиттал Темиртау», на практике показывают различные значения электропотребления. Здесь объектом исследования является непрерывный пятиклетьевого стан «1700» холодной прокатки в условиях ЛПЦ-2. Предметом исследования являются эмульсолы марок «Quakerol 671E» и «BonderiteL-R05573», используемые в эмульсионной системе данного стана, далее по тексту ПП1 и ПП2. Данные эмульсолы поставляются различными заводами-изготовителями. Оценку проводили по энергосиловым параметрам работы стана, а именно силе тока двигателей в клетях №3 и №4 (кВт). Исследования проводились на сравнении используемых прокатных продуктов (эмульсолов) ПП1 и ПП2, идущих на приготовление СОЖ. Выбраны временные промежутки: 11 июля – 26 сентября 2016 г. – прокатка с ПП1; 1 ноября 2016 г. – 23 декабря 2016 г. – период опытно-промышленных испытаний ПП2. Критерием исследования послужил ток двигателя клетки №3 и №4. Для удобства сравнения проведено разбиение выборочных данных на 3 кластера полос толщинами: 1) $h_1=0,38\div0,43$ мм, 2) $h_1=0,65\div0,85$ мм, 3) $h_1=1,20\div1,48$ мм. По каждому кластеру полос рассмотрели среднее значение силы тока при их прокатке в клетях № 3, 4 стана «1700», являющихся основными потребителями электроэнергии, центральной рабочей частью стана. По результатам данных были построены диаграммы, по которым выявлено неравенство значений силы тока при прокатке в клетях №3,4 с использованием двух исследуемых СОЖ. Увеличение силы тока при прокатке кластера полос №1 в клетки №3 при использовании СОЖ2, по сравнению с используемым СОЖ1, составляет 10,5%, в клетки №4 – 20% (рисунок 5).

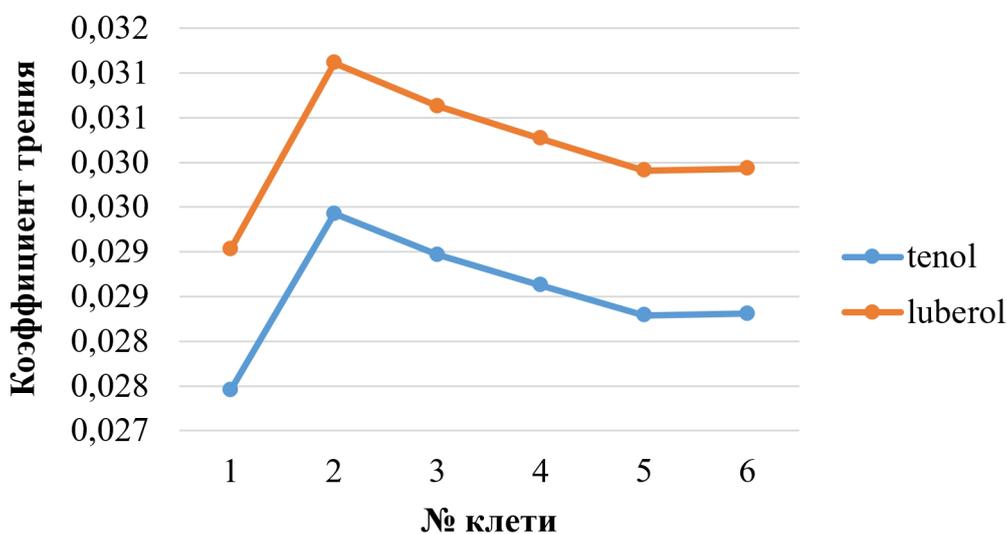


Рисунок 4 – Значения коэффициентов сил трения при производстве холоднокатаной полосы толщиной $h_1=3,7$ мм на стане «1400»

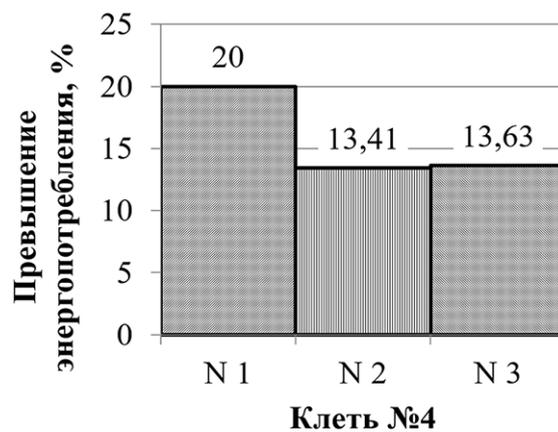
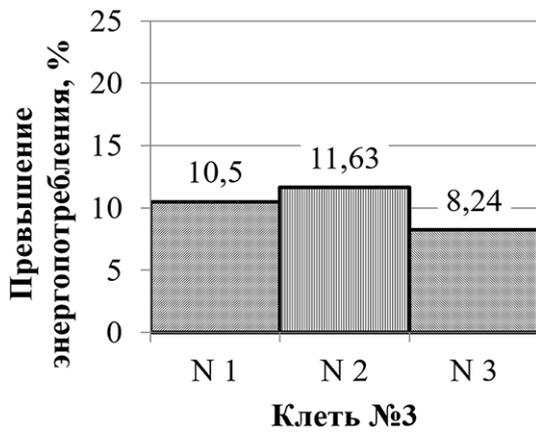


Рисунок 5 – Потребление электроэнергии в клетях 3,4 при производстве холодной полосы кластеров толщин №1, №2, №3 с СОЖ2

Такие же изменения имеют место быть и при прокатке кластера полос №2 при использовании СОЖ2, по сравнению с СОЖ1. Превышение составляет в клетях №3 – 11,63%, в клетях №4 – 13,41%. Аналогичное превышение силы тока двигателя характерно и при прокатке кластера полос №3 при использовании СОЖ2, превышение составляет в клетях №3 – 8,24%, в клетях №4 – 13,63% (рисунок 5). В среднем, превышение энергопотребления при производстве металла всех кластеров в клетях №3 составляет 10,13%, в клетях №4 – 15,68%.

Для качественной проверки правильности полученных результатов и выявления грубых ошибок построены гистограммы по распределению токовых нагрузок в клетях №3,4 при прокатке рассматриваемых кластеров полос на стане «1700». Гистограммы являются инструментами контроля качества, позволяют более наглядно изобразить распределение конкретных значений параметров по частоте повторения за определённый период времени. Выявлено следующее. При прокатке кластера полос №1 в клетях №3 с использованием СОЖ1 наиболее часто встречается значение тока двигателя в интервале 2746 кВт, а с использованием СОЖ2 в интервале 3292 кВт. Обе гистограммы охарактеризовали неточность воспроизводимости технологического процесса. Для оценки точности воспользовались индексом воспроизводимости технологического процесса [1], который удовлетворительно оценил прокатку кластера полос №1 мм в клетях №3 с использованием и СОЖ1 и СОЖ2.

Далее решалась следующая задача. Так как полосы шириной проката, равные 1255 мм, присутствуют во всех рассматриваемых кластерах, было принято решение произвести более детальное рассмотрение по расходу электроэнергии при прокатке полос данной ширины. После составления описательной статистики выборочных данных полос шириной проката 1255 мм и разбивкой по трем кластерам толщин выявлено следующее. Так, при прокатке кластера полос №1 в

клетях №3 с использованием СОЖ2 затрачивается электроэнергия в среднем на 16,4% больше. При использовании СОЖ1 и СОЖ2 вид построенных гистограмм подтвердил стабильность процесса. Причем индекс воспроизводимости процесса производства холоднокатаной полосы шириной 1255 мм рассматриваемого кластера толщин при использовании СОЖ1 и СОЖ2 также подтвердил удовлетворительное состояние технологического процесса при ее производстве (рисунок 6).

При прокатке кластера полос №2 анализируемой ширины в клетях №3 индекс воспроизводимости процесса при использовании СОЖ1 подтверждает удовлетворительность процесса, а при использовании СОЖ2 указывает на несоответствие процесса технологическим требованиям. При прокатке рассматриваемого кластера полос при использовании СОЖ2 затрачивается электроэнергия в среднем на 7% больше, что также подтверждает ее энергозатратность. Анализ по расходу электроэнергии при прокатке кластера полос №3 и шириной 1255 мм в клетях №3, проведенный по значению индекса воспроизводимости процесса при использовании СОЖ2, также охарактеризовал неудовлетворительное состояние технологического процесса. Прокатка полос на стане 1700 с использованием СОЖ2 потребляет электроэнергию в среднем на 13,4% больше. Аналогично рассмотрели энергопотребление процесса производства холоднокатаных полос по исследуемым кластерам полос шириной $b_1 = 1255$ мм и в клетях №4. Здесь, в среднем, электроэнергии при использовании СОЖ2 затрачивается больше на 18%, 13,6% и 16,6% (рисунок 6).

Работа выполнялась по инициативной теме «Разработка технологии производства холоднокатаной полосы «тонких» и «широких» профилей на стане 1400 АО «АрселорМиттал Темиртау», обеспечивающей снижение энергосиловых нагрузок и улучшение качественных характеристик прокатываемой полосы» в соответствии с Меморандумом о сотрудничестве с АО «АрселорМиттал Темиртау».

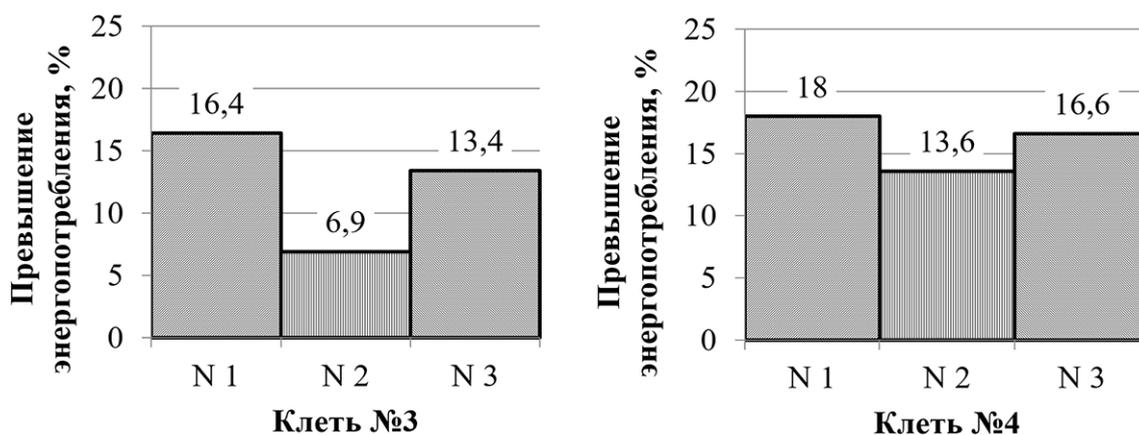


Рисунок 6 – Потребление электроэнергии в клетях 3,4 при производстве холодной полосы кластеров толщин №1÷№3 шириной 1255 мм с СОЖ2

Выводы

На непрерывном шестиклетьевом стане «1400» холодной прокатки в условиях ЛПЦ-3 в эмульсионной системе используются эмульсолы «Tenol» и «Luberol». На непрерывном пятиклетьевом стане «1700» холодной прокатки в условиях ЛПЦ-2 используются эмульсолы «Quakerol 671E» и «Bonderitel-R05573», поставляемые на металлургическое производство разными заводами-поставщиками. Выполнен расчёт коэффициентов трения в очагах деформации по клетям станов с учётом значений вязкости СОЖ, поставляемых разными заводами-изготовителями. Подтвердили преимущественное положение использования эмульсола фирмы «Tenol» – коэффициенты трения в очагах деформации клетей стана «1400» принимают минимальные значения. Подтверждено снижение коэффициентов трения в очагах деформации и в клетях стана «1700» при использовании эмульсола фирмы «Quakerol 671E». Для оценки расхода электроэнергии с использованием различных СОЖ на стане «1700» проведен анализ энергопотребления при прокатке холод-

нокатаного металла в клетях № 3, 4. Превышение расхода тока при прокатке полос трех кластеров полос в клетях №3 с использованием СОЖ2 характерно в среднем на 10,13%; в клетях № 4 – в среднем на 15,68%. Построение гистограмм по распределению токовых нагрузок при прокатке в клетях № 3, 4 подтвердило увеличение энергопотребления при использовании СОЖ2. При прокатке полос кластера №1 шириной 1255 мм в клетях №3 с СОЖ2 затрачено электроэнергии в среднем на 16,4% больше, при прокатке полос кластера №2 – больше на 6,9%. При прокатке полос кластера №3 шириной 1255 мм – больше на 13,4%. В среднем, превышение составляет 12,23%. Аналогичные изменения по кластерам выборки шириной 1255 мм выявлены также и при прокатке в клетях №4 с использованием СОЖ2. Электроэнергии затрачивается в среднем больше на 16,07%. Повышение конкурентоспособности продукции в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау» можно обеспечить при увеличении эффективности холодной прокатки с использованием рассматриваемых смазочно-охлаждающих жидкостей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокорин В.Н. Применение смазочно-охлаждающих технологических жидкостей в производстве прокатки листового материала: учебное пособие / В.Н. Кокорин, Ю.А. Титов. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 55 с.
2. Гарбер Э.А. Расчет мощности процесса холодной прокатки с учётом количества нейтральных сечений в очаге деформации // Э.А. Гарбер, Д.Л. Шалаевский, И.А. Кожевникова // Производство проката. 2008. № 8. – С. 8-17.
3. Леванов А.Н. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением / А.Н. Леванов, В.Л. Колмогоров, С.П. Буркин и др. – М.: Металлургия, 1975. – 352 с.
4. Грудев А.П. Теория прокатки / А.П. Грудев. – М.: Металлургия, 1980. – 240 с.
5. Николаев В.А. Оценка методов расчёта нормальных напряжений при прокатке полос / В.А. Николаев // Производство проката. 2013. № 9. – С. 20-26.
6. Холодная прокатка и дрессировка металла на пятиклетевом стане «1700» листопрокатного цеха № 2. ТИ ПЖ-02-2013 / АО «АрселорМиттал Темиртау». Система менеджмента качества. – Темиртау, 2013. – 59 с.
7. Управление качеством и сертификация: Учеб. пособие / В.А. Васильев, Ш.Н. Каландаришвили, В.А. Новиков и др. – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 416 с.

УДК 669.1

К.Т. АХМЕТОВ, к.т.н., PhD, ст. преподаватель,
С.Ш. МАГАВИН, к.т.н., доцент,
Д.И. БЕРДИМУРАТОВА, м.т.н., ассистент,
 Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
 кафедра Технологических машин и оборудования, г. Нур-Султан

Разделение предварительно восстановленной мелочи хромовых руд

Ключевые слова: хромовая руда, предварительное восстановление, жидкофазное разделение

Введение

При добыче и обогащении хромовых руд образуется много (50% и более от всей добытой руды) рудной мелочи, не соответствующей требованиям классической технологии производства феррохрома. Часть этой мелочи используют в производстве хромитового агломерата [1], а наиболее мелкая фракция размером менее 0,3 мм направляется в отвал, причем эти хвосты обогащения содержат до 30...35% Cr_2O_3 [2].

Вследствие высокой температуры плавления хромшпинелида и вмещающих пород ксмпирсайской руды, представленных в основном серпентинитом ($3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$), переходящим при обжиге в форстерит $2MgO \cdot 2SiO_2$ с температурой плавления $\sim 1900^\circ C$, для получения из мелочи прочного агломерата спекание необходимо проводить при температуре 1400... 1500 $^\circ C$ и выше. Для снижения температуры спекания в шихту агломерата вводят флюсующие добавки. В качестве наиболее широко используемых флюсов служат материалы, содержащие кремний и алюминий.

Учитывая высокое содержание хрома в хвостах обогащения, их также целесообразно использовать для дальнейшей переработки с целью извлечения этого элемента. Это становится возможным после окомкования дисперсных частиц и их металлизации. В частности, предварительное восстановление металлов из хромовой руды с 1977 г. осуществляется на заводе ферросплавов Xstrata Alloys в Ладенбурге, ЮАР [3,4]. По аналогии с предвосстановлением железа в железных рудах предварительную металлизацию проводят в рудоугольных окатышах или брикетах, используя в качестве восстановителя углерод кокса или угля. При этом в состав брикетов помимо связующих материалов, например бентонита, также вводят флюсующие добавки, в частности, боратовую руду или тонкоразмолотый базальт [1].

В начале 1980-х гг. фирмами Mintek и Middelburg Steel & Alloys (ЮАР) разработан процесс производства феррохрома в открытой (типа сталеплавильной) рудоплавильной печи постоян-

ного тока с целью плавления неподготовленной хромитовой рудной мелочи. На начальном этапе рудную мелочь в виде частиц размером примерно 2 мм загружали на поверхность расплава через полый электрод. Однако в конце 1990-х гг., после специально проведенных сравнительных испытаний подачи шихты через полый электрод и отверстие в своде, фирма Mintek сделала заключение об отсутствии особых преимуществ использования полых электродов. Небольшое увеличение выноса пыли при загрузке через сводовое отверстие вполне компенсируется снижением стоимости изготовления сплошных электродов и по сравнению с полыми и упрощением системы подачи шихты [5].

Успешный опыт переработки неподготовленной рудной мелочи на предприятиях фирмы Mintek предполагается использовать на Актюбинском заводе ферросплавов. В 2014 г. на этом предприятии построен плавильный цех №4 с четырьмя рудоплавильными печами постоянного тока мощностью по 80 МВА каждая для извлечения хрома и железа из неподготовленной мелкой руды, подаваемой через сводовое отверстие [6]. Учитывая, что предварительная металлизация с применением коксовой мелочи позволяет достигать степени восстановления железа до 90% и хрома до 50%, снижения расхода электроэнергии с 3,9 до 2,4 МВт·ч/т, то есть примерно на 40% [7], целесообразно оценить возможность металлизации рудной мелочи с целью извлечения металла плавлением в рудоплавильных печах.

Целью работы является экспериментальное исследование влияния параметров восстановительного обжига офлюсованных кварцитом мелких частиц хромовой руды на выход углеродистого феррохрома при жидкофазном разделении продуктов восстановления неокомкованной рудной мелочи.

Методика проведения экспериментов

Эксперименты проводили в два этапа. На первом этапе осуществляли твердофазное восстановление металлов из неокомкованной мелочи

хромовой руды, на втором – жидкофазное разделение продуктов восстановительного обжига. Эксперименты проводили в печи сопротивления с графитовым нагревателем. Исходную порошкообразную кемпирсайскую руду в зернах размером 1...2 мм смачивали раствором жидкого стекла в воде и обкатывали в тонкомолотом (0...0,063 мм) кварците. Полученный офлюсованный порошок сушили естественной сушкой и смешивали с молотым (0,16...0,32 мм) коркинским углем. Материалы перемешивали, засыпали в графитовый тигель и помещали в рабочую зону печи Таммана. Восстановительный обжиг проводили при температуре 1400°C и выдержке 60, 120 или 180 мин. Температуру внутри реакционной смеси контролировали вольфрам-рениевой термопарой ВР5/20. С целью повышения надежности результатов эксперимент повторяли трижды при каждой продолжительности восстановительной выдержки. Всего проведено 12 экспериментов.

После изотермической выдержки тигли с реакционной смесью охлаждали до комнатной температуры вместе с печью. Полученные продукты восстановительного обжига разделяли рассевом, отсеянные рудные частицы подвергали плавлению с целью разделения металлической и шлаковой фаз. Эксперименты по жидкофазному разделению проводили в одинаковых условиях – при температуре 1850°C и выдержке 4 мин. Для соблюдения этих условий в печи разогревали пустой корундовый тигель и, не вынимая тигель из печи, засыпали порошок прошедшей восстановительный обжиг руды. Расплавленную металлшлаковую смесь перемешивали, и тигель извлекали из печи. Исходные материалы и полученные образцы шлака и металла тщательно взвешивали для составления материального баланса. Вид исходных частиц руды и полученных продуктов представлен на рисунке 1. Образцы металла подвергали также рентгенофазному исследованию на дифрактометре ДРОН-4.

Состав исходных материалов. В экспериментах использовали кемпирсайскую руду состава (масс. %): 51,0 Cr₂O₃; 7,2 Al₂O₃; 0,40 CaO; 7,0 SiO₂; 19,16 MgO; 12,2 FeO; 0,033 P; 0,032 S. Состав угля

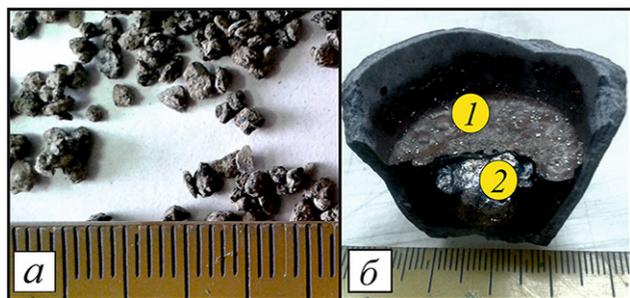


Рисунок 1 – Исходный офлюсованный порошок руды (а), шлак (1) и металл (2) после расплавления (б)

коркинского месторождения (масс. %): влажность W^r 11,7%, зольность чистого угля А^c 25,0%, выход летучих V^r 41,6%, содержание серы 1,2%. Химический состав золы (масс. %): 47,0 SiO₂; 22,7 Al₂O₃; 12,6 Fe₂O₃; 5,30 CaO; 3,0 MgO; 5,60 SO₂; 0,90 TiO₂; 1,90 K₂O; 1,30 Na₂O; 4,6 P₂O₅; 0,30 MnO. В качестве флюсующего материала использовали кремнезем состава (масс. %): 99,4 SiO₂, 0,14 Al₂O₃; 0,26 Fe₂O₃; 0,03 MgO; 0,01 TiO₂; 0,02 Na₂O.

Результаты экспериментов и их анализ

Результаты экспериментов показали, что выход металла увеличивается с увеличением времени изотермической выдержки при твердофазном восстановлении. Он составил 31, 38 и 43% соответственно при 1, 2 и 3 ч восстановительного обжига. С увеличением продолжительности этой выдержки растет степень извлечения и хрома, и железа, но железо восстанавливается несколько быстрее – степень извлечения железа достигает 94% уже после 2-часовой выдержки, в то время как степень извлечения хрома при этом составляет всего 84%. Но после восстановительной выдержки в течение 3 ч степень восстановления и хрома достигает 95% (рисунок 2).

Структура металла, полученного в результате разделения продуктов восстановления, соответствует структуре углеродистого феррохрома. В металле всегда обнаруживаются карбидные фазы и силициды, причем с увеличением продолжительности восстановительной выдержки содержание кремния и, соответственно, количество силицидов возрастает. При этом концентрация железа в составе силицидов увеличивается и заметно уменьшается в составе карбидов (рисунок 3).

Согласно результатам рентгеноспектрального анализа основными фазами в сплаве являются карбиды (Cr,Fe)₂₃C₆ и (Cr,Fe)₇C₃. Помимо карбидных фаз присутствуют силициды FeSi₂ и Cr₃Si (рисунок 4).

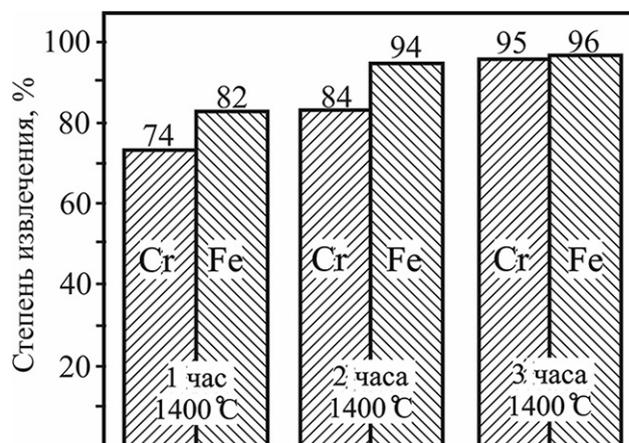


Рисунок 2 – Степень извлечения металлов двухстадийным процессом при разной продолжительности восстановительного обжига

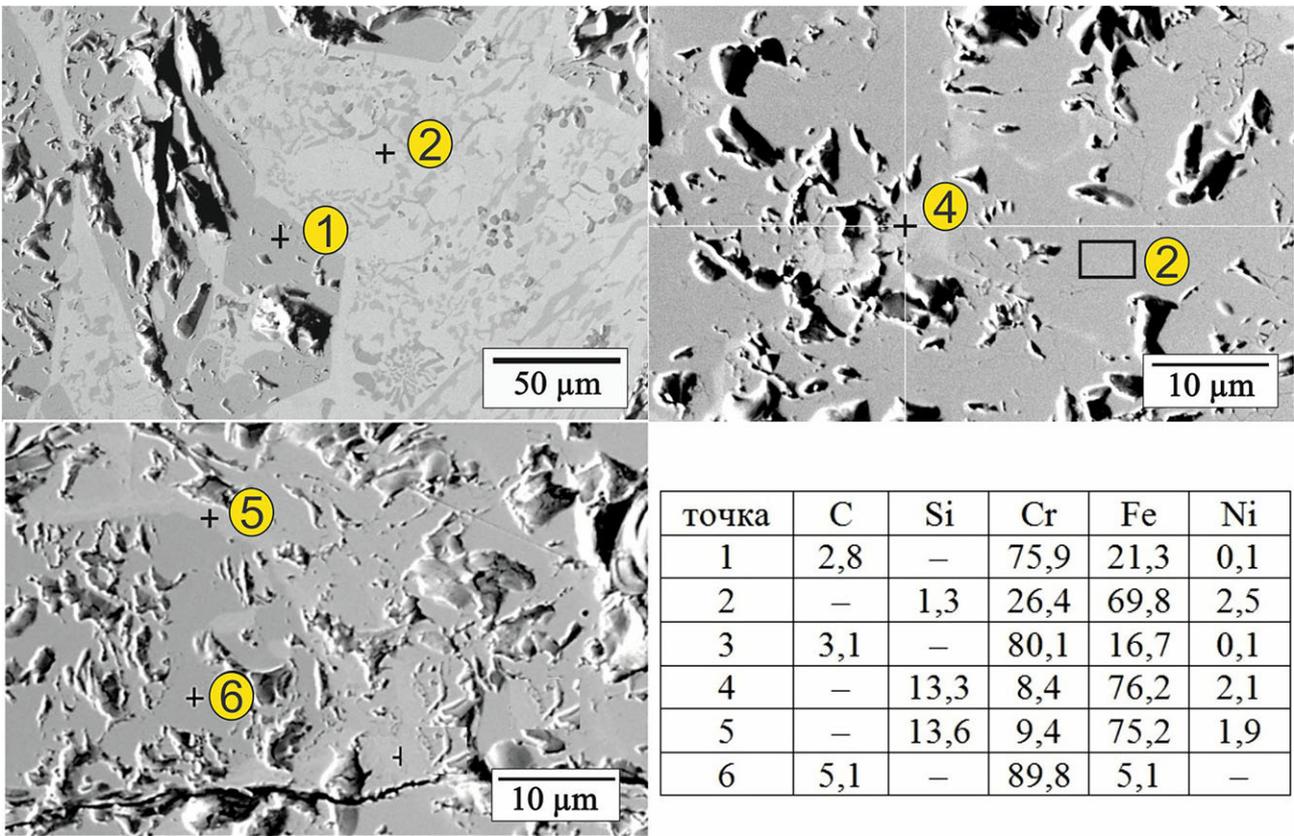


Рисунок 3 – Содержание элементов (масс. %) в металле после жидкофазного разделения продуктов твердофазного восстановления в течение 1 ч (т. 1 и 2), 2 ч (т. 3 и 4) и 3 ч (т. 5 и 6)

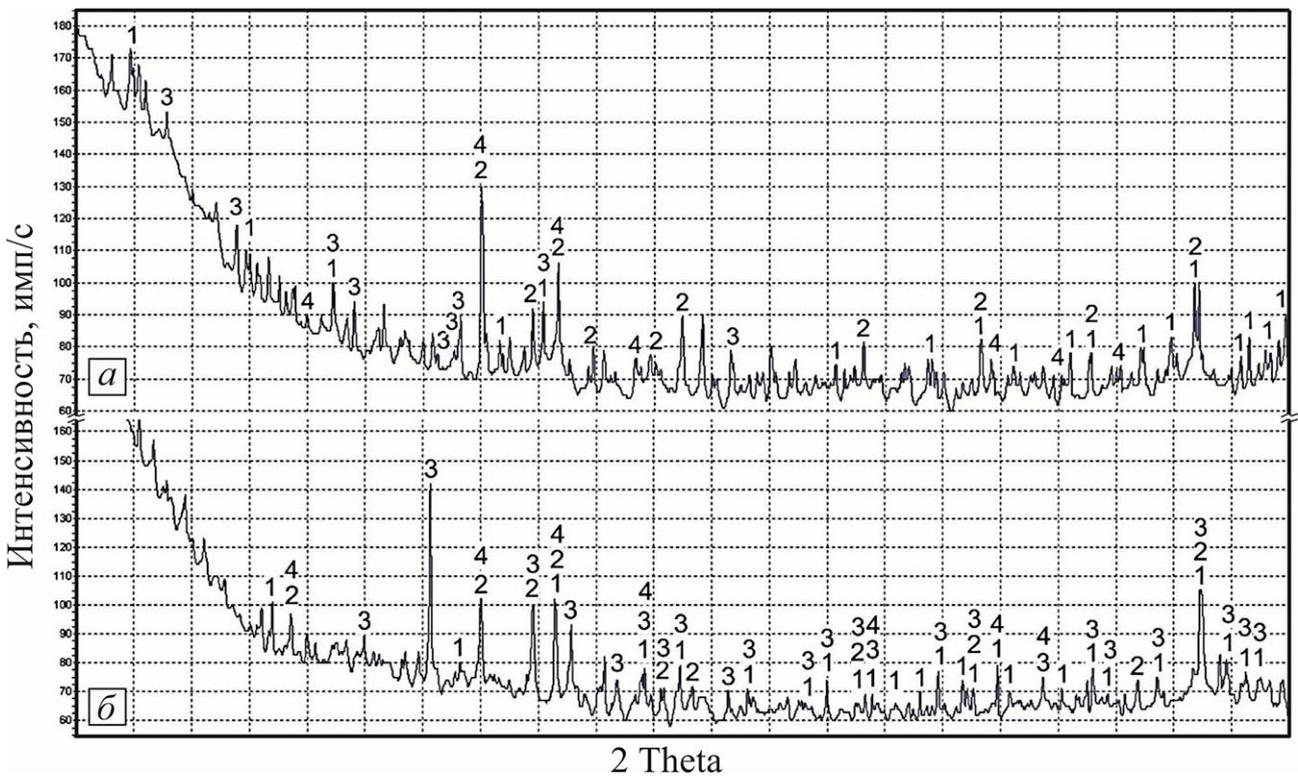


Рисунок 4 – Рентгенограмма феррохрома после разделения продуктов восстановления в течение 1 ч (а) и 3 ч (б): 1 – $(Cr,Fe)_{23}C_6$ [8], 2 – $(Cr,Fe)_7C_3$ [9], 3 – $FeSi_2$ [10], 4 – Cr_3Si [11]

В составе шлака с увеличением продолжительности восстановительной выдержки содержание оксидов железа и хрома снижается. Как и следовало ожидать, вначале более быстро снижается содержание оксидов железа. После 2-часовой выдержки в шлаке содержится уже порядка 0,5% оксидов железа. Содержание оксидов хрома понижается медленнее и достигает 2,5% после выдержки в течение 3 ч (см. таблицу).

Заключение

Установлены количественные характеристики выхода металла и шлака в процессе жидкофазного разделения в зависимости от параметров твердофазной металлизации неокомкованной рудной мелочи. Показано, что в результате твердофазной металлизации в течение 3 ч офлюсованных рудных частиц даже при относительно низкой (1400°C) температуре можно обеспечить высокую (порядка 95%) степень извлечения железа и хрома.

Состав шлака после жидкофазного разделения					
Проба шлака	Содержание компонентов, масс. %				
	Восстановление в течение 1 ч				
1	Cr2O3	FeO	SiO2	MgO	Al2O3
2	13,64	1,85	37,71	26,39	20,41
3	13,27	0,62	38,21	27,20	20,70
4	12,29	2,79	39,50	23,72	21,69
5	15,36	2,15	35,41	28,26	18,83
Средний	13,64	1,85	37,71	26,39	20,41
Восстановление в течение 2 ч					
6	9,12	1,24	37,19	30,89	21,57
7	9,09	0,34	36,75	28,72	25,11
8	6,04	0,05	40,14	32,88	20,88
9	8,08	0,54	38,03	30,83	22,52
Средний	7,85	0,53	38,48	30,21	22,53
Восстановление в течение 3 ч					
10	3,81	0,62	35,94	32,59	27,04
11	2,31	0,28	27,09	25,93	44,39
12	0,94	–	35,1	36,28	27,68
13	3,41	0,54	34,04	36,07	25,94
Средний	2,50	0,48	33,04	32,71	31,26

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akberdin A.A., Kim A.S., Akberdin R.A. Agglomeration of Refractory Chromite Ore // The XIII International Ferroalloys Congress. – Almaty, 2013. – pp. 1-4.
2. Чернобровин В.П., Рошин В.Е., Спирина Т.П., Чернобровина М.В. Экстракция черных металлов из техногенного сырья. – Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 173 с.
3. Naiker O., Riley T. Xstrata Alloys in Profile // Southern African Pyrometallurgy, S.A.I.M.M., 2006. – pp. 297-306.
4. Naiker O. Development and Advantages Xstrata Premus Process // XI International Ferroalloys Congress. – New-Delhi, 2007. – pp. 113-119.
5. Geldenhuys I.J. Aspects of DC Chromite Smelting at M1NTEK // The Thirteenth International Ferroalloys Congress. – Almaty, 2013. – pp. 31-47.
6. Едильбаев И.Б. Синтек. Алматы: ООО Luxe Media Publishing, 2014. – 162 с.
7. Cullough S., Hockaday S., Johnson C., Barcza N.A. Pro-Reduction and Smelting Characteristics of Kazakhstan Ore Samples // The XII International Ferroalloys Congress Sustainable Future. Helsinki, 2010. – pp. 249-262.
8. Powder Diffraction File International Centre for Diffraction Data (PDF-2, ICPDS, 78-1500).
9. Powder Diffraction File International Centre for Diffraction Data (PDF-2, ICPDS, 5-720).
10. Powder Diffraction File International Centre for Diffraction Data (PDF-2, ICPDS, 71-642).
11. Powder Diffraction File International Centre for Diffraction Data (PDF-2, ICPDS, 7-186).

УДК 621.74.04

Е.П. ЩЕРБАКОВА, доктор PhD, ст. преподаватель кафедры НТМ,
А.З. ИСАГУЛОВ, д.т.н., профессор, первый проректор,
М.К. ИБАТОВ, д.т.н., профессор, ректор,
Св.С. КВОН, к.т.н., профессор кафедры НТМ,
В.Ю. КУЛИКОВ, к.т.н., профессор, зав. кафедрой НТМ,
С.К. АРИНОВА, преподаватель кафедры НТМ,
 Карагандинский государственный технический университет

Исследование технологических свойств суспензии для изготовления оболочек при методе ЛВМ

Ключевые слова: суспензия, кремнезоль, седиментационная стойкость, живучесть, оболочка

Суспензия для изготовления оболочек при ЛВМ в реальных условиях должна обладать такими важными технологическими свойствами, как живучесть и седиментационная стойкость. Необходимость контроля и обеспечения этих характеристик на определенном уровне связано с хранением суспензии в реальных производственных условиях.

Под седиментационной стойкостью суспензии понимается ее стойкость против расслаивания. Это технологическое свойство имеет очень важное значение в реальном производстве, т.к. расслаивание суспензии вследствие ее низкой седиментационной стойкости приводит к дополнительному технологическому этапу – повторному смешиванию, причем в ряде случаев процесс расслаивания может быть необратимым, т.к. в случае длительного хранения происходит «окаменение» осадка.

Вторым важным технологическим показателем качества суспензии является ее живучесть. Под живучестью суспензии понимается продолжительность отсутствия процесса «желатинизации» суспензии. Развитие «желатинизации» суспензии приводит к потере нужной технологической вязкости и, следовательно, ее дальнейшей непригодности. В большинстве случаев процесс «желатинизации» начинает развиваться после 5-7 дней хранения и чаще всего является необратимым.

В работах [1-3] предложены составы суспензий на основе кремнезоля, которые обладают высокой прочностью, седиментационной стойкостью и живучестью. В состав предлагаемых суспензий помимо кремнезоля также входят огнеупорный наполнитель, ПАВ, этилсиликат и другие компоненты. Недостатком указанных составов является отсутствие оптимальной комплексности свойств, т.е. они обладают либо высокой живучестью, либо обеспечивают высокую прочность оболочки, но не обладают всеми требуемыми свойствами одновременно. Кроме того, в ряде случаев требу-

ется специальное оборудование [2], либо составы являются дорогостоящими или токсичными [2,3].

На основании ранее проведенных исследований [4-7] предложен состав суспензии, состоящий из следующих компонентов, масс. %: кремнезоль – 30-35; этилсиликат – 10; поверхностно-активное вещество – 1%; технический этиловый спирт – 10%; огнеупорный наполнитель – остальное. Надо подчеркнуть, что в качестве кремнезоля используется смесь казахстанской глины с высоким содержанием кварца не менее 35% с водой 15% по массе глины. В данной работе исследовалась глина месторождения Кумкешу. Глина этого месторождения пока не имеет промышленного применения, однако местные жители широко используют ее для изготовления кирпичей при кладке печей, что позволяет предположить наличие хороших огнеупорных свойств.

На рисунке 1 приведена рентгенограмма образца глины месторождения Кумкешу, в таблице 1 – ее минеральный состав.

Минеральный состав глин определялся рентгенофазовым анализом с помощью дифрактометра D2 PHASER и программного обеспечения DIFFRAC.EVA, которое позволяет проводить поиск фаз из базы ICDD PDF-2016. Как видно из полученных экспериментальных данных, глина Кумкешу вообще не содержит каолинита, но в достаточном количестве содержит такие алюмосиликаты, как мусковит (17,5%) и клинохлор (20,5%), а также минералы – примеси: кварц в количестве 37% и кальциты в количестве 7,4%.

При нагреве мусковит испытывает несколько фазовых превращений в температурном диапазоне от 125 до 1180°C, в основном, связанных с окислением двухвалентных металлов-примесей и потерей воды. Выше температуры 1180°C мусковит становится стабильным [8], т.е. не испытывает никаких фазовых и, соответственно, объемных превращений. Минерал клинохлор изучен слабо, одна из его разновидностей используется в качестве поделочного камня, характерной чертой яв-

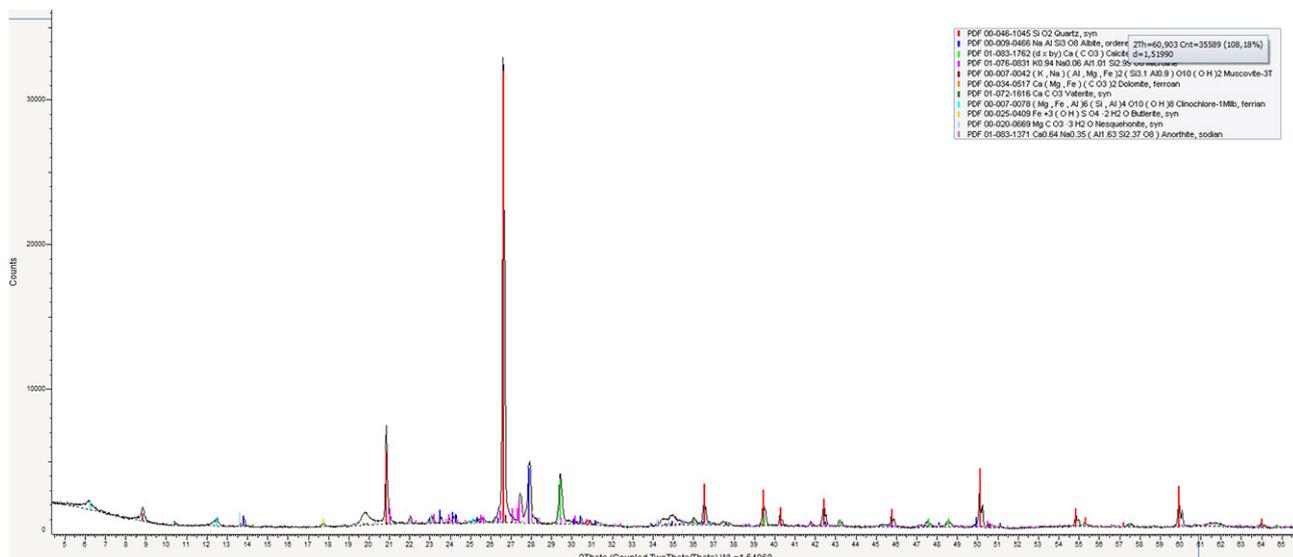


Рисунок 1 – Результаты РФА казахстанской глины (месторождение Кумкешу)

Таблица 1 – Минеральный состав глины месторождения Кумкешу		
Минерал	Химический состав	Содержание, %
Слюда:		
Мусковит	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	17,5
Клинохлор	$(Mg,Al)_6(OH)_8$	20,3
Кварц	SiO_2	37,0
Полевые шпаты:		
Альбит	$Na[AlSi_3O_8]$	8,5
Кальцит	$CaCO_3$	7,4
Микроклин	$KAlSi_3O_8$	4,0
Несквегонит	$MgCO_3 \cdot 3H_2O$	1,7
Доломит	$CaMg[CO_3]_2$	1,5
Анортит	$CaAl_2Si_2O_8$	>1
Бутлерит	$Fe SO_4(OH) \cdot 2H_2O$	>1
Фатерит	$CaCO_3$	>1

ляется низкая твердость – около 2 по Моосу [9]. Кварц, который в глине данного месторождения является преобладающей фазой, в составе глин обычно считается минералом, ухудшающим свойства, т.к. снижает пластичность и податливость глины, при этом повышая прочность и твердость готового изделия. Глина должна пройти предварительную подготовку: обжиг при 1200°C в течение 4 часов для обеспечения протекания всех возможных фазовых и связанных с этим объемных превращений; затем – измельчение до фракции – 400 мкм для создания суспензии. Использование для получения кремнезоля именно глины с высоким содержанием кварца, а не кварцевого песка, обусловлено тем, что за счет содержания других минералов глины (муллита, мусковита, клинохлора, каолинита и др.) обеспечиваются

нужные вязкость, седиментационная стойкость и живучесть суспензии. Минералы, содержащиеся в глинах, относятся к различным группам пород, имеют разную плотность, коэффициент смачиваемости, растворимость в воде и этиловом спирте. Такая разноплановость физических свойств минералов, содержащихся в глинах, приводит к тому, что суспензия на их основе обладает более высокой седиментационной стойкостью. Твердая фаза такой суспензии представлена большим количеством компонентов по сравнению с суспензией на основе кварцевого песка, причем эти компоненты имеют различную природную дисперсность. Все эти факторы и обуславливают более высокую седиментационную стойкость суспензии.

Этиловый спирт вводится для интенсификации процесса гидролиза и в качестве раствори-

теля. Как известно, увеличение количества этилсиликата в составе суспензии может привести к «желатинизации», т.е. снижению технологической вязкости, тем самым сокращая живучесть суспензии. Для предотвращения этого явления в состав суспензии вводится технический этиловый спирт. Этиловый спирт в данном случае играет двойную роль: с одной стороны, он интенсифицирует процессы гидролиза и предотвращает «желатинизацию», с другой – играет роль растворителя и обеспечивает необходимую вязкость суспензии.

В качестве поверхностно-активного вещества (ПАВ) в предлагаемом решении используется нитрат алюминия. Введение ПАВ необходимо для улучшения смачиваемости модели суспензией, что обеспечивает качество поверхности как самой оболочки, так и будущей отливки.

В качестве огнеупорного наполнителя можно использовать любой классический огнеупорный наполнитель (измельченный шамотный бой, электрокорунд, циркон и др.).

На первом этапе подготавливалась глина с содержанием кварца 37% (использовалась глина месторождения Кумкешу, Казахстан). Глина обжигалась при температуре 1200°C в течение 4 часов для обеспечения протекания всех возможных фазовых и связанных с этим объемных превращений. Затем глина измельчалась до фракции – 400 мкм и смешивалась с водой (15% от массы глины) и 5% технического спирта. Полученный кремнезоль смешивался в мешалке с остальными ингредиентами в предлагаемых пропорциях (таблица 2), скорость вращения мешалки – 800 об/мин, смешивание – в течение 2 часов. В качестве огнеупор-

ной составляющей использовался шамотный бой с фракцией – 400 мкм не менее 75%.

Готовая суспензия оценивалась на седиментационную стойкость и живучесть.

Седиментационную стойкость суспензии оценивали следующим образом. В цилиндр высотой 0,4 м и диаметром 0,07 м заливалась исследуемая суспензия. Через определенные промежутки времени (0,5 ч, 1 ч, 1,5 ч) оценивалась масса осадка. Увеличение массы осадка свидетельствовало о меньшей седиментационной устойчивости суспензии.

Живучесть суспензии оценивалась по изменению вязкости в течение времени (24 ч, 48 ч, 72 ч, 96 ч, 144 ч, 168 ч). Перед замером вязкости суспензия перемешивалась для избежания расслоения. Для оценки вязкости использовался вискозиметр SV-10A. Резкое увеличение вязкости свидетельствует о развитии процесса «желатинизации» и потери живучести суспензии. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Анализ полученных данных (рисунок 2) показывает, что образцы суспензии независимо от содержания кремнезоля показывают лучшие показатели по седиментационной стойкости на 20% (рисунок 1а) и живучести – на 30% (рисунок 1б), если в качестве показателя последней оценивать вязкость суспензии.

При анализе результатов следует принимать во внимание, что чем выше показатели (масса осадка и вязкость), то тем хуже связанные с ними технологические свойства суспензии – седиментационная стойкость и живучесть соответственно.

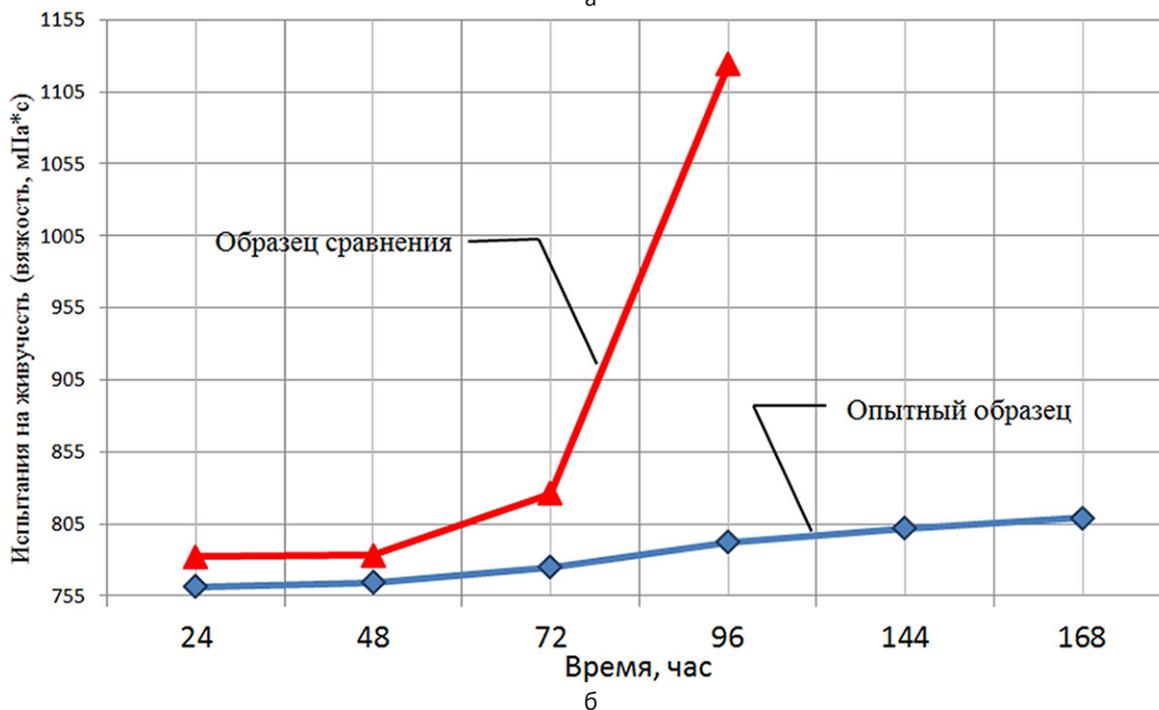
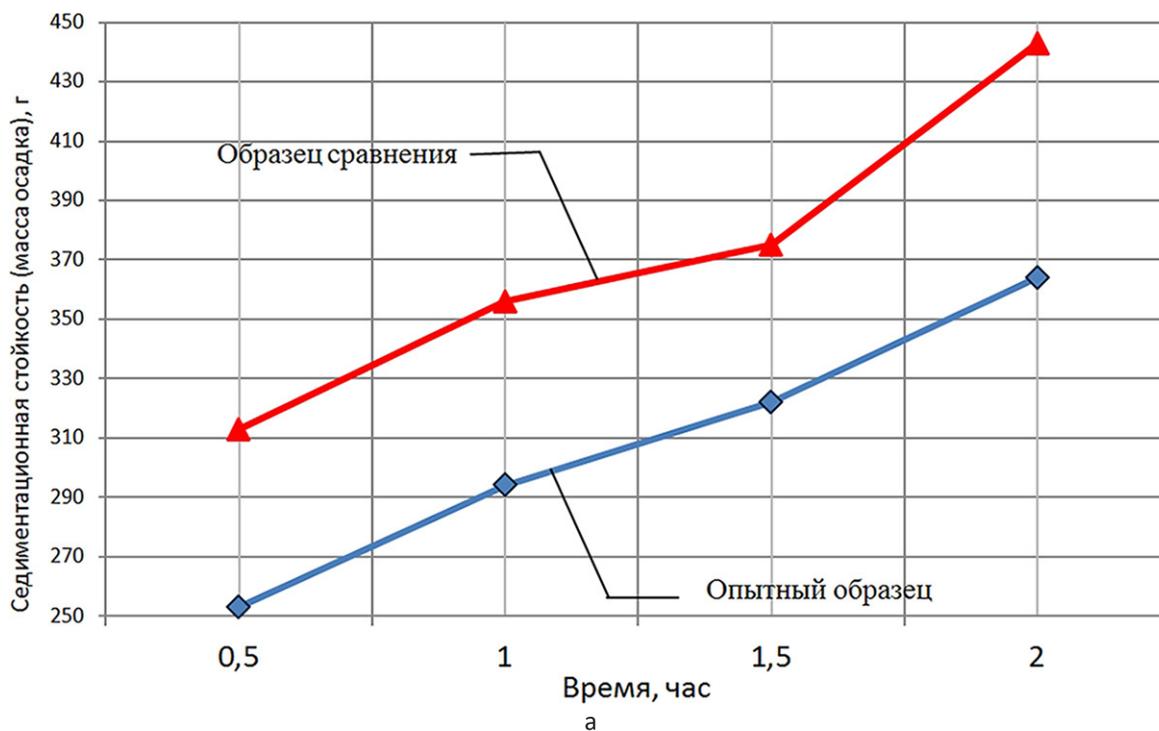
При этом надо отметить, что на 5-й день испытаний (144 ч) вязкость образца сравнения не

Таблица 2 – Состав опытной суспензии, % масс

Номер образца	Содержание кремнезоля	Содержание спирта	Содержание этилсиликата	Содержание нитрата алюминия	Содержание огнеупора (шамотный бой)
1	30	10	10	1	49
2	32	10	10	1	47
3	34	10	10	1	45
4	36	10	10	1	43

Таблица 3 – Результаты испытаний на седиментационную устойчивость и живучесть

Номер образца	Испытания на седиментационную устойчивость (масса осадка, г)				Испытания на живучесть (вязкость, мПа*с)					
	0,5 ч	1 ч	1,5 ч	2 ч	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч	144 ч	168 ч
Образец сравнения	313	356	375	443	782	783	826	1123	Нет св.	Нет св.
1	240	295	321	357	756	761	772	778	782	792
2	243	295	318	361	758	762	778	781	792	801
3	253	294	322	364	761	764	775	792	802	809
4	248	299	327	359	760	765	771	789	800	805



а – изменение седиментационной стойкости; б – изменение живучести
 Рисунок 2 – Изменение технологических свойств суспензии (для содержания кремнезоля 34%) в зависимости от времени

удалось измерить, т.к. суспензия полностью «зажелатинизировалась» и вязкость образовавшейся субстанции превысила допустимые диапазоны измерений прибора. На основании резкого изменения вязкости можно утверждать, что живучесть образца сравнения составила 96 часов, живучесть опытных образцов составляет не менее 168 часов.

Анализ полученных результатов показал, что суспензия предложенного состава обладает хорошей седиментационной стойкостью и живуче-

стью и может храниться не менее 7 дней без потери технологических свойств.

Данная работа выполнена в рамках реализации гранта ККСОН МОН РК «Совершенствование технологии изготовления прецизионных отливок из сложнолегированных сталей с гомогенизированной структурой и улучшенными свойствами с использованием сырья казахстанского содержания».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.И. Технология литейного производства: специальные виды литья. – М.: Академия, 2005. – 352 с.
2. Берстнев А.А., Серебряков С.П. Влияние состава формы по выплавляемым моделям и условий литья жаропрочных сталей на образование поверхностных дефектов // Литейщик России. 2012. № 4. С. 20-22.
3. Монушина А.С., Потапов Е.Н., Урбанов А.В. Влияние термообработки каолина на его свойства // Новые огнеупоры. 2017. № 10. С. 26-30.
4. Квон Св.С., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П. Использование глин некоторых месторождений Казахстана для изготовления оболочек при ЛВМ // Литейщик России. 2020. № 2. С. 18-23.
5. Квон Св.С., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П., Аринова С.К. Исследование влияния состава оболочки на ее свойства при литье по выплавляемым моделям // Литейное производство. 2019. № 5. С. 19-22.
6. Квон Св.С., Куликов В.Ю., Аубакиров Д.Р., Щербакова Е.П. Исследование глин казахстанских месторождений на свойства оболочковой формы при изготовлении отливок сельскохозяйственного машиностроения // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 2 (22). С. 30-37.
7. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Еремин Е.Н., Ковалева Т.В., Щербакова Е.П. Влияние давления на прочность оболочковых форм // Литейное производство. 2017. № 5. С. 23-25.
8. Dana E.S. Minerals, and how to study them. A book for beginners in mineralogy, ISBN-13: 978-1177408745 // Nabu Press. 2010. 398 p.
9. Минералы. Справочник / Главный редактор Ф.В. Чухров. – Москва: Наука, 2012. – Т. IV. Выпуск 2. – С. 179-186.

УДК 621.74.04

А.З. ИСАГУЛОВ, д.т.н., профессор, первый проректор,
М.К. ИБАТОВ, д.т.н., профессор, ректор,
В.Ю. КУЛИКОВ, к.т.н., зав. кафедрой НТМ,
Св.С. КВОН, к.т.н., профессор кафедры НТМ,
Т.В. КОВАЛЁВА, ассистент кафедры НТМ,
Е.П. ЩЕРБАКОВА, доктор PhD, ст. преподаватель кафедры НТМ,
 Карагандинский государственный технический университет

Составление карты технологического процесса изготовления песчано-смоляных форм с использованием вариативного давления

Ключевые слова: *пудрвербакелит, песчано-смоляная форма, керосин, газопроницаемость, прочность*

Одним из важнейших технологических процессов, определяющих качество отливок, является изготовление литейной формы. Песчано-смоляные формы позволяют изготавливать качественные отливки с минимальным процентом дефектов литья [1-5]. Недостатком таких

форм является высокая стоимость связующего – термореактивной смолы пудрвербакелита. Проводимые исследования направлены на отработку технологических режимов, позволяющих сократить количество связующего в смеси за счёт приложения статического давления. Это приводит к

снижению стоимости формы, а следовательно, и отливки в целом.

Ранее [6-12] были проведены следующие виды работ и получены результаты: определены основные технологические параметры при формообразовании песчано-смоляных смесей. Составлена матрица планирования эксперимента, проведены базовые эксперименты. Проведен подбор рецептуры состава смеси, определены основные и вспомогательные компоненты смеси и их концентрация. Оптимальный состав песчано-смоляной смеси: кварцевый песок марки 1K0315 – 70%; кварцевый песок марки 1K02 – 30%; пудлербакелит СФ-011А – 4,5 (сверх 100%); керосин – 0,2-0,4 (сверх 100%); уайт-спирит – 2-3% (сверх 100%); борная кислота – 0-0,2% (сверх 100%). Изготовлены и исследованы образцы форм при различных режимах в лабораторных условиях, получены зависимости свойств литейных форм от режимов изготовления. Использование вариативного давления положительно сказывается на качестве поверхности отливки. Формирующаяся при этом поверхность формы получается наиболее ровной, так как погружение поверхностного слоя песка достигает края расплавленной смолы и тем самым формируются достаточно гладкие участки. Показано, что использование дополнительного статического приложения нагрузки при формировании оболочки дает возможность снизить процент брака отливок. Технологический процесс выглядит следующим образом: после перемешивания песчано-смоляная смесь засыпалась в бункер машины. После производили опрокидывание бункера со смесью на нагретую до 230°C модельную плиту с моделями радиаторов. При этом одновременно через плиту подавалось давление 0,25 МПа. Через 10-12 секунд давление повышали до 0,35 МПа. А еще через 10-12 секунд давление снижали до 0,2 МПа. При этом формировалась оболочковая форма толщиной 12-15 мм. После этого формы спекались в течение 2 минут при температуре 320-340°C.

Применительно к производству необходимо также рассмотреть вопрос сушки песка и времени перемешивания смеси.

Образцы изготавливали в условиях литейного цеха ТОО «КМЗ им. Пархоменко» (г. Караганда). Для исследования образцов были использованы стандартизированные методики и современное оборудование аккредитованных (ГОСТ ИСО 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий») лабораторий Международного центра материаловедения и Испытательной лаборатории инженерного типа «КОРМС» Карагандинского государственного технического университета.

Момент испытаний на газопроницаемость представлен на рисунках 1, 2. Газопроницаемость определяли на приборе 04315М, прочность – на напольной установке Instron-100 (рисунок 3).

Определяли влияние времени смешивания на



Рисунок 1 – Образец для испытаний на газопроницаемость



а



б

а – пример испытания образца, б – результат газопроницаемости образца при смешивании компонентов в бегунах продолжительностью 2 часа

Рисунок 2 – Испытания на газопроницаемость

прочность оболочковой формы. Технологические режимы и состав смеси использовали определенные ранее. Смешивание проводили на промышленных бегунах с вертикальными катками для изготовления неплакированной смеси. Смешивание проводили с частотой 30 минут. Проведенные ис-



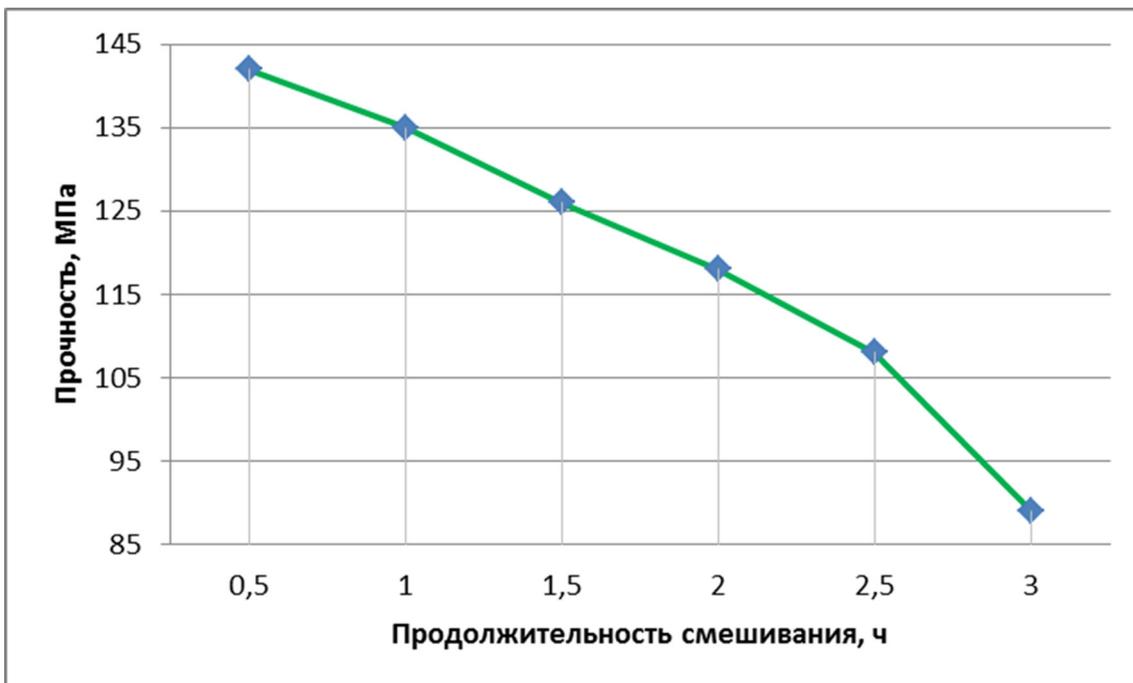
Рисунок 3 – Напольная установка Instron-100 для определения механических свойств

следования показали (рисунок 4), что оптимальным временем следует признать 1,5-2 часа, так как меньшее время не дает необходимой прочности, вследствие, очевидно, неравномерности распределения связующего и основы. В дальнейшем прочность практически не меняется, а при перемешивании три и более часа наблюдается раз-

прочнение вследствие несмещения и, очевидно, раздавливания частиц песка. Наличие этих отслоившихся пылевидных частиц песка также отрицательно сказывается и на газопроницаемости оболочковой формы. Превышение времени смешивания более чем в два часа также нецелесообразно и экономически, так как при сохранении



а



б

а – на прочность на сжатие; б – газопроницаемость оболочки

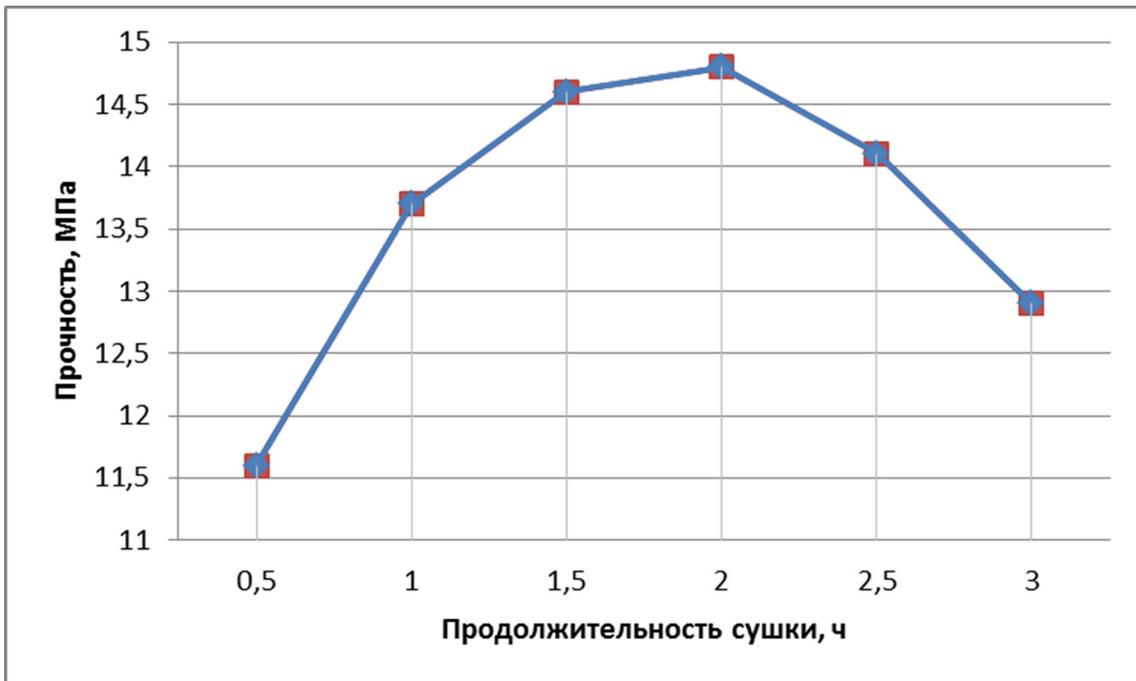
Рисунок 4 – Влияние продолжительности смешивания

(и даже уменьшении) показателей свойств формы затрачивается лишняя энергия на работу бегунов.

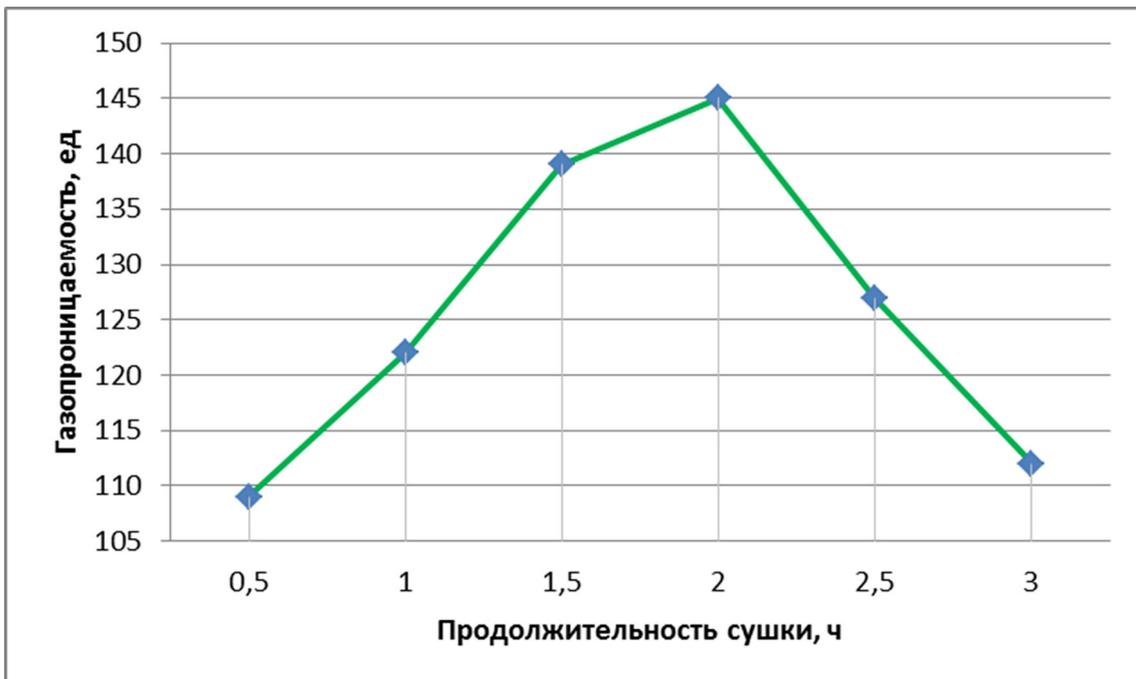
Другим предметом исследования явились время и температура сушки песка, использованного в испытаниях (фракции 1K02A, 1K0315A) (рисунки 5, 6). Очевидно, что наиболее оптимальной температурой сушки песка следует считать 30-50°C, так как при менее 30°C не происходит полное исключение влаги, а высокая температура сушки при-

водит к лишним энергетическим затратам при некотором снижении прочностных свойств. На газопроницаемость оболочковой формы режим сушки в исследуемом диапазоне не оказывает значительного влияния.

Исходя из полученных результатов, для исследуемого состава песчано-смоляной смеси оптимальными режимами признаны 1,5 часа сушки песков при температуре 30-50°C.



а



б

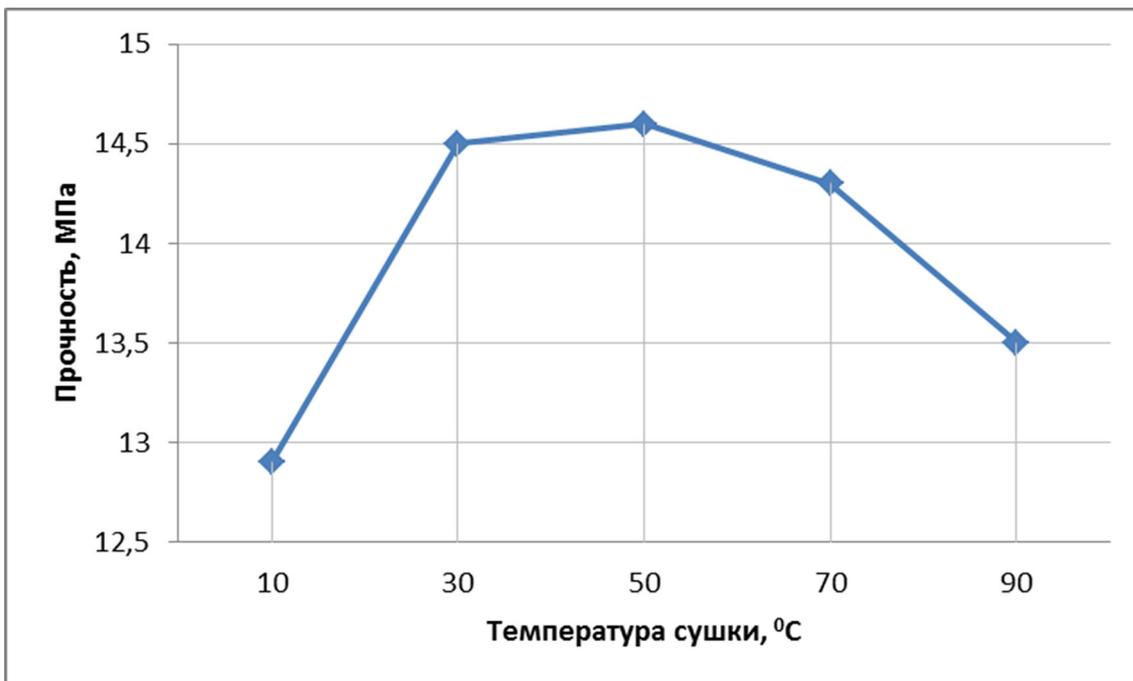
а – на прочность на сжатие; б – газопроницаемость оболочки

Рисунок 5 – Влияние продолжительности сушки песка

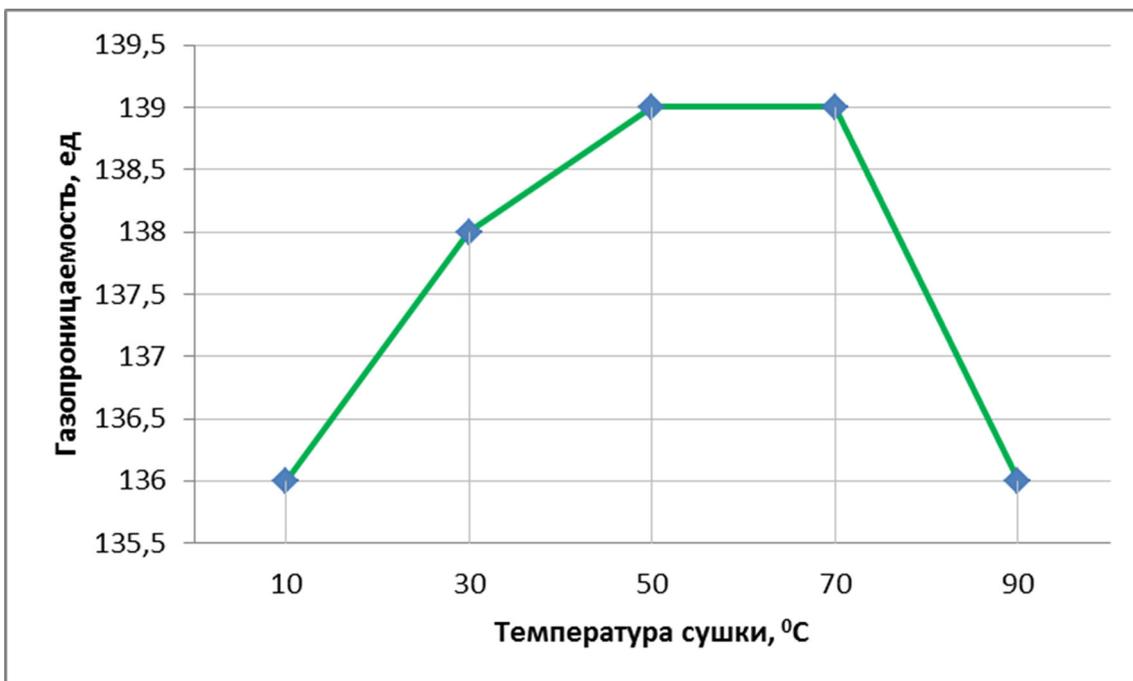
В исследованиях, представленных на рисунке 5, температура сушки при всех режимах продолжительности составляла 50°C. На графике рисунка 6 – продолжительность сушки составляла 1,5 часа.

Для исключения прилипания готовой оболочки к модели и модельной плите использовали следующий разделительный состав: вода – 100%, мыло хозяйственное – 3-4% (сверх 100%), силикон

– 8-10% (сверх 100%). Такая разделительная смесь образует в момент нанесения на горячую модель тонкую, но жаростойкую пленку, которая сохраняется после нескольких съёмов оболочек с моделей. Составляющие перемешивались в емкости с двумя вращающимися стержнями, на которых закреплены лопасти. Смешивание проводилось в течение 30 минут при частоте 120 оборотов в минуту.



а



б

а – на прочность на сжатие; б – газопроницаемость оболочки

Рисунок 6 – Влияние температуры сушки песка

Такая разделительная смесь позволяет исключить прилипание оболочки, а следовательно, обеспечить высокую частоту поверхности внутренней полости формы, а также высокую прочность, исключить осыпаемость и, как следствие, в дальнейшем засоры литейной формы.

Разработанная технологическая карта представлена на рисунке 7.

Таким образом, уточнены технологические

режимы изготовления оболочковых форм в производственных условиях.

Данные исследования проведены в рамках реализации гранта Комитета науки МОН РК AP05130026 «Разработка и внедрение производства песчано-смоляных форм при нестационарном давлении с целью улучшения качества готовой продукции».

Литейная песчано-смоляная форма							
ТОО «КМЗ им. Пархоменко»	Технологическая карта	Область применения – литейные формы для изготовления отливок черных и цветных сплавов	Наименование компонента	Процентное содержание в смеси, %	Наименование компонента	Процентное содержание в смеси, %	
			Кварцевый песок крупной фракции	70	Керосин	0,2-0,4 (сверх 100%)	
			Кварцевый песок мелкой фракции	30	Уайт-спирит	2-3 (сверх 100%)	
			Пульвербакелит	4,5 (сверх 100%)	Борная кислота	0-0,2 (сверх 100%)	
Исходные материалы	Основные: кварцевый песок разных фракций, терморезактивная смола		Добавки: керосин, уайт-спирит, борная кислота		Разделительная смесь: силикон, хозяйственное мыло		
Оборудование	Формовочная машина		Нагреваемая оснастка	Смесительные бегуны		Сушило	
Предварительные операции	Сушка песка при t=30-50°C (при необходимости)		Перемешивание смеси в течение 1,5-2 ч		Покрытие поверхности модельной плиты разделительным составом		
Состав на 100 кг	Кварцевый песок марки 1К0315	Кварцевый песок марки 1К0315	Пульвербакелит СФ-011А	Керосин	Уайт-спирит	Борная кислота	
Концентрация, кг	68-70	30-32	4-4,5 (сверх 100%)	0,2-0,4 (сверх 100%)	2-3 (сверх 100%)	0-0,2 (сверх 100%)	
Разделительная состав		Вода 100%		Мыло хозяйственное – 3-4% (сверх 100%)		Силикон – 8-10% (сверх 100%)	
Основные технологические операции		Установка модельно-опочной оснастки на формовочную машину					
Нагрев оснастки (модельная плита) до 250°C		Засыпка песчано-смоляной смеси на оснастку		Подача основного давления на смесь 0,25 МПа			
Выдержка под давлением 10-12 сек		Увеличение давления до 0,35 МПа		Выдержка под давлением 8-10 сек		Снижение давления до 0,2 МПа	
Спекание полуформы в печи при температуре 350°C		Выдержка в печи в течение 80-120 сек		Снятие полуформы с модельной плиты			
Соединение полуформ скобами или склеивание смолой		Сборка готовых форм в жакеты, засыпка пространства между формами отработанной смесью					

Рисунок 7 – Технологическая карта технологического процесса изготовления песчано-смоляных форм с использованием вариативного давления

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леушина Л.И., Нищенков А.В., Субботин А.Ю. Прогрессивная технология прокаливания оболочковых форм для точного стального литья // Литейщик России. 2011. № 2. С. 40-42.
2. Волков Д., Волков А.Д., Ефименко А.В. Литье в оболочковые формы и его универсальность в мелкосерийном и серийном производстве // Там же, 2016. № 4. С. 26-30.
3. Серебро В.С., Цвиткис Э.Ш., Лысенко Т.В., Давыдова Е.А., Соловьева В.С. Повышение эффективности технологии литья в оболочковые формы // Литейное производство, 1991. № 9. С. 17-19.
4. Пастухов А.Г., Минасян А.Г., Шарая О.А. Оценка напряженно-деформированного состояния сегмента прессвалкового измельчителя // Технология машиностроения. – М., 2016. № 3. С. 43-46.
5. Оболенцев Ф.Д., Надземов О.Н., Становский А.Л. Об уплотнении песчано-смоляных оболочковых форм // Литейное производство. 1979. № 8. С. 18-20.
6. Максимов Е.В., Куликов В.Ю., Исагулов А.З., Егимбаев Б.Б. Характер взаимодействия теплоносителя с дисперсными частицами // Труды Университета. 2004. № 4. С. 46-48.
7. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Ковалёва Т.В., Щербакова Е.П. О реологических свойствах песчано-смоляных форм // Литейное производство. 2015. № 2. С. 15-17.
8. Исагулов А.З., Куликов В.Ю. Вывод уравнения прессования песчано-смоляных смесей и их реологические модели // Известия высших учебных заведений // Черная металлургия. 2007. № 6. С. 52-56.
9. Issagulov A.Z., Kulikov V.Y., Chsherbakova Y.P., Kovaleva T.V., Kvon S.V. The corrosion resistant coating with halloysite nanoparticles // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2016. Т. 55. № 3. С. 426-428.
10. Куликов В.Ю., Еремин Е.Н., Ковалёва Т.В., Квон С.С., Исагулова Д.А. Разработка состава песчано-смоляной смеси для формообразования в условиях вариативного прессования // Литейное производство. 2019. № 4. С. 22-26.
11. Куликов В.Ю., Квон С.С., Ковалева Т.В., Щербакова Е.П., Еремин Е.Н. Влияние режимов формообразования песчано-смоляных оболочек на качество изготовленных в них отливок // Литье и металлургия. 2019. № 2. С. 13-18.
12. Исагулов А.З., Ибатов М.К., Куликов В.Ю., Квон С.С., Ковалёва Т.В., Щербакова Е.П. Совершенствование технологии изготовления отливок в песчано-смоляных формах // Труды Университета. 2019. № 1. С. 22-26.

Т.С. ДАНИКИНА, к.т.н., доцент,
Б.С. ДОНЕНБАЕВ, PhD, ст. преподаватель,
И.С. КУАНОВ, ассистент,
 Карагандинский государственный технический университет,
 кафедра «Механика»

Влияние изменения толщины стенки неоднородного полого цилиндра на его напряженное состояние

Ключевые слова: неоднородный полый цилиндр, толщина стенки цилиндра, радиальные нормальные напряжения, окружные нормальные напряжения

Всестороннее исследование напряженно-деформированного состояния полых цилиндров с учетом реальных свойств материалов представляет как практический, так и теоретический интерес. Это объясняется тем, что конструктивные элементы в виде полых цилиндров широко применяются в различных областях техники.

Одним из объективных свойств конструкционных материалов является их неоднородность (естественная, технологическая или обусловленная изменением температурного режима и др.), т.е. различие упругих характеристик, входящих в закон связи между напряжениями и деформациями в различных точках тела [1].

Для непрерывно неоднородных тел разрешающее уравнение плоской задачи теории упругости представляет собой дифференциальное уравнение в частных производных с переменными коэффициентами в виде нелинейных функций [1], что и определяет степень возникающих затруднений в получении точных решений и выбор метода решения. К настоящему времени имеется ряд точных решений плоской осесимметричной задачи теории упругости неоднородных тел [1,2,3 и др.] для отдельных видов функций, характеризующих изменение модуля упругости в радиальном направлении и нагружения тел. Наличие таких решений, наряду с прикладными, имеет также важное значение в разработке и совершенствовании приближенных аналитических и численных методов расчета.

В данной статье проводится исследование напряженного состояния непрерывно неоднородного полого цилиндра с переменным по толщине стенки модулем упругости. Цилиндр находится под действием внутреннего P_a (при $\rho=a$) и внешнего P_b (при $\rho=b$) равномерных радиальных давлений (рисунок 1). Исследуется влияние изменения толщины стенки на напряженное состояние неоднородного цилиндра из несжимаемого

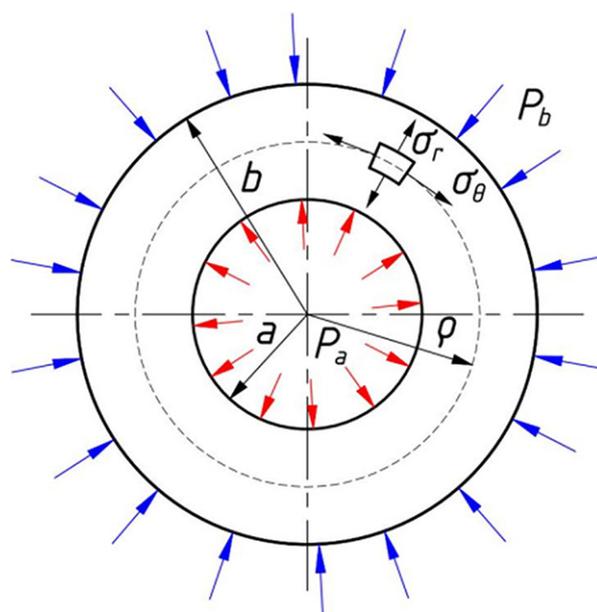


Рисунок 1 – Сечение неоднородного полого цилиндра

материала.

Изменение модуля упругости материала представляется в виде непрерывной функции, изменяющейся по толщине стенки цилиндра в виде:

$$E(r) = E_0[1 + E^*(r)], \quad (1)$$

где E_0 – модуль упругости однородного материала;

$E^*(r)$ – непрерывная функция, обусловленная неоднородностью тела;

$r = \rho/a$ – безразмерная радиальная координата. Для однородного цилиндра $E^*(r) = 0$ и $E(r) = E_0 = \text{const}$.

Коэффициент Пуассона ν принят постоянным. В точках внутренней поверхности цилиндра $r = 1$, а внешней – $r = b/a = c$.

Для неоднородного тела остаются справедливыми все основные уравнения теории упругости однородных тел. Различие между ними состоит лишь в том, что для неоднородного тела в законе упругости модуль упругости E является переменной величиной. В силу этого уравнение совместности деформаций в том и в другом случае отличаются.

Рассматриваемую задачу целесообразно решать в напряжениях.

Разрешающее уравнение плоской осесимметричной задачи теории упругости для непрерывно неоднородного тела можно представить через радиальное нормальное напряжение σ_r в следующем виде [1,2]:

$$\sigma_r'' + \left(\frac{3}{r} - \frac{E'}{E}\right)\sigma_r' - \frac{E'}{E} \frac{1-v^*}{r} \sigma_r = 0. \quad (2)$$

Здесь и далее штрих означает дифференцирование по r . Модуль упругости $E=E(r)$ определяется функцией (1), $v^*=v/(1-v)$ – при плоской деформации.

Для несжимаемого тела ($v=0,5$) уравнение (2) принимает вид

$$\sigma_r'' + \left(\frac{3}{r} - \frac{E'}{E}\right)\sigma_r' = 0. \quad (3)$$

Интеграл этого уравнения можно выразить непосредственно через переменный модуль упругости в виде [3]

$$\sigma_r = A \int \frac{\bar{E}}{r^3} dr + B, \quad (4)$$

где $\bar{E}=E/E_0$, A и B – произвольные постоянные интегрирования, которые находятся из граничных условий задачи.

Из дифференциального уравнения равновесия определяем окружное нормальное напряжение

$$\sigma_\theta = r\sigma_r' + \sigma_r,$$

или с учетом (4) имеем

$$\sigma_\theta = A \left(\int \frac{\bar{E}}{r^3} dr + \frac{\bar{E}}{r^2} \right) + B. \quad (5)$$

Нормальное напряжение в осевом направлении

$$\sigma_z = \frac{\sigma_r + \sigma_\theta}{2}. \quad (6)$$

Разность нормальных напряжений

$$\sigma_\theta - \sigma_r = A \frac{\bar{E}}{r^2}. \quad (7)$$

Подставляя в (4) и (5) модуль упругости (1) и выделяя решение для однородного тела отдельно,

В частных случаях нагружения ($P_a=0$ или $P_b=0$) формулы (14) следует представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{P_a \{ [F(r) + \Phi(r)] - [F(c) + \Phi(c)] \} - P_b \{ [F(r) + \Phi(r)] - [F(1) + \Phi(1)] \}}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]}; \\ \sigma_\theta &= \frac{P_a \{ [-F(r) + \Phi(r) + \Phi^*(r)] - [F(c) + \Phi(c)] \} - P_b \{ [-F(r) + \Phi(r) + \Phi^*(r)] - [F(1) + \Phi(1)] \}}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]}. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

получим напряжения в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= A[F(r) + \Phi(r)] + B, \\ \sigma_\theta &= A[-F(r) + \Phi(r) + \Phi^*(r)] + B. \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь

$$F(r) = -\frac{1}{2r^2}; \quad \Phi(r) = \int \frac{E^*(r)}{r^3} dr; \quad \Phi^*(r) = \frac{E^*(r)}{r^2}. \quad (9)$$

Функции $\Phi(r)$ и $\Phi^*(r)$ отражают влияние неоднородности материала. Для однородного цилиндра $\Phi(r)=0$ и $\Phi^*(r)=0$.

Функцию $E^*(r)$ в модуле упругости (1) представим в виде [2,3]:

$$E^*(r) = -m(k - r^{-n}), \quad (10)$$

где m, k, n – безразмерные параметры аппроксимации, характеризующие степень неоднородности материала.

Тогда, после подстановки (10) в (9), при $n \neq -2$ получим

$$\Phi(r) = -\frac{mk}{2r^2} + \frac{m}{(n+2)r^{n+2}}; \quad \Phi^*(r) = \frac{mk}{r^2} - \frac{m}{r^{n+2}}. \quad (11)$$

Если $n = -2$, то

$$\Phi(r) = -\frac{mk}{2r^2} - m \ln r; \quad \Phi^*(r) = \frac{mk}{r^2} - m. \quad (12)$$

Определяем произвольные постоянные интегрирования из граничных условий рассматриваемой задачи:

$$\begin{aligned} \text{при } r=1 \quad \sigma_r &= -P_a; \\ \text{при } r=c \quad \sigma_r &= -P_b. \end{aligned} \quad (13)$$

Полагая для σ_r в (8) $r=1$ и $r=c$, составляем два уравнения (13) и находим из них постоянные интегрирования A и B . Затем, подставляя их значения в (8), получим следующие формулы для определения радиального и окружного нормальных напряжений в неоднородном цилиндре из несжимаемого материала:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{(P_a - P_b)[F(r) + \Phi(r)]}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]} + \\ &+ \frac{P_b[F(1) + \Phi(1)] - P_a[F(c) + \Phi(c)]}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]}, \\ \sigma_\theta &= \frac{(P_a - P_b)[-F(r) + \Phi(r) + \Phi^*(r)]}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]} + \\ &+ \frac{P_b[F(1) + \Phi(1)] - P_a[F(c) + \Phi(c)]}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Здесь $F(1), F(c)$ и $\Phi(1), \Phi(c)$ – значения функций $F(r)$ из (9) и $\Phi(r)$ из (11) или (12) в точках внутренней ($r=1$) и внешней ($r=c$) поверхностей цилиндра.

Если положить $E^*(r)=0$ или $m, k, n=0$, то согласно (9) или (11) и (12) функции $\Phi(r), \Phi^*(r)=0$ и $\Phi(1), \Phi(c)=0$. Тогда из (14) и (15) получим известное точное решение для напряжений в однородном цилиндре:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{c^2}{c^2-1} \left[P_a \left(\frac{1}{c^2} - \frac{1}{r^2} \right) - P_b \left(1 - \frac{1}{r^2} \right) \right]; \\ \sigma_\theta &= \frac{c^2}{c^2-1} \left[P_a \left(\frac{1}{c^2} + \frac{1}{r^2} \right) - P_b \left(1 + \frac{1}{r^2} \right) \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

Осевое нормальное напряжение в неоднородном цилиндре σ_z и разность напряжений $\sigma_\theta - \sigma_r$ определяются путем подстановки решений для σ_r и σ_θ из (14) или (15) в выражения (6) и (7), равны:

$$\begin{aligned} \sigma_z &= \frac{1}{2} \frac{(P_a - P_b)[2\Phi(r) + \Phi^*(r)]}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]} + \\ &+ \frac{P_b[F(1) + \Phi(1)] - P_a[F(c) + \Phi(c)]}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]}; \end{aligned} \quad (17)$$

$$\sigma_\theta - \sigma_r = \frac{P_a - P_b}{[F(c) + \Phi(c)] - [F(1) + \Phi(1)]} \frac{\bar{E}}{r^2}.$$

Представленные для напряжений аналитические решения (14) или (15) и (17) приведены в обобщенном виде, удобном для расчетов и анализа напряженного состояния непрерывно неоднородного полого цилиндра из несжимаемого материала с учетом различных факторов (изменения толщины стенки цилиндра, степени неоднородности материала, изменения перепада внутренне-го и внешнего давлений).

В случае когда закон изменения $E^*(r)$ отличается от (10), предварительно необходимо определить функции $\Phi(r)$ и $\Phi^*(r)$ из (9), затем – напряжения по указанным выше формулам.

По полученным формулам (15) были произведены расчеты и определены напряжения σ_r и σ_θ при различных толщинах стенки цилиндра и значениях параметров m, k, n . Толщина стенки характеризуется величиной отношения внешнего радиуса к внутреннему $c=b/a$. Значения внутреннего P_a и внешнего P_b давлений постоянны ($P_a/P_b=1.67$).

Результаты расчетов – эпюры напряжений σ_r и σ_θ представлены на рисунках 2-6. Для сравнения пунктирными линиями (кривые 0 на всех рисунках) показаны графики изменения напряжений в однородном цилиндре и сплошными линиями (кривые 1,2 на всех рисунках) – в неоднородном цилиндре.

Анализ полученных результатов показывает, что изменение толщины стенки неоднородного цилиндра не вызывает существенных изменений в распределении радиальных нормальных напряжений σ_r (рисунок 2, кривые 1 и 2 $c=2.8$). Аналогичные результаты получаются и при других значениях толщины стенки c . Как и в однородном цилиндре напряжения $\sigma_r < 0$ (сжимающие).

Окружные нормальные напряжения σ_θ в неоднородном и однородном цилиндрах отличаются существенно (рисунки 3-6). На распределение σ_θ

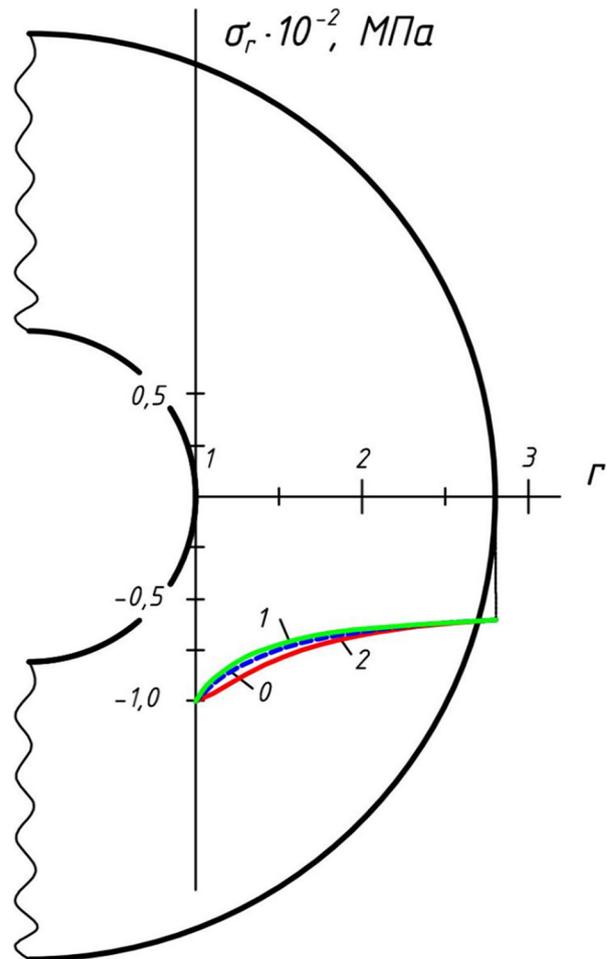


Рисунок 2 – Изменение радиальных нормальных напряжений σ_r по толщине стенки цилиндра при $c=2.8$: 0 – $m=0, n=0, k=0$; 1 – $m=-0.8, n=0, k=5$; 2 – $m=0.8, n=0, k=5$

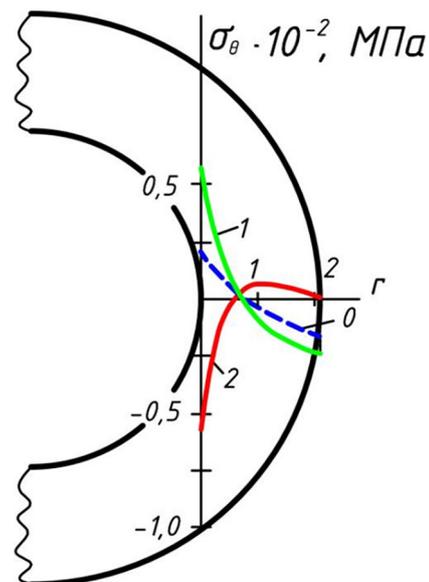


Рисунок 3 – Изменение окружных нормальных напряжений σ_θ по толщине стенки цилиндра при $c=1.7$: 0 – $m=0, n=0, k=0$; 1 – $m=-0.8, n=0, k=5$; 2 – $m=0.8, n=0, k=5$

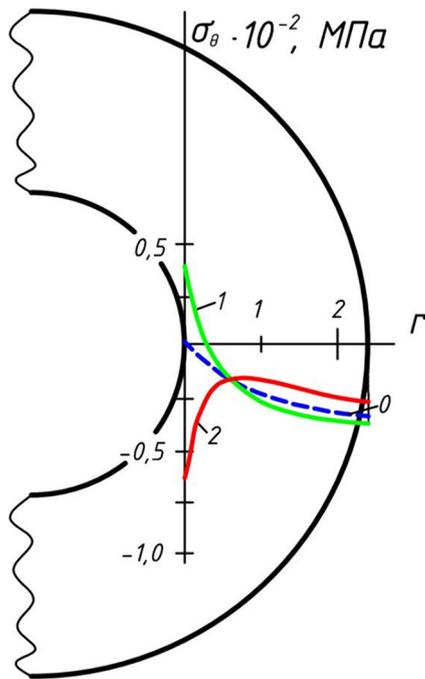


Рисунок 4 – Изменение окружных нормальных напряжений σ_θ по толщине стенки цилиндра при $c=2.2$: 0 – $m=0, n=0, k=0$; 1 – $m=-0.8, n=0, k=5$; 2 – $m=0.8, n=0, k=5$

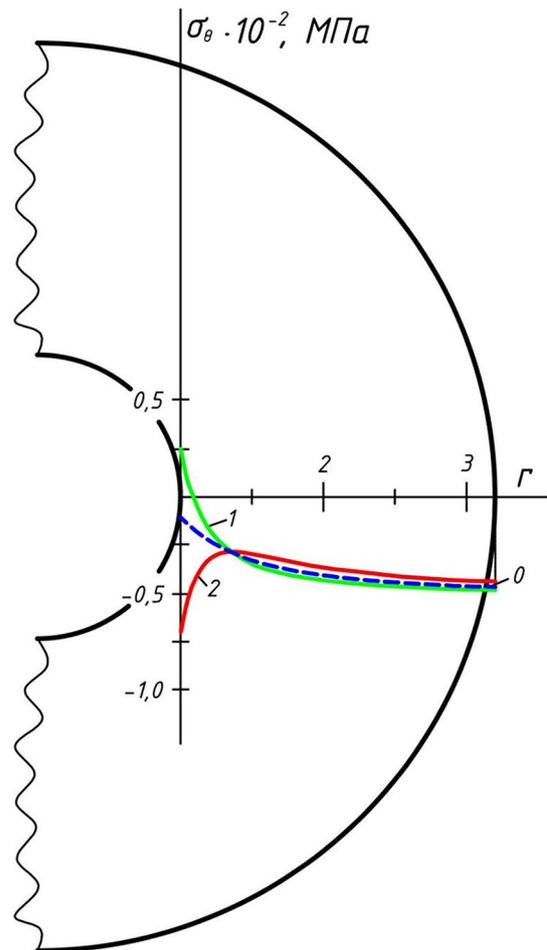


Рисунок 6 – Изменение окружных нормальных напряжений σ_θ по толщине стенки цилиндра при $c=3.2$: 0 – $m=0, n=0, k=0$; 1 – $m=-0.8, n=0, k=5$; 2 – $m=0.8, n=0, k=5$

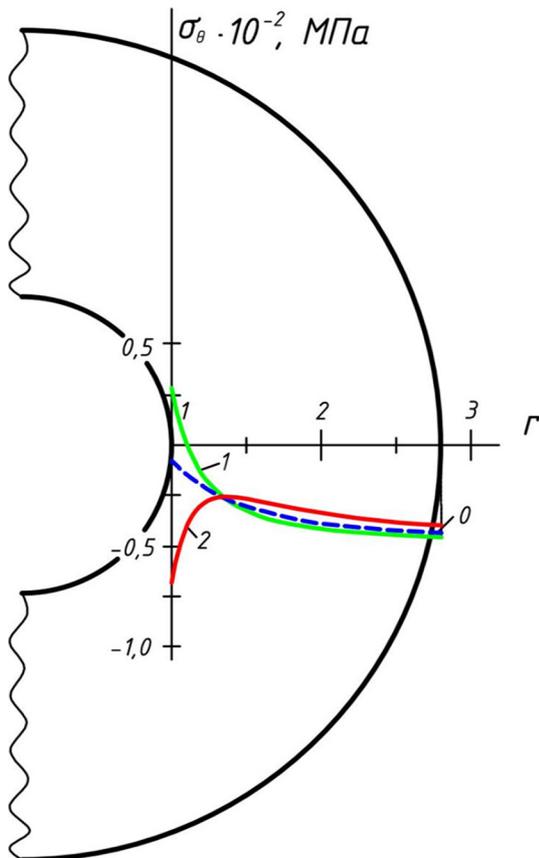


Рисунок 5 – Изменение окружных нормальных напряжений σ_θ по толщине стенки цилиндра при $c=2.8$: 0 – $m=0, n=0, k=0$; 1 – $m=-0.8, n=0, k=5$; 2 – $m=0.8, n=0, k=5$

оказывает существенное количественное и качественное влияние изменение толщины стенки цилиндра и характер изменения модуля упругости материала (1).

Величина σ_θ может быть положительной или отрицательной в зависимости от толщины стенки, характеризуемой отношением радиусов $c=b/a$. При увеличении толщины стенки цилиндра и убывании модуля упругости (1) от внутренней поверхности цилиндра к внешней σ_θ изменяется плавно, меняет знак с положительного на отрицательный (рисунки 3-6, кривые 1). В случае возрастания модуля упругости в том же направлении существенно изменяется и характер распределения σ_θ (рисунки 3-6, кривые 2). Величина и характер изменения σ_θ в значительной мере зависят от степени неоднородности материала.

Полученные результаты указывают на необходимость учета изменения толщины стенки при расчете на прочность полых цилиндров, материал которых обладает свойством неоднородности (естественной, технологического характера или обусловленного изменением температурного режима и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ломакин В.А. Теория упругости неоднородных тел. 2-е изд. – М.: ЛЕНАНД, 2014. 376 с.
2. Даникина Т.С., Ералин А.Н., Туребаева Р.Д. Анализ решений плоской задачи теории упругости для неоднородного цилиндра // Труды международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстан – 2030». Караганда, 2008. С. 283-285.
3. Даникина Т.С., Жетписов Т.Х., Туребаева Р.Д. Решение осесимметричной задачи теории для неоднородных тел в напряжениях // Научные труды КарГТУ. Караганда, 2000. С. 56-58.

УДК 669.141.24

Б.Б. САРКЕНОВ, к.т.н., доцент,
Ә.Ж. ШӘКӘРІМ, магистрант,
С.Т. СЕЙЛОВА, магистрант,
А.С. ӘРІПБАЙ, магистрант,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра НТМ

Получение уникальных механических свойств углеродистой стали 45

Ключевые слова: углеродистая сталь, нанокристаллическая структура, интенсивная пластическая деформация кручением (ИПДК), прочность

Введение

В современных условиях промышленности необходима разработка новых подходов к обработке низкоуглеродистых сталей, которые обеспечат получение деталей с высоким уровнем характеристик прочности и надежности. Это позволит увеличить срок эксплуатации конструкций при уменьшении материалоемкости и стоимости, а также снизить ущерб от возможных отказов элементов металлических сооружений.

Самыми распространенными конструкционными материалами в современной промышленности являются сплавы на основе железа, в том числе стали [1]. Среди конструкционных сталей массового применения наилучшим сочетанием характеристик прочности и надежности обладают стали со структурой пакетного мартенсита. Наиболее яркими представителями таких материалов – низкоуглеродистые мартенситные стали – [2] имеют высокую свариваемость, обрабатываемость давлением в горячем и холодном состоя-

нии, способность к химико-термической обработке, что наряду с экономным легированием делает их перспективными для промышленности.

Повышение уровня характеристик прочности и надежности сталей со структурой пакетного мартенсита возможно за счет измельчения структуры аустенита [3], что приводит к реализации зерногранично-субструктурного механизма упрочнения и к одновременному повышению уровня прочности и сопротивления хрупкому разрушению. Наиболее перспективным является изучение термических способов измельчения структуры, так как использование деформационных методов обработки вызывает снижение характеристик надежности.

К настоящему времени установлено, что существует ряд возможностей эффективно управлять прочностными характеристиками конструкционных сталей при сохранении достаточно высокого уровня пластичности. Одним из таких путей является создание в сталях нанокристаллической

структуры (НК) с размером зерен менее 100 нм и сформированной методами интенсивной пластической деформации (ИПД) [4].

В процессе ИПД углеродистых сталей с исходной феррито-перлитной структурой происходит измельчение ферритной матрицы, дробление и растворение цементитных частиц, что приводит к значительному упрочнению.

В последние несколько лет появились исследования, в которых в качестве исходной обработки перед ИПД использовали закалку стали на мартенсит [5]. Однако большинство экспериментов по ИПД сталей с исходной мартенситной структурой проведены на малоуглеродистых сталях. С увеличением содержания углерода деформационная способность сталей, как известно, резко снижается, особенно в мартенситном состоянии.

Таким образом, цель данной работы – показать принципиальную возможность получения высокопрочного состояния среднеуглеродистой стали с исходным мартенситным состоянием в результате ИПД кручением под квазигидростатическим давлением (ВГД) при повышенных температурах [6].

1. Материал и методы исследования

Исследование проводили на стали 45 (Fe – 97%; C – 0,45%; Si – 0,37%; Mn – 0,5%). Закалку стали провели в воде с предварительной аустенизацией при температуре $T=800^{\circ}\text{C}$. В качестве метода ИПД использовали кручение под высоким гидростатическим давлением (ВГД). Деформации подвергали образцы диаметром 10 мм и толщиной 0,2 мм. Температура деформации составляла

350 $^{\circ}\text{C}$, число оборотов $N=5$ при давлении $P=5$ ГПа. Исследование микроструктуры проводили на просвечивающем электронном микроскопе «JEM-2100». Микротвердость определяли на микротвердомере «ISOSCAN OD». Механические свойства определяли на микрообразцах с длиной рабочей части 2 мм.

2. Результаты исследований

В исходном состоянии (закалка с $T=800^{\circ}\text{C}$) сталь 45 имеет структуру пакетного мартенсита. Микротвердость образцов в мартенситном состоянии составляет $HV=8680$ МПа.

Нагрев стали перед деформацией в течение 5 минут (образец-свидетель) приводит к развитию процесса отпуска, результатом чего является существенное снижение микротвердости – почти в два раза по сравнению с закаленным состоянием до $HV=4000 \dots 5000$ МПа.

После кручения под давлением образцы не имели трещин, что свидетельствует о приемлемом уровне технологической пластичности стали в закаленном состоянии.

Микротвердость образцов после ВГД неоднородна по диаметру образца: 8750 МПа в центральной зоне, до 10630 МПа на периферийных участках. Эти значения на 20% превышают значения микротвердости в закаленном состоянии стали и более чем в два раза выше микротвердости образца-свидетеля, нагретого при этой же температуре.

Электронно-микроскопическое исследование структуры после ВГД показало, что в стали 45 формируется достаточно однородная нанокристаллическая структура (рисунок 1). Электроно-

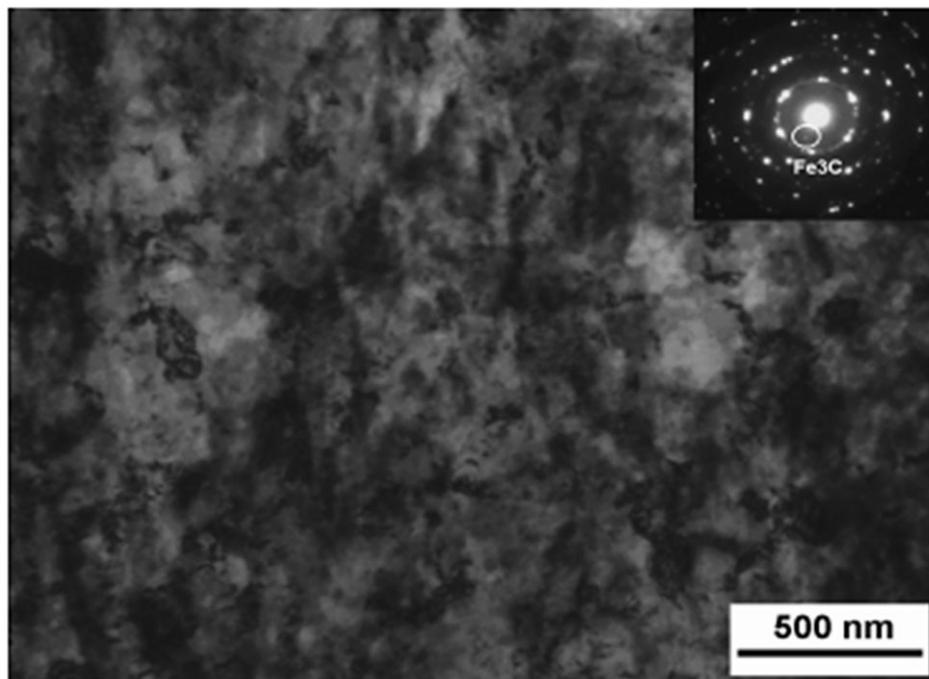


Рисунок 1 – Структура стали 45 после ВГД при $T=350^{\circ}\text{C}$ $N=5$ оборотов $P=5$ ГПа, ПЭМ, светлопольное изображение и электронограмма с изображенного участка

грамма, снятая с участка, приведенного на рисунке 1 (диаметр диафрагмы 0,64 мкм), представляет множество рефлексов, расположенных по окружности. Это является свидетельством большого числа мелких зерен с высокоугловыми разориентировками. Средний размер зерен феррита около 100 нм.

Внутри зерен наблюдается высокая плотность

дислокаций. На темнопольном изображении рисунка 2 от выделенного на рисунке 1,а сектора кольца рефлексов видны частицы цементита Fe_3C размером около 20 нм.

Результаты механических испытаний закаленных и подвергнутых последующей ВГД образцов приведены на рисунке 3.

Как видно, образцы с мартенситной структу-

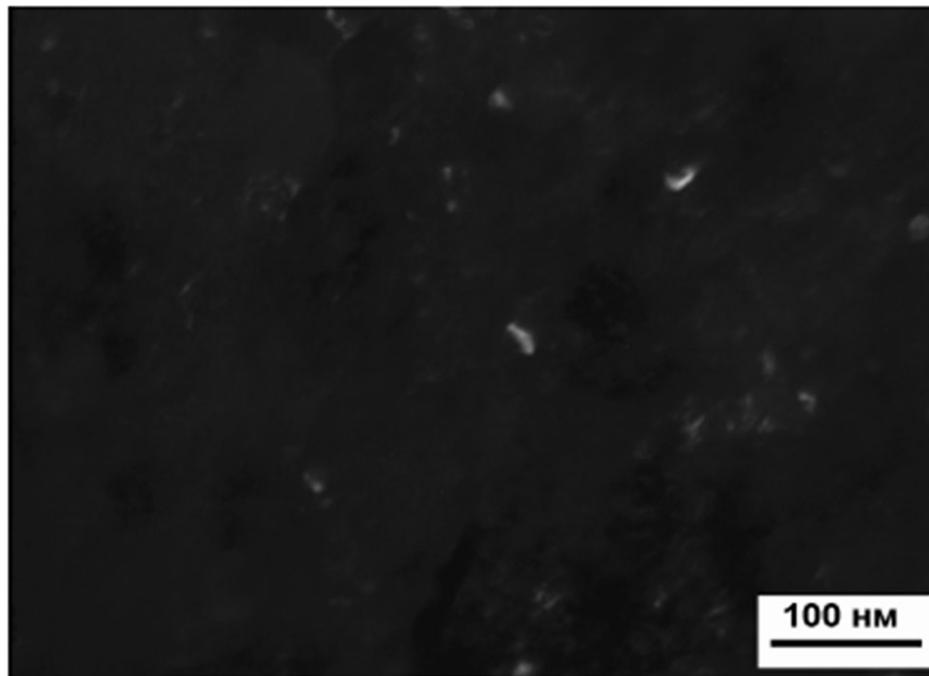


Рисунок 2 – Структура стали 45 (Тростит отпуска) после ВГД при $T=350^{\circ}C$ $N=5$ оборотов $P=5$ ГПа, ПЭМ, темнопольное изображение в рефлексе цементита

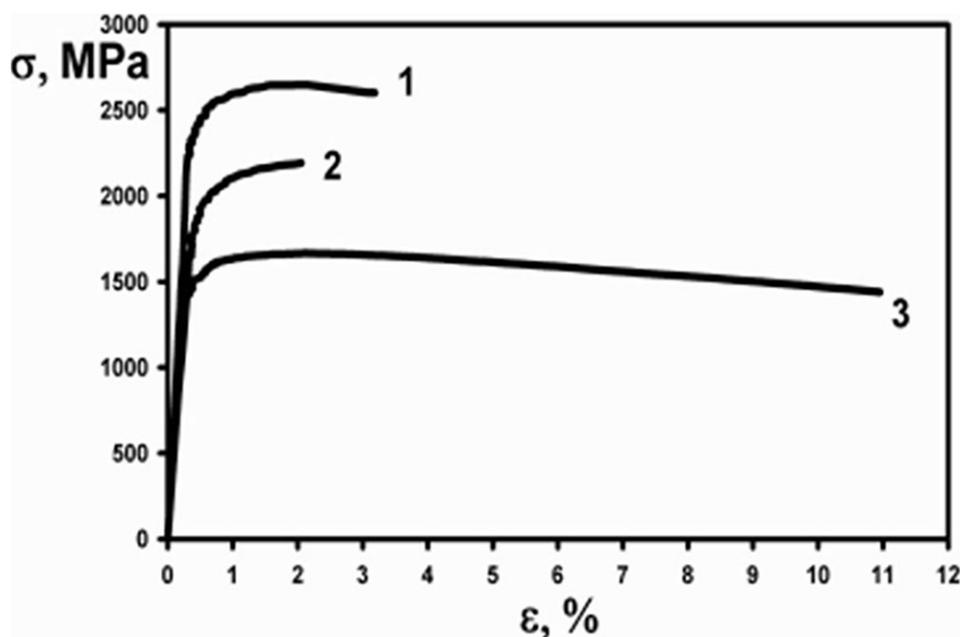


Рисунок 3 – Инженерные кривые растяжения образцов: 1 – закалка $T=800^{\circ}C$ +ВГД при $T=350^{\circ}C$; 2 – после закалки $T=800^{\circ}C$; 3 – образец-свидетель (закалка $T=800^{\circ}C$ + нагрев при $T=350^{\circ}C$ средний отпуск + последующая деформация, 5 мин)

рой показывают ожидаемо высокие прочностные свойства и низкую пластичность. Выдержка в течение 5 мин при температуре деформации 350°C приводит к снижению прочности почти в 1,5 раза и многократному повышению пластичности (рисунк 3).

ВГД при $T=350^{\circ}\text{C}$ приводит к значительному повышению предела прочности: на 60% по отношению к образцу – свидетелю и на 15% по отношению к закаленному состоянию. При этом пластические свойства стали в три раза ниже свойств образца после закалки и обычного нагрева, но в два раза выше, чем у закаленного состояния.

Полученные в данной работе результаты показали, что в ходе ВГД при $T=350^{\circ}\text{C}$ протекают процессы, характерные для отпуска стали: выделение карбидов из пересыщенного твердого раствора и возврат. Динамический характер этих процессов сказывается на дисперсности продуктов распада мартенсита: образующиеся карбиды не успевают вырасти до остановки деформации и имеют нанодисперсные размеры около 15 нм. Обедненная углеродом по сравнению с исходным мартенситом матрица испытывает деформационное упрочнение при увеличении плотности де-

фектов и зернограницное упрочнение в результате значительного измельчения размера зерна до 100 нм. Соотношение этих процессов определяет уровень получаемых после деформации свойств: при $T=350^{\circ}\text{C}$ в результате частичной замены твердорастворного упрочнения другими видами упрочнения, наряду с повышением прочности наблюдается и некоторое повышение пластичности стали.

Выводы

1. Комбинированная обработка «закалка + ИПД кручением под высоким гидростатическим давлением» стали 45 приводит к формированию наноструктуры со средним размером зерна феррита около 100 нм и частицами цементита около 15 нм.

2. После обработки стали 45 с исходной мартенситной структурой, используя ВГД при повышенных температурах, достигается рекордно высокий уровень прочности (предел прочности 2649 МПа) и микротвердости (HV более 10000 МПа) при некотором повышении пластичности (относительное удлинение свыше 3%), по сравнению с закаленным состоянием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398 с.
2. Ефимова Ю.Ю., Копцева Н.В., Никитенко О.А. Исследование состояния карбидной фазы после наноструктурирования и последующего волочения низкоуглеродистой стали // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2009. – № 3. – С. 45-48.
3. Yu. Ivanisenko, W. Iojkowski, R.Z. Valiev, H.-J. Fecht. The mechanism of formation of nanostructure and dissolution of cementite in a pearlitic steel during high pressure torsion // Acta Materialia. – 2003. – 51. – P. 5555-5570.
4. J. Wang, C. Xu, Y. Wang et al. Microstructure and properties of a low carbon steel after equal channel angular pressing. Nanomaterials by Severe Plastic Deformation / Ed. M.J. Zehetbauer, R.Z. Valiev. Weinheim: J. Wiley VCH, 2003. – P. 829-834.
5. N. Tsuji, R. Ueji, Y. Minamino, Y. Satio. A new and simple process to obtain nanostructured bulk low-carbon steel with superior mechanical property // Scripta Materialia. – 2002. – 46. – P. 305-310.
6. Рябов Н.А. Установка для интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LXVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(65). URL: [https://sibac.info/archive/technic/6\(65\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/6(65).pdf) (дата обращения: 04.12.2019).

Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности



УДК 622.831

П.С. ШПАКОВ¹, д.т.н., профессор,
С.Г. ОЖИГИН², д.т.н., профессор,
Д.С. ОЖИГИН², PhD, ст. преподаватель,
В.Н. ДОЛГОНОСОВ², д.т.н., доцент,
С.Б. ОЖИГИНА², к.т.н., доцент,

¹Муромский институт ВлГУ, кафедра ТМС, г. Муром,

²Карагандинский государственный технический университет, кафедра МДиГ

Управление состоянием устойчивости внутренних отвалов

Ключевые слова: внутренний отвал, ярус отвала, откос, слабое наклонное основание, отвал бестранспортной вскрыши, призма упора

Многолетний опыт работы сотрудников кафедры маркшейдерского дела и геодезии КарГТУ по обеспечению устойчивости прибортовых массивов крупнейших карьеров Казахстана позволил разработать и внедрить в практику горного дела прогрессивные методы по обеспечению устойчивости карьерных откосов под максимально возможными крутыми углами их наклона [1].

К прогрессивным методам отработки угольных разрезов в настоящее время можно отнести технологию бестранспортной отработки вскрыши со складированием пород во внутренние отвалы. Внутреннее отвалообразование производится на почву отработанного угольного пласта (на слабое наклонное основание), что является неблагоприятным фактором, влияющим на устойчивость отвала.

Отличительными особенностями внутреннего отвала, формируемого по бестранспортной технологии, благоприятно влияющими на его геомеханическое состояние, являются:

- во-первых, отсутствие нагрузки на верхнюю бровку от действия горно-транспортного оборудования;

- во-вторых, достижение предельного состояния в отвале треугольной формы (бестранспортная вскрыша) происходит при большей высоте по сравнению с отвалом трапециевидной формы. Это связано с распределением удерживающих сил в отвале, что подтверждает геометрия призмы обрушения;

- в-третьих, сама технология отсыпки отвала бестранспортной вскрыши способствует обеспечению более устойчивого состояния отвала по

сравнению с другими технологиями, так как при отсыпке отвала породы из ковша драглайна падают с большей высоты, чем из кузова самосвала, уплотняя при этом ядро отвала.

Анализ горнотехнических условий на Шубаркольском угольном разрезе показывает, что созданный экскаватором ЭШ-10/70 отвал бестранспортной вскрыши упирается в нижней части в откос угольного уступа. Это компенсирует влияние наклонного основания отвала, поэтому для заданных условий слабое наклонное основание можно не учитывать. Результаты расчетов, выполненных численно-аналитическим способом проф. П.С. Шпакова [2] с использованием программы [3] «Устойчивость карьерных откосов», показали, что без учета влияния слабого наклонного основания предельная высота конусообразного отвала для аргиллитов может достигать 28 м.

При отсутствии упора в основании отвала поверхность скольжения в нижней части проходит по ослабленному контакту. В связи с чем снижаются расчетные средневзвешенные характеристики прочности пород по поверхности скольжения. Расчеты показали, что высота конусообразного отвала в этом случае не должна быть больше 25 м [1].

При выемке угля из забоя, служащего упором для внутреннего отвала, откос отвала обрушивается, образуя стенку циркообразной формы на участке незначительной ширины. При этом экскаватор с удлиненной стрелой (ЭКГ-4У, ЭКГ-5У), вынимая уголь, формирует за собой из вскрышных пород призму упора для отвала. Отвал бестранспортной вскрыши с измененной геометрией сам становится упорной призмой для надвигающегося внутреннего отвала в целом.

Учитывая изменяющиеся горно-геологические условия по глубине и площади разреза, построение рабочего борта внутреннего многоярусного отвала по стадиям его формирования должно производиться с учетом технологических соображений с последующей обязательной проверкой на устойчивость по графикам, полученным по программе SLABOSN проф. Шпакова П.С. и др. [4] (рисунок 1), по ряду разведочных линий исходя из высоты отвала и угла наклона слабого основания отвала.

Соблюдение вышеизложенной рекомендации позволяет управлять состоянием устойчивости формируемых внутренних отвалов.

Рассмотрим решение данной задачи на примере Шубаркольского угольного разреза.

Для анализа устойчивости внутренних отвалов, отсыпаемых на слабый контакт – почву отработанного угольного пласта с весьма низкими прочностными характеристиками, усовершенствованы два варианта расчетной схемы устойчивости откосов, расположенных на слабом основании малой мощности (рисунок 2).

Суммарные сдвигающие и удерживающие силы, действующие на призму возможного обру-

шения, определены путем интегрирования соответствующих элементарных сил, действующих по поверхности скольжения

$$T_{c\delta} = \int_{DC} dT_{c\delta} = \int_{DM} dT_{c\delta} + \int_{ME} dT_{c\delta} + \int_{EC} dT_{c\delta};$$

$$T_{y\delta} = \int_{DC} dT_{y\delta} = \int_{DM} dT_{y\delta} + \int_{ME} dT_{y\delta} + \int_{EC} dT_{y\delta}.$$

При интегрировании сдвигающих и удерживающих сил по потенциальной поверхности скольжения получены конечные решения, выраженные в элементарных функциях. Разработаны алгоритм и программное обеспечение для решения данных задач [5].

Расчеты устойчивости откосов внутреннего отвала Шубаркольского угольного разреза выполнены аналитическим способом для углов наклона основания отвала (слабого контакта) от 0° до 12°.

Результаты расчетов показали, что с уменьшением угла наклона основания отвала (слабого контакта) предельная высота устойчивого яруса внутреннего отвала увеличивается от 15,1 м при $\delta = 12^\circ$ до 17,3 м при $\delta = 0^\circ$ (таблица 1) [6].

Зависимость предельной высоты устойчивого яруса внутреннего отвала от угла наклона слабого контакта в интервале от 0° до 12° описывается линейной функцией (достоверность аппроксимации $R_2 = 0,999$).

Уравнение связи

$$H_{пред} = 17,29 - 0,1821 \cdot \delta, \text{ м.}$$

Исследованиями установлено, что высота устойчивого нижнего яруса отвала при углах наклона слабого обводненного основания до 12° может быть рекомендована равной 15 м. При формировании нижнего яруса из прочных пород надугольной толщи на сухом основании высота устойчивого яруса может достигать 20 м. Ярусы внутреннего отвала, расположенные выше и сложенные достаточно прочными породами, в основании которых будут находиться устоявшиеся породы нижнего яруса, могут иметь высоту до 20 м, устанавливаемую из технологических соображений. Высота яруса отвала глинистых пород не должна превышать 15 м.

Для различных прочностных характеристик пород внутреннего отвала выполнены расчеты аналитическим способом (таблица 2) и определены зависимости предельной высоты нижнего яруса отвала от угла наклона слабого основания.

Полученные зависимости носят линейный характер. Уравнения связи имеют следующий вид [6]:

- при $k = 0,035$ МПа, $\rho = 26^\circ$, $H_{пред} = 34,84 - 0,725 \cdot \delta$, м;
- при $k = 0,024$ МПа, $\rho = 20^\circ$, $H_{пред} = 20,15 - 0,150 \cdot \delta$, м;
- при $k = 0,020$ МПа, $\rho = 17^\circ$, $H_{пред} = 15,21 - 0,035 \cdot \delta$, м.

Выводы. На основании выполненных исследований усовершенствованы два варианта расчетной схемы устойчивости откосов, расположенных на слабом основании малой мощности. Расче-

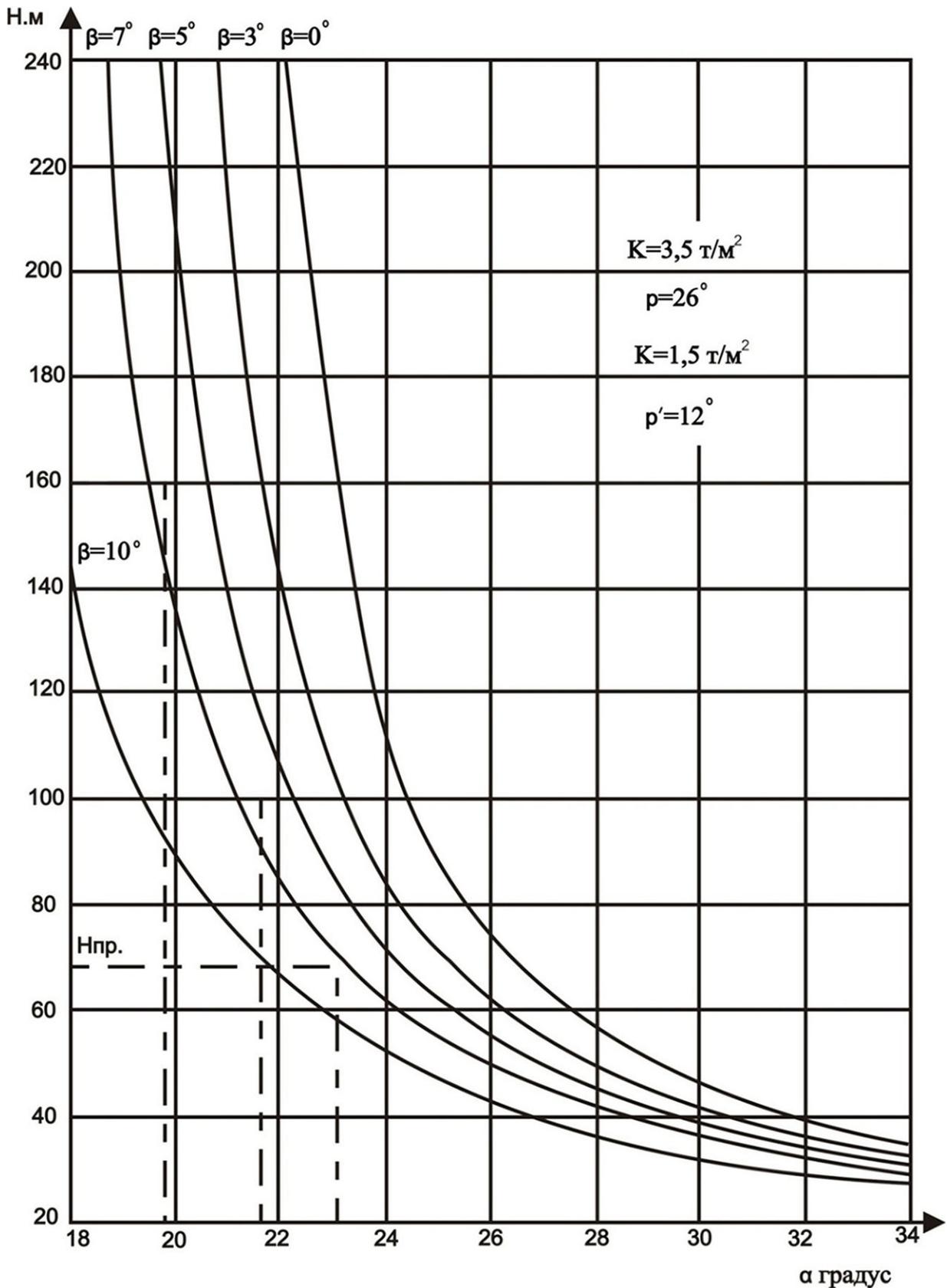


Рисунок 1 – Графики зависимости параметров предельного откоса отвала от угла наклона слабого основания

ты устойчивости карьерных откосов, выполненные численно-аналитическим и аналитическим способами, позволили обосновать параметры

устойчивого внутреннего отвала для горно-геологических условий Шубаркольского угольного месторождения.

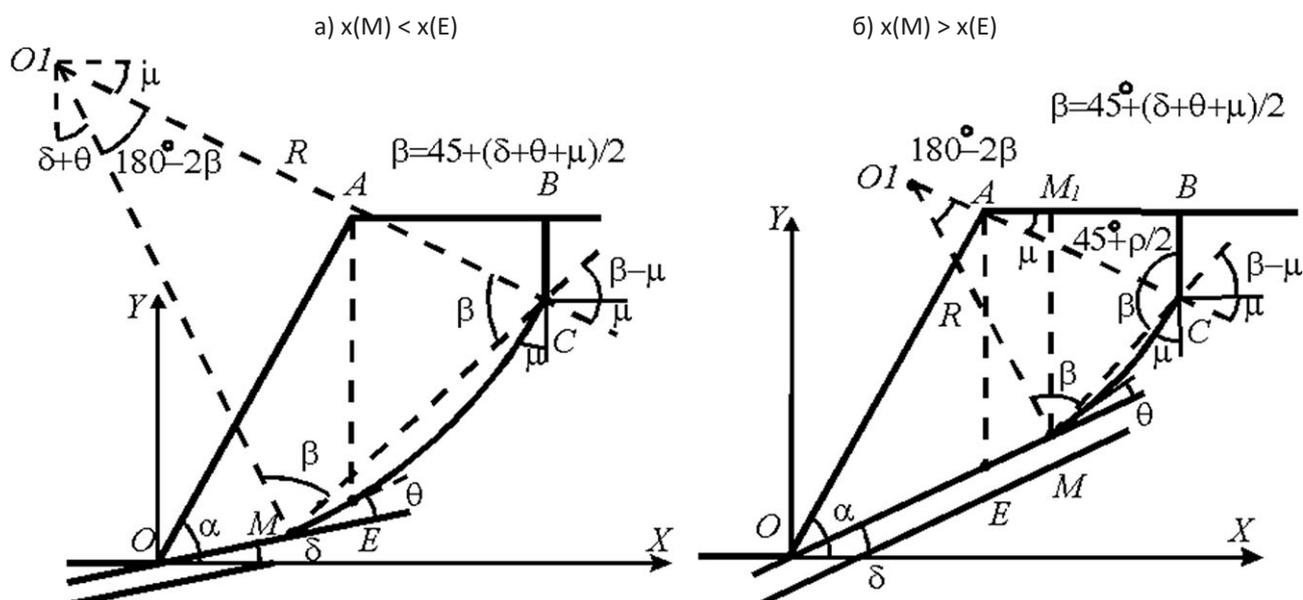


Рисунок 2 – Схема откоса на слабом наклонном основании

Таблица 1 – Результаты расчетов предельной высоты яруса внутреннего отвала

Угол наклона контакта δ , градус	0	2	4	6	8	10	12
Предельная высота яруса Н, м	17,3	16,9	16,6	16,2	15,8	15,5	15,1

Таблица 2 – Предельная высота яруса отвала для различных прочностных характеристик пород в зависимости от угла наклона слабого контакта

Угол наклона контакта δ , градус	Предельная высота яруса Н, м (при $\alpha = 35^\circ$)		
	$k = 0,035$ МПа, $\rho = 26^\circ$	$k = 0,0243$ МПа, $\rho = 20^\circ$	$k = 0,020$ МПа, $\rho = 17^\circ$
11	26,9	18,5	14,8
9	28,3	18,8	14,9
7	29,7	19,1	15,0
5	31,2	19,4	15,0
3	32,7	19,7	15,1

Заключение. Для обеспечения долговременной устойчивости откосов отдельных ярусов и внутреннего отвала в целом Шубаркольского разреза рекомендуется следующее:

1. Формирование нижних ярусов внутреннего отвала должно начинаться при угле наклона слабого основания (контакта) отвала менее 12° и осуществляться по возможности наиболее прочными вскрышными породами (аргиллитами, алевролитами, песчаниками) глубоких горизонтов разреза. При этом высота яруса отвала, отсыпаемого экскаватором ЭШ-10/70 по бестранспортной технологии, не должна превышать 25 м;

2. Высота нижнего яруса внутреннего отвала, формируемого автомобильным транспортом, при углах наклона слабого основания отвала от 12° до 4° должна приниматься равной 15 м, при

меньших углах наклона основания отвала при складировании в нижний ярус наиболее прочных пород глубоких горизонтов разреза в условиях невлажного основания отвала высота яруса может быть увеличена до 20 м при необходимости;

3. Высота вышележащих ярусов внутреннего автомобильного отвала, основанием которых служат устоявшиеся породы нижних ярусов, высота устойчивого яруса должна приниматься с учетом технологических соображений равной 15-20 м. Высота ярусов отвала, сложенных глинистыми породами, не должна превышать 15 м;

4. Складирование в нижние ярусы глинистых пород верхних горизонтов (зоны выветривания), а также склонных к самовозгоранию углистых аргиллитов надугольной пачки с точки зрения устойчивости бортов карьера не целесообразно;

5. При выемке угля из забоя угольного уступа, служащего упором для внутреннего отвала, отсыпанного по бестранспортной технологии, вслед за добычными работами экскаватор с удлиненной стрелой (ЭКГ-4У, ЭКГ-5У) должен формировать за собой из вскрышных пород переэкскавации призму упора для отвала бестранспортной вскрыши высотой не менее 1,5 высоты добычного уступа [7]. Отвал бестранспортной вскрыши, с изменённой геометрией, сам становится упорной призмой для надвигающегося внутреннего отвала в целом.

6. Для обеспечения более полного рассеивания порового давления в основании отвального яруса ширину заходки следует принимать максимально возможной (до 50-70 м [7]), исходя из положения границ обнажения лежащего бока

пласта и подвигания добычных работ [1].

7. При складировании в отвальные ярусы пород, обладающих резко различными характеристиками сопротивления сдвигу, не рекомендуется допускать отсыпку слабых глинистых пород слоями по поверхности откоса, создающими косо-слоистое строение отвала. Для повышения устойчивости отвальных ярусов следует стремиться к максимальному усреднению состава отсыпаемых пород вскрыши [1].

Представленные рекомендации, разработанные для Шубаркольского угольного разреза, могут быть использованы для проектирования параметров внутренних отвалов угольных разрезов с аналогичными горно-геологическими условиями разработки месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ожигин Д.С., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Гапий А.В. Исследование устойчивости карьерных откосов на Шубаркольском разрезе // Труды Междунар. науч.-практ. конф.: «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» (Сагиновские чтения № 4). – Караганда: КарГТУ, 2012. – С. 299-301.
2. Шпаков П.С., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Долгоносов В.Н., Шпакова М.В. Способ расчета устойчивости карьерных откосов для сложноструктурных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень, МГГУ. – Москва, 2008. – № 11. – С. 221-225.
3. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права № 126 от 26 января 2015 года «Устойчивость карьерных откосов» (программа для ЭВМ) / Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К., Долгоносов В.Н., Малахов А.А., Оленюк С.П., Ожигин Д.С., Нагибин А.А.
4. Шпаков П.С., Долгоносов В.Н., Ожигина С.Б., Ожигин С.Г. Численно-аналитический способ расчета устойчивости откосов на слабом наклонном основании // Материалы международной научной конференции «Первые Ержановские чтения». – Павлодар: ПГУ, 2004. Т. 1. С. 137-141.
5. Ким С.П., Омаров С.Т., Ожигина С.Б. Маркшейдерское обеспечение устойчивости карьерных откосов Шубаркольского угольного разреза // Междун. науч. прак. конф. «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана (Сагиновские чтения №1)»: сб. науч. трудов в 2 ч. (Караганда, 23-24 декабря 2009 г.). – Караганда: КарГТУ, 2009. Ч. II. – С. 168-171.
6. Долгоносов В.Н., Ожигина С.Б., Ким С.П., Ожигин Д.С. Обоснование параметров внутреннего отвала на Шубаркольском угольном разрезе // XI Междунар. выстав. и науч. конгр. «ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ – 2015». – Новосибирск: СГА, 2015. – С. 59-63.
7. Ожигина С.Б., Исабек Т.К., Сашурин А.Д., Ожигин Д.С. Обеспечение состояния устойчивости карьерных откосов на выходах угольных пластов под наносы // Труды университета, КарГТУ. – Караганда, 2016. – № 4. – С. 44-47.

Т.Д. МАЛЬЧЕНКО, ст. преподаватель,
В.Ф. ДЕМИН, д.т.н., профессор,
Э.Р. ХАЛИКОВА, м.т.н., докторант,
Р.К. КАМАРОВ, к.т.н., профессор,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра РМПИ

Обоснование критерия для решения оптимизационных задач, связанных с плановой производительностью карьеров

Ключевые слова: карьер, проектирование, стохастическая система, горные работы, вероятность, критерий, оптимизация, производственная мощность

Одной из наиболее важных задач проектирования является задача обоснования производственной мощности и режима горных работ карьеров. Общие принципы определения производительности исследованы достаточно детально, однако при этом карьер рассматривается как некоторая самостоятельно функционирующая система. Так, известно, что система «карьер» является системой стохастической и, следовательно, при некоторой заданной наперед величине производительности имеют место отличные от нуля вероятности того, что фактическая производительность будет больше или меньше этой наперед заданной величины. Большое значение имеет, в какую сторону от плановой величины производительности отклоняется фактическое ее значение, назначение плановой величины должно производиться с учетом указанных вероятностей. Такая постановка проблемы и связанные с ней вопросы горного производства не нашли должного отражения в известных исследованиях [1].

1. Существующие методы определения производительности по горнотехническим факторам предназначены и используются, в основном, для оценки области возможных значений производительности при реализации комплекса технических решений в рамках принятой технологии разработки данного месторождения.

2. Оценка производительности карьера по сроку окупаемости затрат, по величине запасов и рациональному сроку отработки и т.д. определяет нижнюю допустимую границу варьирования величины производительности.

3. Выбор варианта комплекса технических решений в пределах некоторой технологической схемы, а также оптимизация параметров производственных процессов и системы разработки месторождения наиболее обоснованно производится по критерию максимума приведенной прибыли.

4. Если рассчитанная вышеуказанным образом производительность принимается в качестве плановой, то решение корректно в тех случаях, когда имеет место равенство:

$$\int_{-\infty}^{A_{пл}} R(A) f(A) dA = \int_{A_{пл}}^{\infty} R(A) f(A) dA, \quad (1)$$

где $A_{пл}$ – плановое значение производительности, рассчитанное по экономическому критерию; $R(A)$ – функция, отражающая экономическую оценку последствий невыполнения (при $A < A_{пл}$) и перевыполнения (при $A > A_{пл}$) плана по производительности; $f(A)$ – плотность распределения значений производительности, либо в структуре критерия учитывается асимметрия произведения $R(A) \cdot f(A)$ относительно $A_{пл}$, выражающаяся в невыполнении условия (1).

Условие (1) выполняется в тех случаях, когда на множестве всех возможных исходов реализации производственной программы карьера математическое ожидание ущерба от невыполнения плана равно по модулю математическому ожиданию дополнительной прибыли от перевыполнения. Ясно, что в этих условиях возможные отклонения фактической производительности в меньшую сторону компенсируются по экономическим последствиям отклонениями в большую сторону, в силу чего стохастический характер формирования производительности на положение оптимума не влияет и может при расчетах не учитываться, т.е. достаточно оперировать средними значениями показателей.

Иначе обстоит дело в случаях, когда условие (1) не выполняется. Если левая часть (1) больше правой, то математическое ожидание ущерба от невыполнения плана превышает математическое ожидание дополнительной прибыли от перевыполнения и, следовательно, средняя ожидаемая прибыль на

1 т добываемого сырья будет меньше, чем рассчитанная по средним показателям. Если же левая часть (1) – меньше правой, то средняя ожидаемая прибыль на 1 т добываемого сырья, соответственно, – больше, чем рассчитанная по средним показателям. При этом сами по себе эти неравенства, полученные из (1), еще не дают оснований говорить о том, завышено или занижено значение $A_{пл}$, т.к. учитываться должна общая сумма прибыли, которая зависит от соотношения $A_{пл}$ со средним значением производительности $A_{ср}$:

$$A_{ср} = \int_0^{\infty} A \phi(A) dA. \quad (2)$$

Все эти моменты должны быть учтены в структуре критерия, поскольку в общем случае условие (1) не выполняется – во всяком случае для произвольных $A_{пл}$ это утверждение можно доказать математически для непрерывных $R(A)$ и $f(A)$, следовательно, при заданных горно-технических условиях разработки и комплексе принятых технических решений в рамках данной технологии не исключена возможность назначения как завышенного, так и заниженного планового задания.

Анализ существующих методов определения производительности карьеров показал, что все они могут быть разделены на следующие группы:

1. Методы, предназначенные для оценки технической достижимой в данных условиях производительности карьера.

2. Методы, позволяющие оценить величину производительности, наиболее выгодную с точки зрения общих положений экономически эффективного развития предприятия (в основном, с точки зрения инвестиционной политики).

3. Методы сравнения вариантов технических решений и оптимизации параметров технологических процессов и систем.

Общим недостатком приведенных методов всех трех групп является то, что производительность рассматривается в отрыве от плановой системы.

Этот факт находит отражение и в практике – проектная производительность принимается несколько ниже технической достижимой – т.е. создается определенный резерв, а плановая – с некоторым «запасом» по отношению к проектной. При этом величины этих резервов назначаются в значительной мере произвольно.

Резервирование любого ресурса означает исключение этого ресурса на некоторый срок из сферы материального производства и, следовательно, недополучение некоторого количества продукции. С другой стороны, отсутствие или неоправданное уменьшение резервов некоторых ресурсов влечет за собой срыв плановых заданий некоторыми предприятиями, что в условиях современного специализированного производства влечет нарушение планов поставок сырья и материалов для других предприятий и, следовательно, уменьшение выпуска и снижение качества их про-

дукции, и так далее по цепочке. Следовательно, для каждого ресурса должен существовать объективно обусловленный размер резервирования, отклонение от которого как в большую, так и в меньшую сторону влечет за собой потери эффективности производства. Этот вывод справедлив для любого вида резервирования любых ресурсов, в том числе – производительности карьера. С этой точки зрения назначение завышенного плана означает уменьшение резерва производительности по сравнению с оптимальным уровнем, назначение заниженного плана – завышение резерва производительности.

Таким образом, на основании изложенного подхода могут быть решены следующие задачи:

1. Обоснование плановой производительности карьера при заданном комплексе технических решений в рамках принятой технологии разработки месторождения или его части.

2. Оптимизация параметров производственных процессов и технологических схем разработки месторождения или его части при заданной плановой производительности карьера.

3. Оптимизация величины плановой производительности карьера и параметров производственных процессов и технологических схем разработки месторождения или его части в области допустимых пределов варьирования параметров процессов и технологических схем, а также их сочетаний.

Решение этих задач существующими методами не представляется возможным.

Разработка методики решения задач оптимизации параметров производственных процессов и технологических схем разработки месторождений или его части открытым способом с оптимизацией плановой производительности карьера и учетом стохастического характера формирования возможной производительности.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие вопросы:

- обоснование критерия оптимизации, учитывающего специфику экономических последствий недовыполнения и перевыполнения карьером плановых заданий;

- исследование характера взаимосвязей технологических комплексов карьера с учетом стохастического характера составляющих процессов и связей между ними;

- выявление закономерностей формирования производительности карьера по полезному ископаемому в результате взаимодействия технологических комплексов;

- обоснование расчетных схем и алгоритмов количественной оценки параметров распределения производительности карьера как случайной величины в зависимости от параметров и надежных характеристик технологических комплексов карьера;

- разработка методов и алгоритмов решения задач оптимизации параметров процессов и тех-

нологических схем и плановой производительности карьера.

Вероятностный характер формирования фактической производственной мощности карьера обусловлен прежде всего вероятностным характером функционирования звеньев технологического комплекса, который в свою очередь, определяется конечной надежностью составляющих звеньев горных машин и других устройств.

Известны зависимости, характеризующие надежность работы карьера как функцию надежностей технологических комплексов вскрышных и добычных уступов, подготовленных к выемке запасов горной массы между уступами, а также резерв горнотранспортного оборудования [1,2,3,4]. Однако, поскольку известные зависимости позволяют оценить, в основном, только коэффициент готовности системы «карьер», для решения задач рассматриваемого вида, их недостаточно. Поэтому при дальнейших рассуждениях будем ориентироваться на наиболее общий способ описания стохастической величины, в качестве которой рассматривается возможная фактическая производительность карьера, а именно считаем ее случайной величиной с известным законом распределения $f(A)$ и его параметрами – математическим ожиданием $M\{A\}$ и дисперсией $D\{A\}$.

Поскольку, как установлено выше, в качестве экономического критерия наиболее целесообразно использовать приведенную прибыль:

$$\Pi_{\text{пр}} = \Pi_{\text{пр}} - Z_{\text{пр}} + O_{\text{пр}}, \quad (3)$$

где $\Pi_{\text{пр}}$ – приведенная ценность произведенной продукции, тенге;

$Z_{\text{пр}}$ – приведенные затраты на производство продукции за рассматриваемый период;

$O_{\text{пр}}$ – приведенная остаточная реализуемая стоимость основных и оборотных фондов.

Рассмотрим определение затрат и ценности по отдельности.

Определение приведенных затрат на добычу

Структура затрат принимается следующей [1]:

$$Z_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} + \mathcal{E}_{\text{пр}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{пр}}$ и $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ – приведенные, соответственно, капитальные и эксплуатационные затраты;

$$K_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^{t-1} K_i^c (1+E)^{t-1} + K_t^c + \sum_{j=1}^T (K_j^p / (1+E_n)^j), \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^T (C_j A_j / (1+E_n)^j), \quad (6)$$

где t – срок строительства карьера, лет;

T – период эксплуатации карьера до реконструкции [1], лет;

$K_1^c, K_2^c, \dots, K_t^c$ – ежегодные инвестиции в период строительства, тенге;

$K_1^p, K_2^p, \dots, K_j^p$ – ежегодные инвестиции в период эксплуатации, тенге;

C_i – годовая себестоимость добычи (с учетом затрат на вскрышу) 1 т полезных ископаемых

за вычетом отчислений на реновацию в j -м году, тенге/т;

A_j – производительность карьера в j -м году, т;

E_n – норматив для приведения разновременных затрат.

Переходя к единичным показателям [1], выражение (5) примет вид:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{уд}}^c A_{\text{пл}} \left[\sum_{i=1}^{t-1} q_i (1+E_n)^{t-1} + q_t \right] + K_{\text{уд}}^{\text{м}} A_{\text{пл}} \sum_{j=1}^T [S_j / (1+E_n)^j], \quad (7)$$

где $K_{\text{уд}}^c$ – удельные инвестиции на строительство карьера тенге/тонну производственной мощности;

q_1, q_2, \dots, q_t – веса, соответствующие распределению капвложений по годам строительства, доли ед.;

$K_{\text{уд}}^{\text{м}}$ – удельные инвестиции на поддержание производственной мощности – тенге/тонну производственной мощности;

S_1, S_2, \dots, S_j – веса, соответствующие распределению капвложений на поддержание производственной мощности по годам эксплуатации, доли ед.

Очевидно, что:

$$\sum_{i=1}^t q_i = 1, \quad \sum_{j=1}^T S_j = 1. \quad (8)$$

Инвестиции на строительство и поддержание производственной мощности в данной постановке следует рассматривать как сумму двух категорий затрат:

а) инвестиции на развитие производства и поддержание производственной мощности $A_{\text{пл}}$: K_a^c и $K_a^{\text{м}}$;

б) инвестиции на создание резерва производительности (т.е. на разность $M\{A\} - A_{\text{пл}}$): K_b^c и $K_b^{\text{м}}$.

Выразим соответствующие указанным категориям капвложений единичные показатели в виде:

$$K_{\text{уд}}^c \cdot A_{\text{пл}} = K_a^c \cdot A_{\text{пл}} + K_b^c (M\{A\} - A_{\text{пл}}), \quad (9)$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{м}} \cdot A_{\text{пл}} = K_a^{\text{м}} \cdot A_{\text{пл}} + K_b^{\text{м}} (M\{A\} - A_{\text{пл}}). \quad (10)$$

Обозначив отношение K_b^c / K_a^c через γ_k и учитывая тот факт, что капитальные затраты на поддержание производственной мощности $K_{\text{уд}}^{\text{м}}$ оценивают в размере $(0,1 + 0,15) K_{\text{уд}}^c$, перепишем выражение (7) в следующем виде:

$$K_{\text{пр}} = K_a^c [A_{\text{пл}} (1 - \gamma_k) + M\{A\} \cdot \gamma_k] \times \left[\sum_{i=1}^t q_i (1+E_n)^{t-1} + q_t + (0,1 + 0,15) \sum_{j=1}^T \frac{S_j}{(1+E_n)^j} \right]. \quad (11)$$

Приведенные отчисления на реновацию определяются через величину приведенных капитальных затрат по формуле:

$$O_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot a \cdot d \cdot K_a, \quad (12)$$

где a – норма амортизационных отчислений, тенге;

d – доля амортизационных отчислений на

реновацию;

K_a – коэффициент использования реновационных отчислений.

Аналогично рассуждения справедливы и для эксплуатационных затрат, поэтому имеет место следующая формула:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = C_a[A_{\text{пл}}(1 - \gamma_3) + M\{A\}\gamma_3] \sum (X_j / (1 + E_n)^j), \quad (13)$$

где $\gamma_3 = C_v / C_a$,

C_a – себестоимость добычи 1 тонны полезного ископаемого с учетом затрат на вскрышу на собственно обеспечение производственной

мощности, тенге/т;

C_v – то же, на резерв производственной мощности, тенге/т;

X_j – коэффициент, отражающий неравномерность уровня себестоимости по годам эксплуатации.

Общие приведенные затраты определяются, таким образом, как сумма правых частей выражений (12) и (13).

$$\mathcal{Z}_{\text{пр}} = C_a[A_{\text{пл}}(1 - \gamma_3) + M\{A\}\gamma_3] \times \sum (X_j / (1 + E_n)^j) + K_{\text{пр}} \cdot a \cdot d \cdot K_a. \quad (14)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальченко Т.Д., Немова Н.А. Проектирование производственной мощности карьера как стохастической системы с учетом факторов надежности: Уч. пособие / Караганда: КарГТУ, 2016. С. 45-49.
2. Коваленко В.П., Блинов С.А., Желтобрюх А.Н. Программа развития горных работ. – Могоча, 2011. – 82 с.
3. Мальченко Т.Д., Немова Н.А., Мальченко О.Е. Обоснование и экономическая оценка горных проектов при открытой разработке месторождений. Караганда: КарГТУ, 2016. С. 65-69.
4. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть I, II. – М.: МГУ, 2010. – 549 с.

УДК 504.054, 504.3.054

Е.А. ЦЕШКОВСКАЯ, ст. преподаватель, кафедра РАиОТ,
А.Т. ОРалОВА, к.х.н., доцент, кафедра ХиХТ,
А.Б. Шаймердинова, магистрант, кафедра РАиОТ,
Ю.Д. ОБУХОВ, к.т.н., доцент, кафедра РАиОТ,
Н.К. ЦОЙ, к.т.н., ст. преподаватель, кафедра РАиОТ,
 Карагандинский государственный технический университет

Оценка влияния на атмосферный воздух работ по рекультивации нарушенных земель на примере угольной шахты

Ключевые слова: атмосферный воздух, рекультивация, шахта, эмиссии в атмосферу, загрязняющие вещества

Предприятия горно-добывающего комплекса являются одними из основных из перечня производств, оказывающих техногенное воздействие на окружающую среду. Особенно, с учетом специфики производства, сильному влиянию подвергаются земная поверхность и почва. В этом аспекте шахты не являются исключением. Например, в результате ведения горных работ бывшей угольной шахтой первоначальный рельеф земной поверхности в пределах ее границ значительно изменился и приобрел техногенный характер, а именно образовались прогибы и провалы, заполненные водой, имеют место свалки шлака, отвалы шахтной породы. Небольшие участки поверхности изрыты.

В соответствии с требованиями [1], при прекращении операций по недропользованию объекты недропользования должны быть приведены в состояние, обеспечивающее безопасность жизни и здоровья населения, охрану окружающей природной среды.

Наиболее эффективной мерой снижения отрицательного влияния расположенных на поверхности объектов недропользования на окружающую среду является своевременная рекультивация нарушенных земель, которая обеспечивает не только создание оптимальных ландшафтов с соответствующей организацией территории, флорой, фауной, но и способствует надежной охране воздушного бассейна и водных ресурсов.

Однако работы по рекультивации также оказывают воздействие на окружающую среду, требующее проведения соответствующей оценки.

Целью работы является оценка воздействия на атмосферный воздух технических решений по рекультивации нарушенных земель поля бывшей шахты, разработанных в составе проектов [2].

Основными задачами являются:

- краткая характеристика работ по технической и биологической рекультивации нарушенных земель на территории бывшей шахты;
- расчет максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при проведении рекультивационных работ;
- определение размеров санитарно-защитной зоны на период рекультивационных работ;
- разработка предложений по нормативам эмиссий в атмосферу.

Поле бывшей шахты расположено в северо-западном крыле Карагандинской синклинали Саранского участка Карагандинского угольного бассейна. Участок шахты расположен на землях города Сарани Бухар-Жырауского района Карагандинской области. Ближайший населенный пункт находится в 1 км от крайнего источника эмиссий бывшей шахты.

В таблице 1 представлены виды и параметры нарушенных земель бывшей шахты.

Таким образом, общая площадь нарушенных земель составляет 62,04 га.

При выполнении технического этапа рекультивации предусматривается выполнение следующих видов работ:

- использование строительного мусора, породы из насыпей, неперегоревшей породы для засыпки карьера;
- разработка грунтов в отвалах, вала в качестве потенциально-плодородной породы (ППП);
- грубая и чистовая планировка поверхности рекультивируемых объектов;
- нанесение ППП на спланированную поверхность нарушений.

В составе биологического этапа предусматривается посев многолетних трав на горизонтальных поверхностях на общей площади 62,04 га отрекультивированных земель.

Таблица 1 – Виды и параметры нарушенных земель бывшей угольной шахты				
№ п/п	Вид нарушения	Параметры		
		Площадь нарушений, га	Вместимость (объем), тыс. м ³	Максимальная высота (глубина), м
Карьер бывшей шахты и отвалы №1, №2, №3				
1 Карьер				
1	Карьер	19,3	4909,36	53,4
2	Свалка строительного мусора	0,77	7,7	1,0
Итого по карьере		20,07	-	-
2 Отвал неперегоревшей породы №3				
3	Отвал	0,93	1,888	3,9
4	Насыпь породы	0,12	0,671	1,25
5	Свалка строительного мусора	0,39	1,215	0,9
6	Техногенный рельеф	1,01	-	-
Итого по отвалу неперегоревшей породы №3		2,45	29,9	29,9
3 Отвал неперегоревшей породы №1				
7	Отвал	13,84	2302,97	32,4
Итого по отвалу неперегоревшей породы №1		13,84	-	-
4 Отвал неперегоревшей породы №2				
8	Отвал	14,72	2602,32	29,9
9	Яма	0,19	4,392	-5,7
10	Насыпь грунта	2,92	159,78	7,1
Итого по отвалу неперегоревшей породы №2		17,83	-	-
Всего		54,19	-	-
Карьер и отвал севернее западного вентиляционного ствола бывшей шахты				
11	Отвал неперегоревшей породы	1,88	140,39	9,0
12	Техногенный рельеф	0,33	1,55	1,7 (насыпи)
Итого по контуру		2,21	141,94	
13	Карьер	4,78	694,638	-21,0
14	Вал	0,86	16,009	2,0
Итого по контуру		5,64		
Всего		7,85		
Итого в целом по объекту		62,04		

При проведении рекультивационных работ используются: экскаватор типа ЭО-5111Б, бульдозер марки ДЗ-50ХЛ, автосамосвал Shacman, SinotRUK, Howo в количестве соответственно 15, 30, 30 единиц.

В процессе работы ДВС стационарно работающего горного оборудования в атмосферный воздух будут выбрасываться 6 загрязняющих веществ: углерода оксид, азота диоксид, сера диоксид, углеводороды предельные, сажа (углерод черный) и бенз(α)пирен. Кроме того, основную долю выбросов составит пыль неорганическая с содержанием диоксида кремния SiO₂ 20...70%.

Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ проводился в соответствии с [3], с

использованием унифицированной программы (УПРЗА) «Эра», версия 1.7.302, для двух площадок:

– Площадка №1 – район ведения рекультивационных работ на карьере бывшей шахты и отвала №1, №2, №3;

– Площадка №2 – район ведения рекультивационных работ на карьере и отвала севернее западного вентиляционного ствола бывшей шахты.

Расчет максимальных приземных концентраций выполнен по 7 вышеуказанным загрязняющим веществам (таблица 2).

Как видно из таблицы, при проведении рекультивационных работ не наблюдается превышение ПДК ни по одному из 8 загрязняющих веществ как на границе санитарной зоны, так и на

Таблица 2 – Концентрации загрязняющих веществ, создаваемых источниками эмиссий загрязняющих веществ при рекультивации нарушенных земель бывшей шахты на границах санитарно-защитной и селитебной зон

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	ПДК м.р. в воздухе населенных мест, мг/м ³	Расчетные максимальные приземные концентрации, доля ПДК		Принадлежность источника
			на границе селитебной зоны	на границе СЗЗ	
Площадка №1					
Загрязняющие вещества					
1	Азота диоксид	0,2	0,363	0,563	ДВС
2	Углерод черный (сажа)	0,15	0,278	0,429	ДВС
3	Сера диоксид	0,125	0,131	0,199	ДВС
4	Углерод оксид	5,0	0,126	0,160	ДВС
5	Бенза(а)пирен	0,000001	0,050	0,078	ДВС
6	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	1,0	0,069	0,120	ДВС
7	Пыль неорганическая с 20%<SiO ₂ <70%	0,3	0,719	0,184	Отвал №2
Группа суммации					
8	Группа суммации (оксид серы + диоксид азота)	-	0,495	0,762	ДВС
Площадка №2					
Загрязняющие вещества					
9	Азота диоксид	0,2	0,172	0,246	ДВС
10	Углерод черный (сажа)	0,15	0,031	0,071	ДВС
11	Сера диоксид	0,125	0,066	0,092	ДВС
12	Углерод оксид	5,0	0,093	0,106	ДВС
13	Бенза(а)пирен	0,000001	0,014	0,029	ДВС
14	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	1	0,020	0,036	ДВС
15	Пыль неорганическая с 20%<SiO ₂ <70%	0,3	0,041	0,176	Карьер
Группа суммации					
16	Группа суммации (оксид серы + диоксид азота)	-	0,238	0,338	ДВС

границе санитарно-защитной зоны.

Максимальное значение приземной концентрации создается на границе санитарно-защитной зоны группой суммации «азот диоксид + сера диоксид» и составляет: на площадке №1 – 0,762 ПДК; на площадке №2 – 0,338 ПДК.

Согласно требованиям [4] размер СЗЗ для бывшей шахты установлен в размере 500 м, как для предприятия II класса, относящегося к производствам по добыче углей для обеих площадок. После завершения рекультивационных работ и возвращения восстановленных земель городу Сарани санитарно-защитная зона предприятия должна быть упразднена.

Для разработки предложений по нормативам эмиссий в атмосферу принимались во внимание следующие условия:

– нормативы эмиссий газообразных загрязняющих веществ, образующиеся в результате работы двигателей горно-транспортного оборудова-

ния, не устанавливаются, так как платежи за газообразные выбросы от этого оборудования производятся, исходя из фактически использованного предприятием дизельного топлива и бензина, и нормированию не подлежат;

– нормированию подлежат выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников [5].

При проведении рекультивационных работ от стационарных источников (отвалы) в атмосферу выбрасывается одно загрязняющее вещество – пыль неорганическая с содержанием диоксида кремния 20...70%.

Проведенные расчеты показали, что суммарный выброс пыли неорганической с содержанием 20%<SiO₂<70% от всех источников рекультивации составит:

- в 1-й год рекультивации 9,4446 т;
- во 2-й год рекультивации – 31,0290 т;
- в 3-й год рекультивации – 39,1210 т.

Итого за весь период рекультивации – 79,6836

тонн.

В таблице 3 показаны предлагаемые нормативы эмиссий загрязняющих веществ (пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 20...70%) в атмосферу при выполнении работ по рекультивации нарушенных земель бывшей шахты.

В соответствии с требованиями [5], рассчитанные значения эмиссий в атмосферу пыли неорганической с содержанием 20% < SiO₂ < 70% от всех стационарных источников рекультивации, принимаются как предельно допустимые.

В течение всего периода производства рекультивационных работ силами экологической службы предприятия, осуществляющего рекультивацию, должен вестись производственный контроль, в состав которого входят:

- первичный учет видов и количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу;
- отчетность о вредном воздействии на атмосферный воздух по формам и в соответствии с утвержденными инструкциями;
- передача органам областного управления экологии и санитарно-эпидемиологическим службам экстренной информации о превышении установленных нормативов вредных воздействий

на атмосферный воздух в результате аварийных ситуаций.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что в процессе выполнения рекультивационных работ на поле бывшей шахты, будет оказываться допустимое воздействие на атмосферный воздух в районе их проведения.

Необходимо отметить также, что помимо локального загрязнения атмосферного воздуха в момент проведения, рекультивационные работы окажут положительный эффект на атмосферу района. Это обусловлено, главным образом, тем, что после создания корнеобитаемого слоя на ранее нарушенных землях вначале заметно сократится, а затем и вовсе исчезнет эрозия почв – главный виновник пылеобразования. Сдувание пыли с отрекультивированных нарушенных земель будет сведено к минимуму.

Таким образом, в данной работе проведена оценка воздействия на атмосферный воздух работ по рекультивации нарушенных земель бывшей шахты и даны рекомендации по определению размеров санитарно-защитной зоны на период рекультивационных работ, а также даны предложения по нормативам эмиссий в атмосферу.

Таблица 3 – Нормативы эмиссий загрязняющих веществ (пыль неорганическая с содержанием SiO ₂ 20...70%), неорганизованные источники					
Участок	Нормативы, т/год				Год достижения ПДВ
	1-й год рекультивации	2-й год рекультивации	3-й год рекультивации	ПДВ	
Ликвидация карьера бывшей шахты и отвалов №1, №2, №3» – Площадка №1					
Карьер	0,0172	12,0116	16,0519	12,0116	2-й год рекультивации
Отвал №3	0,0193	0	0	0,0193	1-й год рекультивации
Насыпь породы	0,0247	0	0	0,0247	1-й год рекультивации
Строительный мусор (обломки кирпича) №1	0,0803	0	0	0,0803	1-й год рекультивации
Техногенный рельеф	0,1954	0	0	0,1954	1-й год рекультивации
Отвал №1	0	19,0174	0	19,0174	2-й год рекультивации
Строительный мусор (обломки кирпича) №2	0	0	0,18	0,18	3-й год рекультивации
Отвал №2	0	0	21,4599	21,4599	3-й год рекультивации
Яма	0	0	0,0466	0,0466	3-й год рекультивации
Насыпь глинистого грунта	0	0	1,3826	1,3826	3-й год рекультивации
Итого	0,3369	31,0290	39,1210		
Ликвидация карьера и отвала с рекультивацией техногенного рельефа севернее западного вентиляционного ствола бывшей шахты – Площадка № 2					
Техногенный рельеф	1,3083	0	0	1,3083	1-й год рекультивации
Отвал	2,2011	0	0	2,2011	1-й год рекультивации
Вал	5,5983	0	0	5,5983	1-й год рекультивации
Итого	9,1077	0	0		
Всего по рекультивации нарушенных земель бывшей шахты	9,4446	31,0290	39,1210		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» от 27 декабря 2017 года № 125-VI (с изменениями и дополнениями по состоянию на 02.04.2019 г.). // «Казахстанская правда» от 28.12.2017 г., № 249 (28628); «Егемен Қазақстан» 28.12.2017 ж., № 249 (29230); Эталонный контрольный банк НПА РК в электронном виде от 05.01.2018; Ведомости Парламента РК 2017 г., № 23, ст. 112.
2. Ликвидация последствий деятельности шахт, угольных разрезов и обогатительных фабрик бывшего ПО «Карагандауголь», «Ликвидация карьера бывшей шахты «Дубовская» и отвалов №1, №2, №3», «Ликвидация карьера и отвала севернее западного вентиляционного ствола бывшей шахты «Дубовская» с рекультивацией техногенного рельефа». – Караганда: ТОО «Карагандагипрошахт и К», 2013.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Утверждена Председателем Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 4 августа 1986 г. № 192. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1997. – 90 с.
4. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов». – Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 237. – Информационно-правовая система «Әділет» 10.06.2015 г. // «Казахстанская правда» от 27.10.2016 г., № 206 (28332); «Егемен Қазақстан» 27.10.2016 ж., № 206 (28934).
5. «Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду». Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 16 апреля 2012 года № 110-п. // «Казахстанская правда» от 11.06.2012 г. № 220-221 (27039-27040) «Егемен Қазақстан» газеті 11.07.2012 ж. № 383-388 (27462); Собрание актов центральных исполнительных и иных центральных государственных органов Республики Казахстан № 9, 2012 года (дата выхода тиража 02.08.2012).

Н.Д. ЕСИМХАНОВА¹, магистрант,
В.С. ПОРТНОВ¹, д.т.н., профессор, зав. кафедрой,
С.Н. БЕЛЯКОВ², главный геофизик Комплексной партии АО «Казгеология»,
¹Карагандинский государственный технический университет, кафедра ГРМПИ,
²АО «Национальная геологоразведочная компания «Казгеология»

Региональные исследования в Казахстане при помощи инновационных геофизических технологий

Ключевые слова: магнитотеллурическое зондирование, магнитовариационное профилирование, геотраверсы, аномалия, геологические разрезы

Введение

С большой вероятностью установлено, что с крупными рудными месторождениями связаны крупные глубинные аномалии электропроводности, от которых к поверхности Земли ведут проводящие и проницаемые каналы. Эта гипотеза поиска новых рудных провинций и крупных месторождений полезных ископаемых была выдвинута австралийскими учеными, приступившим к съемке территории страны магнитотеллурическими (МТ) и магнитовариационными (МВП) методами в масштабе 1:5 000 000. К Австралии присоединились США, Канада, Казахстан, который в сжатые сроки освоил современную аппаратуру и передовые технологии и провел подобные поиски на своей территории.

Основные инновационные решения в методах магнитотеллурического зондирования (МТЗ) и многочастотного магнитовариационного профилирования (МВП).

Австралийские ученые на основании выполненных 16-ти проектов (более 3000 широкодиапазонных МТЗ и МВП) обнаружили связь между положением аномально проводящих объектов в земной коре в верхней мантии и положением крупных месторождений полезных ископаемых. Площадная съемка всей территории страны, в рамках реализуемого проекта AusLAMP, рассматривается как первый этап геофизических работ для открытия новых рудных провинций и крупных рудных месторождений.

Начиная с 2006 года США выполняет аналогичные исследования. Канада приступила в 2018 году. Россия имеет опыт в проведении подобных работ с начала 1980-х годов.

Анализ результатов этих исследований показал, что перспективы инновационных работ в МТ и МВП связываются:

- повсеместным переходом на широкодиапазонные (не менее 10,000 (30,000) Гц – 3,600 (10000)

сек) измерения;

- проведением пятиканальных наблюдений, обеспечивающих одновременную реализацию методов МТЗ и МВП (двух-, трехдневная запись);

- проведением работ с удаленной базовой точкой;

- отказом от двухканальных наблюдений при региональных работах;

- использованием при полевых работах современной аппаратуры поколений 5 и 5+ и широкополосных индукционных магнитных датчиков, позволяющих получить точный и достоверный полевой материал в широком частотном диапазоне. Эти основные инновации в региональных электромагнитных исследованиях были использованы при проведении работ.

Некоторые особенности магнитотеллурических методов МТЗ и МВП

В этих методах [1, 3] в качестве источника используют естественное переменное электромагнитное поле вариации магнитного поля Земли, возникающее под действием солнечного ветра (потока заряженных частиц) и энергии дальних гроз, которые с наибольшей частотой происходят в экваториальной области Земли.

Во время полевых работ регистрируют изменения во времени 5 компонент электромагнитного поля Земли (ЭМПЗ) (рисунок 1). Это по две горизонтальные электрические (E_x и E_y) и магнитные компоненты (H_x и H_y) и вертикальная магнитная компонента (H_z). Записанные временные ряды с помощью преобразований Фурье переводятся, а частотные характеристики функций отклика среды – на электромагнитное воздействие (рисунок 2). Измерение 5 компонент позволяет вычислять одновременно как магнитотеллурические, так и магнитовариационные функции отклика (рисунок 2).

Глубина проникновения электромагнитного поля в Землю определяется явлением скин-эф-

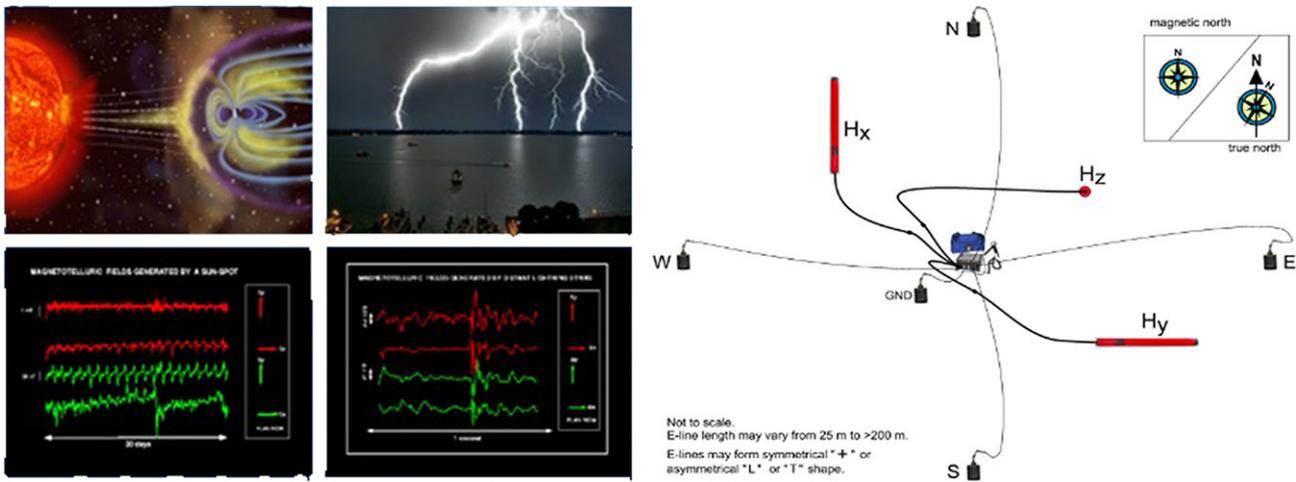


Рисунок 1 – Источники электромагнитной энергии в методах МТЗ и МВП и схема регистрации составляющих электромагнитного поля Земли

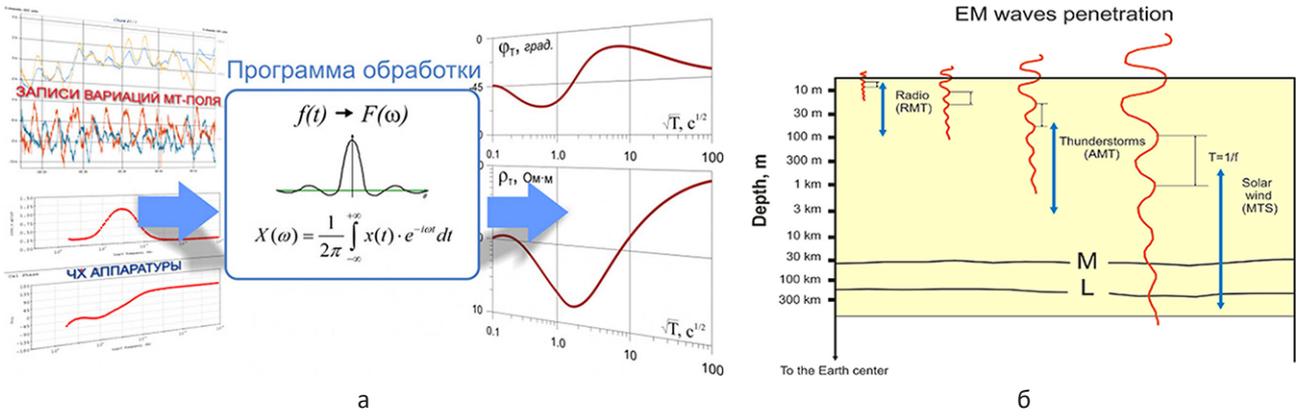


Рисунок 2 – Схема обработки МТЗ-МВП и вычисления функций отклика среды (а), и зависимость частоты и глубины проникновения ЭМПЗ (б)

фекта, который пропорционален удельному электрическому сопротивлению пород (ρ) и обратно пропорционален частоте электромагнитного поля. Таким образом, используя широкий частотный диапазон МТЗ-МВП, а также различие электрических свойств горных пород, можно изучать строение Земли в интервале от первых метров до сотен километров.

Для консолидированных пород литосферы на величину удельного электрического сопротивления в большей степени, чем литологический состав оказывают: температура, давление, трещиноватость и их пористость. Важными факторами являются степень заполнения пор минеральными растворами. При 5-компонентных измерениях одновременно реализуются два электроразведочных метода: магнитотеллурическое зондирование (МТЗ) и многочастотное магнитовариационное профилирование (МВП). Первый из них хорошо описывает субгоризонтальные границы геоэлектрического разреза, второй отличается уникальной чувствительностью к наличию гори-

зонтальных неоднородностей в районе профиля наблюдений, что дает возможность получить модель строения Земли на большие глубины.

Анализ опыта работ австралийских ученых Dentith, M., Joly, A., Evans, S., Thiel, S., Robertson, K.E., Heinson, G.S. и Thiel, S. [4, 6] позволит сделать следующие выводы:

- проводимость земной коры и верхней мантии тесно связана с распределением рудных полезных ископаемых;
- в районе крупных месторождений золота и полиметаллов наблюдаются проводящие объекты из верхней мантии и нижней части земной коры, которые могут быть поисковым признаком для открытия новых рудных провинций;
- от глубинных проводящих объектов к земной поверхности ведут проводящие рукава, часть из которых заканчивается крупными рудными месторождениями.

Сопоставляя стоимости магнитотеллурической и воздушной съемок (гравиразведка, магниторазведка, спектрометрия), а также их эффектив-

ность для изучения глубинной структуры Земли, было принято решение, что площадная магнитотеллурическая съемка масштаба 1:5 000 000 является наиболее быстрым и дешевым способом поиска новых рудных провинций и крупных месторождений на территории Австралии. Проект получил название AusLAMP (веб-сайт <http://www.ga.gov.au/>), и его реализация оперативно отражается на веб-странице Геологической службы Австралии (рисунок 3). Авторами данной работы

отмечено, что австралийскими учеными не учтен еще один очень важный момент – это оперативная оценка перспективности лицензионных участков. Ведь достаточно выполнить на участке несколько десятков 5-канальных широкодиапазонных точек МТЗ и принять решение об эффективности вложения средств на поисково-разведочные работы на этом участке.

На рисунке 4 показаны результаты глубинных МТЗ исследований на территории Австралии.

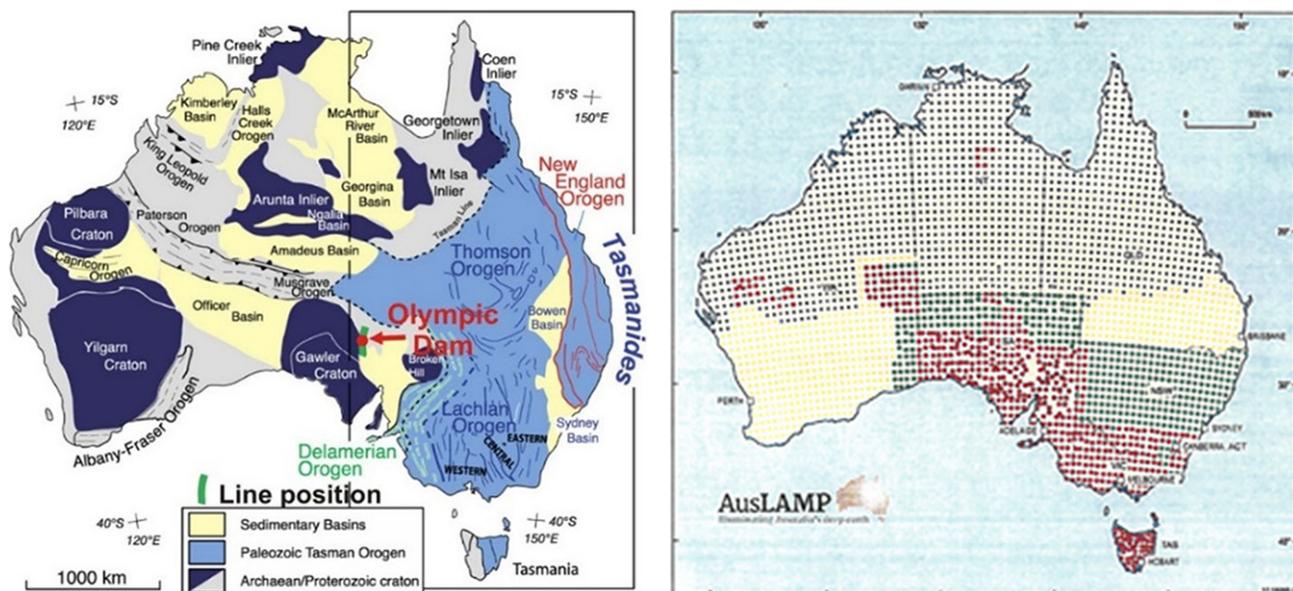


Рисунок 3 – Проект AusLAMP. Площадная съемка масштаба 1:5 000 000. Красным цветом показаны выполненные точки, зеленым – точки в процессе выполнения, черным – проектные точки

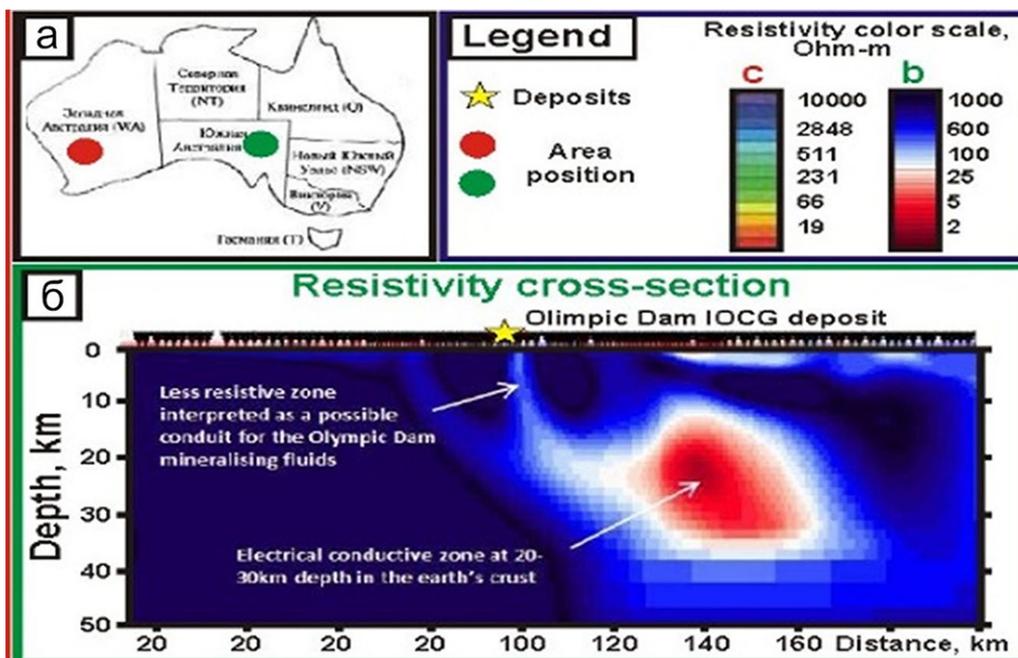


Рисунок 4 – Мантийный плюм и пронцаемые каналы для глубинного вещества в Западной Австралии (а), Глубинная аномалия проводимости в Земной коре и в верхней мантии в районе месторождения Olympic Dam (б)

На месторождении Olympic Dam (2012) (рисунок 3), имеющем запасы Cu – 80 млн тонн, U_3O_8 – 2.4 млн тонн (300 г/т), Au – 2 500 тонн (90 млн унций), наблюдается крупная глубинная аномалия электропроводности (низы земной коры и верхняя мантия). К поверхности от проводящей аномалии направлен рукав (рисунок 4) пород с низким электрическим сопротивлением и, возможно, обладающим проницаемостью для рудных растворов, поступающих из астеносферного пояса.

На основании опыта работ австралийских геологов и полученных результатов в США с 2006 года было проведено множество глубинных электромагнитных зондирований [2, 5]. Эта площадная съемка масштаба 1:7 000 000 (рисунок 5) (веб-сайт – usarray.org).

Полевая 5-компонентная региональная съемка в Казахстане выполняется с 2015 года современной аппаратурой по методике аудиоманнителлурического А(МТ) и магнитовариационного (МВЗ) зондирования с плавающей базовой точкой. Шаг между точками наблюдений составлял 1 км. Частотный диапазон наблюдений составил 10 000 – 0.001 Гц. Это дало возможность изучить строение осадочных отложений и глубинный разрез. Исследуемый профиль охватил обширные пространства пустыни Кызылкум и песчано-солончаковую равнину левобережья реки Сыр-Дарья (рисунок 6).

Региональный профиль пересекает относительно мелководный (1500-2000 м) осадочный бассейн общей проводимостью 100-300 см. В ходе интерпретации магнитотеллурических данных выявилось, что верхняя часть фундамента представлена метаморфизованными палеозойскими

осадочными породами. Значительных геофизических различий между границами палеозойской и докембрийской породами не наблюдается.

В геоэлектрическом разрезе вдоль профиля (рисунок 7) прослеживается дифференциация удельного сопротивления пород земной коры и верхней мантии. Тела с низким сопротивлением имеют разные формы. Есть субвертикальные корни, которые направлены от мантии к поверхности, а также субгоризонтальные тела. Граница последних хорошо коррелируется с границами сейсморазведочных данных (МОВЗ).

Следует обратить внимание на широкую и глубинную зону низкого сопротивления в третьем блоке (слева) профиля. Эта часть регионального профиля показана на рисунке 8 в более крупном масштабе. Условия распределения проводимости в глубинной части литосферы в Казахстане могут быть эффективно использованы для изучения геологического разреза на большую глубину (в нашем случае 50 км) и поиска разведки полезных ископаемых.

ВЫВОДЫ

Можно считать установленным фактом наличие в земной коре и верхней мантии проводящих зон, генетически связанных с крупными месторождениями полезных ископаемых. Выявление таких зон является одним из приоритетов региональных работ. Региональные работы МТЗ-МВП получили приоритетное направление как наиболее эффективный инструмент изучения глубинного строения Земли (до 150 – 200 км), геодинамических процессов, в астеносферном слое, а также поиска новых крупных месторождений полезных

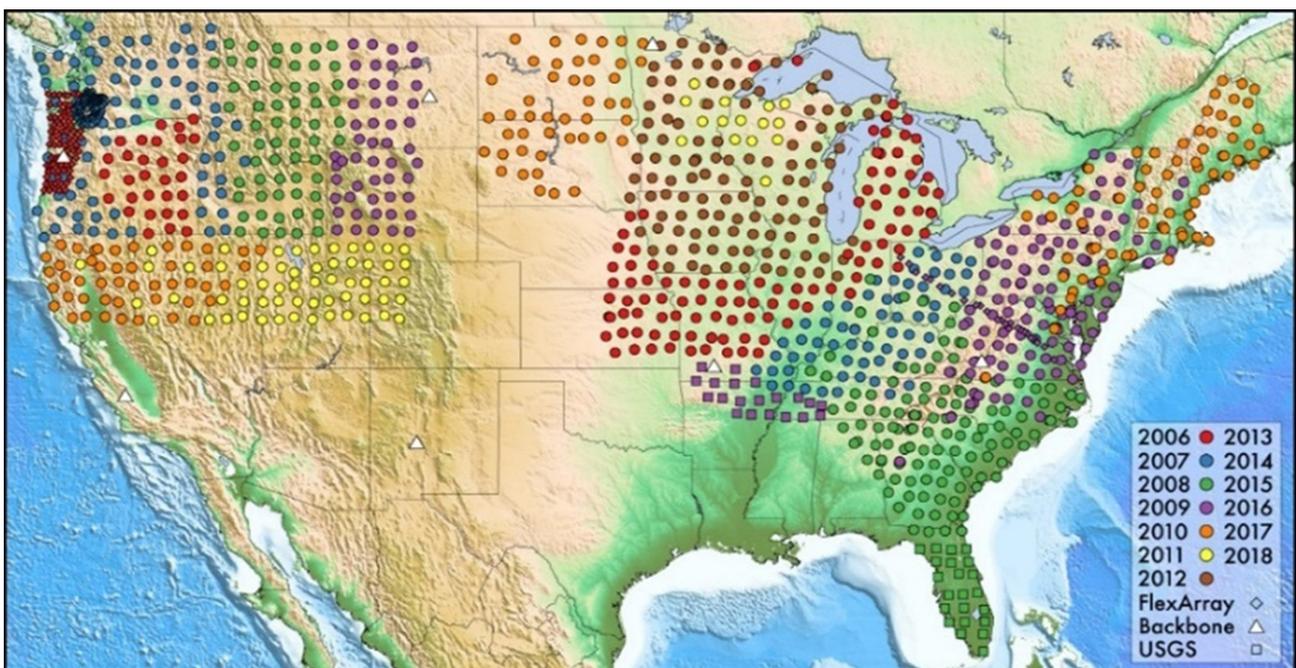


Рисунок 5 – Площадная съемка территории США глубинными МТЗ масштаба 1 : 7 000 000

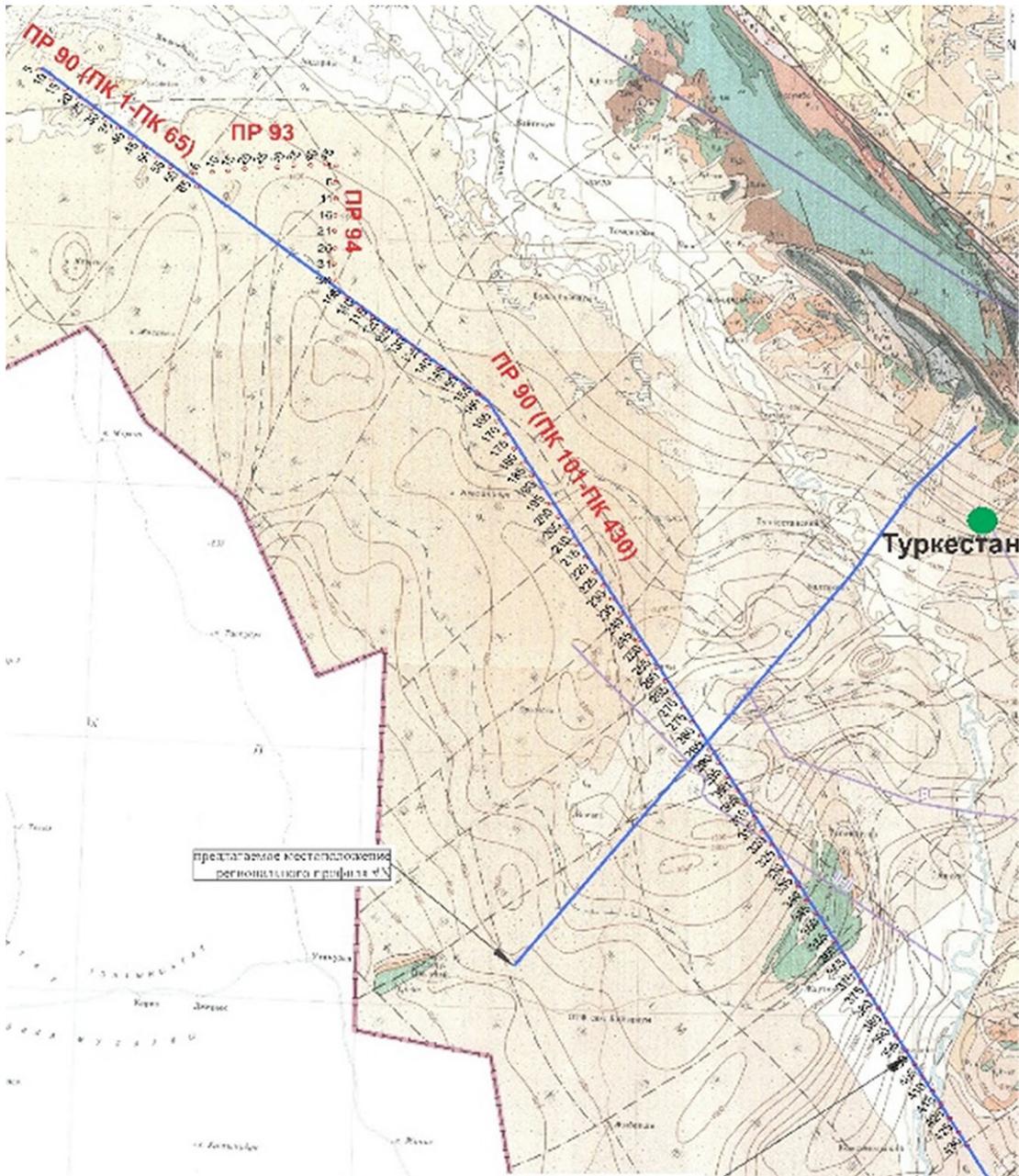


Рисунок 6 – Схема отработки геотраверса на территории Казахстана

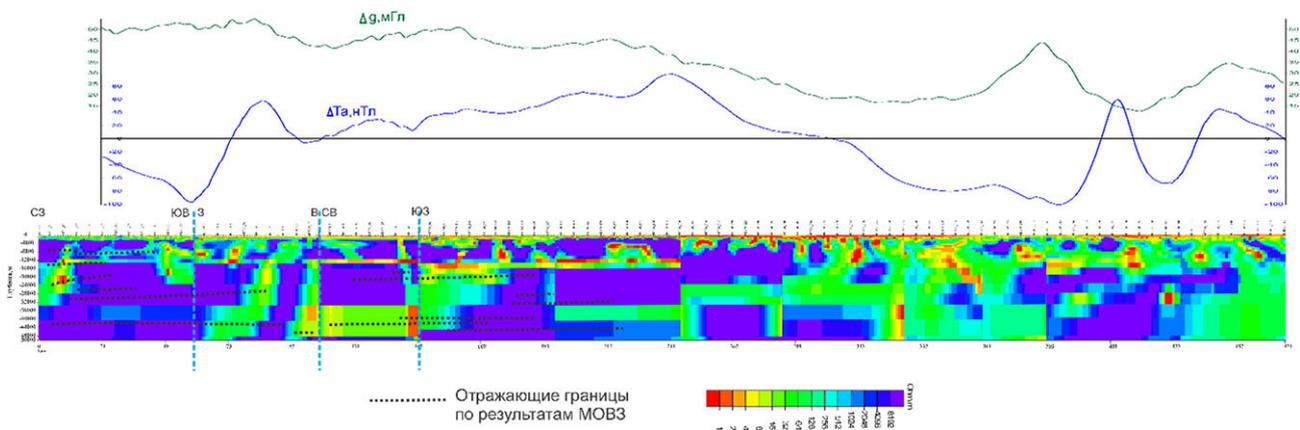


Рисунок 7 – Региональные исследования на территории Казахстана. Сводная блочная модель по результатам 2Д инверсии до глубины 50 км, совмещённая с результатами МОВЗ, грави-, магниторазведки

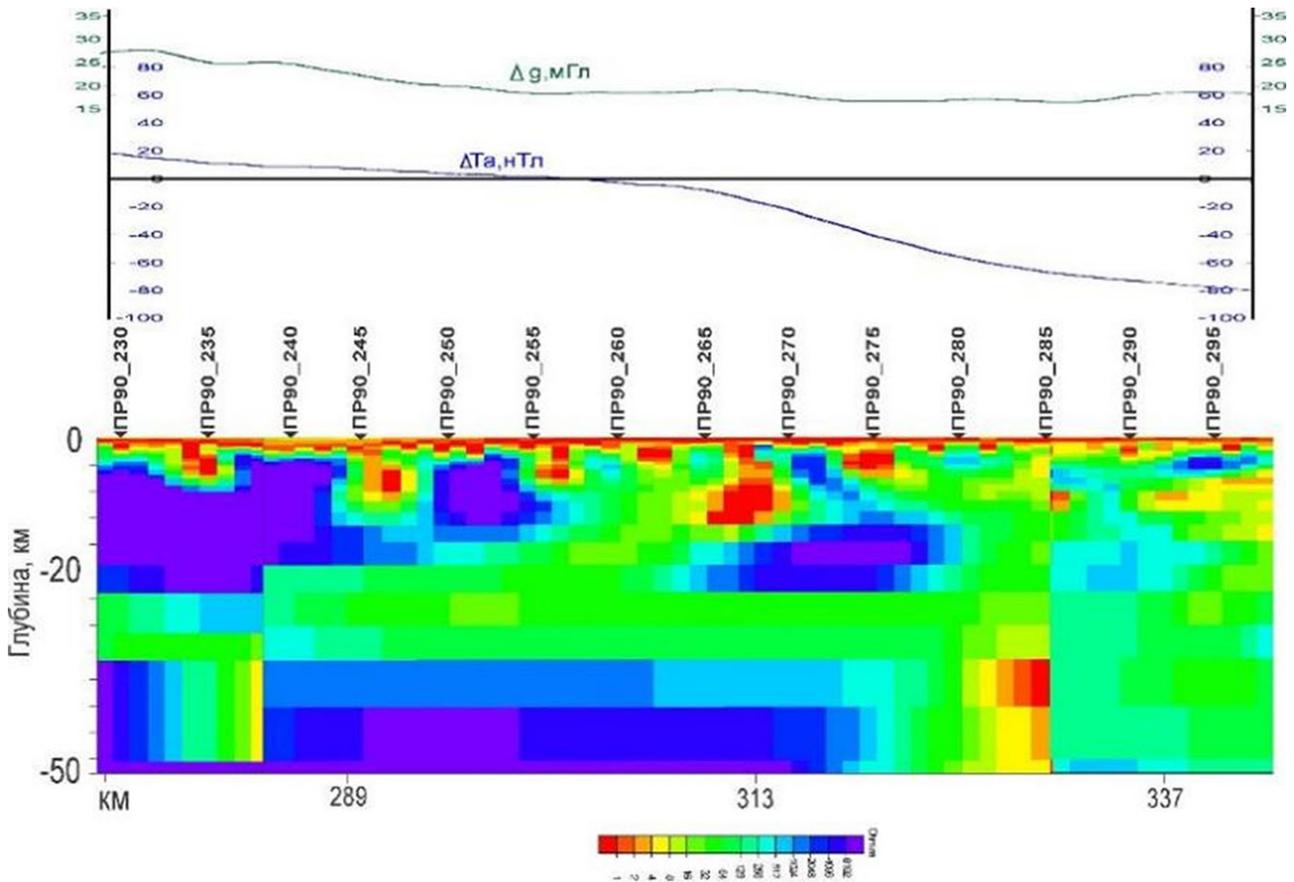


Рисунок 8 – Наиболее проводящая часть Геотраверса

ископаемых.

АО «Казгеология» освоил передовую мировую опыт выполнения таких работ методами А(МТ)-МВП, по результатам которого разработаны рекомендации при поисках новых месторождений полезных ископаемых, заключающиеся в следующем:

- при поисках и разведке в новых перспективных провинциях необходимо проводить региональные исследования по редкой сети отдельных пересекающихся профилей с расстоянием между точками исследований 5-50 км;

- при поисках минерального сырья в новых районах или вблизи разрабатываемых месторождений необходимо проводить исследования в

интервалах глубин 200-2000 м;

- при детальных поисках исследований проводится с расстоянием между пикетами не в профиле 20-200 м в зависимости от размеров исследуемых структур, с выполнением частотного электрического зондирования вызванной поляризации (ЧЭЗ-ВП) или дипольно-осевого зондирования вызванной поляризуемости (ДОЗ-ВП).

- при оценке перспективности лицензионного участка наиболее быстрым и дешевым способом исследований является широкодиапазонная 5-канальная съемка МТЗ-МВП по разреженной сети.

Эти рекомендации используются АО «Казгеология» при проведении исследований методами магнитотеллурического зондирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Berdichevsky, M.N and Dmitriev, V.I., Models and Methods of Magnetotellurics: 2009, (132-159) Moscow – Scientific World
2. Brasse, H., Cerv, V., Ernst, T., Hoffmann, N., Jankowski, J., Jozwiak, W., Korja, T., Kreutzmann, A., Neska, A., Palshin, N., Pedersen, L.B., Schwarz, G., Smirnov, M., Sokolova, E., Varentsov, Iv.M. Probing electrical conductivity of the Trans European Suture Zone – Eos Trans: 2006 AGU, 87 (29), 281-287.
3. Chave, A.D. and Jones, A.G. The Magnetotelluric Method – Theory and Practice: 2012, (145-163) Cambridge University Press.
4. Dentith, M., Joly, A., Evans, S., Thiel, S. Regional mineral exploration targeting based on crustal electrical conductivity variations from magnetotelluric data ASEG Extended Abstracts 2012 (1), (5-13).
5. Jones, A.G. and Garcia X. The Okak Bay MT dataset case study – a lesson in dimensionality and scale: 2003 Geophysics, 68, (70-91).
6. Robertson, K.E., Heinson, G.S. and Thiel, S. Lithospheric reworking at the Proterozoic – Phanerozoic transition of Australia imaged using AusLAMP Magnetotelluric data: 2016, 452: (27-35) Earth and Planetary Science Letters.

Б.К. МАКАШЕВ, т.ғ.к., доцент,
Н.А. МЕДЕУБАЕВ, т.ғ.к., доцент,
Д.С. СЫЗДЫКБАЕВА, т.ғ.м., ассистент,
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, КАЖЕҚ кафедрасы

Машина қауіпсіздігінің жүргізушілердің кәсіби деңгейіне тәуелділігін зерттеу

Кілт сөздер: сенімділік, жұмысшы тұлға, біліктілік, психологиялық жағдай, ынталандыру, үйренгендік, сыртқы факторлар, апат, жарақаттар

Сенімділік – техникалық жүйелердің қауіпсіздігі мен экономикалық тиімділігінің тәуелділігін білдіретін маңызды қасиеттерінің бірі. Сондықтан, сенімділік мәселелеріне техникалық құралдарды пайдалану кезінде, әсіресе, олар ауыр жағдайларда жұмыс істесе, ерекше назар аударылуы тиіс.

«Сенімділік» ұғымы бастапқыда техникалық жүйелерге қолданылған. Алайда, өндірістің дамуының нәтижесінде ол әлеуметтік-экономикалық жүйе ретінде қалыптасқандықтан, кәсіпорынның қалыпты жұмыс істеуіндегі персоналдың сенімділігі туралы айтудың мағынасы бар, себебі персоналдың сенімділігі – бұл қызметкердің жұмыс уақыты ішінде берілген режимдер мен шарттарда талап етілетін өндірістік функцияларды орындау қабілетін сақтау қасиеті. Машиналарды басқаратын персоналдарға қойылатын негізгі талап –жұмыс жағдайына қарамастан олардың тұтыныс қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Техникалық объектінің сенімділігі сияқты машина персоналының сенімділігі де мынандай көрсеткіштермен сипатталады:

- біліктілік – жүргізушінің машиналарды басқаруға дайындық деңгейі (білімі, біліктілігі, дағдысы);

- психофизикалық жағдай – жүргізушінің белгілі бір жұмыс уақытындағы психикалық және физикалық мүмкіндіктері;

- мотивация – өз ісіне және оның нәтижелеріне қызығушылық (материалдық, рухани).

Қазіргі заманғы жерасты тау-кен кәсіпорындары (ЖТКК) технологияларды, жабдықтар мен көлік құралдарын жетілдіргенімен, өздерінің ұйымдық-басқару жүйелерін көбінесе өзгеріссіз қалдырады. Нәтижесінде болып жатқан апаттар мен жарақаттардың себептері бойынша оның 70-80% адами факторға жататындықтан, жүргізушілердің дұрыс әрекеттерінің жеткіліксіздігі болып табылады, яғни, олардың біліктілігінің төмендігі.

Жер асты тасымал машиналарын (ТМ) пайдалану кезінде қауіпсіздік жүргізушінің сенімділі-

гімен ғана емес, сондай-ақ жөндеу, слесарлық, дәнекерлеу және машинамен байланысты басқа да жұмыстар бойынша қол операцияларын орындайтын адамдардың да сенімділігімен анықталады. Бұл қателіктер басқару, жөндеу және қызмет көрсету кезінде де болуы мүмкін. Сондықтан, машинамен байланысты барлық өндірістік персоналдың сенімділігі тұтыныс қауіпсіздігін анықтайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады. «Қазақмыс» корпорациясы кеніштерінде жазатайым оқиғаларды тергеу актілерінің деректерін талдау нәтижесі машиналардың пайдаланыс қауіпсіздігіне өндірістік персоналдың біліктілігі мен психофизиологиялық жағдайы бірінші дәрежелі әсер ететінін көрсетеді.

Жүргізушінің бір дұрыс емес әрекеті немесе әрекетсіздігі көліктегі апатқа әкеп соқтыратыны белгілі, бұл бірқатар жағдайларда қызметкерлердің өмірі мен денсаулығына қауіп төндіреді. Сондықтан, кәсіпорынның экономикалық тиімділігіне қатысты жерасты көлік машинасындағы қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі персоналдың сенімділік проблемасы өзекті болады және болып қала береді.

Техникалық құралдардың, атап айтқанда, кен автокөліктерінің сенімділігін зерттеу оның жүргізушісі мен жөндеушілерінің қызметінің сенімділігін сипаттайтын факторларды бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Олардың негізгілерінің қатарына мыналарды жатқызуға болады:

- үйренгендігі – өзінің функционалдық міндеттерін орындауға дайындық деңгейі – Φ_1 ;

- талап етілетін функцияларды қауіпсіз және білікті орындау біліктілігі мен дағдысы – Φ_2 ;

- персоналдың психофизиологиялық жағдайы, яғни жөндеу жұмыстарын жүргізу және машинаны басқару кезіндегі денсаулық және нерв жүйесінің жағдайы – Φ_3 ;

- персоналдың сенімділігіне әсер ететін сыртқы факторлар (әлеуметтік-экономикалық, ұйымдық-техникалық, кеніш ортасы, жол жағдайлары және т.б.) – Φ_4 .

Машинаның тұтыныс қауіпсіздігінің (ТҚ) өн-

дірістік персоналдың сенімділігіне әсер ететін факторларға тәуелділігін (M) осы факторлардан функция ретінде қарастыруға болады ($\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$) [1]:

$$M = f(\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n). \quad (1)$$

Апат ықтималдығы жүргізушінің әртүрлі оқиғаларға (стресстер, жанжалдар, эмоциялар) байланысты психикалық тепе-теңсіздік көріністерімен артады. Мұндай жағдайларда тіпті жоғары біліктілік, машинаның мінсіз жағдайы, еңбек жақсы ұйымдастырылса да, кезінде жүргізуші барабар емес іс-қимылға жол берген жағдайлар болды.

Тасымал машиналарының ТҚ жүйесінде тиеудің және тасымалдаудың технологиялық параметрлері ғана емес, сонымен қатар, олардың жүргізушілері де қарастырылады. Бұл машинаны басқару кезіндегі жүргізушінің қателіктері, әрине, тұтыну және қауіпсіздік ережелерінен ауытқуға байланысты. Сондықтан, ТМ ТҚ-ың анықтаушы факторы жүргізушінің сенімділігі болып табылады, ол оның психологиялық жағдайына байланысты.

Жүргізуші жұмысының қауіпсіздігіне стресс үлкен әсер етеді. Дерек көздерінде аталып өткендей, стресс адамның жұмысына ұйымдастырушылық тұрғыда әсер етеді, оның стрестік шекке аз қалғанға дейінгі мөлшері – «М».

Стресс «М»-нен асып кетсе, оның әсері іріткі салушы болады, ал стресс шегі адамның үзілу нүктесі болып саналады. $M=2$ кезде, бұл адам баяу және дәлдігі азайып жұмыс істей бастайды дегенді білдіреді. Бұл болжам жұмыстың барысы мен сапасына ғана емес, орындаушының өзінің еңбек қауіпсіздігіне де таратылуы мүмкін. Бұл ретте, сөзсіз, жүргізуші қатерге және жарақатқа байланысты қауіпті жағдайды туындататын дәл емес немесе қате әрекеттерге жол береді.

Мұндай төтенше жағдайлардың алдын алу және жою үшін ТМ-де осындай құбылыстарды болдырмайтын ТҚ жүйесін жобалау қажет, яғни әрекет машинаны басқару процесінде оңтайлы және қолайлы болуы тиіс. Бұл ретте жекелеген жүргізушілердің жүктемеге қарсы тұруының жеке мүмкіндігіне бағдарлануға болмайды.

«Еңбек қауіпсіздігі – адам» ТҚ кіші жүйесінде келесі факторларды бөліп көрсетуге болады:

- зейін, сезім, эмоциялық жағдай, ойлау, ерік, сананы басқару, түрлі сигналдарға реакция, қабылданатын ақпараттар, арнаулы операцияларды орындау жылдамдығын жатқызуға болатын психикалық дайындық;

- арнайы техника, тасымалдау технологиялық үдерісі, еңбекті қорғау және қауіпсіздік ережелері мен нормалары, жұмыстағы еңбек дағдылары, жұмыс өтілі, сақтық деңгейі сипатталатын кәсібилігі;

- жас ерекшеліктері;

- моральдық-адамгершілік, яғни, еңбек және өндірістік тәртіп, саналылығы, жұмысшылар мен

басшылардың мінез-құлқы, ұжымдағы моральдық климат және т. б.;

- әлеуметтік-экономикалық, оның ішінде қабылданатын іс-шаралардың экономикалық қамтамасыз етілуі, жұмысқа қызығушылық, жеке және қоғамдық мүдделердің үйлесуі, тұрмыстық жағдайлар, жұмысты бағалаудың материалдық және моральдық өлшемдері;

- ұйымдастырушылық – еңбекті ұйымдастыру нысаны, жұмыстың мақсатқа бағыттылығы, ұжым мүшелерінің үйлесімді болуы және т. б.

Психикалық топтағы негізгі фактор – эмоциялық фактор. Белгілі болғандай, ол өндірісте адамдар арасында, басшылар мен бағыныштылар арасында өзара қарым-қатынаста көрінеді, әсіресе, егер жұмысшы өз кәсібіне жеткіліксіз оқытылмаса, ол айқын көрінеді. Бұл ретте оның белгілі бір қиындықтары, ұжымда күрделі өзара қарым-қатынас, қызметкердің уайымдары және оның назарын аудару пайда болады, бұл ауыр зардаптарға әкеп соғады. Сондай-ақ теріс эмоциялар қайғылы жағдайларға әкеп соқтыратын жағдайлар да орын алады. Мұндай эмоционалдық уайымдар белгілі бір жағдайда, әсіресе, қалжырау мен шаршау кезінде пайда болған кезде, өзін өзі басқара алмайтындығы дәлелденген. Әрине, бәрі жеке адамның жүйке жүйесіне және оның психикасына байланысты. Алайда, ұжымдағы жағымды, мейірімді жағдай эмоционалдық күйзелістің алдын алуда үлкен рөл атқарады. Өкінішке орай, жекелеген басшылар тарапынан бұл мәселені елемеу теріс салдарға әкеп соғады.

Жазатайым оқиғаның ықтималдығы әртүрлі жанжалды, стрестік және трагедиялық жағдайларға және тіпті оң эмоцияларға байланысты да, адамның психикалық тепе-теңсіздігінің көріністерімен өсетіні белгілі.

[3] еңбекте авторлар: «Дүрбелең жағдай объективті де, субъективті де факторлармен бірге назар аударудан кейін мынадай түрде туындайды: «А» уақыттың қандай да бір сәтінде адамның назары жұмыс процесінде болса да, яғни ол еңбек қызметін саналы түрде басқара білсе де, оның әрекеттері әрі қарай автоматты түрде жүреді, өйткені операцияларды орындау кезінде саналы басқару тек әрекеттерді өзгерту үшін қажет. Ал «В» кезінде жұмысшының назары оның жұмысына оралады, ал «Б» аралық сәтте ол автоматты түрде әрекет етті.

Көптеген жағдайларда «А» және «В» сәттері арасында сананың араласуын талап ететін ештеңе болмайды, соның нәтижесінде назар аударту ешқандай зиянды салдарлармен бірге болмайды, тек жұмыс қарқыны бірнеше рет тездетіледі. Алайда, «Б» сәтінде жұмыс процесінде адам байқамайтын нәрсе орын алуы мүмкін, ол мұны тек «Г» кезінде байқайды және сонда ол оны таң қалдырады. Бұл жерде ойлаудың тездігі мен жады, оған саналы түрде әрекетті өзгертуге мүмкіндік береді. Алайда, күтпеген жерден эмоционалдық шиеленіс туындағанда бұған кедергі келіп түседі.

Бұл жағдайда адамда тікелей зиян келтіретін дәл емес, асықпайтын немесе кеш қозғалыстар орын алады.

Мұндай жағдайларда жер асты машиналарын басқаратын жүргізуші де болуы мүмкін.

Ауыр жағдайларда пайдаланылатын ТМ-да қауіпсіздікті қамтамасыз етудің басты факторларының бірі жүйке жүйесінің түрі мен оның темпераменті бойынша жүргізушінің кәсіби іріктелуі болып табылады. Талдау көрсеткендей, бұл талаптар жер асты ТМ жүргізушілерінің жұмысқа қабылдаған кезде тіпті ескерілмейді.

Жер асты ТМ қауіпсіз пайдалану бірінші кезекте машина құрылысын, пайдалану және қозғалыс ережелерін білумен, сондай-ақ машинаны басқару процесінде осы білімдерді дұрыс пайдаланумен анықталатын кәсіби факторлармен қамтамасыз етіледі. Бұдан басқа, жұмыс берушілердің жасына, жұмыс өтілі мен тәжірибесіне қарамастан қауіпсіздік техникасы ережелерін орындауын тұрақты бақылау, оқыту және бақылау қамтамасыз етілуі тиіс.

Кен көлігіндегі өндірістік жарақаттанудың талдауы жазатайым оқиғалардың 50-60 пайызының себебі субъективті факторлар, яғни жүргізушінің қателіктері болып табылатындығын көрсетеді, ал жазатайым оқиғалардың 20-30 пайызы ғана объективті себептер – техниканың ақаулықтары бойынша орын алады.

Негізгі бағыт – қауіпсіздік техникасынан қауіпсіз техникаға көшу, еңбек қауіпсіздігі міндеттерінің негізгі шешімі болып қала береді. Техникалық пайдалану ережелеріне сәйкес, сауатты пайдаланылғанда ғана техника қауіпсіз деп сана-

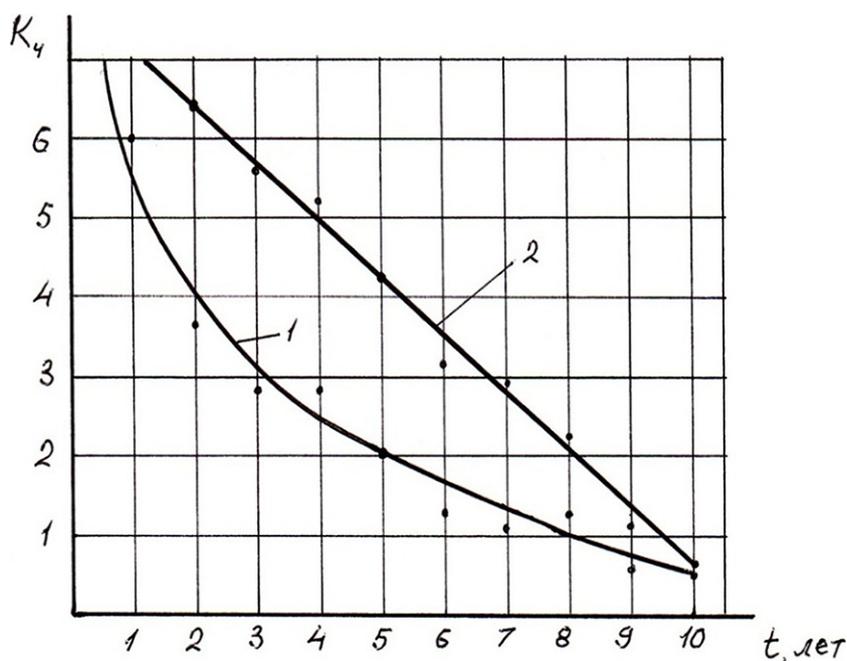
лады, яғни машинадағы қауіпсіздік жүргізушінің кәсіби шеберлігіне тікелей байланысты.

Жазатайым оқиғаларды тексеру материалдарын зерделеу және талдау кейде «абайсыз болу» ұғымына жалпы себептер салынатынын және бұл зардап шегушінің жеке кінәсі ретінде қарастырылатынын көрсетті. Бұл мүлдем дұрыс. Жүргізуші жұмыс процесінде «адам – машина – орта» (АМО) қауіпсіздік жүйесінде болғандықтан және «абайсызда» себептерінің негізгі үлесі зардап шегушіге емес, еңбек жағдайына (ақаулы машина, ақаулы құрал), қоршаған өндірістік ортаға (сәйкес келмейтін жарық, шаңдану, газдану, тітіркендіргіш белгілер және т.б.), «АМО» жүйесінің барлық мүмкін болатын алаңдатушы факторларына байланысты болғандықтан, осы сыртқы тітіркендірулер жазатайым жағдайға әкелуі мүмкін.

Осыған байланысты, біз жүргізуші шеберлігінің, оның жұмыс тәжірибесінің және психикалық жағдайының жарақаттану деңгейіне қалай әсерін ететініне (үш жыл бойы) зерттеу жүргіздік. Бұл факторларды машина ТҚ жүйесінде қарастыра отырып, жарақаттанудың аталған факторларға тәуелділігін анықтадық. Мысалы, жарақаттану жиілігінің (жж) жер асты кен көлігі жүргізушісінің шеберлігі мен жұмыс өтіліне (t) тәуелділігін 1-суретте көрсетілгендей түрде бейнелеуге болады.

Сызбадан көрініп тұрғанындай, жер асты тасымал көліктеріндегі жарақаттану деңгейі жүргізушінің машинаны басқару шеберлігіне тікелей тәуелді, ал шеберлік жылдар бойы келетін жұмыстағы дағдылармен анықталатыны белгілі.

Еңбек адамында шамадан тыс шаршау себебінен оның психикалық жай-күйі нашарлайды,



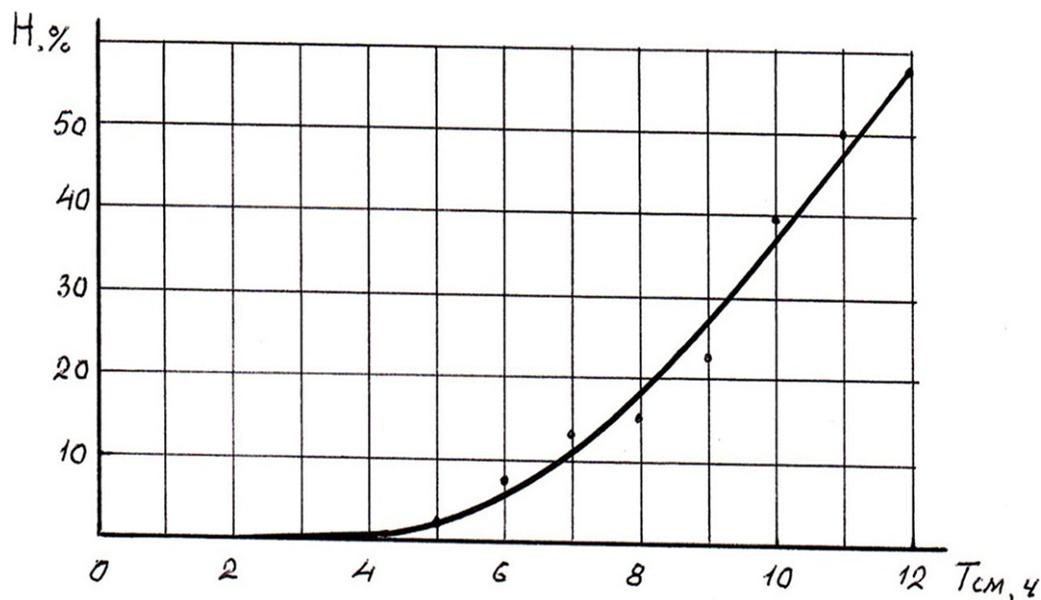
$K_{ч}$ – жарақаттану жиілігінің коэффициенті; t – жұмыс өтілі, жыл;
1 – жұмыс өтілінің сызығы; 2 – жүргізуші шеберлігінің сызығы

1-сурет – Жарақаттанудың жерасты ТМ жүргізушісінің жұмыс өтілі мен шеберлігіне тәуелділік сызбасы

соның нәтижесінде, ол қауіпсіздік ережелерінің бұзылуына бейім болады. 2-суретте көрсетілген тәуелділік сызбасы, жүргізушінің психикалық жағдайы қанағаттанғысыз болғандықтан, жер асты тасымал көлігінде жазатайым оқиғалардың 58 пайызына дейін болатынын көрсетеді.

Осылайша, машиналардың пайдалану қа-

уіпсіздігін қамтамасыз етуде психикалық-эмоциялық факторлар бойынша өндірістік персоналдың сенімділігі (ең әуелі жүргізушінің) маңызды болып табылатындықтан, жұмысқа қабылдар алдында олардың психикалық-физиологиялық жағдайын анықтау үшін тестілеу өткізу ұсынылды.



2-сурет – Жұмыс ауысымының ұзақтығымен бағаланатын жарақаттану деңгейінің психикалық жай-күйіне тәуелділік кестесі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Головин В.С. Эргономика горнорудного оборудования. – М.: Недра, 2005. – 283 с.
2. Майстер Д. Эргономические основы разработки сложных систем / Пер. с англ. Бурмистровой Т.П., Цыпина В.А. – М.: Недра, 1999. – 435 с.
3. Балинт В., Мураны М. Психология безопасности труда. Переизд. с доп. – М.: Высш. школа, 2008. – 207 с.
4. Бранников Д.М., Замесов Н.Ф., Богданов Г.И. Технология подземной разработки рудных месторождений с применением самоходного оборудования. Переизд. с доп. – М.: Цветметинформация, 2007. – 360 с.
5. Макашев Б.К. Теоретические основы исследования охраны труда при эксплуатации подземного транспорта руды с дизельным приводом: Монография. – Жезказган. ЖезУ, 2016. – 213 с.

М.Б. ИГЕМБЕРЛИНА, докторант,
Қ. СЕИТҰЛЫ, д-р PhD, доцент,
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы,
кафедра картографии и геоинформатики

Оценка геомеханического состояния поработанной территории поселка Жезказган

Ключевые слова: геомеханическое состояние, автоматизированные системы, нивелирование, межкамерные целики, профильные линии, мониторинг

Увеличение интенсивности разработки месторождений полезных ископаемых сопровождается проявлением деформационных процессов, которые не всегда вписываются в существующие современные представления о движении массива горных пород.

В настоящее время в Казахстане и России на земной поверхности наблюдаются провалы, которые не всегда можно спрогнозировать традиционными методами. Помимо этого, значительно возросла скорость добычи полезных ископаемых, что напрямую находит отражение на реакции земной поверхности на оказываемые воздействия. Данная тенденция носит глобальный характер и сопровождается увеличением интенсивности негативных проявлений на земной поверхности в районах разработки месторождений полезных ископаемых. Одним из таких месторождений является Жезказганское рудное месторождение. На протяжении не одного десятка лет в результате разработки месторождений полезных ископаемых на Жезказганском месторождении образовалась густая сеть различных подземных горных выработок. Для увеличения добычи меди при разработке месторождений, возникает необходимость разрабатывать все более глубокие горизонты, которые расположены в сложных геологических и неблагоприятных условиях. В некоторых случаях это приводит к разрушению целиков и разрушению вышележащих слоев, вплоть до поверхности земли.

Актуальность проблемы исследований по мониторингу за сдвижением земной поверхности под застройкой при разработке Жезказганского месторождения обусловлена целым рядом факторов. К ним относятся, в первую очередь, длительный период эксплуатации месторождения с применением системы разработки с открытым выработанным пространством и достаточно плотная застройка земной поверхности объектами и коммуникациями в пределах площадей горного отвода. Вопрос контроля деформаций застроенной земной поверхности считается одной из пер-

востепенных при ведении горных работ.

Исследуемый участок – поселок Жезказган расположен в Республике Казахстан, Карагандинская область, в 28 км от г. Жезказгана (рисунок 1).

Целью мониторинга является обеспечение безопасных условий эксплуатации существующей застройки указанного поселка, исходя из обобщения и анализа результатов систематических инструментальных наблюдений за сдвижением и деформациями земной поверхности от влияния произведенных горных работ с проведением контрольной серии наблюдений.

Большое разнообразие горно-геологических условий с многоярусно перекрывающимися залежами, периодически переходящими во флексурные складки, разные мощности и углы падения залежей, геодинамический характер природного поля напряжений, длительный срок эксплуатации месторождения предопределили соответственно разное геомеханическое состояние районов по месторождению. В частности, за предыдущий период наблюдались значительные ухудшения геомеханической обстановки, вплоть до развития обрушений по районам Западного рудника, Восточного рудника, Анненского и Восточного рудников [1,2].

Имеются отдельные ослабленные панели, которые в основном, относятся к старым районам отработки 1940-50-х годов – по южной, западной и северной сторонам на прилегании к пос. Жезказган (рисунок 2). Ранее, в 1990-годах, было произведено переселение поселка за «4 км» в целях ведения доработки запасов под ним. В настоящее время переселение поселка практически завершено.

Мониторинг по поселку Жезказган ведется по 5 профильным линиям и по 7 профильным линиям вокруг поселка и на примыкании ведется в накопительном режиме более 30 лет. За весь период проведения наблюдений максимальные оседания земной поверхности отмечены по профильным линиям № 77 (Rp1-7) и составили 137,6 мм соответственно. Данные оседания начали проявляться

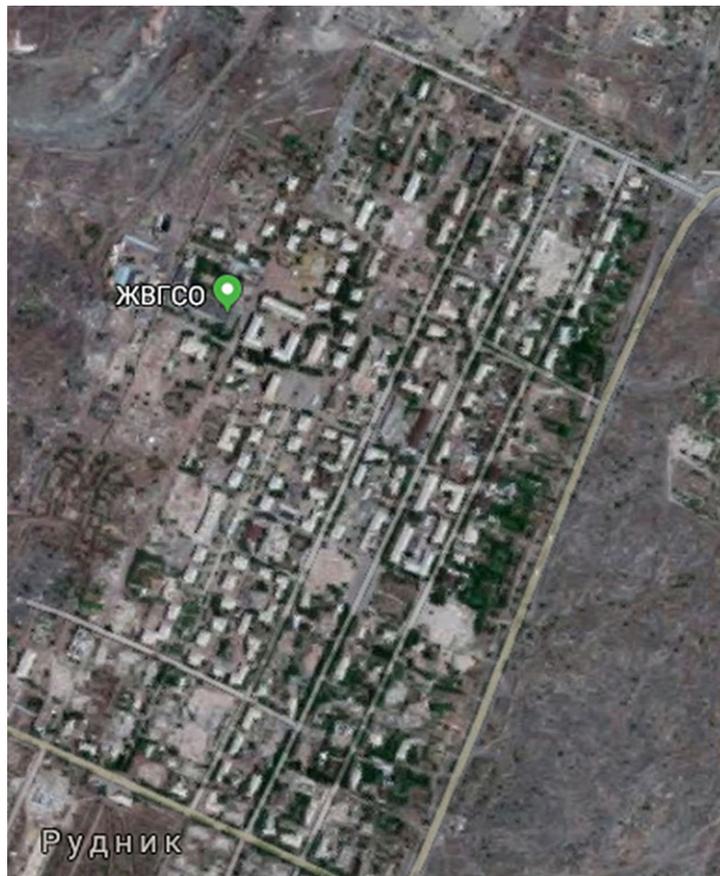


Рисунок 1 – Исследуемый участок поселка Жезказган



Рисунок 2 – План поселка Жезказган

после обрушения по залежам Покро-Юго-Западная шх. № 45 в 2004-2005 гг., которое находится в 350 м от южной стороны поселка. До обрушения 2005 года в данном районе отмечались незначительные оседания. За два года до обрушения интенсивность оседаний увеличилась и составила от 10 до 15 мм за весь период. На данный момент геомеханическая обстановка на этом участке оценивается в целом как спокойная: измеренные оседания находятся в пределах точности проводимых измерений [2].

Инструментальные наблюдения за движением земной поверхности в районе пос. Жезказган были начаты ранее (1997 г.), продолжены с 2014 г. силами ТОО «КАЗНИМИ». Инструментальные наблюдения за движением земной поверхности по профильным линиям, расположенным в поселке Жезказган, проводятся по ежегодному требованию уполномоченного государственного учреждения – отдела межотраслевого надзора, контроля в области энергосбережения и энергоэффективности по Жезказганскому региону Департамента Комитета индустриального развития и промышленной безопасности по Карагандинской области о необходимости проведения аттестованной специализированной организацией [3].

Мониторинг оседаний земной поверхности на Жезказганском месторождении ведется контрольными геодезическими замерами (нивелированием) по сети профильных линий, общая протяженность которых составляет 48 км (148 профильных линий). База данных по мониторингу накоплена более чем за 30-летний период, за счет чего информация является полной и позволяет достоверно оценивать ситуацию на месторождении по влиянию подземных горных работ на земную поверхность и коммуникации.

Выполнение инструментальных наблюдений заключалось в нивелировании грунтовых реперов профильных линий №№ 78, 79, 80 и 81, расположенных по простиранию залежей, над перекрывающимися участками произведенной отработки запасов и ориентированных вдоль основных улиц центральной и южной части поселка.

Перед началом работ по измерению осадок сооружений на территории пос. Жезказган была произведена рекогносцировка грунтовых реперов. Грунтовые реперы имеют конструкцию согласно

государственным стандартам для нивелировки. Произведено обследование по профильным линиям 33 бис, 166, 77, 78, 76, 79, 80, 81, 169 – общей протяженностью 4390 м (4,39 км).

Выполнение инструментальных наблюдений заключалось в нивелировании грунтовых реперов профильных линий №№ 78, 79, 80 и 81, расположенных (рисунок 1) по простиранию залежей, над перекрывающимися участками произведенной отработки запасов и ориентированных вдоль основных улиц центральной и южной части поселка [4].

Краткие сведения о состоянии наблюдательной станции к моменту инструментальных наблюдений в 2017 году приведены в таблице.

Как видно из таблицы, в наблюдаемый период времени отдельные реперы профильных линий нарушались или уничтожались. По возможности производилось их восстановление с последующей корректировкой результатов предыдущих инструментальных наблюдений.

За весь период наблюдений максимальные оседания земной поверхности отмечены по профильным линиям 79 (Rp4) и 80 (Rp1) и составили 13,8 и 14,6 мм, соответственно; максимальная скорость оседания до 0,75 мм/мес наблюдалась по реперу R15 в 2007-2008 гг. При этом указанные выше максимальные оседания земной поверхности наблюдались в течение последних шести лет. Сравнительно небольшие, но явно выраженные оседания, отмечены на профильных линиях 79 (Rp1-Rp16) и 81 (Rp5-Rp6). Геомеханическая обстановка на других участках наблюдаемых профильных линий оценивается, в целом, как спокойная: измеренные оседания в период 2012-2014 гг. находятся, в основном, в пределах точности проводимых измерений, превышая их лишь в отдельных случаях (R15 профильная линия 79, R1 профильная линия 80) [5].

По результатам проведенных наблюдений установлено, что в период с июля 2000 г. по август 2017 г. на отдельных участках застройки поселка Жезказган, в основном, имели место оседания земной поверхности по профильным линиям 79 (Rp4) и 80 (Rp1), которые составили максимум 13,8 и 14,6 мм, соответственно; максимальная скорость оседания – 0,75 мм/мес наблюдалась по реперу R15 в 2007-2008 гг.

Геомеханическая обстановка на других участ-

Состав наблюдательной станции

Наименование наблюдаемого участка	Номер профильной линии	Количество реперов		
		в серии 2000 г.	нарушенных до 2017 г.	наблюдаемых в 2017 г.
Центральная и южная части застройки поселка Жезказган	78	21	3	18
	79	35	4	4
	80	24	1	23
	81	23	6	14

ках наблюдаемых профильных линий в поселке Жезказган оценивается, в целом, как спокойная. Измеренные оседания в период 2012-2017 гг. находятся, в основном, в пределах точности проводимых измерений, превышая их лишь в отдельных случаях. Оседания, которые превышают точность измерений, носят локальный характер. Приурочены они, в основном, к южной границе охраняемого контура застройки и к зонам многократного перекрытия отработанных залежей [6].

Учитывая изложенные выше факты, рекомендуется особое внимание уделить мерам безопасности, включая контроль состояния района. Необходимость обеспечить систематический визуальный контроль за развитием деформаций,

особенно, деформированных к настоящему времени зданий с установкой «маяков» на имеющихся трещинах с максимальным раскрытием.

В условиях большой глубины разработки влияние повторной отработки на поверхность во многих условиях не выходит за пределы допустимых норм по условиям охраняемых коммуникаций. В связи с этим, при решении вопроса возможности ведения повторной отработки рекомендуется оценивать влияние на поверхность не только по условию не превышения безопасной глубины разработки, но и по прогнозным деформациям поверхности в зоне влияния и сравнения их с допустимыми значениями для коммуникаций индивидуально по каждому участку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геомеханическая обстановка по рудникам Жезказганского месторождения. Отчет геотехнического отдела ТОО «Корпорация Казахмыс», №14-6.4-9-594 от 22.11.2016г.
2. Концепция безопасной и эффективной отработки запасов и управляемое погашение пустот Жезказганского месторождения. Жезказган, 2014.
3. Технико-экономическое обоснование «Перенос поверхностных инженерных коммуникаций за зону влияния горных работ Жезказганского месторождения». Жезказган: ГПИ, 2014.
4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – М.: Недра, 2007. – 112 с.
5. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке Жезказганского месторождения.
6. Методические рекомендации по охране сооружений от вредного влияния подземных разработок на рудниках ПО «Жезказганцветмет». Жезказган, 2011.

Б.Б. АКИМБЕКОВА, т.ф.к., доцент,
М.К. МАЛЫБАЕВА, аға оқытушы,
А.А. ЖОРАБЕК, аға оқытушы,
А. СҰЛТАНМАХМҰТ, оқытушы,
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, ХЖХТ кафедрасы

Өндірістің зиянды қалдықтарының қоршаған ортаға лақтырыстарын бағалау

Кілт сөздер: мыс, қоршаған орта, шихта, экология, газдар, болат, шойын, ұнтақтау, майдалау, ластану дәрежесі

Ауа ластануы – экологиялық теңгерімнің бұзылуының негізгі себептерінің бірі және соның салдарынан өнеркәсіптік аймақтардағы дағдарыстың экологиялық жағдайының пайда болуы және халықтың көпшілігінің денсаулығына үлкен әсерін тигізеді.

Өндірістік орындарының тез өсу кезеңінде, қоршаған ортаны сақтау, қорғау және табиғи ресурстарды тиімді пайдалану қазіргі күннің басты проблемаларының бірі болып отыр. Бұл мәселелерге түсініксіздікпен қарау мен техникалық экологиялық қате саясаттар, қоршаған ортаның ластануына және жер бетіндегі организмдердің қалыптасқан жағдайларына кері әсерін тигізеді. Қалыптасқан негізгі проблемаларды шешуде, табиғат пен адамзат қоғамының арасында қарым-қатынастардың орны ерекше. Бұл қарым-қатынастардың дұрыс дамымауы адамзатқа үлкен қауіп қатер туғызуы мүмкін. Табиғат ресурстары өзіндік құны арзан қажетті заттарды алу, экономикалық пайда табу, экологияны бұзудың негізгі себептерінің бірі. Қуат энергия көздерімен және қазіргі заманғы жетілген техникамен қаруланған адамзат табиғатқа елеулі әсерін тигізе алары сөзсіз. Егер бұл әрекеттер мен табиғат заңдарын бұзу факторлары миллиондаған жылдар бойы орныққан байланыстарды бұзса, оның соңы – катастрофалық салдарға жеткізуі мүмкін. Түйіндеп келгенде, адамдар қазіргі уақытта өз іс-әрекеті нәтижесінде туындаған апаттармен қапаласып жүр. Әсіресе, адамзаттың қоршаған ортаға әсері мен оған деген орныққан көзқарастарының қоршаған ортада қалыптасқан тепе-теңдіктерді сақтаудағы орны ерекше болып отыр. Егер адамзат қоғамы қоршаған ортадағы тіршілікті сақтап қалғысы келсе, онда олар табиғат байлықтарына және оларды пайдалануға деген көзқарастарын дер кезінде өзгертуі қажет. Қазір жер бетінде таза ауасы, топырағы және суы бар аймақ өте сирек кездеседі немесе жоқтың қасы деуге де болады.

Өндірістің үлкен өріспен дамып өсуі, адамдардың қоршаған ортаға әсерін күшейте түседі және әртүрлі табиғи ресурстарды қолдану негізінде

ғана іске асырылады. Әр жылы, адамзат жер қойнауынан ондаған миллиард тонна табиғи заттарды өндіреді; олар – кен, көмір, мұнай, газ, әртүрлі құрылыс материалдары, ағаш, су т.б. Бұл өндірістер қоршаған ортаның ластануына ықпал жасайды. Табиғат пен адамдар арасында түсініспеушілік, адамдардың табиғат заңдылықтарын ескермей жасаған әрекеттері қоршаған ортада тепе-теңдігінің бұзылуына әкелді. Биосферада тірі организмдер арасындағы тепе-теңдіктің сақталмауы, тірі емес заттардың тепе-теңдіктерінің бұзылуы мен оның салдарынан тірі организмдерде әсер ету арқылы үлкен экологиялық проблемалар туғызып отыр.

Экологияның практикалық нәтижесі, ең алдымен табиғи ресурстарды дұрыс пайдалану мәселелерін шешуден басталады.

Адамдардың табиғи ресурстарды дұрыс пайдаланбауы табиғатқа зиян тигізетін әсерлері және олардың салдары әртүрлі. Мысалы, өзендерге салынған плотина, кішкене көлікшіктердің пайда болуына, сол аумақта су деңгейінің жоғарылауына, ал кейбір шұрайлы аймақтың тіптен су астында қалып қоюына әкеліп соғады.

Орман ағаштарының көптеп кесілуі, сол аумақтағы су көздерінің жойылып кетуіне әкеліп соғады, ал үлкен су қоймаларын жасау сол жердің ауа-райының өзгеруіне әсер етеді (ол судың үлкен аумақта болуынан болады).

Түптеп келгенде адамдардың іс-әрекетінің әсерінен, биосферада көптеген өзгерістер болады. Олар: өсімдіктер және жануарлар әлемінің өзгеруі, топырақтың және ауаның құрамының өзгеруі, су қорларының өзгеруі, ауа-райының өзгеруі, жер рельефінің өзгеруі [1].

Экология қамтитын проблемалар өте күрделі әрі көп қырлы. Дұрыс шешімін табу үшін – жаратылыстану, техникалық, қоғамтану және т.б. ғылым салалары қатысуы қажет. Осы күнге дейін, әр ғылым өзіне таныс, түсінікті проблеманы бөліп алып, жеке зерттеп келді. Осылайша біртұтас, бір жүйеге жататын үлкен мәселе еріксіз бөлшектеп, жан-жақты зерттелмей, ғылыми тұрғыдан негіз-

делмей, ұштастырылмаған жұмыстар жиынтығы болып келді. Қоршаған ортаға байланысты емес, әрі жеке дара зерттелгендіктен, ғылымдардың ұсыныстары – қайшылықтары көп және ортаның бір бөлігінен пайдалы болса, басқасына зиянды болып жатты. Сол себептен, табиғи ортаның жағдайы жақсару орнына, күннен күнге нашарлауы орын алып отыр.

Өндірістік мекемелер және жылу энергетикалық қондырғылар, тасымал машиналар т.б. қоршаған ортамен өзара үлеспеуі, табиғатқа жан-жақтай әсерін тигізіп, түрлі зиянды қосылыстардың, радиацияның, әртүрлі шулардың табиғи ортаға таралуы.

Ауыр металдар (сынап, қорғасын, кадмий, мырыш, мыс, күшән) – ең таралған және өте улы ластағыштар. Олар әртүрлі индустриалды өндірістерде кеңінен пайдаланылады, сондықтан тазалау шараларына қарамастан, өнеркәсіптік ағынды суда ауыр металдардың қосындысы өте жоғары.

Топырақ жамылғысы – биосфераның, гидросфераның және жер атмосферасының өзара әрекеттесуін реттейтін күрделі механизм. Бүгінде антропогендік жүктеменің қарқындылығы топырақтың зерттелуінде қатты байқалады. Сонымен бірге, топырақ тек қана әсер ету объектісі ғана емес, сонымен қатар көрші ортаны ластау көзі және адам денсаулығына кері әсер етеді.

Топырақ заттардың үлкен геологиялық және кіші биологиялық циклінің тұрақты өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. Жер бетіндегі ластану аймақтың 10-15%-ын көрсетеді, бұл эрозияға бейім жер учаскелерінен әлдеқайда аз. Феноменнің экологиялық қаупі қоршаған ортаға кіретін ластаушылардың тірі организмдердің бір бөлігі болуы, демек, адам денесінде де болуы мүмкін. Олардың артық мөлшерлері тірі ағзаларға зиянды әсер етуі мүмкін. Осындай бұзушылықтардың салдарын болжау қиын, өйткені олардың кейбіреулері генетикалық деңгейде ағзаларда тіркеледі. Осы себепті ластану адам өміріне қауіп төндіретін тұтастай алғанда биосфералар үшін алғашқы орындардың бірі болып табылады.

Ластану экологиялық дағдарыстың ықтимал себептерінің бірі болып саналады. Ең тиімді – ластаушы заттардың химиялық қасиеттері бойынша жіктелуі, себебі қоршаған ортаға ластаушы заттардың қайта бөлінуін және трансформациялануын және химиялық қасиеттерді анықтайды. Ластаушы заттардың келесі топтары бөлінеді: а) көміртегі, күкірт, азот оксидтері; б) металдар мен металлоидтер; в) органикалық ластағыштар. Кез келген ластаушы заттардың қоршаған ортаға шығуы адамның экономикалық қызметінің барлық түрлерімен қамтамасыз етіледі.

Халықты сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету – азаматтардың денсаулығын сақтауға бағытталған мемлекеттік саясаттың басым міндеттерінің бірі. Ауыз судың химиялық құрамын адам денсаулығымен байланыстыратын көптеген деректер бар. Қазіргі уақытта адам денсаулығына ауыз су-

дың химиялық құрамының әсері туралы кеңейтілген мәліметтер жиналған. Ондағы ластауыштар органолептикалық, канцерогенді емес, канцерогенді әсерге ие, бұл ісік, қан айналымы ауруларының, асқорытудың, эндокриндік жүйенің, зәр шығару жолдарының дамуына әкеледі.

Ағзалар ластаушы заттың немесе метаболизм процестерінің өзгеруінің айтарлықтай мөлшерін жинап, шығарындыларға жауап береді. Денедегі ауыр металдар мен радионуклидтер теріге және шырышты қабаттарға аз сіңіп, ауамен жұғатын тағам құрамына ене алады. Ауыр металдардың тұздары барлық органдар мен тіндерде жинақталып, бірнеше ай бойы сол жерде қалып отырады, бұл олардың кейінгі зақымдануына әкеледі. Созылмалы улану дененің аз мөлшердегі улы мөлшерін қабылдау арқылы сипатталады, оның дамуы, әдетте, көрінбейді, себебі алғашқы клиникалық көріністер (әлсіздік, шаршау, өнімділіктің төмендеуі) ерекше емес, демек, науқастар мен дәрігерлердің назарын аудармауы мүмкін [2].

Сондықтан, табиғат қорғау, қоршаған тазалығы үшін күрес, табиғат байлығын ұқыпты пайдалану мәселелері мемлекеттік саясат деңгейінде қаралып отырғаны әбден заңды.

«Қазақмыс» корпорациясының өндіріс орындарының шығарылатын ластағыш заттардың таралуын зерттеу

Атмосфералық ауаға зиянды заттардың құрамын анықтау кезінде атмосфералық ауаға зиянды заттарды анықтау әдістерінде және атмосфералық ластағыштарды анықтау әдісінде қолданылатын әдеттегі әдістер қолданылды. Атмосфералық ауаны үлгілеу, 52.04.186-89 «Атмосфералық ластануларды бақылау жөніндегі нұсқаулық» сәйкес белгілі бір нүктелерде сынау іріктелді.

Атмосфералық ауаны зерттеудегі негізгі айнымалы зат суспендірілген қатты заттар, фенол, азот диоксиді, күкірт диоксиді максималды-біржолғы шоғырлану болып табылады. Алынған нәтижелерден бастап ластағыш заттардың орташа күнделікті концентрациясы стандартты ауытқуды және 95% сенім аралықты ескере отырып есептелді.

Ауыз су сапасын бағалау үшін жылдың жылу маусымында барлық негізгі коммуналдық және өнеркәсіптік су бөгеттеріне, сонымен қатар 17.1.5.05-85 «Жер үсті және теңіз суларын, мұзды және жауын-шашынның үлгілеріне қойылатын жалпы талаптар» МЕМСТ, 24481-80 «Ауыз суы», «СанПин» ауыз суға арналған №3-2.002.04 талаптарына сәйкес іріктелген шағын аумақта қолданылатын су өткізгіш желілеріне сынамалар жүргізілді.

Топырақ сынамасын іріктеу МЕМСТ 17.4.4.02-84 «Жерді химиялық талдау үшін үлгілеу» сәйкес жүргізілді. Топырақтың нүктелік үлгілері бір горизонттағы сынақ алаңдарында күндізгі уақытта конверт әдісімен бір рет пышақпен немесе шпательмен алынады және оларды араластыру

арқылы аралас үлгі құрайды (салмағы 1 кг кем емес). Топырақ сынамасын іріктеу 8 нүктеде жүргізілді. Топырақтың үлгілері 5-20 см тереңдіктен, 1 кг топырақ үлес салмағынан таңдап алынды. Біріктірілген үлгідегі химиялық элементтердің құрамындағы вариация коэффициенті 30%-дан аспады және талдау қателігі шегінде болды.

Алынған нәтижелерді бағалау СанПиН 2.1.7 «Топырақ құрамдас бөліктерінің уыттылығы дәрежесін сипаттайтын экологиялық және гигиеналық параметрлер» СанПиН-нің барлық компоненттерінің улы топырақтағы заттарға қатысты жүргізілді [3].

Ауыр металдармен топырақтың ластану индексын есептеу жүргізілді (Zc). Топырақтың ластану деңгейін бағалау үшін топырақтағы металдар үшін 0,1 ШҰК-дан жоғары немесе тең деңгейде есептелген жиынтық индексі пайдаланылды. Бағалау үшін 5 ластану деңгейі бар шкала таңдалды: Zc=1 ластанбаған; Zc=1-13 ластанудың төмен деңгейі; Zc=13-25 ластанудың орташа деңгейі; Zc=25-37 ластанудың жоғары деңгейі; Zc=37 және ластанудың ең жоғары деңгейі. Алынған нәтижелер негізінде кешенді көрсеткіштер есептелді. Қоршаған ортаның зерттелетін нысандарынан әрбір ластанудың жиынтық деңгейі (атмосфералық ауа, су, топырақ).

Жезқазған кен орнындағы мыс-сульфидті кендерді байытуда, мыс концентратымен бірге басқа да ілеспелі компоненттер көп мөлшерде алынады. Оның ішінде ең негізгісі қорғасын, мыс концентратының құрамында қорғасынның көп болуы оның металлургиялық бөлінуін қиындатады, мыстың шлактар құрамында көп мөлшерде жинақталуына ықпал етеді, сонғы өнім-анодты мысты ластайды, ал ең бастысы – мыс қорыту зауыттарынан шығатын түтіннің бөлінуі атмосфераны ластайды.

«Қазақмыс» корпорациясының структуралық бөлімдері болып табылатын Жезқазған тау-кен комбинаты қоршаған ортаны зиянды заттармен ластауда ерекше орын алып отыр, себебі концентраттарды шығаруы және өңдеу нәтижесінде, әрі мыс өндірісінің аймақтағы дамуына байланысты ауаны ластайтын улы заттар басты мәселе болып отыр.

«Қазақмыс» корпорациясы – кенді қазып алу-дан катодты мысты өндірудің аяқталуына дейінгі комплекс. Жезқазған аумағындағы корпорацияның құрамына 5 рудниктер (Шығыс, Оңтүстік, Батыс, Солтүстік, Аненский), байыту фабрикалары, мыс балқыту зауыты кіреді.

Осы өндіріс орындары ауа бассейнінің ластануына негізгі үлестерін қоса отырып, шоғырлану индустриализациясы дамыған сайын атмосфера-ның ластану аймағы кеңейе түсуде.

Жезқазған мыс балқыту зауыты дүниежүзіндегі ең жоғарғы дамыған технологиялық құралдарымен жабдықталса да, қаланы ластауда өзінің зор үлесін қосуда.

Зиянды заттардың ең негізгісі қорғасын,

күкірт ангидридi болып табылады. Жезқазған мыс балқыту зауытының қазіргі уақытта 42 зиянды шығарылулар көздерінің 30 ластаушы заттар атауы бар.

Зиянды уытты элементтерді (81,8% рений және 99,89% кадмий) шығаруда Жезқазған мыс балқыту зауытының әсері өте жоғары. Жезқазған мыс балқыту зауытының ауаны ластаушы заттарының ішіндегі ең көбісі мыс (1109,0 т) және қорғасын (461,0 т) үлесіне тиеді. Өзге компоненттер мышьяк – 19,7 кг; кадмий – 15,3 кг; сынап – 435,7 кг; рений – 486,8 кг 200 метрлік құбыр арқылы ауа құрамына араласуда.

35-55 м құбыр арқылы ауаға араласып шығатын мышьяқтың аралықтағы орны – 18,3%, мұндағы ерекше орынды анодты пеш алады – 11,7%, 11650 г/т болып шығатын шаң-тозаңның құрамында бұл элемент бар. Кенді термиялық пештерде балқыту және конвертерлеу – негізгі процестер, мұндағы басты орында күкіртті ангидрад жылына 200 мың тоннадай шығарылады, оның 150 тоннасы утилизациялауға жөнелтілсе, 50 мың тоннасы 200 метрлік құбыр арқылы атмосфера құрамына кіреді.

Табиғи ортаға жаңа өндіріс орындарының әсері комплексті түрдегі сипатқа ие, себебі технологияда әртүрлі процестер қолданылады: физикалық-химиялық, физикалық-механикалық, химиялық-биологиялық.

Атмосфераның ластануы дәрежесі зиянды заттарға және оның химиялық құрамына, табиғи жағдайларға байланысты болып келеді. Шаң-тозаңның ауаға араласуынан, оның ортаны ластауы тек қана сол аймақта ғана шектеліп қалмайды, зиянды заттар көптеген қашықтықтарға тарайды.

Өндіріс орындары жоғары дамыған елдерде өз зияндарын келтіріп отыр, сондықтан да атмосфераны ластаудан қорғау халықаралық мәселесі болып табылады.

Жер бетіндегі ауаны зиянды заттардың концентрациясының төмендетуге жоғарғы құбырлардың көмегімен шашырату әдісі арқылы жүзеге асырылады, бірақ олар ластану көлемін төмендетпейді.

Алайда, шаң-тозаңдағы газдардың бөлінуінен табиғатты қорғауды технологиялық және жоспарланған іс-шараларды жүзеге асыру нәтижесінде азайтуға болады. Әсіресе газды компоненттермен күресуге газды тазалаушы аппараттар орнатқан тиімді.

Әртүрлі ластаушы заттар турбулентті араласу арқылы атмосфераға ауамен таралып кетеді. Атмосферадағы ауа ағымының жүйесі өте күрделі, ол көлбеу ғана емес көлденең түрінде де жүреді, мұндағы қоспалардың жылжуы турбулентті ауысу және көлденең қозғалуы әсерінен атмосфера-ның бір қабатынан екінші қабатына (тропосферадан стратосфераға) өтеді [4].

Орташа жылдамдықпен алғанда аэрозоль 10-12 тәулікте жер шарын айналып өтеді. Ауа жылдамдығы меридионалды бағытта аймақтық

бағыттан төмен болады. Соның салдарынан бір аймақтан екіншісіне, сонымен бірге солтүстіктен оңтүстікке аэрозоль баяу тарайды.

Зиянды заттардың таралуына метеорологиялық факторларға ерекше әсер етеді. Сондықтан да қазіргі кезеңде ауа ағымының жүйесін зерттеу экологиялық жағдайлардың берілген аймақтағы бағдарлап қоюды ғана емес, сонымен қатар атмосфераны ластаудан қорғау іс-шараларын құруға өте қажет болып саналады.

Атмосферадағы ауада зиянды заттардың уақытпен кеңістіктегі өзгерісі әр түрлі факторлармен айқындалады. Ауа бассейнінің тазалығын қамту үшін ауаны ластану деңгейінің қалыптасу заңдылықтарын, олардың өзгеру тенденцияларын білген жөн.

Атмосфераның ластану потенциалы – ластаушылардың араласуы және өздігінен тазаруға қабілеттігі көптеген метеорологиялық және климаттық қасиеттеріне қатысты олардың ішіндегі ең негізгісі болып ауа температурасы, тұмандар саны, жауын-шашын, желдің жылдамдық бағыты және күннің радиациялық шамасы кіреді. Сонымен қатар басқа да өндірістік процестер, техногендік әсер шарттары: құрғақшылық, шаң-тозаңды күйіндер.

Жезқазған – экологиялық қауіптілігі және атмосфераны ластау потенциалы жоғары ірі өндіріс орталығы болып келеді.

Атмосфера стратификациясына төменгі қабаттағы ауа температурасының өзгеруінен ластаушы заттардың сақтап қалуы әсер етеді. Ластаушыларды ажыратудың негізгі факторы болып температура инверсиясы саналады.

Жоғары көтерілген инверсияларда көлденең ауа алмасуда кедергілер пайда болады, мұндағы жер ластаушыларды тастаушыдан инверсияның орналасуы және ластаушы көздерінің орналасу биіктігіне байланысты.

Егер инверсиялық қабат ластаушы көздердің құбыр бойында болса, онда қауіпті шарттар туындайды, яғни атмосфераның көлденең қабатына

өтуіне кедергі жасайды.

Егер ластаушы көздерінен инверсия қабаты тым жоғары болса, онда зиянды заттар қалдықтарының концентрациясы төмен болады, ал инверсия заттарды тастаушы көздерден төмен орналасса, онда олардың жер бетіне түсуіне кедергі жасалынады.

Сонымен қатар бір жылда жер бетінде инверсия біркелкі: көктемде – 40,8% болып максималды, ал қыста – 34-39% болып минималды өзгереді.

Жыл бойынша жоғары көтерілген инверсия беті өзгерісте болады. Жаздың ыстық күндерінде 11-18% дейін түседі, ал қысқы, күзгі, көктемгі уақыттарда 53-64%-ке дейін ұлғаяды.

Зертханалық мәліметтерге сәйкес, жылы маусымында топырақтың барлық үлгілерінде металл концентрацияларының (мыс, мырыш, қорғасын) артықшылығы анықталған жоқ.

Қорытынды

Қорыта келгенде инверсия температуралары күндерінің қосындысы жылдың суық айларында (қараша – наурыз) 93-100%, ал жылы айларында (сәуір – қазан) 56-78% құрайды.

Жоғарыда қарастырылған талдаулардан келесі қорытынды жасауға болады:

- қаланы өндіріс орындарының лақтырыстарымен ластануы климаттық шарттардан және физикалық-географиялық орналасу дәрежелеріне қатысты болады;

- ластау заттарын ажырату және концентрация дәрежелеріне метеорологиялық шарттар, әсіресе желдің жылдамдығы мен бағыты әсер етеді;

- ластау концентрациясы және оның сақталу мерзімі антициклонды ауа райы сәттерінде, яғни желдің жылдамдығы төмен және тұрақты инверсия кезі болғанда.

«Қазақмыс» корпорациясының өндірісінен жыл бойындағы лақтырыстары біркелкі болмайды, олардың көптеген көлемдері жылдың жылы бөлігінде – сәуірден мамырға дейін байқалады.

Топырақтың металдармен ластану деңгейін бағалау

Көрсеткіштер	N	M±m, мг/л	СИ	Діріл қарқыны (Min-Max)	ШҰК мг/л	ШҰК еселігі
Мыс	8	1,8±0,69	1,19:2,34	0,94-3,0	3	0,59
Мырыш	8	0,54±0,17	0,4:0,69	0,39-0,81	23	0,02
Қорғасын	8	0,68±0,23	0,48:0,88	0,26-0,95	32	0,02

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Коробкин В.И. Экология и охрана окружающей среды: Учебник. – М.: КноРус, 2013. – 336 с.
2. Зозуля П.В. Охрана окружающей среды: Учебник. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 288 с.
3. Степановских А.С. Охрана окружающей среды. – М.: Юнити-Дана, 2009.
4. Егоренков Л.И. Охрана окружающей среды. М.: Форум, НИЦ ИНФРА, 2013. – 256 с.

Строительство. Транспорт



УДК 691.327.33

Р.Ф. СЕРОВА¹, к.т.н., доцент кафедры СМиТ,
Е.В. ТКАЧ², д.т.н., профессор кафедры СМ,
Г.А. СЕЙДИНОВА¹, ст. преподаватель кафедры АиД,
Е.А. СТАСИЛОВИЧ¹, м.т.н., преподаватель кафедры СМиТ,

¹Карагандинский государственный технический университет,

²ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Исследование способов утилизации промышленных отходов для производства газобетона

Ключевые слова: утилизация, отходы, экология, водопотребность, гидрофобизация, модифицирование, адсорбция, суперпластификатор

Результаты мониторинга окружающей среды для экологической безопасности Казахстана показали, что в числе наиболее острых экологических проблем с максимальной концентрацией промышленных и сельскохозяйственных производств выделяются:

- ненадежность систем водоснабжения населения городов и других населенных пунктов и угрожающее загрязнение водных ресурсов;
- несовершенство системы обращения с отходами производства и потребления: ежегодно образуются опасные отходы, значительная часть которых не используется и не обезвреживается;
- чрезмерное загрязнение атмосферного воздуха в результате выбросов промышленных предприятий автомобильного транспорта;
- сохранение и восстановление экосистемы

природных подземных и поверхностных объектов.

Рассмотрим отходы промышленности и вторичного сырья, которые могут быть, по нашему мнению, использованы в производстве строительных материалов, в частности при производстве газобетонных изделий.

- Отход производства фосфорной кислоты – фосфогипс.

В этой связи обратимся к характеристике производств, у которых могут образовываться такие отходы. Одним из крупных объектов промышленности Казахстана является завод «Минеральные удобрения» (ТОО «Казфосфат», г. Тараз) основным отходом его производства является фосфогипс. На период 2013 года в официальном производственном отчете за 9 месяцев текущего года предприятие выработало 220 тыс. тонн фос-

форной кислоты, что соответствует образованию $220 \times 4 = 880$ тыс. тонн фосфогипса. Количество фосфогипса составляет чуть менее 570 тыс. тонн [1-2]. Таким образом, имеющиеся запасы отхода фосфогипса в Казахстане увеличиваются ежегодно, а доля его утилизации не превышает 10%.

Колоссальное количество фосфогипса, находящееся под открытым небом, подвергается воздействию атмосферных осадков, что позволяет ему практически беспрепятственно поступать в грунтовые воды. Водный бассейн на десятки километров в регионах подвержен губительному воздействию фосфорной, серной кислот и их солей, соединений редкоземельных металлов. Кроме того, испаряющиеся в атмосферу соединения фтора загрязняют биосферу. Объективные предпосылки для разработки эффективных решений имеются в достаточном количестве.

Проведившиеся многочисленные исследования в области утилизации фосфогипсовых отходов включают в себя: использование фосфогипса в качестве вторичного сырья вместо природного гипса, что дает возможность решить значительную часть экологических проблем производства минеральных удобрений. Особый интерес фосфогипс представляет в районах, где отсутствует природное гипсовое сырье, а также для заводов стройматериалов, расположенных вблизи химических предприятий, имеющих значительные объемы этого отхода. Однако решение задач по утилизации отходов фосфогипса, по нашему мнению, выполняются не на должном уровне, о

чем свидетельствуют «залежи» фосфогипса (см. рисунок).

Фосфогипс в высушенном виде – мелкодисперсный влажный порошок. После просушки становится сыпучим, обладает склонностью к образованию комьев. В условиях длительного хранения слеживается. Это создает большие трудности при отгрузке отвального фосфогипса и его дозирования в процессе переработки. Фосфогипс проявляет тиксотропные свойства, т.е. он способен разжижаться при механических воздействиях (вибрации, перемешивании, встряхивании). Содержание радиоактивных элементов и тяжелых металлов зависит от их концентрации в фосфатном сырье. Среднее содержание фторидов в зависимости от исходного сырья составляет 0,05-0,4%, влажность – от 30 до 40%. Радиоактивность фосфогипса следует измерять в каждом конкретном случае при выборе места складирования и для определения возможностей его использования. Влажный фосфогипс, особенно свежесформованный, проявляет большую коррозионную активность.

Проблемы использования фосфогипса становятся все более актуальными по многим причинам:

- длительное время проблеме утилизации фосфогипса не уделялось должного внимания, что привело к образованию огромных запасов лежалого фосфогипса;

- транспортирование фосфогипса в отвалы и его хранение в них связаны с большими капи-



Залежи фосфогипса

тальными вложениями и эксплуатационными затратами;

- для создания отвалов фосфогипса приходится отчуждать большие площади земель, ресурсы которых к настоящему времени исчерпаны;

- хранение фосфогипса в старых отвалах, даже при правильной эксплуатации отвала, наносит вред окружающей среде [3].

Далее в круг представляющих интерес, относящихся к утилизации в связи с получением качественных экологически чистых строительных материалов был включен ряд отходов и побочных продуктов промышленности, в который вошли: послеспиртовая барда, молочная сыворотка и соли неорганических кислот. В данном научно-техническом анализе остановимся на краткой характеристике вышеуказанных отходов и побочных продуктов.

- Отход этилового спирта – послеспиртовая барда.

Известно, что крупнейшими производителями спирта этилового является ряд компаний, в число которых вошли: Талгар-спирт (г. Талгар), АО «Адилъ» (г. Усть-Каменогорск), «Алтын Омир» (Костанайская область) и др. Этиловый спирт на казахстанском рынке реализуется преимущественно через внутреннюю торговлю. В 2009-2013 гг. доля внутренних продаж в структуре спроса колебалась от 99% в 2009 г до 91% в 2013 г. За аналогичный период времени доля экспорта варьировала от 1 до 9% соответственно. В настоящее время большинство спиртовых заводов барду тем или иным образом перерабатывают, в основном на корма. При этом на 1 л спирта приходится в зависимости от технологии 10-15 л барды. Изначально – это жидкость (суспензия) светло-коричневого цвета с характерным «хлебным» запахом или запахом зерна, с содержанием сухих веществ 5-10%. В настоящее время к наиболее зарекомендовавшим способам утилизации послеспиртовой барды можно отнести следующие: получение кормовых дрожжей, биогаза, добавок пластификаторов.

На практике широкое применение нашли поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые вводятся в небольшом количестве (доза составляет всего лишь несколько сотых или тысячных долей процента массы вяжущего, входящего в состав бетонов, в частности газобетона). При производстве строительных материалов к распространённым гидрофилизующим ПАВ относятся: технические лигносульфонаты (ЛСТ), кислая смолка, натриевые соли продуктов конденсации нафталинсульфоокислоты и формальдегида (суперпластификатор С-3); сульфированные ароматические углеводороды газойлевых фракций каталитического крекинга и гидролиза нефти с последующей конденсацией формалином и нейтрализацией гидроксидом натрия (водный продукт конденсации с молекулярной массой 6000...8000).

Наличие у них гидрофильных пленок спо-

собствует образованию вокруг частиц материала, адсорбирующего ПАВ, водных оболочек, препятствующих слипанию и выполняющих роль гидродинамической смазки. Близкими по достигаемому эффекту к техническим лигносульфонатам являются добавки ЩСПК (щелочные стоки производства капролактама), УПБ (упаренная последрожжевая меласная барда), позволяющие без увеличения водосодержания и снижения прочности бетона переводить малоподвижные бетонные смеси в литые.

Большой интерес представляет изобретение состава комплексной добавки для растворных и бетонных смесей путем смешения смеси балластных солей сероочистки коксового газа на основе тиосульфата и роданида натрия, меласной упаренной послеспиртовой барды и сульфата натрия при следующем соотношении компонентов, мас. %: смесь балластных солей сероочистки коксового газа на основе тиосульфата и роданида натрия 20-60; сульфат натрия 10-15; послеспиртовая барда 30-65. Оптимальные дозировки составляют 0,15-0,5% от массы цемента. Данный опыт применения послеспиртовой барды в составе комплексной добавки в зависимости от поставленной конкретной производственной ситуации позволяет снизить расход цемента на 5-10% при неизменных удобоукладываемости и В/Ц бетонной смеси; повысить прочность и морозостойкость и улучшить ряд других строительно-технических свойств бетонов. Вышеуказанные сведения об ингредиентах комплексных добавок и их составов стали инициацией включения ПАВ в настоящие исследования по разработке способов утилизации послеспиртовой барды.

- Отход молочного производства – молочная сыворотка.

Молочная сыворотка – жидкость, которая остается после сворачивания и процеживания молока. Молочная сыворотка является побочным продуктом при производстве сыра или казеина, представляющая собой устойчивую, трудно разрушаемую промышленную эмульсию, содержащую дефицитные и ценные пищевые компоненты, жиры, белки, углеводы, которые безвозвратно теряются и загрязняют водоемы токсичными продуктами распада (меркаптаны, альдегиды, сложные эфиры и др.). Молочная сыворотка отделяется после свертывания молока (точнее сказать, молочного белка – казеина) в результате изменения (снижения) pH до 4,6 под воздействием молочной кислоты, образуемой микроорганизмами, либо внесенной искусственно любой кислотой, или в результате воздействия протеолитическими ферментами (сычужный фермент). Молочная сыворотка содержит около 50% сухих веществ молока, поэтому практикуемый на сегодня повсеместный ее слив в канализацию эквивалентен ежегодной потере 1,5 млн т молока. Слив молочной сыворотки создает экологическую проблему для окружающей среды, т.к. ее загрязняющая

способность превышает аналогичный показатель для бытовых сточных вод в 500-1000 раз. В большинстве стран мира ее слив запрещен и уголовно наказуем. Затраты на очистку сточных вод, загрязненных молочным предприятием, перерабатывающим 100 т молока в сутки, равноценны затратам на очистку сточных вод города с населением 80 тыс. человек. Промышленная переработка молока на принципах безотходности технологии, полное извлечение всех компонентов, рациональное использование промежуточных и побочных продуктов, снижение нормативных потерь за счет неиспользованных отходов являются важнейшими резервами увеличения объемов вырабатываемой молочной продукции. Практикой производства доказано, что только безотходная технология обеспечивает исключение загрязнений окружающей среды и, таким образом, имеет экологическое значение. В молочной промышленности накоплен значительный опыт по комплексной промышленной переработке молока на принципах безотходной технологии с законченными и замкнутыми циклами производства. Основным направлением утилизации молочной сыворотки является использование ее в пищевой промышленности. Молочная сыворотка является добавкой ко многим пищевым продуктам, например, используется при производстве хлеба, крекеров, кондитерских изделий и кормов для животных. Основными белками молочной плазмы являются альфа-лактальбумин и бета-лактоглобулин. Белки молочной сыворотки продаются как пищевые добавки, особенно популярные среди бодибилдеров [4].

Одним из перспективных направлений является использование молочной сыворотки в качестве добавки в бетонный раствор. Результаты исследований показали, что добавление молочной сыворотки при производстве бетонов и растворов в количестве 1,5-3% к массе цемента (в пересчете на сухое вещество сыворотки 0,1-0,2%) дает ряд положительных результатов. Конец схватывания цементного теста нормальной густоты (нормальная продолжительность схватывания 6-7 ч) с введением сыворотки отодвигается на 2-4 часа. Если же добавлять сыворотку не в воду затворения, а в строительный раствор или бетонную смесь через 4-8 часов после приготовления, то растворы сохраняют подвижность до 3-х суток. Это дает возможность рациональнее использовать рабочее время строителей. Растворы могут завозиться на строительную площадку вечером, накануне. Растворы, не выработанные до конца дня, могут оставаться для выработки на следующие сутки. Удлинение сроков схватывания растворов и бетонов может быть весьма удобным при их транспортировке на значительные расстояния (например, сельское строительство). Введение молочной сыворотки в растворные и бетонные смеси способствует приросту их прочности после созревания на 10-15%, морозостойкость их остается без изменения. Бе-

тонные смеси с добавкой молочной сыворотки позволяют снизить расход цемента на 5-7%. Так как молочная сыворотка обладает поверхностно-активными свойствами, она может быть предложена вместо таких поверхностно-активных веществ, как сульфенол, хозяйственное мыло и др. для смачивания гидрофобизированной алюминиевой пудры, используемой как газообразователь при производстве газобетона. Количество молочной сыворотки составляет (35-50)% от массы пудры.

Отходы химической промышленности – соль неорганических кислот.

Значительный эффект от использования солей неорганических кислот в качестве добавок-ускорителей имеет место в технологии бетонных изделий, в частности ячеистых. Сокращение сроков схватывания цемента и интенсификация его твердения актуальны для бетонов нормально-влажностного безавтоклавного твердения. Добавки-ускорители твердения позволяют сократить выдержку отформованных изделий в формах и, таким образом, уменьшить требуемое количество форм, а следовательно, и металлоемкость производства. Кроме того, сокращается производственная площадь, необходимая для выдерживания отформованных изделий. При этом ускоряется оборачиваемость форм, что способствует снижению металлоемкости производства и сокращению энергетических затрат на тепловую обработку. Благодаря введению добавок-ускорителей удается снизить расход цемента, причем дополнительное использование совместно с электролитами пластифицирующих органических добавок обеспечивает возможность снижения клинкерного вяжущего до 12...15%.

Основным критерием эффективности добавок-ускорителей схватывания бетонных и растворных смесей является ускорение процесса схватывания на 25% и более (при температуре окружающего воздуха (20+2)°С). Для добавок-ускорителей твердения бетона по требованиям надежности необходимо повышение прочности бетона на 20% и более в возрасте 1 суток нормального твердения. В настоящее время нашли применение следующие виды добавок-ускорителей схватывания и твердения бетона:

- поташ (П) (карбонат калия K_2CO_3). Продукт в виде кристаллического порошка белого цвета – соль с сильно выраженными щелочными свойствами. Наблюдается быстрое схватывание бетонной смеси, получение бетона с крупнопористой структурой. При использовании заполнителей, содержащих реакционно-способный кремнезем, возможна щелочная коррозия бетона. Дозировка добавки – до 5% массы цемента;

- хлорид кальция (ХК). Кристаллический порошок белого цвета в виде $CaCl_2$ или дигидрата $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, а также водных растворов. При длительном стоянии на воздухе порошок расплывается. Нитрат кальция НК. Выпускается в виде кристаллов $Ca(NO_3)_2$ или тетрагидрата

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Продукт бесцветный, хорошо растворим в воде. Нитрит-нитрат кальция НК. Смесь нитрита и нитрата кальция в соотношении по массе 1:1 в виде водного раствора или пасты. Не допускается смешивать с растворами ЛСТ;

- хлорид натрия (ХН). Кристаллический порошок белого цвета, растворимый в воде. Применение в железобетоне ограничено, так как происходит интенсификация коррозии оборудования и арматуры в бетоне. Рекомендуемая дозировка – до 4% массы цемента.

Практический интерес представляет ускоритель твердения тиосульфат натрия (ТН) – отход производства хромовых соединений. Не слеживающиеся бесцветные кристаллы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, хорошо растворимые в воде. Рекомендуемая дозировка – 1...3% массы цемента.

В работах [5-6] описывается положительный опыт получения бетонов на основе комплексных гидрофобизирующих органоминеральных модификаторов на основе побочных продуктов

промышленности, имеющих в своем составе ингредиент – тиосульфат натрия, действие которого заключается в активизации процесса гидратации цемента, приводящей к ускоренному образованию гелей, которые захватывают в свои ячейки большое количество жидкой фазы и вследствие этого вызывают быстрое схватывание и последующее интенсивное упрочнение цементного камня. Применение добавок-ускорителей схватывания и твердения является эффективным технологическим приемом, позволяющим снизить себестоимость продукции и улучшить технико-экономические показатели деятельности предприятия.

Таким образом, утилизация вышеперечисленных техногенных отходов имеет острую необходимость в разработке новых методов и технологий для снижения экологической нагрузки Центрального Казахстана, где очень развита промышленность и сосредоточено большое количество отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Графкина М.В., Потапов А.Д. Оценка экологической безопасности строительных систем как природно-техногенных комплексов (географические основы) // Вестник МГСУ. – 2008. – № 1. – С. 23-28.
2. Ивочкина М.А. Изучение техногенных отложений в отвалах фосфогипса при переработке исходного формирования свойств сырья различных месторождений // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал] – 2013. – № 1. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/nly2013/1535> (доступ свободный).
3. Касимов А.М., Леонова О.Е., Кононов Ю.А. Утилизация фосфогипса: получение гипсовых вяжущих [Электронный ресурс] http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2861
4. Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления: Справ. изд. – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 496 с.
5. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности / Учебно-справочное пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 368 с.
6. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов: Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 1990. – 456 с.

УДК 624.072.7

С.Р. ЖОЛМАГАМБЕТОВ, к.т.н., начальник отдела КазМИРР,
А.Д. МЕХТИЕВ, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры ТСС,
А.К. ҚОЖАС, к.т.н., и.о. зав. кафедрой АиД,
Б.Е. АЯПБЕРГЕНОВА, ст. преподаватель кафедры АиД,
С.А. КАЛАЧЕВА, ст. преподаватель кафедры СМиТ,
 Карагандинский государственный технический университет

Анализ причин повреждений и дефектов строительных конструкций при экспертном обследовании объекта жилого пятиэтажного дома № 1 в г. Кызылорде

Ключевые слова: дефекты, повреждения, фундамент, неравномерные осадки, основание, строительные конструкции, трещины, кирпичные стены, железобетон, подтопление, усиление

При эксплуатации зданий и сооружений, ранее построенных и сооружаемых вновь, часто возникают деформации их несущих конструкций. Одним из основных факторов, влияющих на нормальную эксплуатацию здания, – это неравномерные и местные просадки грунтового основания.

Инженерно-геологические изыскания требуют исследования свойств грунтов основания непосредственно в пределах глубины заложения фундаментов и под их подошвой, а также на глубину сжимаемой толщи. Количество геологических выработок, скважин и шурфов назначают в зависимости от размеров сооружения в плане, его типа, этажности, материала, протяженности и количества несущих стен и отдельно стоящих опор, наличия подвалов и подземных коммуникаций, сложности рельефа площадки, характера окружающей застройки, наличия архивных сведений о данном сооружении и проводившихся на площадке в предшествующие годы инженерно-геологических изысканиях [1].

Наиболее характерными дефектами и повреждениями фундаментов являются:

- неравномерные осадки грунтов оснований;
- подтопление подземной части здания;
- появление вертикальных и горизонтальных трещин в кирпичной кладке;
- появление вертикальных и наклонных трещин в самих фундаментах.

Авторами в 2012 году было проведено экспертное обследование и оценка технического состояния строительных конструкций объекта – жилого пятиэтажного дома № 1 в г. Кызылорде [2]. Согласно заключению эксперта № 384 от 28 марта 2007 г. при строительстве дома имело место внесение изменений в проект, в частности, это устройство монолитных железобетонных ребер

жесткости в фундаментной плите и сборных железобетонных плит марки ПТК вместо монолитных железобетонных плит лоджии. Обследуемый 128-квартирный жилой 5-этажный дом с мансардным этажом, П-образный в плане, состоит из 3 блоков А, Б, и В, разделенных деформационными швами (рисунок 1).

- блок «А» – 13.5 × 62.34 м;
- блок «Б» – 13.5 × 176.0 м;
- блок «В» – 13.5 × 44.0 м.

Высота этажей в чистоте составляет 3,0 м. Несущие стены дома – кирпичные, толщиной 380 и 640 мм.

Для проведения инструментального исследования объекта были применены следующие приборы: ИПС МГ-4, прибор Ferroskan, тахеометр, цифровой фотоаппарат, штангенциркули, рулетки измерительные, шаблоны для измерения трещин в бетоне, угломер.

В процессе инструментального обследования на выборочных участках конструкций перекрытий и покрытия устанавливались:

- фактическая прочность материала конструкций;
- фактическое расположение конструкций в пространстве; наличие и параметры смещений конструкций от проектных осей, общих и местных деформаций;
- фактические геометрические размеры элементов;
- фактические нагрузки и воздействия;
- состояние сопряжений конструкций.

На момент начала проведения экспертного обследования дома был установлен факт подтопления подвальной части дома, вызванного сезонными колебаниями уровня воды в реке Сырдарья, (рисунок 2), о чем свидетельствуют подтеки (высо-



Рисунок 1 – Фасад жилого пятиэтажного дома № 1



Рисунок 2 – Участок подтопления цокольной части дома (на 26.06.2012г.) в осях «10-12, Д-К»

ды) и плесень на стенах подвала, а также наличие воды в отдельных частях подвала. Установлено, что территория застройки подвержена влиянию сезонных разливов реки (вследствие фильтрации вод в период паводков). Вертикальная планировка отсутствует. Ливневой канализации для перехвата поверхностных вод нет. Благоустройство дома выполнено частично.

Согласно проведенным инженерно-геологическим изысканиям по 2 скважинам участок Объекта в геоморфологическом отношении приурочен к I надпойменной террасе р. Сырдарья. Подземные воды по замеру на 28 июня 2012 г. залегают на глубине 1,5-1,6 м от поверхности земли. В литологическом строении принимают участие следующие грунты – насыпной грунт, суглинок,

песок мелкий. В пределах литологического разреза участка работ по номенклатурному виду выделено три инженерно-геологических элемента:

– 1-й инженерно-геологический элемент – насыпной грунт, слабоуплотненный, с включением песка и строительного мусора до 30%, вскрытой мощностью 1,2 м.

– 2-й инженерно-геологический элемент – суглинок темно-коричневый, комковатый, от тугопластичной до мягкопластичной консистенции, с пятнами ожелезнения, вскрытой мощностью 1,6(3,8) м. Суглинки – среднепучинистые. Суглинки при динамическом воздействии от землеройной техники способны к тиксотропии (разжижению), а в зимнее время – пучению;

– 3-й инженерно-геологический элемент – песок мелкий, серый, водонасыщенный, полимиктовый, в водонасыщенном состоянии обладает пльвунными свойствам, высота «пробки» при бурении 1,0 м.

Сравнительный анализ показателей свойств несущего слоя (суглинок) и подстилающего слоя (песок мелкий) показал, что они резко отличаются, а именно:

1) по водопроницаемости: $K_{ф2сг}/K_{ф1сг}=0,99/0,01=100$ раз;

2) по мощности слоя (по данным 2-х скважин) для сечения 1: $h_{2сг}/h_{1сг}=6,2/1,6 м=4$ раза и для сечения 2: $4,0 м/3,8 м=1,05$ раз. Кроме того, при неизбежном ежегодном сезонном подтоплении территории (min до отметки 127,30 и max до отметки 128,00) характеристики сжимаемости (модуль деформации E_0) и прочности (c, φ) грунтов двух слоев основания претерпевают значительные изменения, как правило, снижение в 2 и более раза, причем эти изменения в пространстве носят неравномерный характер также по опорной площади фундамента и по глубине основания.

Фундамент выполнен в виде сплошной монолитной железобетонной плиты толщиной $t=36...40$ см, усиленной в процессе строительства монолитными железобетонными ребрами жесткости с уклоном в сторону р. Сырдарья (разность отметок достигает 310 мм). Под фундаментной плитой имеется уплотненная асфальтобетонная подготовка мощностью 15...20 см.

Вертикальная и горизонтальная гидроизоляция отсутствует.

Прочность бетона фундаментной плиты по результатам неразрушающих испытаний соответствует классу В15...В25. Прочность бетона монолитных железобетонных ребер жесткости фундаментной плиты на отдельных участках ниже рекомендованной нормативными документами и соответствуют классу бетона В5...В12.5 [2].

Стены подвала выполнены из фундаментных бетонных сплошных блоков ФБС, уложенных вертикально в два ряда поверх монолитного ребра жесткости сечением 600х600 мм.

В процессе проведения детального инструментального обследования конструкций здания

выявлены следующие дефекты и повреждения:

стены подвала

– по фундаментным бетонным сплошным блокам (ФБС) имеются трещины различной ширины раскрытия;

– по отдельным элементам стенового ограждения подвала имеются следы увлажнения, высолы;

– характерным дефектом фундаментных блоков является образование вертикальных и наклонных трещин шириной раскрытия $a_{сгс}=0.05...2.0$ мм на отдельных участках, в местах, где преимущественно расположены технологические проемы под инженерные коммуникации.

сборные железобетонные плиты:

– зазор в стыке плит покрытия на участке в осях «6-5, А-В» (5 этаж) составляет величину $\Delta=10...30$ мм;

– следы протечек на участке сопряжения плит покрытия с кирпичной стеной в осях «10, Б-А» (5 этаж);

– повышенная деформативность перекрытия из деревянного настила на участке в осях 1-4/Б-Ж в пределах отм. +6.000...+9.000.

Техническое состояние конструкций перекрытий на участке в осях 1-4/Б-Ж в пределах отм. +6.000...+9.000 предварительно оценивается по категории III (ограниченно работоспособная конструкция), остальные плиты перекрытия и покрытия предварительно оценены по категории II (работоспособная конструкция) в связи с отсутствием или незначительным характером выявленных дефектов и повреждений, не снижающих несущую способность конструкции.

кирпичные стены:

– несоблюдение технологии возведения кирпичной кладки – в выбранных вскрытых участках стен в горизонтальных швах толщина кладочного раствора составляет величину до $t=30$ мм, в вертикальных – до $t=25$ мм, что не соответствует действующим нормам (СП РК 5.03-107-2013 «Несущие и ограждающие конструкции» [3] толщина горизонтальных швов кладки должна составлять 12 мм, вертикальных швов 10 мм);

– наклонная трещина шириной раскрытия $a_{сгс}=5,0$ мм на участке в осях «6-5, А» (между 4-5 этажами);

– наклонная трещина шириной раскрытия $a_{сгс}=3,0$ мм на участке в осях «13-14, Д» (3 этаж, кв. 25);

– наклонные и вертикальные трещины шириной раскрытия $a_{сгс}=0,5...2,0$ мм на участках (между 1-2 этажами, 2-3 этажами, 4-5 этажами; 2, 3, 5 этажи).

Поверочный расчет кирпичных простенков наружной ненесущей стены по оси В выполнен согласно разделу 4, п. 4.1 СНиП РК 5.02-02-2010 «Каменные и армокаменные конструкции» [2, 4].

По результатам поверочного расчета несущая способность кирпичных стен первого этажа не обеспечена, требуется их усиление [2, 4].

Несущая способность кирпичных стен второ-

го этажа обеспечена за исключением участков:

- по оси В, в осях 6-9, 10-12 шириной 1,12 м;
- по оси З, в осях 4-5 шириной 0,77 м, 1,02 м, 1,75 м;
- по оси К в осях 6-8, 10-12 шириной 680 мм;
- внутренняя стена толщиной 380 мм по осям 7, 11.

Выводы:

1. Одной из причин, усугубившей развитие деформаций строительных конструкций с образованием в них трещин, является развитие неравномерных осадок грунтов основания здания, к которым привело неудачное решение при выборе типа фундамента, а именно использование фундамента в виде сплошной монолитной железобетонной плиты при сложных грунтовых и гидрогеологических условиях данной строительной площадки.

2. Основание дома отличается существенной неоднородностью свойств грунтов (по степени сжимаемости и по скорости развития осадок разнотипных грунтов, резко отличающихся по водопроницаемости) не только в пределах опорной площади фундаментной плиты, но и по глубине основания.

3. Таким образом, загрузка подтопленного основания, сложенного слабопроницаемым суглинком, в условиях плохой дренируемости может привести к опасному неустойчивому состоянию фундамента в виде сплошной плиты с водонепроницаемой подошвой. При такой ситуации в результате отставания «процесса фильтрации воды» от «процесса уплотнения грунта (уменьшения пор)» резко возрастает избыточное давление в поровой воде, что приводит основание фундамента в нестабилизированное состояние или является причиной развития чрезмерных пластических деформаций грунта.

4. Учитывая тот факт, что в геоморфологическом отношении участок расположения дома приурочен к надпойменной террасе р. Сырдарья для проведения ремонтно-восстановительных работ по усилению несущих конструкций жилого дома необходимо провести водозащитные мероприятия по осушению и укреплению основания фундамента и исключению его подтопления в период эксплуатации. Для этого следует выполнить работы по устройству дамбы с целью укрепления берега реки Сырдарья, дренажа в виде кольцевой системы для защиты объекта от подтопления и провести мероприятия по усилению основания и фундамента путем укрепительной цементации грунтов основания и устройства по периметру фундаментной плиты буроинъекционных свай.

5. Для несущих строительных конструкций, оцененных по категории III (ограниченно работоспособная конструкция), категории IV (предварийное состояние конструкции), необходимо проведение капитального ремонта с усилением согласно рекомендациям раздела 6 [2].

6. При проведении водозащитных мероприятий и ремонтно-восстановительных работ по усилению несущих конструкций жилого дома необходимо осуществление постоянного мониторинга за состоянием несущих конструкций и фундамента. Если по наблюдениям будут зафиксированы новые и развитие старых трещин, будет наблюдаться прирост деформаций здания, то потребуются приостановление всех работ до выяснения причин их появления.

7. После проведения водозащитных мероприятий и ремонтно-восстановительных работ по усилению в течение первых трех лет необходим периодический визуальный и геодезический контроль (два раза в год) за техническим состоянием несущих конструкций и фундамента блока «А» жилого дома, расположенного в г. Кызылорде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров А.И. Методические рекомендации по проектированию и производству работ при усилении оснований и фундаментов памятников.
2. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3547131/>.
3. Техническое заключение по результатам экспертного обследования и оценке технического состояния с разработкой рекомендаций по восстановлению эксплуатационной пригодности несущих строительных конструкций блока «А» жилого пятиэтажного дома № 1 г. Кызылорды. Шифр № 12.ИР.28. г. Караганда, 2012.
4. СНиП РК 5.02-02-2010 «Каменные и армокаменные конструкции».
5. СП РК 5.03-107-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».
6. СН РК 5.01-01-2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

УДК 629.113.004

Н.А. АУБЕКЕРОВ, к.т.н., профессор,
Д.Е. КУАНЫШБЕК, магистрант,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТТИЛС

Оценка износа зубчатых колес трансмиссии за выполненный пробег автомобиля

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатационная надежность, трансмиссия, главная передача, зубчатые колеса, работа трения, износ

Одним из основных резервов повышения эффективности использования автомобилей является снижение материальных и трудовых затрат на поддержание их в технически исправном состоянии. Эти затраты довольно велики. Эффективность методов оценки и обеспечения надёжности автомобилей определяется степенью изученности их отказов. При этом необходимо знать, когда появляются отказы, какие они, к каким последствиям приводят и т. д.

Исследованиями установлено, что количество деталей, лимитирующих надёжность, составляет 7...15% от общего числа деталей автомобилей (без учёта нормалей) и на них приходится 88...98% общей стоимости всех заменённых деталей при устранении отказов. Следовательно, работа по обеспечению безотказности и долговечности автомобиля ограничивается сравнительно небольшим числом деталей и узлов, фактически ограничивающих надёжность [1-4]. При этом до 80% отказов деталей происходит вследствие износа их рабочих поверхностей.

Результаты исследований показывают, что для установившихся условий работы износ трущихся деталей зависит от работы трения, которая определяется режимами работы автомобиля в конкретных условиях эксплуатации.

В работе рассмотрен метод оценки износа одного из элементов автомобиля, критических по надёжности (зубчатых колёс трансмиссии) с учетом действительных повреждающих факторов, т.е. их нагрузочных и скоростных режимов, которые формируются под воздействием действительных режимов работы автомобиля.

Износ, а следовательно, остаточная долговечность зубчатых колёс трансмиссии автомобиля в рассматриваемых условиях эксплуатации определяется трением в относительном движении сопряжённых поверхностей зубьев.

Секундная работа трения за время зацепления двух прямых зубьев может быть определена через среднюю силу трения P_f и среднюю скорость $v_{ск}$ скольжения [5]

$$W_c = P_f v_{ск}. \quad (1)$$

В работе [3] на основе соответствующих преобразований с учетом расчетных схем для определения рабочей части зуба и скорости скольжения в зацеплении расчётная формула для определения секундной работы трения приведена к следующему виду:

$$W_c = \frac{f r_k P_T}{r_{o1} U_3 U_o \eta_T} \cdot \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot \frac{\rho_1^2 + \rho_2^2}{\rho_1 + \rho_2}. \quad (2)$$

Для практического использования данной формулы необходимо установить связи тяговой силы P_T с условиями эксплуатации и угловых скоростей ω_1 и ω_2 рассматриваемых зубчатых колёс через скорость движения v_a автомобиля.

Тяговая сила на ведущих колёсах [3,4]

$$P_T = P_d + P_B, \quad (3)$$

где P_d , P_B – соответственно силы сопротивления дороги и воздуха, Н.

Сила сопротивления дороги движению грузового автомобиля

$$P_d = \psi g (m_a + \gamma q + n_n m_n + n_n m_6), \quad (4)$$

автобуса или легкового автомобиля

$$P_d = \psi g (m_a + n_n m_n + n_n m_6), \quad (5)$$

где ψ – коэффициент дорожного сопротивления; g – ускорение свободного падения, м/с²; m_a , m_n , m_6 – соответственно массы снаряжённого автомобиля, одного человека (пассажира), багажа, кг; γ – коэффициент использования грузоподъёмности; q – грузоподъёмность автомобиля (масса перевозимой полезной нагрузки), кг; n_n – число пассажиров, включая водителя.

Сила сопротивления воздуха может быть определена по выражению

$$P_B = k_B F_l \bar{v}_i^2, \quad (6)$$

где F_l – площадь лобового сопротивления автомобиля, м²;

k_B – коэффициент обтекаемости автомобиля, Нс²/м⁴.

Выразим угловые скорости рассматриваемых

зубчатых колёс через скорость движения v_a автомобиля, используя известные соотношения их с угловой скоростью ω_k колеса

$$\omega_k = v_a / r_k; \quad \omega_2 = \omega_k U_a = v_a U_a / r_k.$$

После соответствующих подстановок расчетная формула для определения секундной работы трения в зацеплении зубчатых колёс, коробки передач. удобная для практического применения, имеет следующий вид:

$$W_c = \frac{f(z_2 + z_1)(\rho_1^2 + \rho_2^2)}{2r_{o1}\eta_T z_2(\rho_1 + \rho_2)} v_a P_T. \quad (7)$$

Как видно, работа трения в зацеплении зубчатых колёс, рассчитываемая по формуле (7), учитывает действительные нагрузочные (P_T) и скоростные (v_a) режимы работы автомобиля, формируемые особенностями конкретных условий его эксплуатации.

Удельная секундная работа трения

$$W_{yc} = W_c / H, \quad (8)$$

где H – площадь трения зубьев в зацеплении.

Работа трения в зацеплении позволяет определять износ зубчатых колёс за любой пробег автомобиля в конкретных условиях эксплуатации. Так, например, если известно, что автомобиль проработал (T , ч) с использованием рассматриваемой пары зубчатых колёс коробки передач, то полная (удельная) работа трения за выполненный пробег

$$W_{yt} = 3600 T W_{yc}. \quad (9)$$

Эксплуатационный износ зуба по начальной окружности за выполненный пробег автомобиля

$$t_{oi} = t_{уд} W_{yt}, \quad (10)$$

где $t_{уд}$ – удельный износ (характеристика износостойкости) зубьев шестерён, мк/(Нс²/м⁴).

Рассмотренный метод является объективным, так как учитывает уровень и продолжительность действительных повреждающих воздействий, т.е. нагрузочные (P_T) и скоростные (v_a) режимы работы автомобиля, формируемые, изменяющимися при каждом пробеге, особенностями конкретных условий его эксплуатации.

Исходными данными, характеризующими особенности конкретных условий эксплуатации

автомобиля при каждом пробеге являются: продолжительность работы автомобиля на отдельных передачах по пробегу и времени; число поль­зований сцеплением, тормозами. Для типовых маршрутов движения автомобиля также устанавливаются средние значения коэффициента суммарного дорожного сопротивления.

Указанные данные для индивидуальной оценки износа и прогнозирования возможных отказов зубчатых колёс, по степени приближения накопленного износа за все пробеги автомобиля к его предельно допустимой величине, могут быть установлены по данным путевого листа. Для выполнения расчетов по рассмотренной методике также используются техническая характеристика, конструктивные размеры соответствующих деталей и механизмов рассматриваемого автомобиля.

Для возможности практического использования методики в условиях эксплуатации при отсутствии вычислительной техники были разработаны специальные расчетные номограммы для определения: сил сопротивления дороги и воздуха; нагрузочного и скоростного режимов работы зубчатых колёс; секундной, удельной секундной работы трения в зацеплении зубчатых колёс; полной работы трения в зацеплении зубчатых колёс за выполненный пробег (рейс) автомобиля; износа зубчатых колёс за выполненный рейс автомобиля в i -х условиях эксплуатации; использованного и остаточного ресурсов износостойкости (долговечности) зубчатого колеса за выполненный рейс и с начала эксплуатации автомобиля.

В качестве примера, приведены расчетные таблицы 1,2 и построенные по ним номограммы на рисунках 1,2 для определения сил сопротивления дороги и воздуха автомобиля ГАЗ-3307 в различных условиях эксплуатации.

Вывод. В статье предложен метод оценки износа одного из элементов автомобиля, критических по надежности (зубчатых колёс трансмиссии) с учетом действительных повреждающих факторов, т.е. работы трения в относительном движении сопряжённых поверхностей. При этом величина работы трения в зацеплении, т.е. уровень повреждающих воздействий на них, определяется действительными режимами и условиями работы за отдельные пробеги автомобиля.

Таблица 1 – Сила сопротивления дороги, кН

Коэффициент сопротивления дороги	Масса перевозимого груза, тыс. кг.					
	0	1	2	3	4	6
0,02	0,637	0,833	1,029	1,225	1,421	1,813
0,04	1,274	1,666	2,058	2,45	2,842	3,626
0,06	1,911	2,499	3,087	3,675	4,263	5,439
0,08	2,548	3,332	4,116	4,9	5,684	7,252
0,1	3,185	4,165	5,145	6,125	7,105	9,065

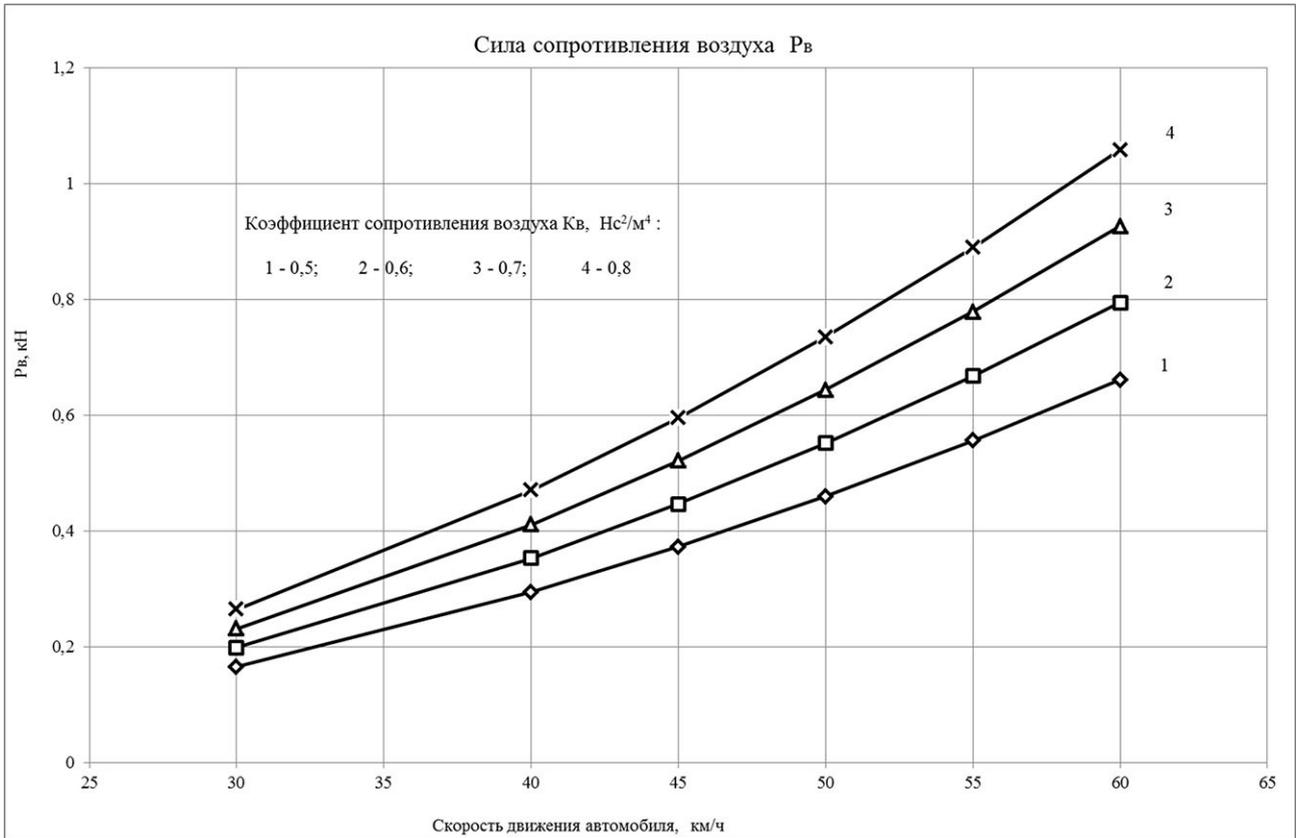


Рисунок 1

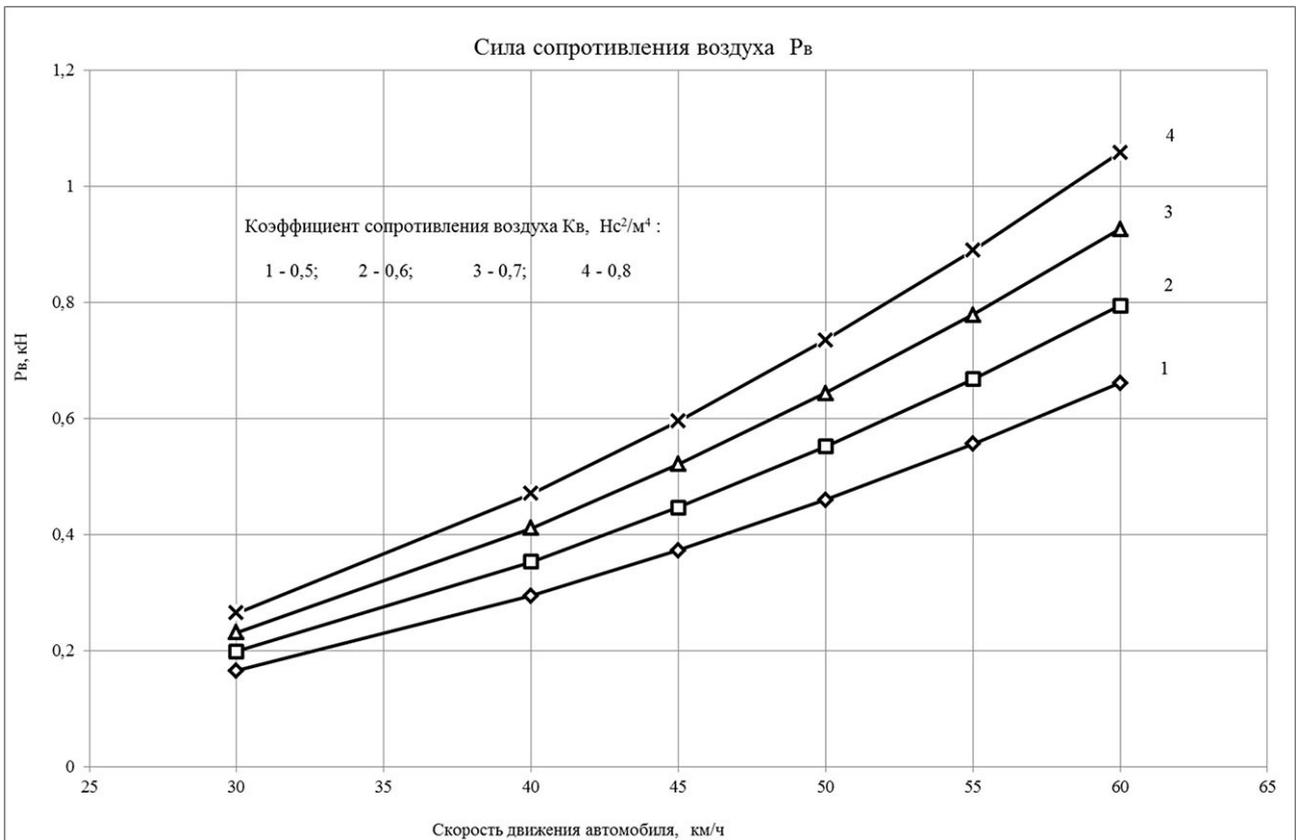


Рисунок 2

Таблица 2 – Сила сопротивления воздуха, кН

Коэффициент сопротивления воздуха, $\text{Hc}^2/\text{м}^4$	Средняя скорость автомобиля, м/с					
	8,33	11,11	12,5	13,89	15,28	16,67
0,5	0,165	0,294	0,372	0,459	0,556	0,661
0,6	0,198	0,353	0,446	0,551	0,667	0,794
0,7	0,231	0,411	0,521	0,643	0,778	0,926
0,8	0,264	0,47	0,595	0,735	0,889	1,058

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трикозюк В.А. Повышение надежности автомобиля. – М.: Транспорт, 1980. – 88 с.
2. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. – Ленинград: Политехника, 1991. – 224 с.
3. Аубекерова Ж.Н. Индивидуальное прогнозирование эксплуатационной долговечности деталей автомобиля. – Караганда: КарГТУ, 2004. – 84 с.
4. Аубекеров Н.А., Аубекерова Ж.Н., Абатова А.Н. Индивидуальная оценка эксплуатационных повреждений деталей автомобиля // Научно-технический журнал «Автомобильная промышленность». 2014. № 11. С. 18-20.
5. Яковлев Н.А. Методические указания по расчету шасси автомобиля. – М.: ВЗПИ, 1968. – 206 с.

УДК 624.072.011

В.Н. НЭМЕН, к.т.н., доцент,
Ю.Н. ПЧЕЛЬНИКОВА, ст. преподаватель,
Д. АМИРГАЛИ, магистрант,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

Экспериментальные исследования стекло-деревянных балок

Ключевые слова: прозрачные конструкции, древесина, стекло, клеи, стекло-деревянные балки, сцепление, испытание на изгиб

Стекло состоит из диоксида кремния, сплавленного при высоких температурах, главным образом с боратами и фосфатами. Несмотря на свою нерегулярную решетку (рисунок 1), которая помещает материал где-то между твердой и жидкой фазами, имеется достаточная адгезионная молекулярная структура для механической прочности.

Основные преимущества стекла: придаёт зданию привлекательный вид; отвечает функциональным требованиям освещения, теплоизоляции и энергосбережения; закаленное стекло имеет большую несущую способность и высокую огнестойкость; естественный свет внутри помещений оказывает положительное влияние на психику. Недостатки стекла: дороговизна материала, повышенная стоимость строительных работ; увеличение эксплуатационных расходов; трудности транспортировки; отсутствие исчерпывающих нормативных данных; необходимость учитывать пожаробезопасность.

В настоящее время производство флоат-стекла является самым популярным, базовым производственным процессом и составляет около 90% всего листового стекла мира. С усовершенствованием технологического процесса, применением различных добавок, повышающих прочность, стекло стали рассматривать как материал для несущих конструкций.

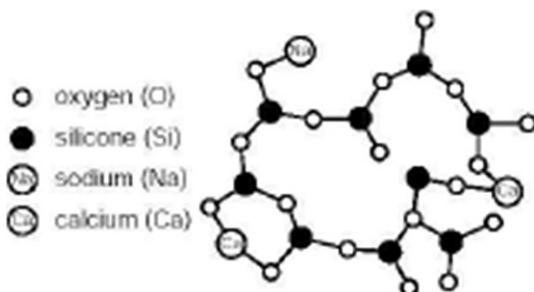


Рисунок 1 – Схематическое изображение нерегулярной решетки натриево-силикатного стекла

Современная архитектура требует большей освещенности помещений и более прозрачных элементов зданий, способных служить также несущими конструкциями. Реконструкция или адаптация исторических сооружений для использования туристами часто связана со строительством несущих балок, которые должны быть максимально прозрачными, чтобы обеспечить эстетический взгляд на предметы искусства. Но непредсказуемые свойства стекла ограничивали возможности применения чисто стеклянных конструкций. В этой связи в течение последних десятилетий в ряде стран выполнялись исследования, ориентированные на комбинирование стекла с другими материалами. Наибольшее развитие здесь получили проекты составных стекло-деревянных двутавровых балок, в которых деревянные пояса приклеивались к однослойной или многослойной стеклянной стенке [1,2,3,4,5].

Более 10 лет в Европе разрабатываются нормы для проектирования стеклянных конструкций, но стандарт сталкивается с некоторыми трудностями. Так, разработанный Еврокомиссией Еврокод для несущего стекла ещё не утверждён. Важное отличие Американского национального стандарта ASTM E 1300-04 от Еврокода состоит в том, что он основан на нагрузках, а не на напряжениях. Канадский Стандарт аналогичен Американскому, разница лишь в длительности для сопротивления: 60 с вместо 3 с. В России нет методов расчёта несущих элементов стекла в виде норм и правил. Эксперименты и дискуссии ведутся в направлении создания концепции надёжности по всем аспектам проектирования и эксплуатации конструкций из стекла [6].

В Республике Казахстан в настоящее время отсутствуют нормы проектирования таких конструкций, поэтому в наших исследованиях была необходимость рассмотрения широкого круга вопросов, связанных с их проектированием, изготовлением и испытанием. Публикуемые материалы – результат первой серии экспериментов, в которых использовались рядовые строительные материалы.

Стадия экспериментов

Материалы

Верхняя и нижняя полки (пояса) выполнены из сосны класса К/24 (сорт 2) с расчётными показателями: плотность – 500 кг/м³, модуль упругости вдоль волокон – $E_0 = 10000$ МПа, модуль сдвига – $G_{90} = 500$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,45$, коэффициент температурного удлинения $\alpha = 5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹.

В расчётах прочности и деформативности опытной балки использованы следующие величины: нормативные сопротивления древесины при изгибе, сжатии при изгибе – 26 МПа, нормативные сопротивления при сжатии – 21 МПа, при растяжении – 15 МПа.

Для стенки использовано флоат-стекло плотностью 2500 кг/м³ марки А-7 ГОСТ 111-78 [7] толщиной 10 мм с прочностью при сжатии 1000 МПа, при растяжении – 45 МПа, модулем упругости $E = 70000$ МПа, модулем сдвига $G = 30000$ МПа, коэффициентом Пуассона – $\nu = 0,25$, коэффициентом температурного удлинения – $\alpha = 8,5 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹.

В качестве первого приближения (СБ-1) для склеивания деревянных полок и стеклянной стенки использовали силиконовый клей.

При изготовлении балки СБ-2 соединение стенки и поясов выполнено с помощью клея «Универсальный на каучуковой основе № 99». В связи с

отсутствием норм по определению прочности на сдвиг клеевого соединения стекла с древесиной нами были разработаны и испытаны специальные образцы (рисунок 2).

Испытание образцов производилось на сжатие на машине УММ-5. В таблице представлены результаты испытания клеевых соединений на сдвиг.

Стандартные требования к определению прочности на сдвиг клеевого соединения стекла и дерева в настоящее время отсутствуют, поэтому полученные данные при испытании на сжатие необходимо дополнить испытанием образцов на растяжение с учётом статистической изменчивости.

За величину прочности клеевого соединения на сдвиг принято среднее значение напряжений – 1,85 МПа. Нанесение клея производилось вручную, толщина – до 2 мм.

Конфигурация испытаний

Конструкция опытной стеклянно-деревянной балки СБ-1 показана на рисунке 3.

Как видно, в отличие от балок, использованных в [4], верхний пояс принят из цельного бруса, что в большей степени обеспечивало состояние плоского изгиба. В связи с отсутствием каких-либо литературных данных, размеры поперечного двутаврового сечения приняты больше возможных минимальных, использованных, например, в

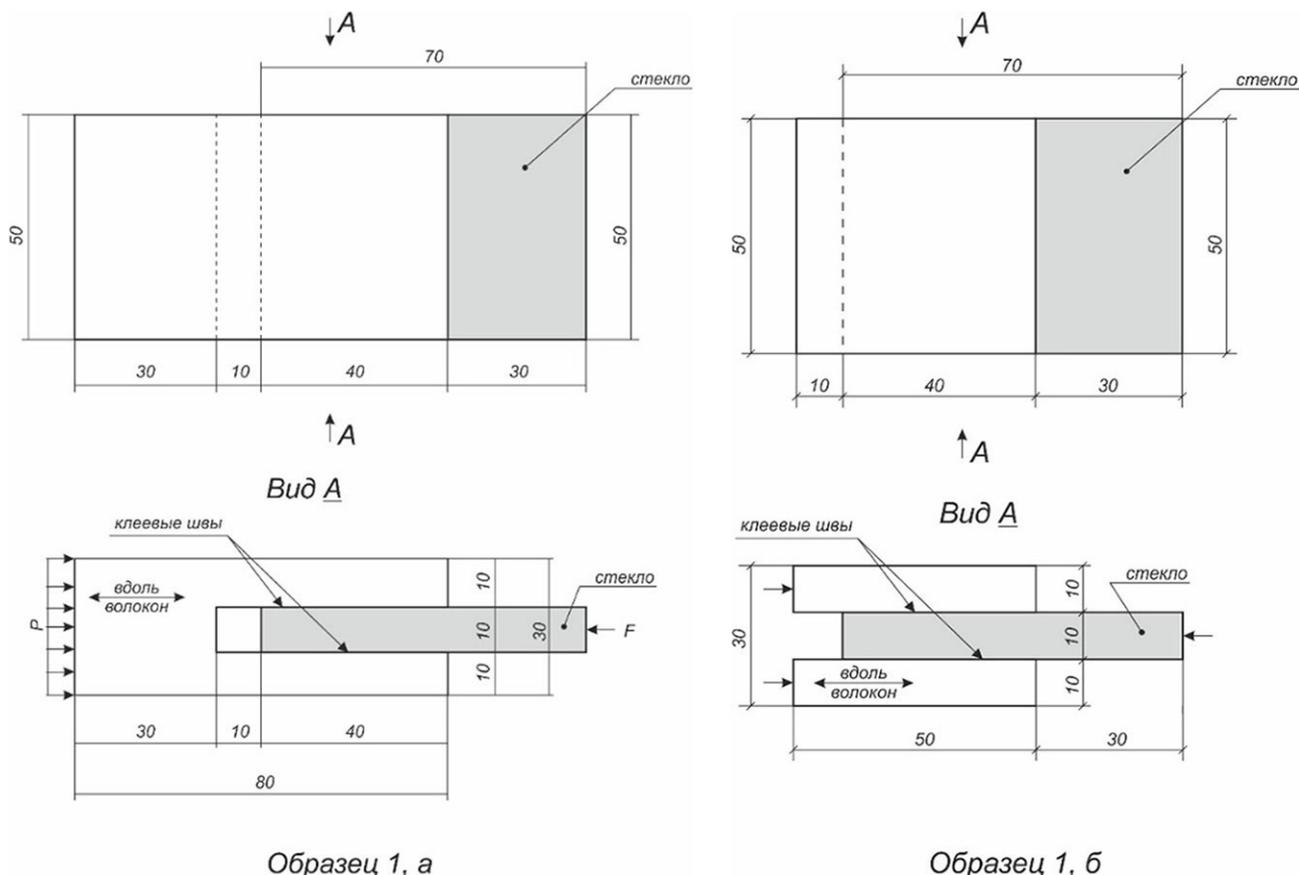


Рисунок 2 – Опытные образцы для испытания на сдвиг

составных деревянных балках со стенкой из плит OSB.

В качестве первого приближения была принята трёхточечная схема загрузки (рисунок 4).

Расчёт прочности по нормальным и наклонным сечениям производился по формулам сопротивления упругих материалов с приведением площади сечения материала стенки к материалу древесины полок. Такой расчёт позволял определить разрушающую нагрузку и назначить величину ступеней нагружения. В данном случае ($R_p = 10$ МПа) расчётная разрушающая нагрузка при разрушении по нормальному сечению составила $F = 11,52$ кН. Расчёт прочности по наклонным сечениям не может выявить разрушающую нагрузку, так как в нормативной литературе не приводится величина прочности стекла при сдвиге.

Общий вид испытаний представлен на рисунке 5.

Испытание проводилось при температуре 22°C и влажности 75%. Ступени нагрузки не превышали 2 кН, выдержка на каждой ступени – 5 мин.

Уже в начале испытания было зафиксировано перемещение стеклянной стенки относительно полок, что привело к увеличению прогибов (ри-

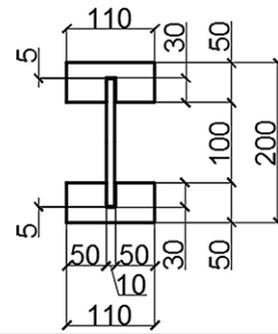


Рисунок 3 – Опытная гибридная балка

сунком 6), а в дальнейшем и к разрушению сжатой полки при $F = 11,3$ кН (рисунок 5). В [4] также отмечены большие прогибы при отсутствии должного взаимодействия стенки и поясов. Расчётная разрушающая нагрузка данной балки как трёхслойной конструкции с полным отсутствием связи между слоями составляет 5,38 кН (538 кгс). Стыковое соединение листов стенки оказалось неэффективным из-за недостаточной прочности клеевого шва.

Конструкция балки СБ-2 идентична конструкции первой балки так же, как и условия испыта-

Результаты испытания клеевых соединений на сдвиг					
Номер образца	Площадь двух швов, см ²	Усилие сдвига, кН	Напряжение сдвига, МПа	Среднее напряжение	Атмосфера лаборатории
Б1, а-1	41,0	9,00	4,39	4,00	Т = 19°C W = 68%
Б1, а-2	41,0	7,40	3,61		
Б1, а-3	41,5				
Б1, б-1	41,0			3,70	
Б1, б-2	41,5	6,60			
Б1, б-3	41,0	8,92			

Примечания: 1. Значение напряжения сдвига (1,83 МПа) исключено из-за «расклинивания» образца Б1, а-3 при разрушении. 2. У образца Б1, б1 (2,26 МПа) проклеена лишь половина площади соприкосновения. 3. Характеристика изменчивости полученных значений не превышает максимально допустимого значения $V_t = 0,23$.

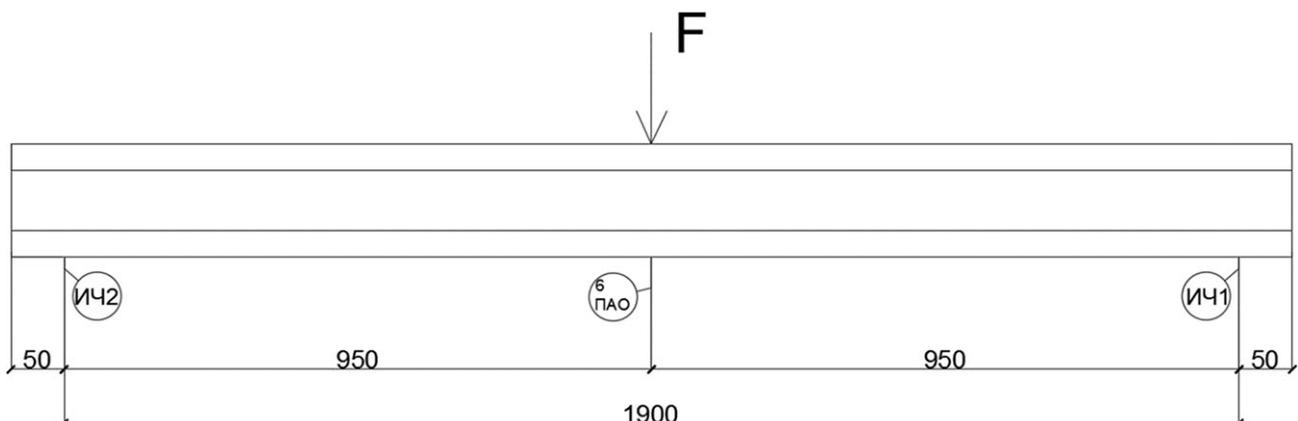


Рисунок 4 – Схема загрузки опытной балки СБ-1

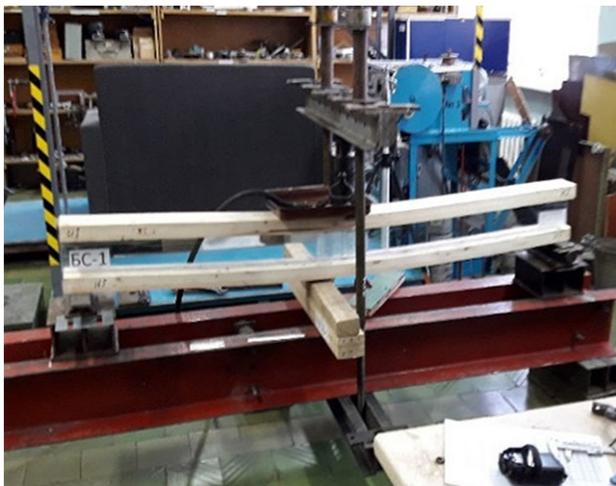


Рисунок 5 – Испытания балки СБ-1



Рисунок 6 – Образование первой трещины

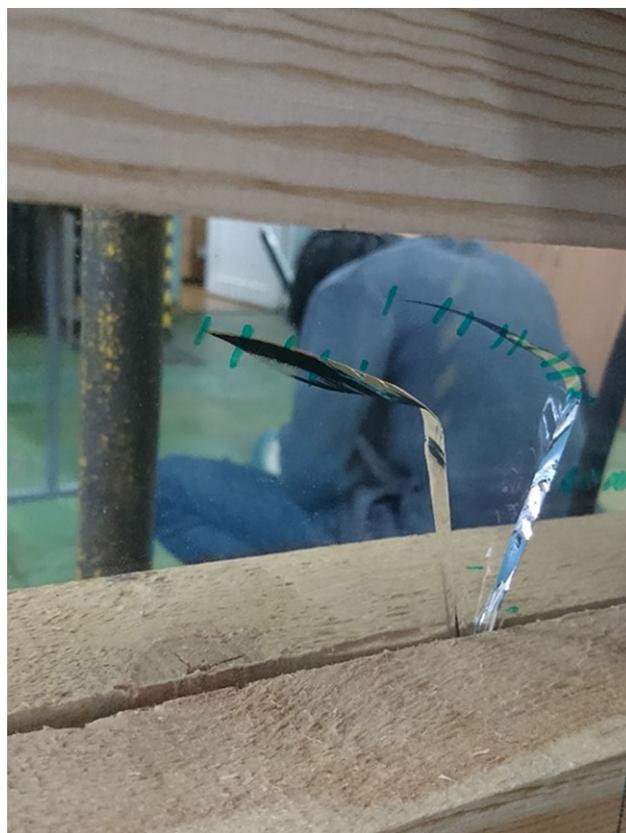


Рисунок 7 – Рост трещины под нагрузкой

ния. Первая трещина образовалась при нагрузке около 80 кН в середине пролёта, её высота составила 40 мм (рисунок 6).

Двухветвевая форма трещины объясняется, видимо, влиянием эпюры поперечных сил, меняющих знак в середине пролёта балки. В то же время трудно предсказуемый характер работы стекла под нагрузкой требует дополнительной проверки зафиксированного вида трещины. Дальнейшее нагружение приводило к росту трещины (рисунок 7), причём её искривление также

связано, предположительно, с влиянием поперечных сил. Одновременно появились микротрещины, которые при нагрузке $F=20$ кН образовали область значительных повреждений (рисунок 8). Столь развитая система трещин вполне означала наступление второй группы предельных состояний. Дальнейшее нагружение было прекращено. В то же время, отсутствие повреждений в полках свидетельствует о запасе несущей способности балки, отмечаемой в ряде источников.

Процесс испытания опытной балки сопрово-



Рисунок 8 – Образование группы трещин

ждался замера величин возникающих прогибов при каждой ступени нагружения (рисунок 9).

Как видно, линейная зависимость в целом сохранялась на всем протяжении опыта. Образование первой трещины сопровождалось изменением жёсткости при нагрузке 80 кН, что соответствует данным визуальных наблюдений. Необходимо отметить, что наличие стеклянной стенки увеличило жёсткость балки в целом и прогибы при достижении второй группы предельных состояний составили 5,5 мм, т.е. 1/364 пролёта.

Испытание балки СБ-3 проводилось при четырёхточечном нагружении. Разрушение стенки (разлом) было мгновенным и полным при нагрузке 10 кН (1000 кгс), т.е. I ступень разрушения совпадала со II ступенью. Трещины имели веерообразный характер (рисунок 10) и располагались

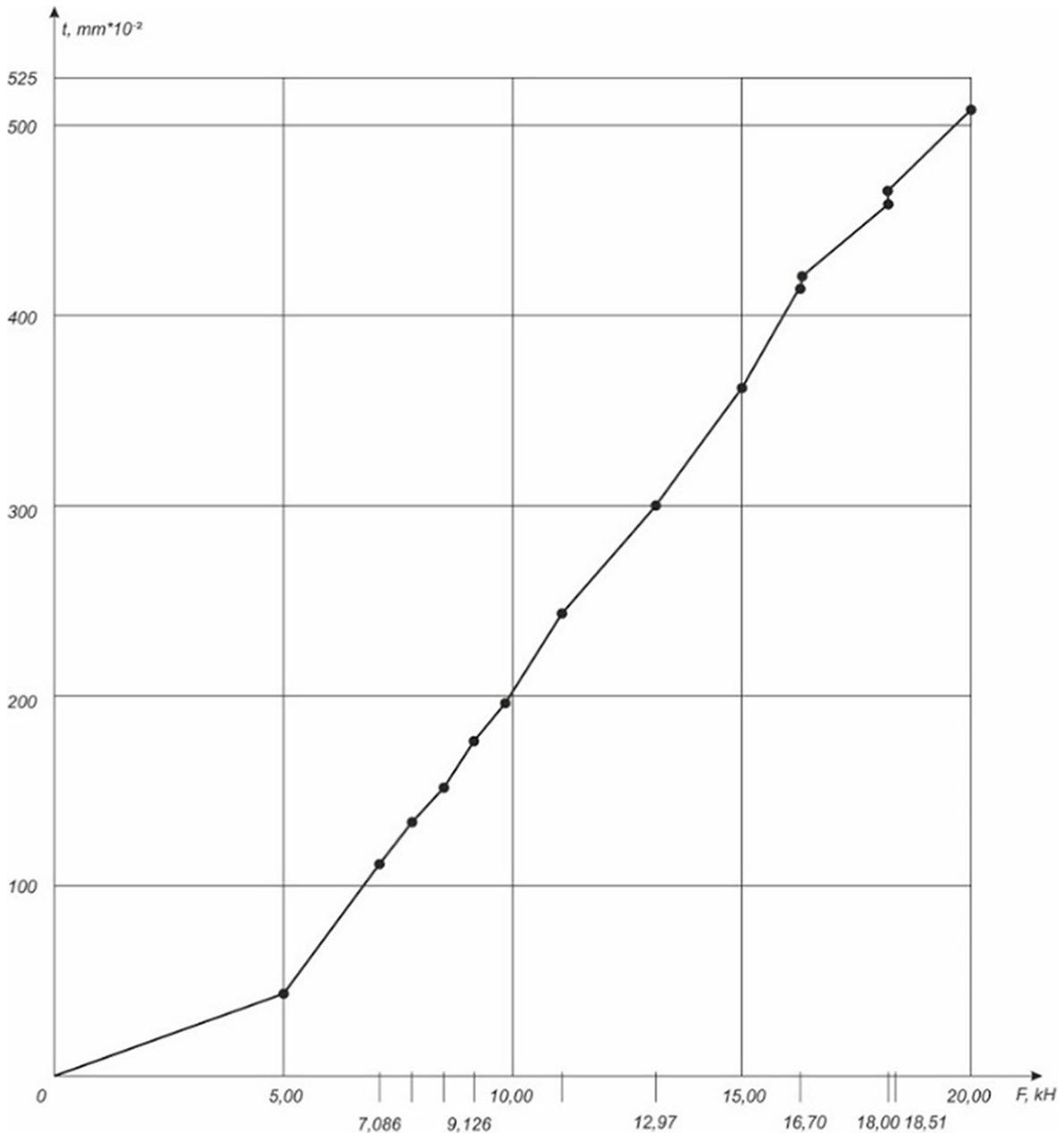


Рисунок 9 – График F – f



Рисунок 10 – Разрушение стенки балки СБ-3

примерно в середине пролёта. Зафиксированный характер деформирования идентичен результатам испытаний, приведенным в [4]. Полки были малонагруженными и препятствовали разлетию осколков стекла.

ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты показали, что силиконовый клей непригоден для соединения стеклянной стенки с деревянными полками. Отдельного внимания требует разработка надёжного метода определения сопротивления клеевого соединения на сдвиг между древесиной и стеклом.

Балки со стеклянной стенкой обладают достаточно большой несущей способностью. Образование первой трещины происходит при нагрузках, допускающих пригодность балок для покрытий отапливаемых зданий. В то же время, из-за непредсказуемости свойств стекла необходимо продолжение экспериментальной проверки указанных свойств композитной конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kreher K. Netterer J / Timber-glass Composite Girders for a Hotel in Switzerland // Structural Engineering International. 2004. Vol.14. No.2. Pp 46-54.
2. Leskina Yana. Load-bearing glass structures, Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta. Bachelor's Thesis. 2010. 56 p.
3. Hulimka J, Kozlowski M. Mechanism of failure and post-breakage strength of hybrid timber-glass beams // 10th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings, Faculty of Civil Engineering STU Bratislava. 2012. Pp. 246-263.
4. Premrov M., Zlatinek M., Štrukelj A. Experimental analyses of load-bearing timber-glass I-beam // University of Maribor, Slovenia. 2014. 10 p.
5. Демьяненко М.А., Стратий П.В. Основы проектирования несущих конструкций из стекла // Системные технологии. – 2018. – № 26.
6. ГОСТ 111-90. Стекло листовое. Технические условия.
7. Бубис А.А. и др. Исследование работы конструкций из многослойного стекла на сжатие с изгибом и чистый изгиб // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 1. С. 22-30.

УДК 656.07

А.В. РОЖКОВ, к.т.н., ст. преподаватель,
О.Т. БАЛАБАЕВ, к.т.н., ст. преподаватель,
Н.Д. АДИЛОВА, д-р PhD, ст. преподаватель,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПТ

Алгоритм имитационного моделирования количества и порядка расположения вагонов в составе поезда, прибывающего на подъездной путь

Ключевые слова: железнодорожный состав, имитационное моделирование, количество отцепов, промышленный транспорт, оборот вагонов, оптимизация вагонопотоков, подъездной путь, управление перевозками

Длительность технологических процессов с поездами, прибывающими на подъездные пути промышленных предприятий, во многом зависит от того, в каком порядке и в каком количестве расположены вагоны, адресуемые на различные внутренние станции подъездного пути.

Очевидно, что порядок расположения и количественный состав вагонов носит случайный характер.

Для математического моделирования технологических процессов обработки составов, прибывающих на подъездные пути, необходимо разработать алгоритм имитационного моделирования количества и порядка расположения вагонов в составе поезда.

Поскольку данный алгоритм может быть применен для математического моделирования различных технологических процессов, то решение данной задачи является достаточно актуальным.

Обычно подъездные пути промышленных предприятий выполнены по следующей схеме: имеется станция подъездного пути, имеющая выход на станцию примыкания магистральной сети и связанная с остальными станциями или грузовыми пунктами подъездного пути. Условно назовем такую станцию – ст. Приемная. Предположим, что подъездной путь также характеризуется несколькими внутренними станциями, принимающими определенный объем вагонопотока и расположенными в определенном порядке и на определенном расстоянии от ст. Приемная и между собой.

Алгоритм данной имитационной модели включает следующие этапы.

1. Расчет условно-постоянных переменных

Определяем суммарный вагонопоток по станциям подъездного пути по следующей формуле:

$$V = \sum_{i=1}^{n_{ст}} m_{ви}, \quad (1)$$

где $m_{ви}$ – вагонопоток, адресуемый на i -ю станцию подъездного пути;

$n_{ст}$ – количество рассматриваемых станций в модели.

Определяем долю i -го вагонопотока в общем суммарном вагонопотоке по формуле:

$$\alpha_i = \frac{m_{ви}}{V}. \quad (2)$$

Определяем расстояния пробега групп вагонов к станциям подъездного пути по формуле:

$$l_{пери} = l_{пери-1} + l_{пери}, \quad (3)$$

где $l_{пери}$ – длина перегона между i -й и $i-1$ станциями подъездного пути, причем $l_{пери}$ – равняется длине перегона между ст. Приемная и первой на ходу движения станции подъездного пути.

Определяем годовое количество внутренних поездов по формуле:

$$N = \frac{V}{m}, \quad (4)$$

где m – количество вагонов в данном поезде.

Блок-схема алгоритма, реализованного в программной среде Scilab, представлена на рисунке 1.

В блок-схеме алгоритма расчета условно-постоянных переменных имитационной модели:

- в блоках 1-2 определяется суммарный вагонопоток по станциям;

- в блоках 3-4 рассчитывается доля вагонопотока, адресуемого на каждую станцию, от величины суммарного вагонопотока;

- в блоках 5-6 рассчитывается расстояние перемещения групп вагонов от ст. Приемная, до каждой внутренней станции завода;

- в блоке 8 рассчитывается количество внутренних поездов, формируемых на ст. Приемная

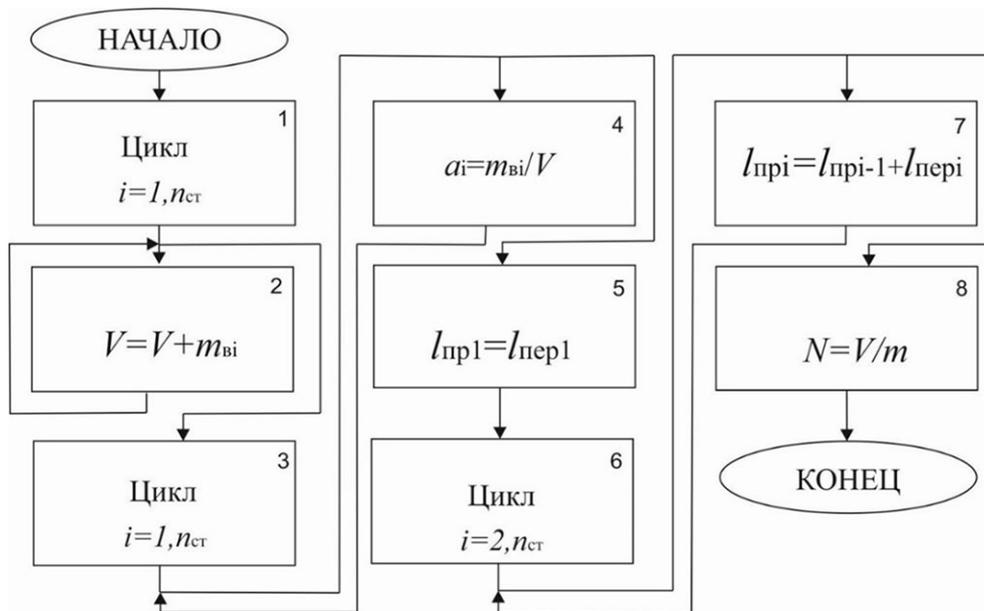


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма расчета условно-постоянных переменных имитационной модели

на внутренние станции завода в год.

2. Формирование групп вагонов и числа вагонов групп по станциям назначения

Количество вагонов в группе, прибывающей со станции примыкания, определяется по следующей формуле:

$$m_{отцi} = \text{int}(m \cdot \text{rand}(i) \cdot \alpha_i), \quad (5)$$

где int – функция, возвращающая целое значение от вычисляемого параметра;

m – количество вагонов в составе формируемого поезда;

i – номер группы вагонов;

α_i – доля i -го вагонопотока в составе формируемого поезда;

$\text{rand}(i)$ – функция, возвращающая случайное число в пределах от 0 до 1.

Количество вагонов в группах вагонов в составе формируемого поезда должно соответствовать общему количеству вагонов в поезде, поэтому количество вагонов в группе назначения на i -ю станцию $m_{отцi}$ необходимо проконтролировать на соответствие их общему количеству вагонов в поезде по следующей схеме.

Вычисляем фактическое общее количество сформированных вагонов в составе:

$$m_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{ст}}} m_{отцi}. \quad (6)$$

Вычисляем возникшую разницу из-за случайного формирования показателя $m_{отцi}$, определяя разницу между фактически полученным количеством вагонов и требуемым по формуле:

$$\Delta = m - m_{\text{факт}}. \quad (7)$$

Корректируем ранее вычисленное количество вагонов по следующему соотношению:

$$m_{отц} = m_{отцi} + \Delta \cdot \alpha_i. \quad (8)$$

Далее опять рассчитываем фактическое общее количество сформированных вагонов в составе по формуле (6) и вычисляем Δ по формуле (7). Оцениваем величину исходя из условия, что она не должна превышать точности ϵ от общего количества вагонов в составе, т.е. должно соблюдаться условие:

$$\frac{\Delta}{m} \leq \epsilon. \quad (9)$$

Если условие (9) не соблюдается, повторяем расчет по формулам (6)-(9); в случае выполнения условия (9) корректируем максимальный элемент, организовав циклический процесс по формированию $m_{отцi}$ и проверке соответствия условию:

$$m_{отц \max} = m_{отц \max} + \Delta. \quad (10)$$

В результате данного процесса получим соответствие $m = m_{\text{факт}}$.

Данный алгоритм, реализованный в программной среде Scilab, представлен на рисунке 2. В блоках 1-2 формируется случайным образом количество вагонов в группе назначением на различные станции завода. В блоках 3-5 вычисляется фактически полученное значение количества вагонов в поезде. В блоке 6 вычисляется разница между фактическим и заданным количеством вагонов в поезде. В блоке 7 производится сравнение вычисленной относительной погрешности с допустимой. В блоке 8 производится окончательная корректировка максимального количества вагонов.

3. Определение случайного порядка расположения групп вагонов в поезде

Согласно математической теории комбинаторики, количество вариантов расстановки групп

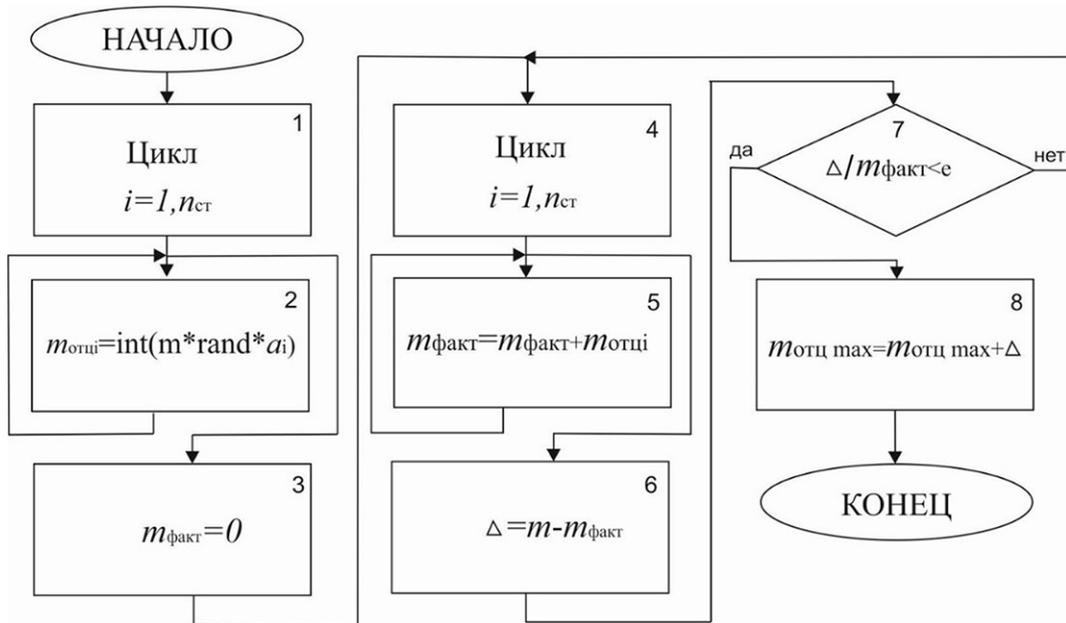


Рисунок 2 – Алгоритм определения случайным образом количества вагонов в группах, реализованный в программной среде Scilab

подчиняется следующему закону:

$$A = n!, \tag{11}$$

где n – количество вариантов расстановки, равное количеству станций подъездного пути.

Используем разработки, представленные в [1], с помощью которых формируем файл в среде Microsoft Excel, содержащий $n!$ возможных вариантов перестановки.

Для случайного выбора варианта формируем случайное число от 1 до $n!$, используя конструкцию

$$n_{\text{вар}} = \text{int}(n! * \text{rnd}(1)). \tag{12}$$

Затем из ранее сформированного файла Excel выбираем строку с вариантом перестановки, соответствующую номеру $n_{\text{вар}}$.

Таким образом, формируется файл случайного распределения расстановки групп вагонов в формируемом поезде.

Окончательно формируется файл, в котором указано количество вагонов в группах по станциям назначения, а также порядок их расположения по порядку следования и соответствия этому следованию расположению станциям подъездного пути.

Данный алгоритм, реализованный в программной среде Scilab, представлен на рисунке 3.

В блоке 1 производится загрузка файла вариантов перестановки групп вагонов. В блоке 2 случайным образом определяется номер варианта перестановки. В блоке 3 вектору $nst1$ присваивается случайное значение варианта перестановки групп вагонов.

Данный алгоритм использован для разработки математической модели оптимизации вагоно-

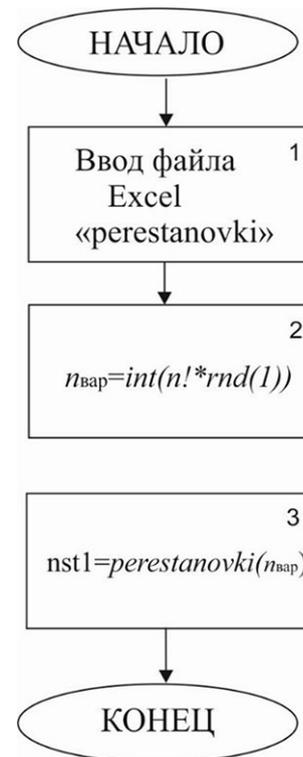


Рисунок 3 – Алгоритм случайного выбора расстановки вагонов в поезде

потоков на Карагандинском металлургическом заводе АО «АрселорМиттал Темиртау» (Казахстан). В данной модели приведенный алгоритм используется для имитационного моделирования технологического процесса обработки поездов, поступающих с магистральной сети на подъездной путь [2].

1. [Электронный ресурс]. URL <http://excel2.ru/articles/perestanovki-bez-povtoreniy-kombinatorika-v-ms-excel>. (дата обращения 20.01.2017).
2. Адилова Н.Д. Оптимизация внутренних перевозок металлургического комбината (на примере АО «АрселорМиттал Темиртау»): Дис. ... док. PhD: Алматы: КазАТК им. М. Тынышпаева, 2018. – 115 с. – Рег. № 0618PK00156.

УДК 691:625.7

А.Т. ПИМЕНОВ¹, д.т.н., профессор,
Л.А. БАРАХТЕНОВА¹, д.б.н., профессор,
К.С. ДЬЯКОВА¹, магистрант,
М.О. ИМАНОВ², к.т.н., доцент,
Е.К. ИМАНОВ², магистр, преподаватель,

¹Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (ФГБОУ ВО НГАСУ (Сибстрин)), кафедра строительных материалов, стандартизации и сертификации, г. Новосибирск, Россия

²Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

Снижение деформативности оснований автомобильных дорог

Ключевые слова: автомобильные дороги общего пользования, основания дорог, повреждения и разрушения, технологические приемы укрепления оснований, проектирование дорог, повышение качества дорог

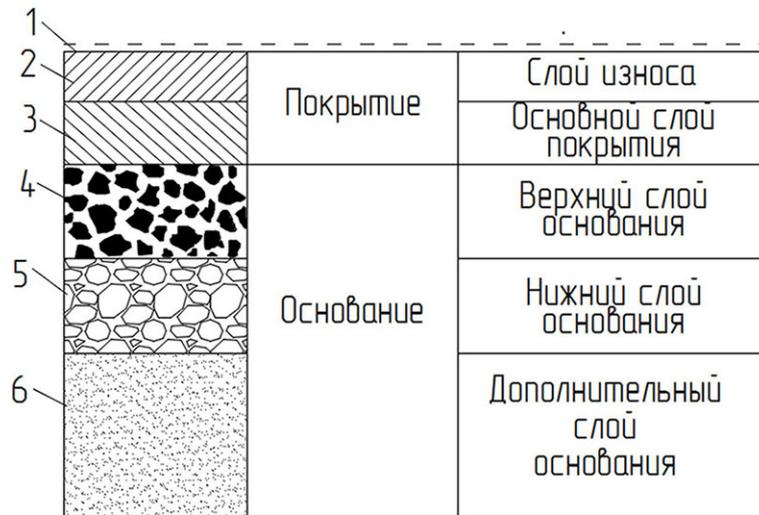
Автомобильные дороги имеют стратегическое значение для Российской Федерации. От уровня развития их сети зависит решение задач достижения устойчивого экономического роста, повышения конкурентоспособности отечественных производителей и улучшения качества жизни населения, укрепления национальной безопасности государства и интеграции транспортного комплекса Казахстана в международную транспортную систему.

Состояние дорог в РФ определяется комплексом географических, климатических, экологических факторов, что во многом определяет разнообразие технологий их проектирования, строительства и содержания [1-4]. Анализ практики эксплуатации убеждает в том, что из всего комплекса инженерных сооружений автомобильной дороги одним из наиболее уязвимых конструктивных ее элементов выступает земляное

полотно. Основными причинами неудовлетворительного его состояния являются не только недостаточная изученность процессов деградации дорожно-строительных материалов, но и разработки технологий по повышению устойчивости дорожных конструкций. В этой связи целесообразно провести анализ технологических приемов по повышению устойчивости оснований автомобильных дорог [3-7], поскольку именно они составляют основные несущие слои дорожной одежды, рисунок 1.

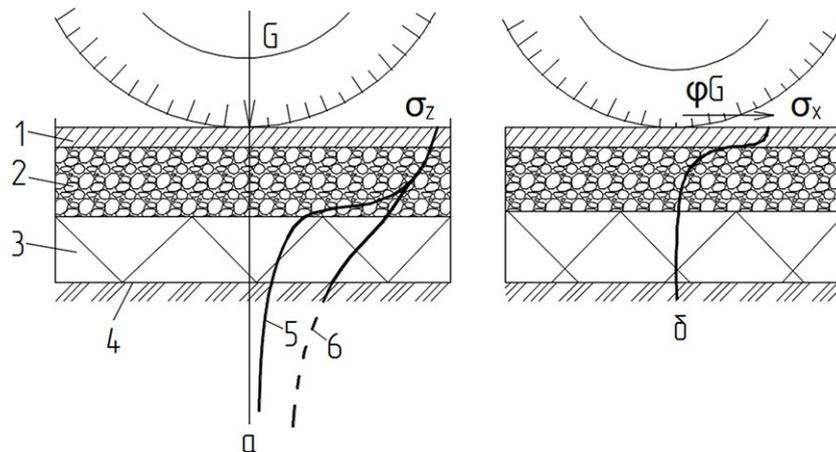
Основное назначение слоев основания дороги состоит в восприятии вертикальных и горизонтальных нагрузок и обеспечении, совместно с покрытием, перераспределения напряжений в конструкции, а также снижения их величин в грунте рабочего слоя земляного полотна [3,5], рисунок 2.

Ниже представлен анализ наиболее распространенных технологических приемов по повы-



1 – поверхностная обработка; 2 – мелкозернистый асфальтобетон; 3 – крупнозернистый асфальтобетон; 4 – щебень, обработанный вяжущими материалами; 5 – щебень; 6 – песок

Рисунок 1 – Конструктивные слои дорожной одежды



а – эпюра вертикальных напряжений σ_z ; б – эпюра горизонтальных напряжений σ_x ;
 1 – покрытие; 2 – основание; 3 – дополнительный слой основания; 4 – грунтовое основание;
 5 – напряжения в дорожной одежде; 6 – напряжения в однородной среде

Рисунок 2 – Напряжения от колес автомобилей в многослойной дорожной одежде

шению устойчивости оснований автомобильных дорог.

1. Технологический прием «подпорная стена» – конструкция, предназначенная для противодействия боковому давлению грунта, когда изменение его высоты превышает угол естественного откоса; подпорные стены должны противостоять гидростатическому давлению воды на основание дороги [5]. Реализация технологии осуществляется через этапы работ: разработка траншеи → устройство подушки из щебня → укладка арматурного каркаса → установка опалубки → заливка бетона.

2. Технологический прием «стена в грунте» – конструкция, предназначенная для сокращения распространения деформаций в сторону вмещающих грунтов дороги в процессе ее эксплуата-

ции. Существует несколько способов реализации данной технологии:

- свайный, когда ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай;

- траншейный, выполняемый сплошной стеной из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов.

Суть свайного метода заключается в бурении плотно примыкающих друг к другу скважин, заполнении их арматурой и заливкой бетонным раствором.

При траншейном методе «сухим способом» вдоль дороги разрабатывают узкие и глубокие траншеи, далее в них монтируют сборные бетонные конструкции или по установленной арматуре

заливают бетонную смесь. Применяя траншейный метод «мокрым способом», узкие и глубокие траншеи разрабатывают вдоль дороги под защитой бентонитовой суспензии, которая оказывает избыточное давление на вертикальную поверхность стен. Основными этапами работ выступают: установление каркасов из арматуры и далее производится бетонирование, когда собственно бентонитовый раствор вытесняется из траншеи.

3. Технологический прием «инъекцирование» – это процесс восстановления целостности строительной конструкции путем закачки под высоким давлением сверхтекучих низковязких смол (например, эпоксидная смола ЭИС-1, карбомидная смола КФ-Ж), полиуретана цемента с активными кремнеземистыми добавками [7].

При инъекцировании происходит заполнение трещин, швов, пустот и пор инъекционными материалами. Сверхтекучие низковязкие составы распространяются в теле конструкции и делают бетон прочнее за счет скрепления и герметизации даже самых тонких трещин. Технологический прием инъекцирования стал широко применяться благодаря тому, что он дает возможность: выполнить герметизацию и гидроизоляцию; сохранить целостность конструкции основания без изменения архитектуры постройки; восстанавливать труднодоступные участки сооружения; выполнять реконструкцию без земельных работ; проводить работы в любое время года.

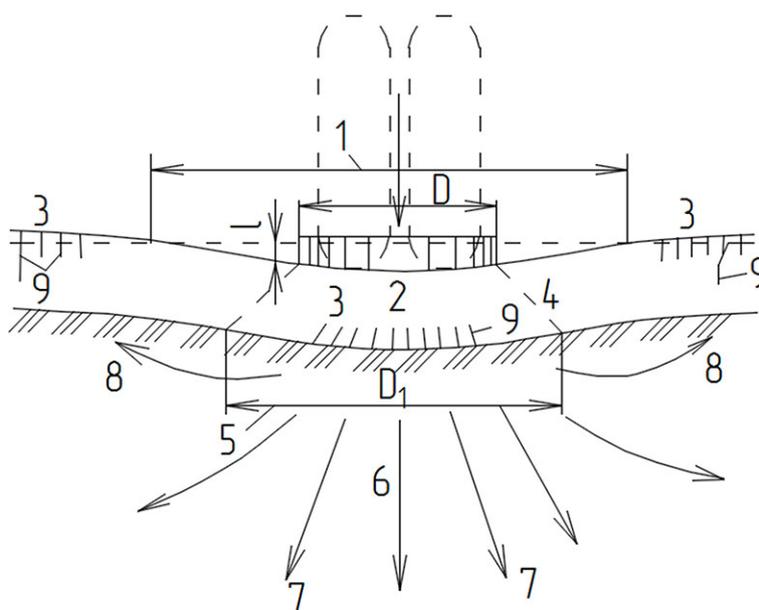
Основными этапами технологии выступают: бурение инъекционной скважины (шпуров) →

приготовление инъекционного раствора → нагнетание инъекционного раствора. При этом укрепление основания, т.е. изменение его физико-механических характеристик, достигается путем воздействия нагнетаемых в основание под давлением инъекционных растворов.

Для укрепления основания автомобильной дороги следует применять инъекционные растворы на основе минеральных вяжущих или полимерных материалов (полимерные смолы).

Рассмотренные технологические приемы ориентированы на защиту дорожной конструкции от образования так называемой «чаши прогиба» [3,5] (рисунок 3). На рисунке 3 можно увидеть негативные последствия влияния динамической транспортной нагрузки на конструкцию дороги в виде трещин в растянутых зонах. Нами предложен метод определения подвижек вмещающих грунтов при устройстве дорожной одежды, суть которого заключается в изменениях уровня жидкости в трубке, которая соединена с эластичной емкостью и помещена в массив вмещающих грунтов [9].

Практика показывает, что затраты на применение рассмотренных технологических приемов укрепления оснований сравнительно выше затрат, используемых при стандартных способах устройства автомобильных оснований дорог. Но при рассмотрении полного жизненного цикла автомобильной дороги можно существенно уменьшить затраты на этапе эксплуатации, тем самым оправдывая выбор в пользу более современной технологии.



1 – чаша прогиба; 2 – зона сжатия покрытия; 3 – зона растяжения; 4 – коническая поверхность среза дорожной одежды; 5 – площадь передачи вертикального давления на грунт; 6 – уплотнение грунтового основания дорожной конструкции; 7 – направление сжатия грунта; 8 – выпор грунта; 9 – трещины в монолитных конструктивных слоях; D1 – упругая деформация дорожной конструкции

Рисунок 3 – Схема образования чаши прогиба

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги общего пользования Российской Федерации: Справочник. М.: Росавтодор, 2003. – 435 с.
2. Крицкий М.Я., Шестаков В.Н. Земляное полотно автомобильных дорог: дефекты, повреждения и разрушения, их причины, методы профилактики и восстановления. Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – 56 с.
3. Ольховиков В.М. Строительство дорожных оснований. – М.: Техполиграфцентр, 2008. – 127 с.
4. Пименов А.Т., Соловьева О.Н. Влияние состава оснований и технологий производства работ на качество дорожной одежды // Транспортное строительство. – 2018. – № 2. – С. 8-12.
5. Саламахин П.М., Маковский Л.В., Попов В.И. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. В 2 кн. Кн. 2: учебник для студ. высш. учебн. заведений / Под. ред. П.М. Саламахина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 222 с.
6. СТП 014-2001 Конструкция и технология сооружения траншейных стен в грунте для объектов транспортного строительства.
7. Пименов А.Т., Биркина Е.В. Выбор составов для упрочнения элементов подземных сооружений // Известия вузов. Строительство. – 2001. – № 9. – С. 24-25.
8. Пименов А.Т., Соловьева О.Н. Метод определения подвижек вмещающих грунтов при устройстве дорожной одежды // Транспортное строительство. – 2017. – № 11. – С. 24-25.

ӨЖ 629.083

*Б.К. ЖАКЕНОВ, т.ғ.к., профессор,
А.М. ЖУМАДИЛЬДИН, магистрант,
Т.Е. КУЛИМАНОВ, магистрант,
Н.Н. ТҮСІП, магистрант,
Н.К. МАКЕНОВ, магистрант,
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, КТЖЛЖ кафедрасы*

"№3 автобус паркі" ЖШС техникалық қызмет көрсетуді, ағымдық жөндеуді және өндірісті дайындаудың диагностикасын ұйымдастыру ерекшеліктері

Кілт сөздер: ағымдағы жөндеу, диагностикалық кешен, жабдықтарды жөндеу, өндірістік-техникалық базалар, ақауларды анықтау, жүйеленген тізім, айналмалы агрегаттар

«№3 автобус паркі» ЖШС (№3 АП) Қазақстан Республикасында ең ірі жылжымалы құрамды пайдалануды жүзеге асыратын, оған техникалық қызмет көрсету (ТҚ) және ағымды жөндеу (АЖ) және сақтау бойынша жолаушылар тасымалдайтын автокөлік кәсіпорны болып табылады.

Қазіргі уақытта №3 автобус паркінде 618 бірлікте жылжымалы құрам саналады; оның ішін-

де 584 әр түрлі маркалы және модификациялы автобустар (MAN, SETRA, М/Б, Д/Б, ПА3). №3 автобус паркі жолаушыларды 22 қалаішілік, 12 қала маңындағы және 32 қалааралық бағытта және қала арасында ғана жолаушыларды тасымалдауды ғана орындамайды, сонымен бірге халықаралық маршруттар (Қарағанды-Екатеринбург, Кемерово, Тюмень) бағытында да қамтамасыз етіледі.

№3 автобус парк кешенді түрде АКК болып табылады, сақтау, техникалық қызмет көрсету, жылжымалы құрамның жөндеуін және көлік жұмысын іске асырады.

Базалы өндірістен басқа № 3 автобус паркінің 4 филиалы бар (Оңтүстік-Шығыста, Майқұдықта, Шахтинск қаласында және Ақтас кенішінде). Филиалдарында жылжымалы құрамдарды сақтау, күнделікті қызмет (КҚ) және ұсақ жөндеу жұмыстары іске асырады. Барлық жылжымалы құрамдар жабық бокспен және тұрақтармен қамтамасыз етілген.

Филиалдар автобустардың нөлдік жүрісін азайтуға мүмкіндік береді.

№3 АП бас жоспары 1-суретте ұсынылған және құрамына келесі ғимараттар мен құрылыстар кіреді: өндірісті дайындау комплексі; ТЖ комплексі (бокс №6); ТЖ комплексі (бокс №7); жанармай қоймасы; компрессорлық; салонды-пісірме аумағы; ТҚК-2 кешені (бокс №9); сусорғыш мұнара; электрстанция; қазандық; сауықтыру комплексі; орталық қойма; ағаш өңдейтін аумақ; өндіріс аумақтар; техникалық оқыту класы және ҚТ; шиномонтажды аумақ; аялдамалық бокс; есептен шығарылған автобустарды бөлшектеу

аумағы; ТҚК-1 кешені; шаруашылық машиналарының аялдамалық боксі; тұрмыстық кешені; әкімшілік ғимарат; БӨП; диагностика кешені; электржабдықтарды жөндеу бойынша желі; ТҚК-2 комплексі; автобустардың ашық аялдамалары; әкімшілік кешені; кезекші айдаушылар; АЖБ; аялдама боксі; БҚК кешенінің кері сумен қамтамасыз ету ғимараты; тазалаушы ғимараттар; БҚК кешені; трансформатор бөлмесі.

Өндірістік процестің схемасы БҚК, Д, ТҚК-1, ТҚК-2, ТЖ технологиялық процестеріне қойылатын талаптардың ескерілуі қажет.

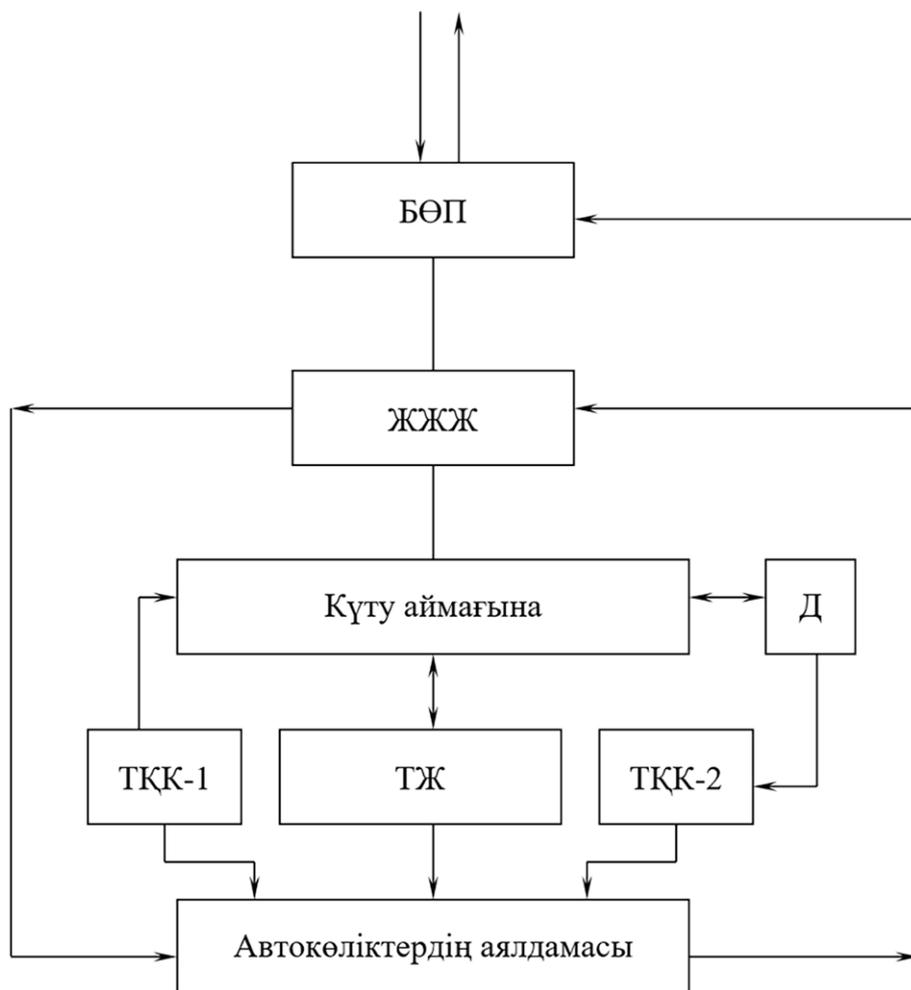
Жалғыз ыңғайсыздығы келесіде, жинау-жуу жұмыстарды автопарктің жеке аймағында іске асырады.

Жууды іске асыру үшін АТП-тің аймағынан қиып өтуге тура келеді, сонымен қатар автопаркке баратын жолдан жүретін жолдардың бірінен.

№3 АП-те ТҚК және ТЖ жүргізудің технологиялық процесінің функциональды схемасы 1-суретте көрсетілген.

ТҚК және ТЖ жүргізу үшін автобустар міндетті түрде бақылап-өткізу пункті арқылы келеді, жинап-жуу жұмыстары аймағына – ЖЖЖ.

«№3 автобус паркі» ЖШС құрастырылған, әр



түрлі диагностика алгоритмдер деректерін бар құжаттамалар көмегімен жүзеге асырылады:

1. ЭД диагностикалық картасы және көліктің бақылап қарау картасы;

2. Кепілдік кешенді қызмет көрсету (ККҚК) диагностикалық картасы – Д1 15-25 параметрлерден тұрады;

3. ТҚК-2 диагностикалық картасы – Д2 118 параметрінен тұрады;

4. Көлік құралдарының қабылдау-жөнелту диагностикалық картасы – 15 көрсеткішті құрайды;

5. АЖ дейін және АЖ кейінгі диагностикалық карта (факті бойынша бас тарту немесе ақауларына қарай);

6. Бөлшектердің сынуы және бүлінуі, тораптардың бас тартуы, аспаптың, агрегаттың бұзылуы туралы акті;

7. Көлік құралдарының техникалық байқауының диагностикалық картасы.

Барлық диагностика түрлері, келесі жұмыстардың негізі болып табылады, автобустардың желіден шығуы, көлік құралдарының АЖ кешеніне қайта кіруі жедел тәуліктік жоспар есебінде болады.

2-суретте «№3 автобус паркі» ЖШС диагностикалық кешенін жоспарлауы көрсетілген. Бұл кешен «№3 автобус паркінде» 1984 жылдан бастап осы уақытқа дейін тәулік бойы қызмет көрсетуде. Заман талабына сай технологиялық процестер, жабдықтар кешені үнемі жетілдірілуде. Техникалық құралдардың соңғы жаңартуы 2012-2013 жылдары болды және қазіргі уақытта диагностика кешені барлық талаптарға сәйкес келеді. Диагностика кешенінің басты мақтаншысы – жаңа құрал, өңірде теңісі жоқ көлік құралдарының қызмет көрсету деңгейін арттыруға мүмкіндік береді [4].

«№3 автобус паркі» ЖШС көлікті және автобустарды диагностикалау линиясы 3 постта (жеке жүк көліктері және автобустар, сондай-ақ жеңіл автокөліктер) ұйымдастырылған. Диагностика кешені NUSSBAUM фирмасының заманауи диагностикалық құрылғысымен қамтамасыз етілген.

Бірінші постта автобус салоны құрылғыла-

рының техникалық күйі анықталады, көлік құралының аспа тасымалы, рульдік басқару және трансмиссия. Пост NUSSBAUM фирмасының жалтару және ілу тестерімен жабдықталған, дөңгелекті жалтару және дөңгелекті жолдағы ілінісуі ең жоғары шамасы ауытқуын өлшейді.

Өлшеу алаңы бойынша жол жүрген кезде автомобильдердің дөңгелектерін жалтару тестері дөңгелектер жалтарумен өлшенеді және цифрлық индикаторда немесе ӨК мониторда м/км көрсетіледі. Қысқа уақыт ішінде оператор автокөліктердің барлық тік сызықты қозғалысы туралы ақпаратты алады [5].

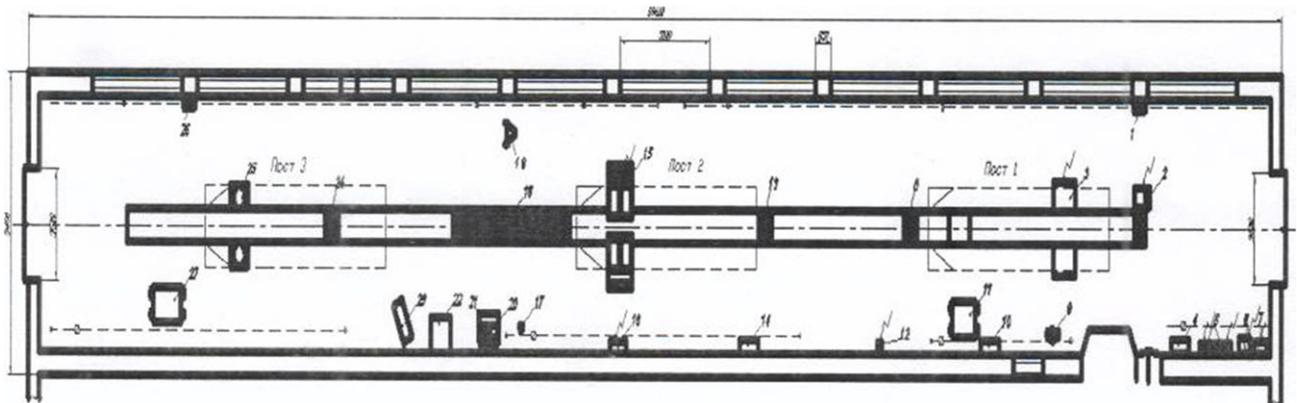
SPID 20000 люфттардың гидравликалық тестері саңылауларды тексеруге, түйіндерді тозуға, жүріс бөлігінің бөлшектері мен рульдік басқаруға арналған. Өлшеу алаңдары автомобиль дөңгелегін бойлық және көлденең бағытта қозғалта алады.

Жеңіл автомобильдерді ілу тестері (аса ауыр көлік құралдарын бақылау кезінде қорғаныш жабынымен жабылады). Өлшеу алаңдарындағы діріл арқылы жолдың әртүрлі жылдамдығы кемшіліктер байқалады. Барлық алаң бойынша тұтасу жолмен өлшенеді.

EUSAMA принципі бойынша тұтасудың аз өлшемі саналады, пайыздық өлшемде көрсетіледі. Бұл көрсеткіш автомобильдің қауіпсіздігін көрсетеді. Постта приводтағы люфттың рөлдік басқаруы, трансмиссияның және жүріс бөлігінің күйі, жүргізушінің жұмыс орны, жарық беру және сигнализация аспаптарының жарамдылығы тексеріледі (4-сурет).

Автокөлік құралдарында фараның параметрлері HLT 510, 600..620 маркалы құрылғылармен өлшенеді, көлік құралдарының сыртқы шам құралдарының техникалық күйін тексеруін және реттеуін қамтамасыз етеді.

Екінші постта тежегіш жүйесінің техникалық күйі NUSSBAUM (5-сурет) фирмасының стенді арқылы анықталады. Nussbaum BT 6XX тежегіш стенді – пайдаланушының барлық бақылау бағдарламасы бойынша автоматты түрде жүргізеді.



2-сурет – «№3 АП» ЖШС өндірістік кешенді диагностикалау кешені



3-сурет – Бүйірлі жалтару тестерінің өлшеу алаңы



4-сурет – Фараның өлшеуіші

Шағын тежегіш стенд домалау үйкелісінің сенімді тестілеуін қамтамасыз етеді, дайындамалардың сопақтығын барабандарды немесе берілістегі соғудың тежегіш дискілер, тежегіш күш және меншікті тежегіш күштер [6].

Тіреу айналмалы роликтері сынау үшін көлік құралына орнатылады. Оң және сол жақ доңғалақтардың тежегіштері жеке-жеке тексеріледі. Жетек электр қозғағыштары жиынтық роликтері қашықтан басқару құралы көмегімен (опция) немесе автоматты түрде енгізілуі мүмкін.

Көлік құралдары жетек роликтеріне кірген



5-сурет – Тежегіш қасиеттері мен пайдаланылған газдардың ұйтылығын тексеру үшін жабдық

кезде байланыс роликтері (6-сурет) дөңгелек астына қысылады. Жетекті электр қозғалтқыштар роликтер автоматты түрде есептеп жазылады да белсендіріледі. Жетекті электр қозғалтқыштар автоматты түрде өшіріледі.



6-сурет – Байланыс роликтері

Диагностикалауға жүргізілген жұмыстар сапасын анықтау үшін ағымдағы жөндеуге кіретін автомобильдер, сондай-ақ ТҚК-2 және АЖ өткен барлық автобустар кездеседі.

ЖЖЖ кейін автобустар күту аймағына келеді, онда нақты қай кешендер және алаңдар арқылы автобустың қозғалу реті анықталады.

Автобустар ТҚК-1 ЖЖЖ-дан кейін жататындар, уақытқа сәйкес, жол қағазында көрсетілгендей ТҚК-1 алаңына түседі. ТҚК-1 процесі кезінде қандай да бір бұзылу анықталса, автобус диагностика комплексіне түседі, онда автокөлік бойынша қажет технологиялық әсер етулер көлемі анықталады, әрі қарай автобус ТЖ кешенді бұзылуды жою үшін бағытталады.

Автокөліктің техникалық күйінің диагностикасы ТҚК және ТЖ технологиялық процесінің маңызды элементі болып табылады. №3 АП-та 1984 жылдан бастап автобустардың техникалық күйін анықтау үшін диагностика кешенді, күні бойы жұмыс істейтін болады. ТҚК-2 жата-тын автокөліктер, Д кешеніне түседі, онда ТҚК-2 және ТЖ, ТҚК-2 бұзылуын жою үшін көлемі анықталады.

Д комплексінің жұмыс режимі – тәуліктік, кешенде автокөліктің техникалық күйінің 7 диагно-зы бойынша жұмыс істейді.

Диагностикадан өткізілетін автокөліктер, кезекті жөндеуге келетін, сонымен қатар ТҚК-2 және ТЖ өткен барлық автобустарға жасалған жұмыстардың сапасын анықтау үшін жасалады.

ТҚК-1 және ТҚК-2 регламентті жұмыс түрі боп келеді, сол себепті олар жоспарланады. №3 АП ТҚК-1 және ТҚК-2 жоспарлау компьютердің көмегімен айға, декадаға және тоқсанға сай іске асады. Кезекті ТҚК-1 өткізу туралы жүргізушіге жол парағында бір күн бұрын хабарланады, ал

ТҚК-2 туралы 2 күн бұрын, сонымен қатар ТҚК-1 және ТҚК-2 нақты болатын уақыты көрсетіледі.

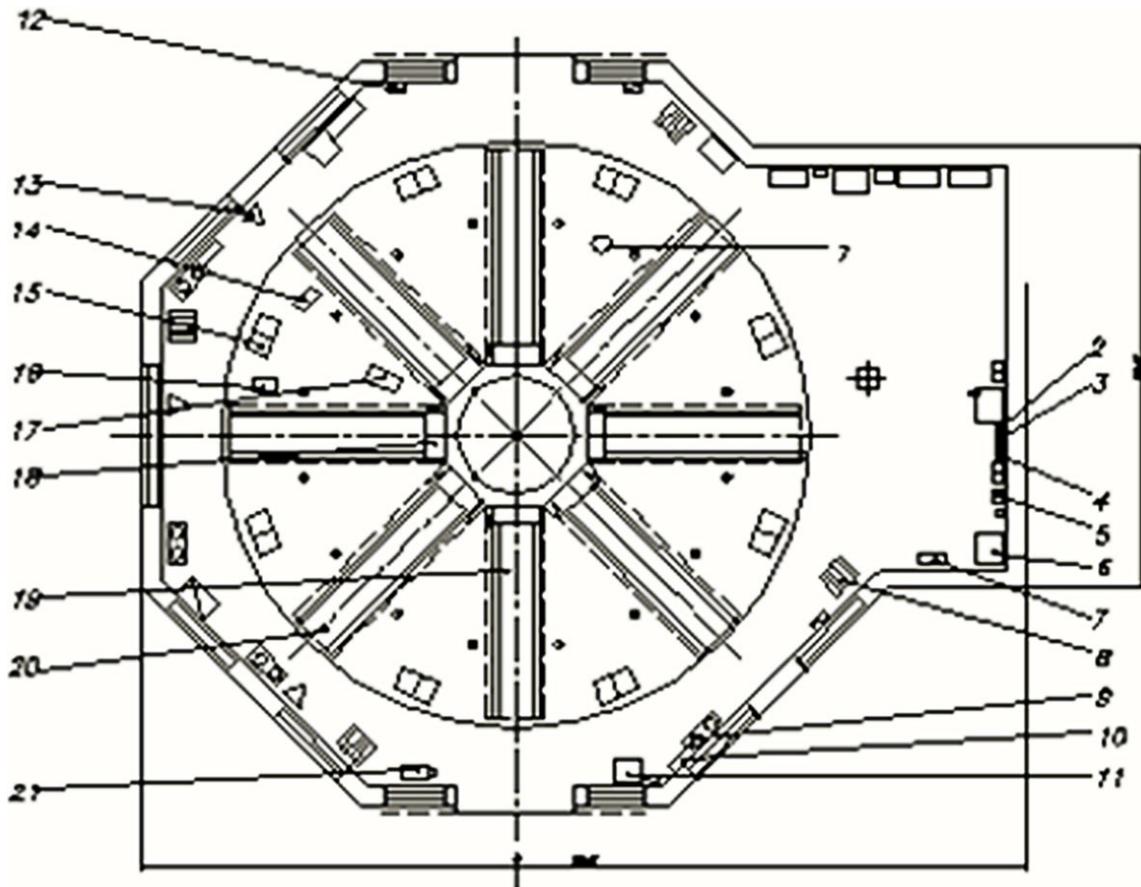
Технологиялық қызмет көрсету №1 (ТҚК-1) автокөліктердің барлық түрлеріне бір түзу нүктелі желіде іске асады. Желі өзіне үш пост кіргізеді:

- 1 пост – бақылау-диагностикалық және бекітетін жұмыстарды (пост канавті көтергіштермен және пневматикалық гайка бұраулармен жабдықталған, бекітетін жұмыстар үшін басқа жабдықтармен);

- 2 пост – автокөліктердің түйіндері мен агрегаттарды консистентті майлаулармен майлау (консистенциялы майлаулар үшін арналған баспа қондырғылармен жабдықталған);

- 3 пост – қозғалтқышты және трансмиссиялы майларды ауыстыру, жанармай және май фильтрлерін жуу, ауа фильтрлерін желдету (пост баспа қондырғылармен, пайдаланған майларды шығару үшін жабдықтар).

Регламентті технологиялық қызмет көрсету №2 (ТҚК-2) айналмалы конвейерда іске асады. Айналмалы конвейер сегіз постлы конвейер түрін-



- 1 – майайдағыш бак; 2 – электрикалық наждак; 3 – гидравликалық пресс; 4 – бұрғылайтын станок; 5 – бөлшектерді жууға арналған ванна; 6 – сваркалық трансформатор; 7 – ацетилен генераторы; 8 – баспалдақ; 9 – құммен жәшік; 10 – өртке қарсы қалқан; 11 – жылжымалы баспалдақ; 12 – қалдықтарға арналған ларь; 13 – ауа таратқыш баған; 14 – пневматикалық гайковерті; 15 – дөңгелектер үшін кассета; 16 – электр гайковерті; 17 – слесарлық верстак; 18 – арба алу үшін агрегаттар; 19 – гидрокөтергіш электр жетегі; 20 – бекеттік ойығы айналмалы платформалар; 21 – арба

7-сурет – «№3 АП» ТҚК-2 конвейердің аймағының шеңберлік схемасы

де болады, әр пост арнайы құралдармен (гайка бұрамалар, дөңгелектер үшін сөрелер, дөңгелек ступицаларын алуға және орнатуға арналған арбалар және т.б.) және стендтермен жабдықталған, ТҚК-2 жасау үшін арналған. Қазіргі уақытта ТҚК-2 кезінде ілеспе жөндеу ТҚК-2 көлемінің 50-70% жетеді, сондықтан кешен операциялы-постты әдіске ТҚК-2 айналдырылған, арнайы бригадалардың орнына қолданады. Операциялы-постты әдістің мәні, автокөлік посттан постқа ауысады, ал орындаушылар бір автокөліктің екіншісіне ауысады.

Комплекста бір бригада жұмыс істейді, екі түйіннен, әр түйінде 8 адамнан, нақты бір жұмыс түрін орындайды ТҚК-2 және ілеспелі ТЖ регламентті көлеміне сәйкес. ТҚК-2 комплекстардың жұмыс режимі 8.30 сағаттан 17.30 сағатқа дейін. ТҚК-2 комплексі сонымен бірге аккумуляторлы алаңның жұмыскерлері, дәнекерлеушілер, жаңармай жабдықтарын жөндеу бойынша автослесарлар.

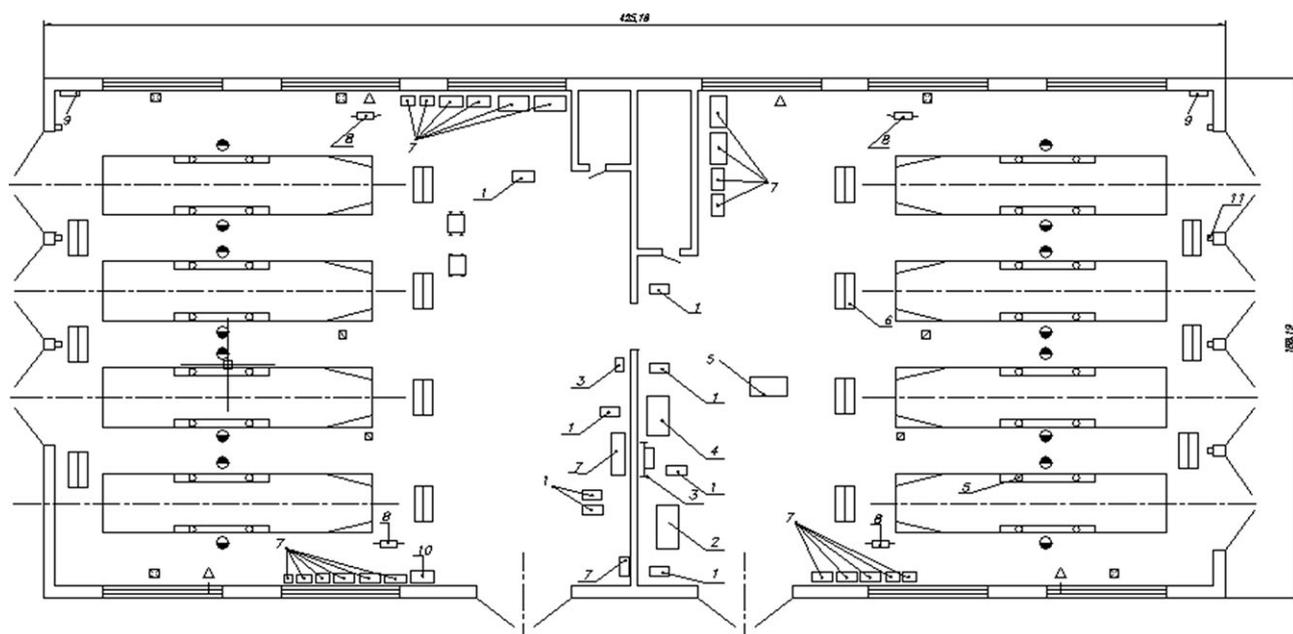
Автобус, ТҚК-2 жөнелтіле отырып, бірінші постқа кіреді, бұл жерде автобустың гидрокөтергіш күшімен көтеріледі. Платформада қайырмалы тіреулер бар, олардың көмегімен ілінген мосттармен автобус түсіріледі, бұл қозғалғыш бөлігін ілеспе жөндеу және ТҚК кезінде қажет болып табылады. Басқа автобусты платформаға кіргізу қажеттілігі туған кезде платформа белгілі бір бұрышқа бұрылады. ТҚК және ілеспе жөндеудің барлық жұмыстарының көлемі жүргізілгеннен кейін автобус бірінші постқа қайта оралады, осы жерде ол жоғарыдан шешіледі [8].

Қазіргі уақытта автобустардың ескіруіне байланысты ілеспе жөндеу ТҚК-2 кезінде ТҚК-2 көлемінен 50-70% құрайды, ТҚК-2 кешені мамандандырылған бригада әдісінен постты-операциялық әдісіне ауыстырылған. Постты-операциялық әдісі кезінде автобус бір посттан екіншіге ауыстырылмайды, керісінше орындаушы бір автобустан екіншіге ауысады.

Үлкен ұзындықты автобустардың ТҚК-2 басқа өндірістік кешенінде сегіз постта орналасқан (8-сурет), бұл посттар автобустарды көтеру үшін электрмеханикалық көтергіштермен қамтамасыз етілген [9].

ТҚК және АЖ өндірісі негізінен өндірісті дайындау кешенін (ӨДК) қамтамасыз етеді, ӨДК жұмысы айналмалы агрегаттардың қоймасымен нақты қорғалады, бұл жерде автобустардың ТҚК агрегатты-түйіндік әдіспен жүргізуге мүмкіндік береді. «№3 АП» ӨДК басты бөлімдерден тұрады: жуу-ақаулы, агрегатты, электртехникалық, ұсталы-рессорлық, аккумуляторлық, балқытпалы, құралдық, отын жабдықтарын жөндеу, дәнекерлеу, вулканизациялық, малярлық, дәнекерлеу-механикалық. Жуу-тазалық және ақауларды табу кезінде жұмысты сапалы жүргізу бөліктерді жарамды немесе жөндеуді қажет ететінін анық көрсетеді [10].

Қорыта айтқанда «№3 АП» қолданылатын жылжымалы құрамның ТҚК және АЖ, жылжымалы құрамның ерекшеліктерін және оның қолдануын есепке алып, қажетті сенімділікті және техникалық дайындықтың жоғары қатынасын қамтамасыз етеді.



1 – басқару пульті; 2 – құралдарға арналған шкаф; 3 – өртке қарсы щит; 4 – ағаш ұнтағына арналған жәшік; 5 – қалдықтарға арналған мұздатқыш; 6 – дөңгелектерге арналған кассета; 7 – құрылғыларға арналған шкаф; 8 – электр гайковерті; 9 – электрлік қалқан; 10 – үстел; 11 – электрщит

8-сурет – Үлкен ұзындықтағы автобустардың ТҚК-2 аймағын жоспарлау

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Современные автомобильные технологии / Дж.Дэниэлс. – М.: ООО «Издательство АСТ». 2003. – 223 с.
2. Правила технической эксплуатации автотранспортных средств. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28.02.2008г. № 203. Астана, 2008. – 14 с.
3. Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учебн. завед. и др. / Под ред. М.Г. Шатрова, – М.: Издательский центр «Академия», 2010 – 464 с.
4. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения; СТ РК ГОСТ 51709-2004. Астана, 2004. – 40 с.
5. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 496 с.
6. Ибатов М.К., Жакенов Б.К., Кутьенко С.Ю. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Технологические процессы ТО и ТР автомобилей». Караганда: Издательство КарГТУ, 2011. – 49 с.
7. Автомобильдерге ТҚ және жөндеудің технологиялық процестері: Оқу құралы / Ж.А. Әлиев, М.К. Ибатов, Б.Қ. Жәкенов, Ш.А. Жетпісбай. Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2007. – 180 б.
8. Ибатов М.К., Кабикенов С.Ж., Кутьенко Ю.С. Методические указания по выполнению дипломной работы для студентов специальности 050713 «Транспорт, транспортная техника и технологии». Караганда: КарГТУ, 2009. – 35 с.
9. Алиев Ж.А., Ж.А., Кабикенов С.Ж., Жакенов Б.К., Кириевский М.М. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» на филиале кафедры АТ в автобусном парке № 3. – Караганда, 2011. – 40 с.
10. Алиев Ж.А., Кабикенов С.Ж., Кириевский М.М. Основы проектирования, расчета и эксплуатации технологического оборудования АТП: Учебное пособие. – Караганда, 1999. – 104 с.

УДК 666.972.53

Д.О. БАЙДЖАНОВ, д.т.н., профессор,
М.А. ХАН, магистр, преподаватель,
Е.К. ИМАНОВ, магистр, преподаватель,
А.О. ИКИШЕВА, магистр, преподаватель,
М.К. ДАДИЕВА, магистр, ст. преподаватель,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

Морозостойкость бетона на бесклинкерном вяжущем из техногенных отходов промышленности

Ключевые слова: бесклинкерное вяжущее, морозостойкость, водоцементное отношение, пористость, цементный камень, гидратация вяжущего, рентгенодифрактометрические исследования, лазерная дифракция

В строительстве одним из основных материалов является цементный бетон, который находит широкое применение в конструктивных элементах зданий и сооружений. Бетон в строительных конструкциях обеспечивает их высокую прочность, стойкость и долговечность. Однако при несоблюдении технологии изготовления и твердения бетонных материалов, использовании низкокачественных компонентов для их изготовления они могут разрушаться преждевременно. Это, в свою очередь, приводит к разрушению строительных конструкций и сооружений. Бетонные материалы чаще всего разрушаются, если они являются водопроницаемыми и имеют низкую морозостойкость. Поэтому повышение морозостойкости бетона является важнейшей задачей для увеличения стойкости и долговечности строительных сооружений и изделий.

Наиболее технологическим способом повышения морозостойкости бетона является модифицирование вяжущего путем изменения его состава и (или) применение добавок. На образование структуры цементного камня большое влияние оказывают такие факторы, как минералогический состав вяжущего, водоцементное отношение (В/Ц), наличие и количество добавок в составе вяжущего, способы формирования и уплотнения бетонной смеси, режим и продолжительность твердения бетона.

Морозостойкость бетона [1] связана с его водопроницаемостью. Если вода проникает в поры цементного камня в бетоне, то при отрицательных температурах она замерзает и, как известно, объем образующегося льда будет на 10-11% больше объема воды, поэтому в порах бетона возникают внутренние напряжения льда, которые могут привести к разрушению структуры бетона. Структура твердеющего цементного камня состоит из коагуляционной, конденсационной и

кристаллизационной составляющих. Коагуляционная структура при гидратации вяжущего переходит в конденсационно-кристаллизационную, которая в дальнейшем при твердении продуктов гидратации превращается в кристаллизационную. Кристаллизационная структура цементного камня, где пространственная связь обеспечивается срастанием продуктов гидратации цемента валентными связями, образуется в зрелом возрасте и является наиболее устойчивой и долговечной.

Одной из причин разрушения бетона при попеременном замораживании и оттаивании является гидравлическое давление, создаваемое в порах и капиллярах бетона под влиянием замерзающей воды в результате сопротивления гелевой составляющей цементного камня. Данная гипотеза именуется гипотезой гидравлического давления Т. Пауэрса.

Убедительным аргументом в пользу этой гипотезы является то, что она объясняет механизм защитного действия воздушных пор. При их достаточном количестве «избыточная» вода оттесняется в эти поры без нарушений структуры бетона. Разрушение бетона происходит тогда, когда объем условно замкнутых пор постепенно заполняется водой и они не могут выполнять функции резервных (демпферных). В соответствии с гипотезой гидравлического давления напряжения, возникающие в бетоне, будут пропорциональны скорости замораживания, количеству оттесняемой жидкой фазы и ее вязкости и обратно пропорциональны проницаемости цементного камня.

Модель, предложенная Т. Пауэрсом, представляет цилиндрический капилляр, заполненный водой и окруженный цементным камнем. Под действием гидравлического давления в цилиндрической оболочке капилляра возникают растягивающие напряжения Q . Разрушение происходит, если напряжения достигли предела

прочности цементного камня при растяжении Вр. К недостаткам этой модели следует отнести то, что в ней не учитывается соотношение размеров капилляра и оболочки. В действительности в цементном камне толщина оболочки капилляра может быть в 5-20 раз больше его радиуса. В объеме капилляров включался весь объем пор цементного камня без разделения его на объем пор геля и капилляров, хотя замораживание воды происходит практически лишь в капиллярных порах. Расчет напряжений в бетоне по модели Пауэрса проводят для статического состояния без учета перемещения фронта льдообразования.

А.М. Подвальный предложил модель, в которой капилляр и оболочка рассматриваются как толстостенная труба с переменным отношением радиусов оболочки и капилляра. При рассмотрении единичного капилляра действие соседних заменяется равномерно распределенной нагрузкой на внешней поверхности оболочки. В соответствии с современными представлениями гидравлическое давление не является единственной причиной разрушения. Разрушению способствуют также осмотические явления. Они возникают в результате повышения концентрации растворенных веществ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, щелочей и др.) в жидкой фазе бетона на границе со льдом. Диффузия воды к области замерзания создает дополнительное давление.

В зависимости от размера пор структура цементного камня делится на три группы: микрокапилляры с радиусом меньше 0,1 мкм, макрокапилляры с радиусом 0,1-10 мкм и некапиллярные поры с радиусом больше 10 мкм [2].

Основным критерием при таком делении пор является их отношение к явлению капиллярной конденсации. В результате адсорбции пор воды из воздуха стенки капилляра покрываются слоем влаги толщиной около 0,1 мкм. При радиусе капилляра меньше этой величины такой капилляр будет полностью заполнен водой в результате сорбции – независимо от того, есть ли у него дно или он сквозной. При радиусе пор больше 0,1 мкм капиллярная конденсация влаги может происходить только в несквозных порах. И эти поры могут быть заполнены жидкостью только при непосредственном контакте с водой. В таких порах вода в основном находится в свободном виде. Такие поры являются основными проводниками жидких и газообразных сред и поэтому играют основную роль в водонепроницаемости и морозостойкости бетона [3].

Влияние В/Ц на пористость проявляется, с одной стороны, в уплотнении структуры цементного камня за счет образования продуктов твердения при ускорении степени гидратации цемента, с другой стороны, в увеличении количества капиллярных пор при испарении воды. Поэтому более плотная структура цементного камня образуется при оптимальном значении В/Ц, обеспечивающим полную гидратацию цемента без испарения

воды из тела твердеющей смеси.

Таким образом, одной из основных причин проникновения воды в структуру бетона является образование пористого строения цементного камня при его твердении, поэтому оптимальный метод повышения водонепроницаемости бетона заключается в создании малопористой структуры с тем, чтобы затруднить диффузию воды в глубь бетонного изделия.

Процессы разрушения цементного камня под действием воды и отрицательных температур обычно характеризуются физическими и химическими факторами. Анализ этих факторов сделан в работах [4]. К физическим факторам относятся нагрев и охлаждение, попеременное насыщение водой, замораживание и оттаивание и т.п. Химические факторы классифицированы в зависимости от типа реакций, протекающих между компонентами цементного камня и водой или агрессивных веществ, находящихся в воде.

Для решения всех вышеизложенных проблем используют специальные виды вяжущих материалов. Одним из таких вяжущих является бесклинкерное вяжущее из техногенных отходов промышленности, состоящее из гранулированного доменного шлака, гипса, извести, микрокремнезема и суперпластификатора С-3. Данное вяжущее отличается высокой удельной поверхностью (700-900 м²/кг), а равномерное распределение всех компонентов обеспечивается за счет совместного помола в шаровой мельнице.

При изучении механизмов влияния минеральных и химических добавок на водонепроницаемость и морозостойкость бетона на бесклинкерном вяжущем из техногенных отходов промышленности использованы комплексы физико-химических методов: рентгенофазовый, дифференциально-термографический, порометрии, химический анализ цементного камня. Для расшифровки рентгенограмм [6] проводили полный химический анализ составов минеральных добавок и цементного камня с ними. Кроме того, изучали кинетику структурообразования цементного камня, которая характеризует степень модифицирования вяжущего добавками. Содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в воде определяли титрованием 0,1 Н раствором HCl в присутствии индикатора.

В процессе гидратации вяжущего на основе доменного шлака в основном образуются те же гидратные фазы, что и при гидратации портландцемента. Так, анализ данных рентгенодифрактометрических исследований фазового состава бесклинкерного вяжущего (рисунок 1) показал, что на протяжении всего времени твердения в данной системе присутствует высокоосновный гидросиликат кальция состава $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, высоко- и низкоосновные гидроалюминаты кальция $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot x\text{H}_2\text{O}$ и гидроалюмосиликаты кальция состава $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Испытания на морозостойкость

Морозостойкость бетона оценена как по количеству циклов замораживания и оттаивания, так и по потере массы и прочности образца бетона при определенных циклах испытаний.

Морозостойкость бетонов определили ускоренным методом согласно требованиям ГОСТ 10060.0-95. Испытания проводили на образцах-кубах размерами 100x100x100 мм, твердевших 28 суток в нормальных условиях и после пропаривания. Пропарку осуществляли в течение 12 часов (1 час выдержки, 1 час подъем температуры, 8 часов пропаривания и 2 часа понижения температуры) при температуре 90°C.

Перед началом испытания образцы насыщали 5%-ым раствором хлористого натрия. Для насыщения их погружали в раствор на 1/3 их высоты на 24 ч, затем уровень раствора повышали до 2/3 высоты образца и выдерживали в таком состоянии еще 24 ч, после чего образцы полностью погружают в раствор на 48 ч таким образом, чтобы уровень раствора был выше верхней грани образцов не менее чем на 20 мм. Проводили попеременное замораживание (при температуре минус 40°C) и оттаивание образцов (при температуре воды плюс 20°C). В промежуточный срок испытания контролируют состояние образцов: появление трещин, отколов, шелушение поверхности.

Испытываемые образцы показали морозостойкость F300. Данный показатель не является

конечным, т.к. не наблюдалось визуальное разрушение образцов и уменьшение массы образцов было менее 2%.

Как отмечалось выше, важным моментом для морозостойкости бетона является размер капилляров и пор в цементном камне. С целью определения их размеров в бетоне на исследуемом бесклнкерном вяжущем был проведен гранулометрический анализ (рисунок 2).

На рисунке представлены графики распределения размера частиц бесклнкерного вяжущего в объеме системы. Образец был измерен согласно рекомендациям фирмы производителя. Как видно из графиков, в вяжущем наблюдается равномерное распределение частиц по размерам. При этом максимальное значение частиц находится в пределах 40-50 мкм, а минимальное в пределах 0,1...0,5 мкм.

На рисунке 3 приведен снимок микроструктуры бетона, сделанный при помощи электронного микроскопа. Данная фотография наглядно подтверждает данные, полученные при помощи метода лазерной дифракции.

Из этого можно сделать вывод, что высокая морозостойкость бесклнкерного вяжущего обусловлена несколькими факторами: минералогическим составом вяжущего (наличие в составе специальных добавок), способами формования бетона, а также малым содержанием в бетоне «крупных» пор (размером более 50 мкм).

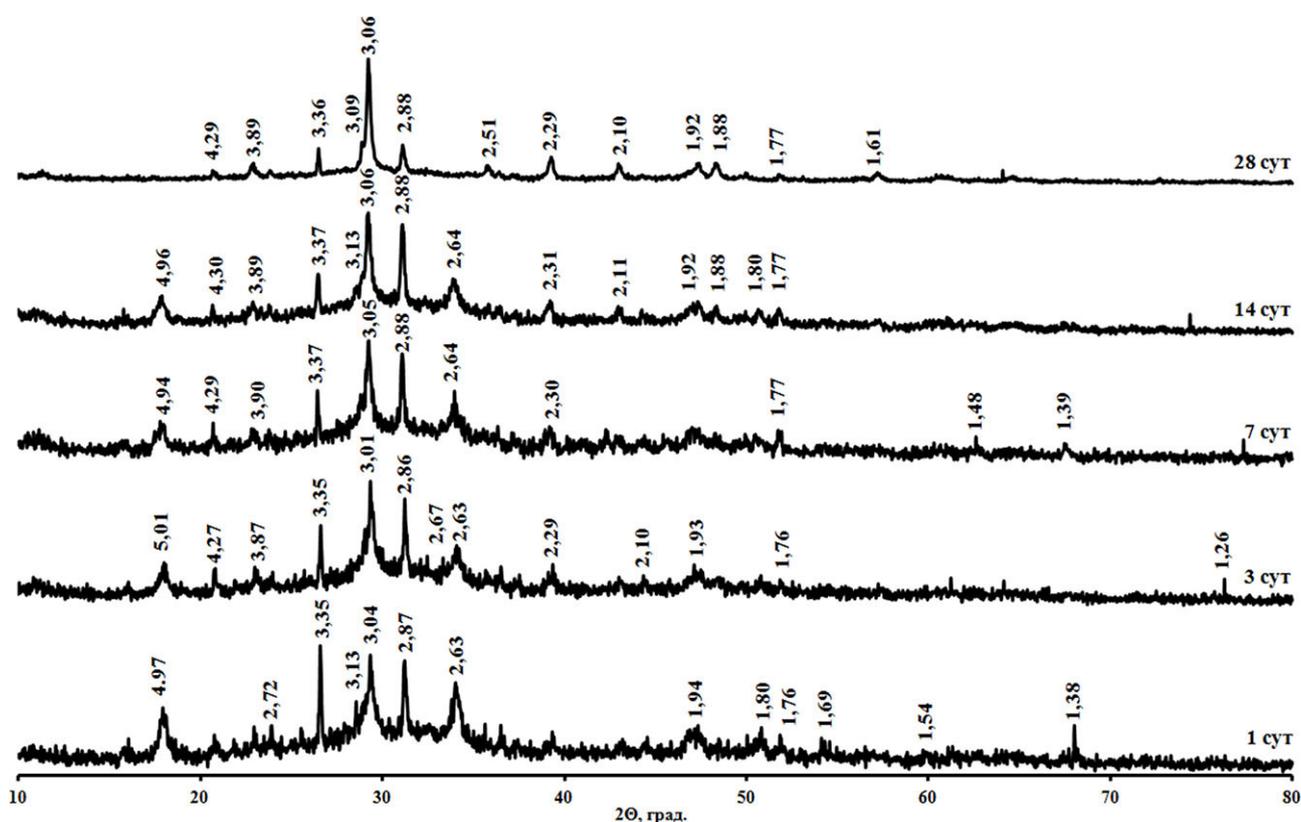


Рисунок 1 – Графики рентгенодифрактометрического исследования процесса гидратации бесклнкерного вяжущего

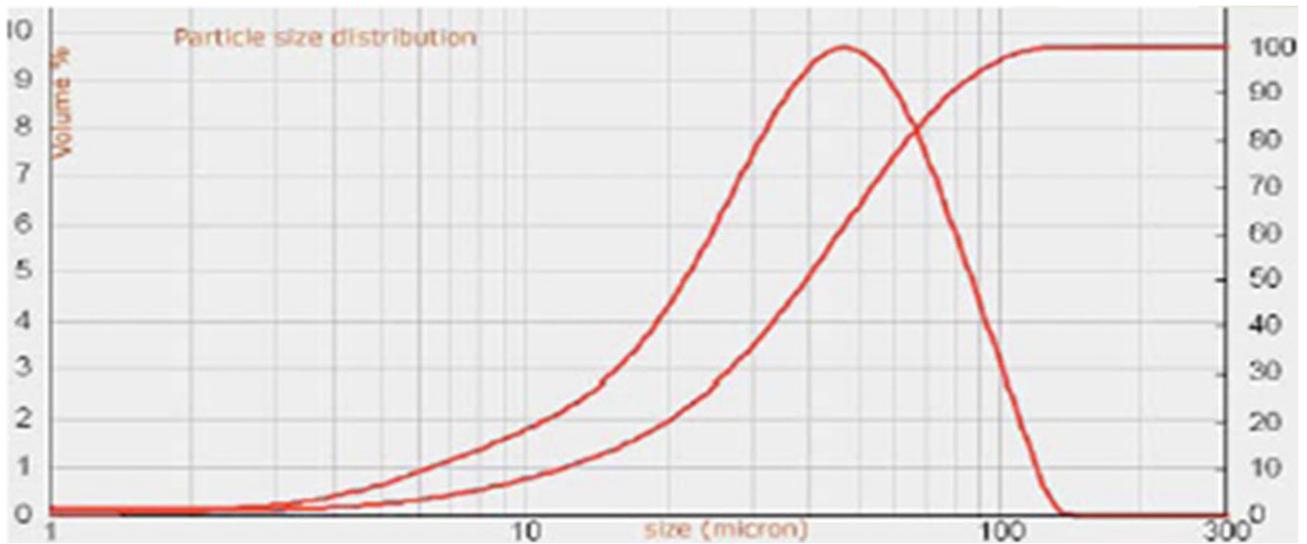


Рисунок 2 – Данные исследования бесклинкерного вяжущего из техногенных отходов промышленности методом лазерной дифракции

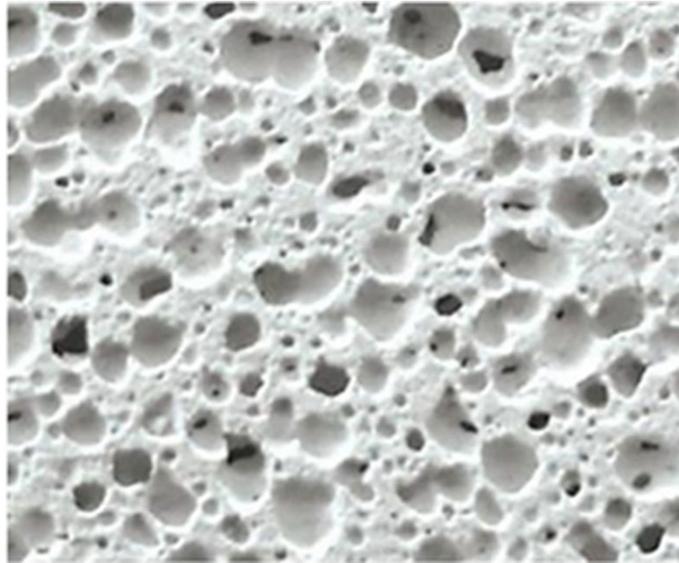


Рисунок 3 – Микроструктура бетона на бесклинкерном вяжущем из техногенных отходов промышленности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучин И.В., Урьев Н.Б. Моделирование процессов структурообразования в дисперсных системах // Журнал физической химии. 2007. Том 81. № 3. С. 421-425.
2. Буренина О.Н., Давыдова Н.Н., Андреева А.В., Даваасенгэ С.С., Саввинова М. Е. Исследование влияния комплексных минеральных модифицирующих добавок, включая нанодобавки, на свойства мелкодисперсного бетона // Актуальные вопросы технических наук: Материалы III Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). – Пермь: Зебра, 2015. – С. 101-104.
3. Мороз М.Н., Калашников В.И., Петухов А.В. Морозостойкость гидрофобизированных бетонов // Молодой ученый. – 2014. – № 19. – С. 222-225.
4. Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., Теплова М.Ф., Коровченко И.В. Исследование кинетики водопоглощения мелкозернистого бетона // Там же. – 2015. – № 13. – С. 132-135.
5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Высшая школа, 1986. – 468 с.
6. Макарова И.А., Лохова Н.А. Физико-химические методы исследования строительных материалов. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – 139 с.

Исследование подвижности цементно-зольных паст с гиперпластификаторами

Ключевые слова: минеральная добавка, зола-унос, гиперпластификатор, химический состав, коэффициент основности, прочность бетона, высокомарочный бетон

Портландцемент и бетоны на его основе являются практически безальтернативными материалами в современном строительстве благодаря своим технологическим и эксплуатационным свойствам [1].

Большое количество цемента требуется не только для обеспечения высокой прочности, но и для обеспечения содержания в бетонной смеси достаточного объема тонкодисперсной реологической матрицы (что является более существенным), являющейся, по сути, водной суспензией цемента разжижаемой современными гиперпластификаторами на поликарбоксилатной основе [2].

В качестве минеральной добавки зола используется в промышленных странах с 30-х годов прошлого века. Зола-унос использовали при ее умеренных расходах в основном при возведении массивных бетонных конструкций – дамб и других гидротехнических сооружений. К положительным эффектам, которые получали при использовании этой минеральной добавки, относили экономию цемента, снижение тепловыделения цемента в массивных конструкциях и повышение стойкости бетона к коррозионно-активным веществам [1].

Целью настоящей работы является определение влияния добавок гиперпластификаторов на подвижность цементно-зольных паст с различным содержанием золы-уноса ТЭС (г. Аксу).

Зола-унос образуется на тепловых электростанциях при сжигании угольного топлива. Этот промышленный отход в основном состоит из твердых сферических частиц и небольшого количества полых ценосфер. Основным веществом золы-уноса является силикатное стекло, которое содержит оксид кремния, алюминия, железа и кальция [1].

При выборе сырья для производства бетонов нового поколения следует отдавать предпочтение минеральным компонентам. При использовании золы-уноса экономическая эффективность обуславливается несколькими факторами: схожестью их химического и минерального состава

с составом цементного клинкера, высокими реологическими свойствами под действием гиперпластификаторов и гидравлической активностью с образованием прочного затвердевшего камня; наличие большого количества свободной извести способствует быстрому загустеванию теста и набору ранней прочности. Кроме того, зола-унос обладает низкой стоимостью, т.к. для предприятий энергетики она является отходом. Зола-унос представляет собой сухой тонкодисперсный материал, состоящий, как правило, из частиц размером до 0,14 мм, т.е. достаточно близким к дисперсности портландцемента. Частички золы традиционно представляются сферическими зернами (размером 50-60 мкм), содержащими внутри себя еще более мелкие частицы размером 1-10 мкм. Поэтому, если гранула не разрушена, то взаимодействие ее с водой начинается с поверхности стекловидной гранулы. Далее идет процесс гидратации верхней оболочки мелких гранул. Только после этого начнется гидратация более тонких гранул. Поэтому при использовании зол в естественном, немолотом виде разрушения крупных гранул практически не происходит [3].

В целом строение и состав золы зависит от множества причин: вида топлива и степени его дисперсности, химического состава минеральной части топлива, способа сжигания, температуры в зоне горения, времени пребывания частиц в этой зоне, скорости охлаждения, конструкции сжигающих устройств и ряда других факторов. Разнообразие химического и минерального состава зол различных видов твердого топлива вынуждает проводить поисковые исследования рационального пути утилизации для конкретного месторождения, при этом задача осложняется еще и вариабельностью химического состава минеральной части топлива. И даже при идеальном технологическом режиме топочных агрегатов проявляется нестабильность свойств золы, что объясняется неустойчивостью характеристик в одной и той же партии топлива. Так, например, колебания могут составлять для углей 10-30%, а для горючих сланцев – 40-60% в зависимости от

горизонта залегания [4].

Известно, что основными характеристиками химического состава зол служат модуль основности M_o – отношение массовых долей основных оксидов к суммарному содержанию кислых оксидов, и силикатный модуль M_c , выражающийся отношением реакционноспособного диоксида кремния к суммарному содержанию оксидов алюминия и железа. Для основных шлаков и зол $M_o \geq 1$, для слабокислых – $M_o = 0,9-1,0$, для кислых – $M_o = 0,6-0,9$, а для сверхкислых – $M_o < 0,6$. Однако более целесообразно, согласно работам П.И. Боженова, вместо модуля основности применять коэффициент основности $K_{осн}$, который имеет вид [4]:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,6K_2O + 0,6Na_2O)}{0,93SiO_2} - \frac{(0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3)}{0,93SiO_2} \quad (1)$$

По результатам исследований химического состава определены минеральные составляющие

золы, которые представлены в таблице 1. Исследования проведены на спектрометре ARL9900 (рисунок 1).

На основании данных таблицы 1 рассчитан коэффициент основности по формуле (1). Согласно расчетам коэффициент основности равен – 0,27, следовательно, $K_{осн} < 0$, из чего следует, что зола относится к ультракислым материалам.

Канадские ученые (V.M. Malhotra, P.K. Mehta [6,7]) утверждают, что достижение бетонами высоких показателей физико-механических свойств и долговечности основывается на следующих принципах: расход золы взамен части портландцемента составляет не менее 50% в составе вяжущего; расход портландцемента – не более 200 кг/м³; содержание воды затворения – не более 130 л/м³ [5].

На сегодняшний день одними из крупных зарубежных производителей гиперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров являются компании BASF (Германия), Sika (Швейцария).

Таблица 1 – Химический состав золы-уноса ТЭС г. Аксу

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
41,29	21,6	5,9	2,18	0,86	0,54	0,38	0,16

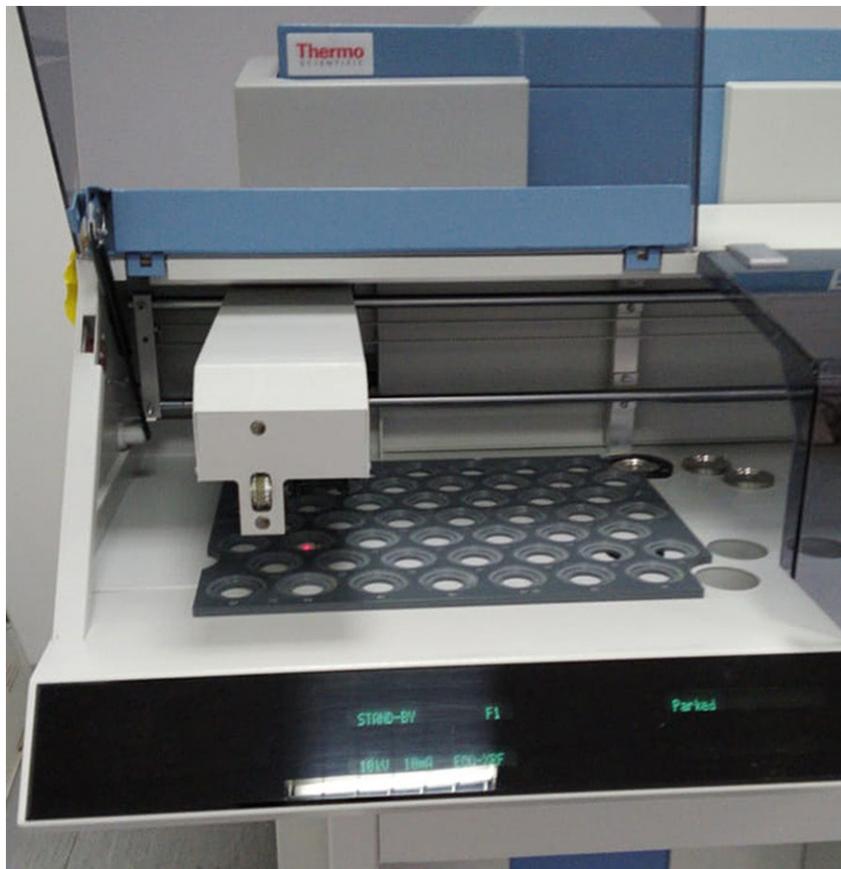


Рисунок 1 – Спектрометр ARL9900

При проведении экспериментальных исследований (таблица 2) использованы следующие материалы:

– вяжущее вещество: портландцемент ПЦ 500 Д0-Н АО «Central Asia Cement»;

– минеральная добавка: зола-унос (ЗУ) ТЭС г.Аксу (Павлодарская область);

– гиперпластификаторы (ГП): Master Glenium ACE 430, Master Glenium 977, Master Glenium 51, Master Glenium 511, Sika Visco Crete T 100, Ezcon КН-5.

Определение подвижности цементно-зольных паст с добавлением гиперпластификаторов (рисунок 2) производили при помощи стандартного конуса. Были отработаны два состава имеющих соотношение портландцемента (ПЦ) и золы-уноса (ЗУ) 85-15%, 75-25% соответственно. Дозировка добавок составляла 0,5% от массы цемента. Водоцементное отношение (В/Ц) составляло 0,3. Результаты проведенной работы приведены в таблице 3.

По результатам проведенных испытаний видно, что цементно-зольные пасты с добавкой ГП Master Glenium 511 и Ezcon КН-5 обладают самой высокой подвижностью. Из результатов, приведенных в таблице 3, видно, что при увеличении дозировки золы-уноса на 10% при применении одной и той же добавки (Master Glenium ACE 430, Master Glenium 977, Master Glenium 51, Sika Visco Crete T 100) подвижность цементно-зольной пасты уменьшается.

Применение микронаполнителей (зол ТЭС, молотых минеральных материалов, диатомита и др.) позволяет экономить клинкерный фонд. Тем не менее в некоторых случаях эти добавки лишь повышают водопотребность бетонной смеси, вследствие чего экономия цемента оказывается незначительной или вовсе отсутствует. Объясняется это недостаточной изученностью механизма действия добавок непосредственно в бетонах [6]. Известно, что многие гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе могут отличаться

Таблица 2 – Физические характеристики гиперпластификаторов

№	Наименование добавки	Внешний вид	Плотность, г/см ³	Водородный показатель, pH
1	Master Glenium ACE 430	однородная жидкость оранжевого или светло-коричневого цвета	1,06	3,5-7,5
2	Master Glenium 977	мутная жидкость светло-желтого цвета	1,07	4-5
3	Master Glenium 51	жидкость, цвет от желтого до коричневого	1,07-1,11	4-8
4	Master Glenium 511	светло-коричневая жидкость	1,068	5,5
5	Sika Visco Crete T 100	мутная жидкость светло-желтого цвета	1,05-1,065	4,0-5,5
6	Ezcon КН-5	светло-коричневая жидкость	1,064	5

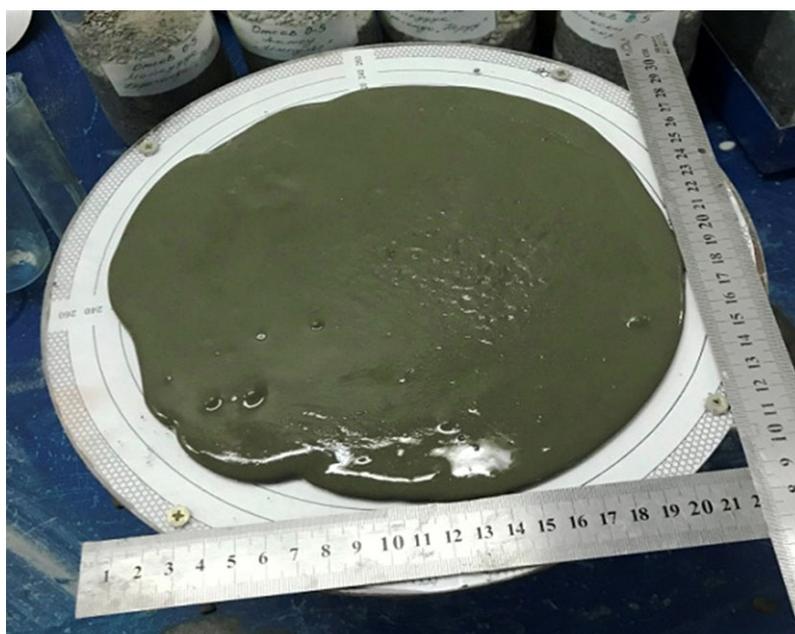


Рисунок 2 – Определение подвижности цементно-зольной пасты с добавлением гиперпластификаторов

друг от друга длиной основных и боковых цепей, что различным образом влияет на характер многоцентровой адсорбции их на поверхности цементных частиц и продуктах гидратации.

Особый интерес представляют те случаи, когда при введении микронаполнителей повышается прочность бетона при одновременном росте водопотребности бетонной смеси и водоцементного отношения, что не согласуется с общими представлениями и законом водоцементного фактора. Явление это получило название «эффект микронаполнителя» [6].

Для определения степени влияния применения золы-уноса в качестве активной минеральной добавки были изготовлены образцы-кубы бетона (проектный класс бетона В 40) с заменой части цемента в составе бетонной смеси. Были отработаны 2 состава, в которые была добавлена зола-унос в количестве 10 и 15% соответственно. В качестве вяжущего вещества был использован портландцемент марки ПЦ 500 Д0-Н АО «Central Asia Cement», в качестве мелкого заполнителя-песчано-гравийная смесь КХ «Нур-Адил» с модулем крупности (M_k) 2,7, щебень фракции 5-20 мм ТОО «Техноиндустрия», зола-унос (ЗУ) ТЭС г. Аксу.

Замена части цемента золой существенно по-

вышает прочность бетона, благодаря так называемой пуццоланической активности – способности золы вступать в химическое взаимодействие с продуктами гидратации цемента, образуя в бетоне новые соединения, что способствует уплотнению и уменьшению пор в затвердевшем бетоне [6].

По результатам проведенных испытаний видно, что применение золы-уноса ТЭС в качестве активной минеральной добавки в составе высокомарочного бетона позволяет получить бетон с запасом прочности 15% с уменьшенным расходом цемента. Стоит отметить, что активность золы-уноса и эффективность ее применения зависит от степени дисперсности материала, что в дальнейшем влияет на процессы гидратации цементного теста. Также при приготовлении бетонной смеси отмечено снижение подвижности бетонной смеси (в составе 2) при увеличении расхода золы-уноса. В настоящее время золу-унос чаще применяют при производстве легких и мелкозернистых бетонов, так как в легких бетонах требуется обеспечить прочность, не увеличивая плотность материала, а в мелкозернистых бетонах обеспечивается более плотная структура за счет применения мелкодисперсного материала.

Таблица 3 – Результаты определения подвижности цементно-зольных паст с добавлением гиперпластификаторов

№	Расход материалов, %				Наименование ГП	Подвижность, мм
	ПЦ	ЗУ	В, мл	ГП		
1	85	15	160	-		140
2	85	15	140	0,5	Master Glenium ACE 430	260
3	85	15	140	0,5	Master Glenium 977	240
4	85	15	140	0,5	Master Glenium 51	260
5	85	15	140	0,5	Master Glenium 511	260
6	85	15	140	0,5	Sika Visco Crete T 100	220
7	85	15	140	0,5	Ezkon KH-5	260
8	75	25	140	0,5	Master Glenium ACE 430	220
9	75	25	140	0,5	Master Glenium 977	160
10	75	25	140	0,5	Master Glenium 51	240
11	75	25	140	0,5	Master Glenium 511	260
12	75	25	140	0,5	Sika Visco Crete T 100	190
13	75	25	140	0,5	Ezkon KH-5	260

Таблица 4 – Влияние применения золы-уноса на прочность бетона

Состав	Ц	ЗУ	В/Ц	Прочность при сжатии, МПа			
				8 ч	3 сут.	7 сут.	28 сут.
1	387	43	0,35	47,49	52,56	63,58	65,28
2	365	65	0,37	41,15	58,73	64,16	67,25

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петухов А.В., Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., Лавров И.Ю. Перспективы развития технологии бетона с высоким содержанием золы-уноса // Электронный научно-практический журнал «Молодежный научный вестник», 2018.
2. Белякова Е.А., Мороз М.Н., Москвин Р.Н., Белякова В.С. Возможность использования домолотого цементно-золяного вяжущего для производства бетонов нового поколения // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 2. Ч. 1.
3. Белякова Е.А., Москвин Р.Н., Тараканов О.В. Цемент на основе золы-уноса для современных строительных технологий // Строительные материалы и изделия. 2017. № 1. С. 5-10.
4. Панибратов Ю.П., Староверов В.Д. К вопросу применения зол ТЭС в бетонах // Технологии бетонов. 2011. № 1-2. С. 43-47.
5. Петрик И.Ю., Губарь В.Н., Корниенко С.В. Влияние добавки Sika Visco Crete 5_600 N PL на подвижность цементно-золяных паст с различным содержанием золы-уноса ТЭС // Современные строительные материалы Выпуск 2017 1-2(124). С. 121-124.
6. Горбунов С.П. Оптимизация составов тяжелых бетонов применением тонкодисперсных добавок // Вестник ЮУрГУ. № 17. 2012. С. 30-35.



ЭОЖ 346.26.001.76(574)

Т.К. ЖУМАНБАЕВА, аға оқытушы,
А.М. АБДИКАРИМОВА, аға оқытушы,
 Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, КЭЖМ кафедрасы

Инновациялық кәсіпкерліктің дамуына мемлекеттік бағдарламалардың әсерін бағалау

Кілт сөздер: шағын және орта бизнес, инновация, субсидиялау, кредиттерді кепілдендіру, инвестициялау, корпоративті табыс салығы, қаржы ұйымдары, жалпы ішкі өнім

Қазақстанның экономика саласындағы мемлекеттік саясатының басымдықтарының бірі шағын және орта бизнесті (ШОБ) дамыту болып табылады. Қазақстанда ШОБ-ты мемлекеттік қолдаудың негізгі бағыттарына мөлшерлемелерді субсидиялауды, кредиттерді кепілдендіруді және ШОБ-ты қаржыландыру үшін қаражатты шартты орналастыруды қамтитын қаржылық қолдау жатады.

Елбасының 2019 жылғы Жолдауына сәйкес елімізде 970 млрд теңгеден астам сомаға 288 жоба пайдалануға берілді. Нәтижесінде 30 мыңнан астам тұрақты сапалы жұмыс орны құрылды. Қабылданған «Инновациялық қызметті мемлекеттік қолдау туралы» Заң мемлекеттің, бизнес пен ғылымның өзара іс-қимылының инновациялық әлеуетін арттыруға ықпал ететін болады. Президент инновациялық қызметтің тәуекелдік сипатын ескере отырып, Үкімет инновациялық қызметтің оңтайлы ұйымдық-заңды нысаны туралы мәселені пысықтауы қажет екенін атап өтті [1].

Елімізде инновациялық дамуға ықпал етіп,

өзінің қолдауын көрсететін бірнеше ұйымдар құрылған, оларға мыналар жатады:

1. «Инжиниринг және технологиялар трансферті Орталығы» АҚ. Орталықтың негізгі мақсаты жаңа технологиялар трансфертін ұйымдастыру жолымен Қазақстан экономикасының нақты секторы салаларының бәсекеге қабілеттілігін арттыру, сондай-ақ республикада инновациялық қызметті жандандыру болып табылады;

2. «Kaznex» экспортты дамыту және жылжыту корпорациясы» АҚ Үкіметке мемлекеттік саясаты қалыптастыру саласында, оның ішінде кәсіпкерлікті дамыту бойынша ақпараттық-талдамалық қолдау көрсетеді;

3. «Даму» кәсіпкерлікті дамыту қоры» АҚ шағын және орта бизнестің, сондай-ақ қаржылық, консалтингтік қызметтерді ұсыну интеграторы мен операторы рөлінде Қазақстанның микроқаржылық ұйымдарының сапалы дамуына жәрдемдесу;

4. «Ұлттық инновациялық қор» АҚ инвести-

цияларды тарту және жобаларды қаржыландыру жолымен инновациялық кәсіпкерлік бастамаларға қаржылық қолдау көрсетеді;

5. «Қазақстанның инвестициялық қоры» АҚ қазіргі заманғы және озық технологияларды пайдалана отырып, шикізат пен материалдарды тереңдетіп қайта өңдеуді өндіретін кәсіпорындардың жарғылық капиталына инвестициялау жолымен қаржылық қолдау;

6. «Қазақстан Даму Банкі» АҚ қаржылық қолдау көрсетеді;

7. Технопарктер, бизнес-инкубаторлар, өнеркәсіптік аймақтар-кәсіпкерлікті оның қалыптасуы мен дамуы кезеңінде материалдық-техникалық қолдау [2].

Мемлекет басшысының қолдауымен ғылымды қаржыландыру соңғы жылдары айтарлықтай өсуде және бұл өсімнің қарқыны ЖІӨ өсуінен айтарлықтай озып келеді. Егер 2011 жылы бюджеттен Ғылыми зерттеулерге бөлінген қаражаттың жалпы көлемі 28,8 миллиард теңгені құраса, 2012 жылға бюджетті түзетуді ескере отырып 49 миллиард теңге салынды – бұл 70%-дан астам өсімі 2015 жылға қарай ғылымға арналған шығыстар 1%-ға, ал 2020 жылға қарай ЖІӨ-нің кемінде 1,5%-ға шығарылатын болады, бұл бізді әлемнің дамыған елдерінің көрсеткіштеріне айтарлықтай ілгерілетеді.

Сондай-ақ, 2015 жылдан бастап 2018 жылға дейін шағын және орта бизнесті дамытуға ХҚҰ-дан 2020 жылға дейінгі мерзімге қарыздар белсенді тартылды. 2019 жылы АДБ жобасы бойынша 200 млн долларлық үшінші транш іске асырыла бастады.

Жоба ШОБ-ты қаржыландыруға қол жетімділікті арттыруға, 2020 жылға қарай қарыз алушылар саны мен берілген кредиттер санын 20%-дан астам арттыруға бағытталған. Сондай-ақ, гендерлік саясатты қоса алғанда, кемінде 50 млн доллар әйелдер кәсіпкерлігін несиелеуге жұмсалады. Сондай-ақ, Алматы мен Астанадан тыс кәсіпорындарды несиелендіруге кемінде 120 млн доллар бөлінетін болады.

Дүниежүзілік банк (ХҚДБ) биылғы жылы ШОК бәсекеге қабілеттілік жобасы бойынша тағы 9,24 млн доллар бөледі. Жобаның мақсаты-үкіметтік бағдарламаларды нығайту және ШОК құзыреттілігін арттыру.

Қазіргі уақытта мұнай-газ, темір жол және ме-

таллургия секторларындағы ірі жергілікті және көп ұлтты корпорациялармен ШОК үшін нарықтық байланыстарды ұлғайтуда рөлі болатын жеткізушілерді дамыту бағдарламасы әзірленуде. Жоба шеңберінде ҚИДИ мамандары ұжымына ИИДМБ-2 бойынша оқыту және жарақтандыру бағдарламаларын қоса алғанда, кластерлерді дамыту үшін қазіргі заманғы нарықтық құралдар ұсынылатын болады. Сондай-ақ шот-фактураларды сатып алу және шок дебиторлық берешегін тексеру үшін онлайн-платформалар әзірленетін болады, ол сондай-ақ кәсіпкерлерді қаржыландыруға қолжетімділікті арттырады.

Жобаның соңына қарай ірі компаниялар үшін «аккредиттелген өнім берушілер» санын 2015 жылғы нөлден бастап 2019 жылға қарай 200-ге дейін ұлғайту жоспарлануда. Басқару мен іскерлік тәжірибенің тиімділігін арттыруға қатысатын ШОБ пайызы 2015 жылғы 5%-дан 2019 жылға қарай 75%-ға дейін ұлғаяды [3].

Қазақстанда жүргізіліп жатқан шағын бизнесті және инновацияны қолдау бойынша бағдарламалар бүгінгі күнде өзіндік нәтиже беруде, біз осы бағдарламалар арқылы қанша шағын бизнес субъектілері қаржылық көмек алды, нәтижесінде қанша өнім шығарылғанын бағалап өтеміз.

Ең алдымен шағын кәсіпкерлікте инновациялық белсенділікті арттыруға бағытталған қаражат тарту көлемін қарастырамыз (1-кесте).

1-кестеден, 2015-2016 жылдары қаржыландыру көлемі өте жоғары болған, 2017 жылы қаржыландыру мөлшері өткен жылға қарағанда 4 есе азайып 42 млрд құрады. Жылдан жылға субсидиялар көлемі біралыпты деңгейді, соңғы жылдары төмендеу байқалады. Жалпы жеті жыл ішінде 157 млрд теңге құрады.

Соңғы жеті жылда Үкімет «Даму» Қоры арқылы ЭЫДҰ елдерімен салыстыратын ШОБ-ты жеңілдікпен қаржыландыру көлемін қамтамасыз етті.

7 жыл ішінде ШОБ қолдау бағдарламаларының бюджеті 705,0 млрд теңге құрады:

- 168,3 млрд теңге «Бизнестің жол картасы-2020» бизнесті дамыту бағдарламасы (субсидиялар және кепілдіктер) [4];

- 200 млрд теңге – ҚР Ұлттық қорынан ШОБ-ті қолдауға;

- 131,0 млрд теңге – Халықаралық қаржы ұйымдарынан (АДБ, ЕҚДБ);

1-кесте – ШОБ үшін тартылған қаражат көлемі, млн теңге

Қаражат түрі	2012 жыл	2013 жыл	2014 жыл	2015 жыл	2016 жыл	2017 жыл	2018 жыл	Барлығы
Қаражатты шартты орналастыру	33236	9932	31350	173011	162567	42423	84128	536647
Субсидиялар	4721	10811	25505	23135	32646	30629	29909	157356
Кепілдіктер	510	751	731	1500	2227	2287	2951	10957
Барлығы	38467	21494	57586	197646	197440	75339	116	704960

- 123,4 млрд теңге – «Даму» қорының және жергілікті атқарушы органдардың қаражаты.

Осы тартылған қаражаттар қанша кәсіпорынға жаңа өнім шығаруға немесе қызмет көрсетуге берілгенін талдап өтеміз (2-кесте).

2-кестеден, тартылған қаражаттар 46 мың жобаны қаржыландыруға жұмсалғанын көріп отырмыз, оның ішінде 31 мың жобаға қаражатты шартты орналастыру бойынша қаражат тартылса, 10 мың жобаға субсидиялар берілген және ең аз жобаға кепілдіктер жасалған.

Бұл шаралар 7 жыл ішінде жалпы сомасы 3,0 трлн теңгеге 46,4 мың ШОБ жобасын қаржыландыруға мүмкіндік берді, оның ішінде өңдеу өнеркәсібіндегі сомасы 1,6 трлн теңгеге 8,8 мың жоба қаржыландырылды.

ШОБ секторы өсімінің негізгі ресурсы кредиттер болып табылады. Сондықтан да мемлекеттік бағдарламалар шеңберінде ШОБ несиелеріне қол жеткізуді кеңейтуге баса назар аударылды.

2012-2018 жылдары ШОБ кредиттері бойынша Екінші деңгейдегі банктер портфелінің өзгеру динамикасы мемлекеттік қолдау құралдары мөлшерлемелерді субсидиялау, кредиттерді кепілдендіру және ШОБ-ті одан әрі қаржыландыру үшін қаражатты шартты орналастыру ретінде өз міндеттерін орындады.

ШОБ сегментін несиелендірудің өсуін қамтамасыз етті – 7 жыл ішінде ШОБ несиелеу қоржыны 4,7 трлн теңге деңгейіне дейін 3,1 трлн теңгеге

өсті, портфельдегі ШОБ үлесі 19,7 пайыздық мөлшерге 34,3% деңгейіне дейін өсті.

Шағын бизнесті несиелеу жылдан-жылға артып келе жатқанын байқаймыз, ең жоғары несиелеу мөлшері 2017 жылға тән және 5 трлн теңгені құраған, 2018 жылы несиелеу мөлшері 6,75% төмендеген.

Шағын бизнестің несиелерге кең қол жеткізуі оның инвестициялық қызметін жандандырды. 7-10 жылға дейінгі мерзімге ұзақ мерзімді қаржыландыруды көздейтін мемлекеттік бағдарламалардың шарттары маңызды рөл атқарды [5].

2011-2017 жылдары шағын бизнестің негізгі капиталына инвестициялар нарықтан озып өсті:

Жеті жыл ішінде шағын бизнестегі инвестициялардың жылдық көлемі 120%-ға өсті, ал инвестицияның барлық нарықтық көлемі 75%-ға өсті %.

- Осының арқасында шағын бизнестегі инвестициялардың үлесі жалпы инвестиция көлемінде 34%-дан 43%-ға дейін өсті (1-сурет).

Кәсіпкерлердің белсенді инвестициялық қызметі ШОБ субъектілері мен жаңа өндірістік кәсіпорындар санының өсуінен көрініс тапты.

2015 жылға дейін ШОБ белсенді субъектілерінің саны орта есеппен 2,4%-ға артты. 2015 жылы табиғи өсім, сондай-ақ заңнамадағы ШОБ критерийлерінің өзгеруі және жұмыс істеп тұрған субъектілерді есепке алуға көшу нәтижесінде ШОБ субъектілерінің күрт өсуі байқалады: +39% (1-сурет).

2-кесте – Қаржыландырылған жобалар саны

Қаражат түрі	2012 жыл	2013 жыл	2014 жыл	2015 жыл	2016 жыл	2017 жыл	2018 жыл	Барлығы
Қаражатты шартты орналастыру	2315	2022	2159	3271	3650	10145	8305	31867
Субсидиялар	497	1451	1455	1497	1595	2121	2287	10903
Кепілдіктер	24	87	148	449	941	951	1065	3665
Барлығы	2836	3560	3762	5217	6186	13217	11657	46435



1-сурет – Шағын бизнеске салынған инвестициялар динамикасы

Нәтижесінде 2018 жылдың соңында Қазақстанда 1 241,3 мың жұмыс істеп тұрған ШОБ субъектілері (1 601,0 мың тіркелген ШОБ субъектілері).

Қазақстан шаруашылық жүргізуші субъектілерінің жалпы санындағы ШОБ субъектілерінің үлес салмағының көрсеткіші бойынша жыл сайын ЭЫДҰ елдерінің деңгейіне жақындап келеді. 2018 жылдың соңына көрсеткіш 96,8% деңгейіне дейін өсті.

Өңдеуші өнеркәсіптегі шағын және орта кәсіпорындар мен жеке кәсіпкерлердің саны тез қарқынмен өсуде:

- 2017 жылдың соңына қарай Қазақстанда өңдеуші сектордағы 36,3 мың ШОБ субъектісі жұмыс істеді;

- 7 жыл ішінде ШОБ субъектілерінің жалпы санындағы өңдеуші сектор кәсіпорындарының үлес салмағы 2,4%-дан 3,2%-ға дейін өсті.

Негізгі капиталға инвестициялар және ШОБ өндірістік қуаттарын арттыру есебінен өнім шығару көлемін ұлғайтады.

2018 жылы ШОБ өнімін шығару 29,49 трлн теңгені құрады, ЖІӨ-дегі ШОБ үлесі 26,8%-ды құрады (3-сурет).

Суреттен, 2014 жылы өнім шығару көлемі 69%-ға өсті, ол еліміздегі шағын бизнесті мемлекетпен қолдау шараларының өсуіне байланысты

болды. 2017 жылы да өнім шығару көлемі жоғары өсу қарқынына ие болды, 37,87% өсті. 2018 жылы өткен жылмен қарағанда өсім тек 3 249 млн теңгеге өсті.

Қосылған құны жоғары өңделген өнімді қалыптастырудағы ШОБ-тың өсіп келе жатқан рөлін атап өту маңызды:

- жеті жыл ішінде өңдеу өнеркәсібінің ШОБ өнімін шығару 1 790 млрд теңгеге немесе 195%-ға өсіп, 2018 жылы 2 707 млрд теңгеге жетті;

- өңдеу өнеркәсібі өнімінің жалпы көлеміндегі ШОБ өнімінің үлесі жеті жыл ішінде 9,8% өсті және 2018 жылы 28,8% құрады (бұл ЖІӨ-дегі ШОБ үлесі көрсеткішінен артық).

Өз өнімдерін өндірудің өсуі шағын бизнес секторына сатудан үлкен табыс алуға мүмкіндік береді:

- жеті жыл ішінде шағын бизнестің жалпы қосалғын құны 6,4 есе өсіп, 2018 жылы 13 425 млн теңгеге жетті;

- осының арқасында кәсіпорындардың жалпы табысындағы шағын бизнес табысының үлес салмағы 31%-дан 42%-ға дейін өсті.

Өңдеуші өнеркәсіп өнімдерін сату белсенді өсуде:

- 7 жыл ішінде өңдеу өнеркәсібіндегі шағын бизнестің табысы 3,5 есеге өсіп, 2017 жылы 1 915



млрд теңгеге жетті.

Өңдеу өнеркәсібі кәсіпорындарының жалпы табысындағы шағын бизнес кірісінің үлес салмағы жеті жыл ішінде 9,1 п. т. өсіп, 2017 жылы 20,4% құрады.

Өнім өндірісінің өсуі және шағын бизнесті саудан түскен кіріс есебінен бюджетке салықтық түсімдерді ұлғайтады (4-сурет).

Атап айтқанда, шағын бизнестің КТС (корпоративті табыс салығы) бойынша шығыстары бойынша оң динамика байқалады:

- жеті жыл ішінде шағын бизнестің КТС бойынша шығындар 3,3 есе артып, 2018 жылы 628,7 млрд теңгеге жетті;

- барлық кәсіпорындардың КТС бойынша жалпы шығындардағы шағын бизнестің үлес салмағы 10%-дан 26%-ға дейін өсті.

Өңдеуші өнеркәсіптің жеке шағын бизнесі да КТС бойынша шығыстарды арттырды:

- Жеті жыл ішінде өсім 6,7 есеге, соның арқасында 2018 жылы КТС 32,3 млрд теңгеге төленді;

- Шағын бизнестің КТС бойынша өңдеуші өнеркәсіп кәсіпорындарының жалпы шығыстарындағы үлес салмағы жеті жыл ішінде 7,3 п. т. өсіп, 2017 жылы 10,2% құрады.

«Бизнестің жол картасы – 2020» бағдарламасына қатысатын кәсіпорындар 2012-2018 жылдары: – 896,1 млрд теңге салық төледі-оның ішінде 11,0 млрд теңге КТС.

Қордың қаржылық бағдарламаларына қатысатын кәсіпорындар 2012-2018 жылдары 78,5 млрд теңге әлеуметтік салық төледі.

Сонымен, қорыта келе елімізде жүргізіліп жатқан шағын кәсіпкерлікті дамыту саясаты қазіргі кезде оң нәтижесін беріп отыр, тек инновациялық белсенділігін арттыруда жүргізіліп жатқан шаралар жеткіліксіз болып, еліміздегі инновациялық өнімнің үлесі өте аз мөлшерде, сондықтан алдағы уақытта саясатты тек кәсіпкерлікті дамытуға ғана емес, инновациялық өнім шығару мен қызмет көрсетуге бағыттаған жөн болар.



ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. ҚР «Инновациялық қызметті мемлекеттік қолдау туралы» заңы, 2006.
2. Исабеков Б.Н., Мұхамбетова Л.Қ. Инновация және кәсіпкерлік: Оқулық. – Астана, 2017. – 624 б.
3. Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың 2015-2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. Қазақстан Республикасы Үкіметі, 1 тамыз. 2014 жыл. № 874 қаулысы.
4. Қазақстан Республикасы Үкіметінің «Бизнестің жол картасы – 2020» бағдарламасын бекіту туралы № 301 қаулысы – 2010.
5. ҚР статистика агенттігінің (WWW.stat.Go.Kz.) деректері.

Маркетинговые коммуникации и перспективы их развития в Казахстане

Ключевые слова: маркетинговые коммуникации, современный маркетинг, маркетинговые технологии, интернет-реклама, интернет-маркетинг

Современное развитие общества достигло такого уровня развития, что без использования различных средств коммуникаций стало невозможным само его существование. Бизнес-коммуникации играют существенную роль в формировании и функционировании единого экономического пространства [1]. Маркетинговые коммуникации – это разновидность бизнес-коммуникаций. Понятие «маркетинговые коммуникации» имеет множество трактовок.

Маркетинговые коммуникации – это в первую очередь маркетинговые инструменты (4 р), которые оказывают воздействие на потребителей [2]. Важнейшей составляющей маркетинговых коммуникаций является комплекс продвижения, включающий в себя различные средства рекламы, стимулирования сбыта, связей с общественностью, используемых предприятиями для достижения рекламных и маркетинговых целей [3].

Существуют различные подходы к оценке комплекса маркетинговых коммуникаций. Составляющие комплекса маркетинговых коммуникаций включают в себя рекламу, личные контакты и продажи, различные формы продвижения товаров и услуг на рынок (выставки, ярмарки, обучение продавцов и т.д.), упаковку и интерактивный маркетинг, интернет-маркетинг, брендинг и т.д. [3]. Появляются новые концепции маркетинга, например «холистический маркетинг». Это связано с развитием маркетинга, переориентацией современного представления о потребительском рынке. Происходит преобразование простых маркетинговых коммуникаций в «интегрированные маркетинговые коммуникации».

Классификация элементов комплекса маркетинговых коммуникаций постоянно меняется. Это связано с изменением различных концепций маркетинга, которые развиваются и формируются под влиянием рыночной среды. Возникающие проблемы в бизнесе оказывают негативное влияние на бизнес-коммуникации, что в свою очередь отрицательно сказывается на развитии маркетинговых коммуникаций.

Деятельность любого предприятия может быть успешной лишь в том случае, если достаточное внимание уделяется маркетингу. Но если

маркетинговая работа проводится только отделом маркетинга или отдельными специалистами этой сферы деятельности, результат может быть совсем не тот, на который рассчитывало руководство предприятия. Для успешной деятельности необходимо применение маркетинговых инноваций.

Составляющими эффективной деятельности маркетинга являются:

- достаточные финансовые затраты;
- грамотно выбранная стратегическая позиция;
- использование правильных стратегических решений;
- внедрение нестандартных подходов к решению возникающих проблем.

В процессе маркетинговой деятельности особенно активно используются средства маркетинговых коммуникаций, от эффективности которых во многом зависит успешность предприятий по решению маркетинговых задач. Под влиянием развития информационно-коммуникационных технологий, наряду с традиционными офлайн-коммуникациями (рекламой в СМИ, печатной продукцией, PR, прямым маркетингом и т.д.), все активнее используются современные онлайн-коммуникации [4].

В зависимости от определения, общий мировой размер цифровой экономики на 2019 год составлял от 4 до 15% [5]. В Казахстане этот показатель равен 3%. В течение десяти лет ожидается рост до 30% в общемировом масштабе и до 20-30% в Казахстане [5]. Наглядно рост доли мировой цифровой экономики и Казахстана показан на рисунке 1.

По прогнозам Zenith Media, в 2021 году в среднем общемировом масштабе интернет-реклама займет более 50 процентов всех рекламных расходов.

В Казахстане же доля интернет-рекламы на данный момент составляет около 15% процентов от всей рекламы и в течение трех лет ожидается рост до 20-25% [6]. На рисунке 2 указана доля интернет-рекламы в мире и в Казахстане.

Продолжается стремительный рост количества персональных устройств, таких как телефон, компьютеры, планшеты и любая техника, при-

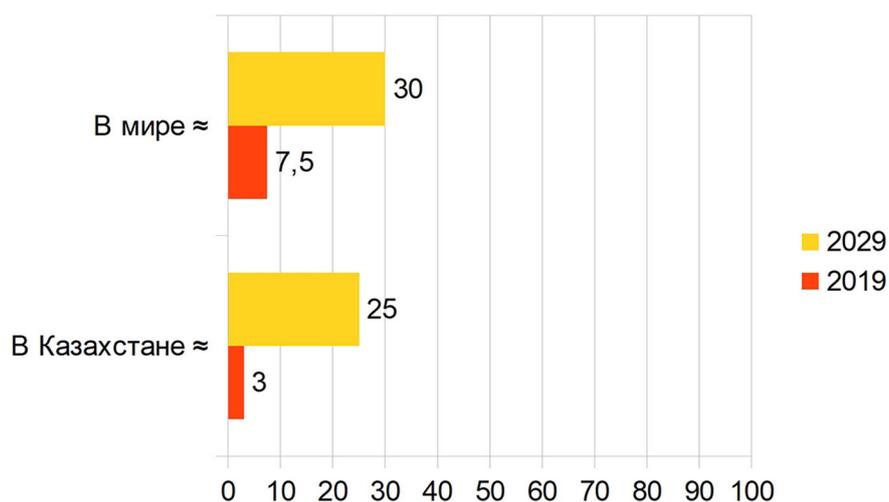


Рисунок 1 – Доля цифровой мировой и казахстанской экономики

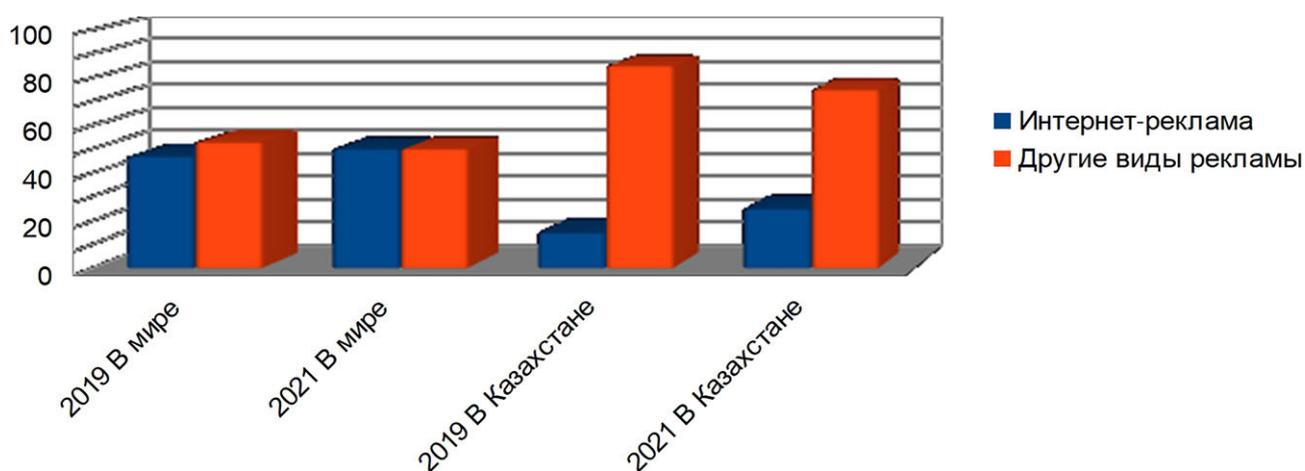


Рисунок 2 – Доля интернет-рекламы в мире и в Казахстане

годная для потребления контента. Также увеличивается качество, доступность и охват интернета, который является ключевым звеном в потреблении контента с устройств.

Мобильный телефон стал частью современной жизни и имеется у 80-85% населения в развитых и развивающихся странах. Появляются новые услуги и сервисы, к которым можно иметь доступ в любой момент времени и которые размещают у себя рекламу, а также небывалые новые возможности для рекламы. Реклама уже давно начала миграцию в интернет, который имеет куда более сильный и широкий инструментарий для проведения маркетинга и сопутствующих ему мероприятий.

Устройство анализирует всю активность владельца, в короткий срок составляет его цифровой портрет и определяет в целевые группы для эффективного маркетинга.

Зная возраст человека, его ежедневное время в сети, любимую музыку, любимые видео, поисковые запросы, круг общения, маршрут передви-

жения, можно предлагать релевантную рекламу, которая его с высокой вероятностью заинтересует. А это значит, что в выигрыше остаются все и соблюдается принцип win-win. Рекламодатели эффективно проводят кампании для своей целевой группы. А целевая группа получает рекламу на товар или услугу, которая, скорее всего, им нужна и о которой они могли бы не узнать. В связи с увеличением эффективности такой рекламы можно уменьшать расходы при том же охвате или увеличивать охват при тех же расходах.

Но есть и проблемы. В связи с тем, что область очень динамичная и развитие во всем мире началось в одно время, то многие инструменты, инфраструктура и кадры опираются только на прошлый мировой опыт классического маркетинга, первопроходцы разрабатывают все это направление с нуля.

Выбор в пользу средств интернет-маркетинга как приоритетных для продвижения различных продуктов и услуг обусловлено их доступностью, массовостью охвата, низкими финансовыми за-

тратами, высоким уровнем оперативности, возможностью обратной связи, владением навыками их использования значительной частью персонала предприятий, которые могут даже без специальной подготовки готовить и размещать информацию на интернет-ресурсах. В то же время этот персонал не обладают достаточным опытом, чтобы решать более сложные маркетинговые задачи, такие как: выбор и формирование контента; не совсем правильный выбор средств интернет-маркетинга. В этих случаях коммуникативная эффективность будет достаточно низкой.

Еще одна проблема – это объем информации. Многозначный объем персональных данных пользователей, который нужно систематически анализировать и систематически обновлять, постоянно вносить корректировки, не теряя гибкости, это за рамками возможности обработки информации человеком.

Поэтому требуются современные автоматизированные решения на базе искусственного интеллекта, статистических алгоритмов и быстрой обработки больших объемов информации. А это еще одни молодые области, которые также развиваются и также имеют нехватку в специалистах и опыта.

Маркетинг в цифровом пространстве может быть технически правильным, но неэффективным и провальным в действительности.

Google предоставляет статистику о том, что, если сайт загружается дольше трех секунд, то тогда 53% пользователей покинут его, не дождав-шись загрузки. Также это серьезный фактор при ранжировании трафика и его донесении до пользователей при проведении маркетинга.

Есть более существенные факторы, например: Каждая секунда задержки мобильной страницы снижает конверсию на 20%. А в том случае, если скорость мобильной страницы снизилась с 1 до 10 секунд, показатель отказа увеличился на 123%.

И наиболее серьезное: самый большой разрыв в конверсии наблюдается в интервале 2-5 секунд, это ведет к фатальной потере конверсии в девять раз. Также 46% людей не будут покупать товары бренда, если они имели негативный опыт исполь-

зования их мобильного приложения или электронной площадки для покупки [6]. Речь идет о новых зонах ответственности при цифровом маркетинге. Наглядно рост вероятности отказов от покупки при различном времени ожидания мобильной страницы показан на рисунке 3.

Специальные маркетинговые технологии должны способствовать продвижению в сеть Интернета. Только при применении высокотехнологичных технологий эффект продвижения будет достигнут.

Грамотное обеспечение финансами, кадрами и управлением инструментов интернет-маркетинга – залог успешной работы в условиях цифровой экономики. Профессия маркетологов в условиях цифровизации экономики становится все более востребованной. Маркетинг развивается в сторону технологичности, приобретая новые направления развития.

Чтобы остаться в данной профессии, специалистам необходимо владеть определенным набором компетенций, позволяющих работать в современных условиях высокотехнологичного уровня производства.

Высокопрофессиональные специалисты маркетологи должны владеть необходимыми навыками программирования и специальными знаниями в области экономики и психологии. В настоящее время маркетинг чаще всего ассоциируется только с рекламой. Нужно в корне изменить это представление о профессии. Реклама и пиар-деятельность связаны напрямую с развитием предпринимательства, и сегодня специалисты, работающие в данной сфере, принимают статус бизнес-девелоперов. Будущее профессии маркетолога представляется именно в этом направлении, так как этого требуют современные условия роста цифровой экономики Казахстана.

В целом существующие в казахстанской экономике системы маркетинговых коммуникаций находятся на достаточно высоком уровне, соответствуют требованиям, предъявляемым рыночной экономикой, и постоянно развиваются в соответствии с новыми рыночными тенденциями и инновационными подходами.

От 1 до 3 секунд — Рост вероятности отказов на 32%

От 2 до 5 секунд — Рост вероятности отказов на 90%

От 1 до 6 секунд — Рост вероятности отказов на 106%

От 1 до 10 секунд — Рост вероятности отказов на 123%

Рисунок 3 – Рост вероятности отказа от продукта при долгом ожидании ответа мобильной страницы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов, Ю.В. Основы маркетинга: Учебное пособие. 8-е изд. / Ю.В. Морозов. – М.: Дашков и К, 2016. – 148 с.
2. Голубкова Е. Интегрированные маркетинговые коммуникации: Учебник и практикум. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 364 с.
3. Данченко Л.А. Маркетинг: учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 486 с.
4. Вертайм К., Фенвик Я. Цифровой маркетинг. – М.: Альпина Паблишерз: Издательство Юрайт, 2010. – 384 с.
5. <https://www.forbes.ru/biznes/361403-ocifrovannoe-budushchee-umnaya-ekonomika-menyayet-podhody-k-biznesu>

УДК 330.342.172

*С.А. ТУЛУПОВА, м.э.н., ст. преподаватель,
Н.С. ЛУСТОВ, м.э.н., ст. преподаватель,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ЭМП*

Инновации в маркетинге для продвижения товаров и услуг

Ключевые слова: инновации, маркетинг, инновационные инструменты, маркетинг инноваций, продвижение товара, геймификация, интернет-маркетинг, маркетинговые инструменты

Одна из основных проблем казахстанского маркетинга состоит в том, что маркетологи ошибочно думают, что умеют привлекать клиентов, работать с ними, удерживать и возвращать, но на самом деле это не так. Казахские маркетологи знают очень мало инструментов маркетинга (которых больше 5000). Больше 50% специалистов не знают, что такое AIDA (самая простейшая коммуникационная модель). А когда пользуются какими-то инструментами – не факт, что делают это эффективно [1].

Первый тренд маркетинга – стратегичность. Все руководители западных компаний обеспокоены тем, что маркетинг работает на тактический результат: выполнить план продаж в квартале, план продаж по месяцу, увеличить продажи за неделю, выполнить план по году. Но маркетинг должен работать на более долгосрочную перспективу – 10 или даже 50 лет. 10 лет – это интересный горизонт планирования, который совершенно по-другому заставляет подходить к планированию бизнеса и маркетинга.

Второй тренд – интернет-маркетинг. Понятно, что очень многие маркетологи сейчас используют инструменты интернет-маркетинга, но не все понимают, что это такое. Интернет-маркетинг – это 4 направления работы: с сайтами, целевыми страницами, с социальными сетями, с email-маркетингом и мобильными приложениями.

Третий тренд – это тренд инноваций. Известный теоретик менеджмента Питер Друкер в своё время сказал замечательные слова: «В бизнесе есть две основные функции – это маркетинг и инновации, именно они создают прибыль, а всё остальное – это затраты». Современные маркетологи занимаются маркетингом, но забывают про инновации. Очень важно заниматься инновациями. Новые продукты, новые инструменты, новые технологии, новые техники, новые бизнес-процессы, новые подходы, – ключевое слово – «новые».

Есть такое умное слово «бенчмаркинг» – изучение успешного опыта конкурентов или предприятий из других отраслей для применения его в своей компании. Если его перевести на разговорный

язык, получится «своровать чужую идею». Можно взять идею не у прямого конкурента, а у человека, который работает в смежной отрасли. Конечно, нельзя воровать идеи, которые закопирйтены, запатентованы, но большинство маркетинговых ходов, идей – легко копируемые, надо просто быстрее их реализовывать в своей практике, может быть даже лучше, чем это сделано в оригинале.

Следующий тренд – тренд внутреннего маркетинга. Внутренний маркетинг – это когда принципы маркетинга используются в работе с сотрудниками. Точно так же принципы маркетинга используются для привлечения сотрудников, для вовлечения их в максимально эффективную работу, для удержания сотрудников, если есть необходимость, для их возвращения.

И отдел персонала, и руководитель компании могут получить очень много плюсов от использования принципов, технологий и методов маркетинга в работе с персоналом.

Пятый тренд – тренд корпоративной социальной ответственности. То есть, бизнес должен нести некую социальную нагрузку, думать про экологичность, про то, чтобы поддерживать социально-важные для государства, страны проекты. Это приоритет очень крупных компаний.

Малый и средний бизнес может об этом пока что не думать. Его задача – просто заработать денег, стать большим, и тогда уже можно начинать отдавать, в том числе и прибыль.

Есть еще один тренд – тренд клиентоориентированности, когда ты начинаешь любить своего клиента. Фактически клиентоориентированность, если её правильно организовать, может сделать маркетинг ненужным. Вы начинаете работать так, что клиенты, которые работают с вами, просто восхищены, они покупают снова и снова, самое главное, – они превращаются в ходящую рекламу.

Американский специалист по маркетингу Филип Котлер в своих книгах предупреждал о том, что маркетинг будет развиваться по пяти ступенькам: сначала будет работать концепция совершенствования производства, потом – концепция совершенствования товаров, затем – концепция интенсификации коммерческих усилий в области сбыта, потом – маркетинг, и, наконец, социально-этичный маркетинг. Возможно, после социально-этичного маркетинга появится клиентоориентированность.

Не все привлеченные посетители становятся клиентами, однако тех, кого удалось заинтересовать, нужно пытаться удержать всеми силами. Здесь самым главным инструментом выступает сайт, и рычагами убеждения служат такие вещи, как юзабилити сайта, уникальность и полезность контента, удобство сервисов и наличие каких-то особенностей, которых нет на других ресурсах, предлагающих сходные товары или услуги. Скрепляющей основой маркетинга является аналитика, которая должна проводиться постоянно и каждое действие должно отслеживаться в дина-

мике, оцениваясь на предмет пользы для бизнеса. Маркетинг – это работа по системе.

Маркетинг без бюджета состоит из трех направлений работы:

1) Обязательное использование вещей, которые совершенно не требуют бюджета (FAQ, сторителлинг, автоподпись, точки контакта, калькуляторы и др.).

2) Более эффективное применение уже используемых бесплатных или недорогостоящих инструментов маркетинга (визитные карточки, сайт, автоответчик, email-маркетинг, отзывы, социальные медиа и др.).

3) Использование новых и революционных бесплатных или недорогостоящих инструментов маркетинга (ретаргетинг, NPS, прощальные письма, бюро добрых дел, перехват, продает клиент и др.).

Большинство компаний сейчас находится в состоянии «маркетинга без бюджета», причины этого – рецессия, кризис, недостаточное финансирование (часто у региональных компаний, руководимых из центральных офисов), положение стартапа, привычка экономить.

Сегодня, для того чтобы построить хороший маркетинг, нужно обращать пристальное внимание на бизнес-девелопмент, продажи и каналы продаж, ценообразование, продукт/услугу, продвижение, технологии, клиентоориентированность, интернет, сотрудников и PR. Плюс – просто брать и делать.

Бизнес-девелопмент – это улучшение плюс развитие. Для развития можно рассмотреть уже существующие территории, сегменты, услуги, существующих клиентов и партнеров, и на пересечении с ними добавить новые территории, сегменты, услуги, новых клиентов и партнеров.

Важно, что сейчас все потребности уже удовлетворены. Сейчас нужно создавать новые. Для поиска новых инструментов все средства хороши, их можно перенимать у конкурентов, брать из других отраслей, использовать мировой опыт.

Если пользоваться одними и теми же инструментами, будут получаться одни и те же результаты. Поэтому нужно использовать известные инструменты (мобильный маркетинг, вирусный маркетинг, блогинг, ambient media, product sitting, crazy PR, life placement, storytelling, трайвертайзинг, сенситивный маркетинг, флэшмоб, mirror-TV, dead marketing, shockvertising, identity marketing) и, не останавливаясь, постоянно искать и применять новые.

Кроме использования всего многообразия уже существующих маркетинговых инструментов, нужно постоянно искать новые идеи, «фишечки». Можно попробовать запустить фишкинг в компании, под персональную ответственность: один сотрудник – поиск новых «фишек». Для этого надо инвестировать в фишкинг: выделить бюджет на подписку, на конференции, консультантов; выделить тысячу долларов – и эффект будет уже

в течение месяца, причем выделение средств – целевое. Можно нанять креативную компанию или консультантов, или устроить конкурс: «Предложи фишку – получи приз». Если «фишка» сработает, можно предложить суперприз. Бюджет в тысячу долларов, эффект – в течение двух недель. Можно устроить еще месячник «фишек» с целью собрать максимальное количество новых инструментов и приемов, не требующих инвестиций и дающих быстрый результат, с призами для тех, кто предложит больше «фишек» и лучшую «фишку».

Самое главное в маркетинге, чтобы был эффект – это точки контакта, те моменты, в которые клиент соприкасается с компанией. Их несколько десятков: визитные карточки, коммерческие предложения, сайт, сообщества в социальных сетях, внешний вид сотрудников и другие. Нужно понимать, что во всех этих моментах клиент решает, будет ли он работать с компанией дальше.

Компания должна понимать, почему клиентам нравится или не нравится покупать. Клиент всегда найдет повод купить, если компания ему нравится, и всегда найдет повод отказать, если компания ему не нравится. Все эти поводы нужно знать и использовать, у каждой компании должен быть список «100 причин, по которым клиенты выбирают нас» или «100 причин, почему вы должны работать с нами». Ну и зеркальная ситуация – если клиент не покупает, нужно собрать причины, почему это происходит, на каждую причину найти контраргументы и использовать их максимально.

Каждая компания должна помнить о том, что любой человек, который совершает покупку, рискует. Поэтому для того, чтобы эффективно продавать, нужно исключить все виды рисков:

Функциональный – товар (услуга) не действуют так, как ожидалось / требовалось / рекламировалось.

Финансовый – риск того, что товар (услуга) окажется по качеству ниже своей стоимости или не столь экономичным, как ожидалось. Риск, что товар окажется неисправным, потребует замены или ремонта за счет покупателя.

Временной – риск затратить время на выбор альтернативного товара (который может стоить, а может не стоить потраченных усилий). Потеря времени: необходимость жаловаться, разбираться, обращаться в сервис-центр.

Физический (риск безопасности) – риск того, что товар или услуга смогут причинить физический ущерб (представлять потенциальную опасность для здоровья или окружающей среды).

Социальный – риск вызывать неодобрение друзей или коллег за сделанный выбор.

Психологический – риск того, что выбор вызовет неудовлетворение, неуверенность в себе, ощущение неудачи, приведет к потере самоуважения.

Также нельзя забывать про нетворкинг, установление деловых контактов, ведь в наше время связи решают все. Коммуникации позволяют

держаться на плаву, быть на слуху, постоянно присутствовать там, где находится нужная целевая аудитория.

Важной точкой контакта продолжает оставаться коммерческое предложение. Хорошее коммерческое предложение – это когда после его отправки тут же перезванивает клиент со словами: «Где ж вы раньше были! Курьер уже выехал к вам с деньгами, чтобы зарезервировать товар. И еще запишите два телефона – это наши конкуренты. Им не высылайте, пожалуйста, ваше предложение!». Нужно избегать шаблонности в составлении коммерческого предложения, здесь, как нигде, важен креатив и нацеленность на возможные решения клиентских проблем.

Также бизнесу следует обратить внимание на такой незаслуженно забытый инструмент, как визитные карточки. Ведь визитные карточки – это самый массовый носитель рекламы. Они бывают трех типов:

- с одной стороны имя, компания и должность владельца, оборот пустой. Это тип карточек, сделанных по этикету;

- русский и английский текст с разных сторон. Нелепый вариант, ни по этикету, ни по уму, который говорит: «Я крут, часто встречаюсь с иностранцами, но напечатать два типа карточек у меня денег нет».

- который должен продавать. Либо это должен быть каталог продукции, либо пять причин сотрудничества.

Для того чтобы лучше донести информацию, важна визуализация. Это касается не только визитных карточек. Статью с картинкой читают в 8 раз чаще, чем без картинки (по данным исследования Американского института общественного мнения Gallup).

Ещё один инновационный тренд в маркетинге – геймификация. Один из немногих трудов по геймификации принадлежит А.В. Попову – «Маркетинговые игры. Развлекай и властвуй». Автор тщательно избегает термина геймификация (что, возможно, объясняется тем, что книга вышла в 2006 году), но, используя сочетание «современные интерактивные коммуникации с потребителями», дает практические советы по игровому решению маркетинговых задач, начиная с маркетинговых исследований и заканчивая продвижением в форме product placement. «Если в игру будет интегрирована возможность обучения, т.е. игроки сами поймут, как пользоваться продукцией, или им будут показаны особенности и преимущества именно вашего предложения – прямо во время игрового процесса», – советует А.В. Попов. Достоинством книги являются не только многочисленные примеры применения игр, но классификация игроков, а также советы по вовлечению потребителей и выбору сайта для коммуникации с ними. «Если вы решите освоить игровые коммуникации, вам придется приобрести новые навыки и делать необычные вещи,

которые кинопродюсеры, шоумены и редакторы телеканалов делают ежедневно уже многие годы. Чтобы потребитель получал удовольствие, а не раздражение от рекламного вмешательства, нужно искать непривычные формы привлечения и удержания потребительского внимания», – предупреждает автор «Маркетинговых игр».

По оценке Business.com, в 2016 году геймификация стала одним из топ-10 трендов, которые меняют розничную торговлю. Среди причин такого масштабного внедрения выделяют несколько основополагающих. Во-первых, серьезное изменение портрета среднего потребителя. Рост уровня образованности и благосостояния, постоянно растущая занятость и недостаток живого общения толкает потребителей к увеличению активности в интернете. При этом наряду с уменьшением свободного времени наблюдается уменьшение времени, расходуемого на традиционные медиа, что вновь ведет к усилению активности в интернете [2]. Следует помнить, что поколение Y (20-40 лет) и поколение Z (10-20 лет) выросло на играх. Поэтому игры, особенно для мобильных приложений, вряд ли потеряют свою популярность в ближайшие десятилетия.

Во-вторых, технологическая причина, связанная с появлением новых мобильных устройств, небывалой ранее доступностью интернета и развитием социальных сетей. Повсеместно внедрение беспроводного доступа Wi-Fi позволяет каждому пользователю постоянно получать новейшую информацию, быть в центре событий, общаться в социальных сетях, не отрываясь от выполнения ежедневных домашних или рабочих обязанностей. Это привело к тому, что впервые в истории человечества даже небольшая компания может охватить огромный сегмент целевой аудитории со значительным вирусным эффектом. В свою очередь, это позволяет создавать новые группы пользователей, в которых идет обсуждение акции или предоставляет возможность обмениваться призами и подарками, демонстрировать свой статус и повышать его. Именно вовлеченность называют самым ценным ресурсом Г. Зиккерман и Д. Линдер.

И как результат всего вышеперечисленного – наблюдается стабильная тенденция: игры поглощают все остальные формы развлечений. Среднестатистический геймер ныне уже не мужчина в возрасте от 13 до 34 лет, как было десять лет назад. Наряду с детьми и подростками, которым увлечение игрой диктует сам возраст, сейчас активными игроками стали женщины.

При внедрении инноваций на рынок необходимо учитывать специфику маркетинга инноваций, которую определяют особенности рынка и представленных на нем объектов. Использование определенных инструментов или методов маркетинга во многом зависит от особенностей рынка и специфики товара, который будет внедряться на рынок.

К особенностям рынка инноваций можно отнести:

- отсутствие определенного места или каналов сбыта инноваций;
- существуют высокие психологические барьеры восприятия новинок потребителями;
- потребители в основном из рынка B2B (если это не товары массового спроса), при работе с ними важен язык общения;
- неразвитость инфраструктуры рынка инноваций, которая усложняет проблемы коммуникаций продавца с потребителями, привлечения инвестиций.

Для того чтобы потенциальный потребитель или инвестор положительно оценил инновационный продукт, необходимо представить привлекательность продукта в максимально материализованном виде, который бы отражал все качества продукта [3]. Поэтому важно обратить внимание на работы, направленные на повышение осведомленности инновационных продуктов. Это могут быть макеты, модели, опытные образцы и популярные на сегодняшний день виртуальные прототипы.

В маркетинге инноваций важную роль играет поиск сфер применения новинки. Это сложный, творческий процесс, в котором нет определенной структуры. В нем можно использовать методы аналогов, основанные на предыдущем опыте, на опыте конкурентов, метод мозгового штурма, когда описывают максимальное количество идей, затем идет процесс отбора и др. Это специализированный вид деятельности, в котором может участвовать автор новинки, но организовать этот процесс призваны другие специалисты – менеджеры, так как требуется широкий кругозор, опыт в подобной работе, связи в деловой среде, навыки делового общения, проницательность и информированность, коммуникабельность и другие качества, которыми не всегда обладает создатель новинки.

Для повышения вероятности коммерческого успеха новинки процесс ее создания должен сопровождаться интенсивными исследованиями и тестированиями. Возможно несколько видов тестирования:

- концептуальное тестирование призвано обеспечить проверку концепции новинки;
- полевая проверка продукта пользователями;
- тестирование рынка (пробный маркетинг) – оценка реакции потребителей и оценка плана выведения продукта на рынок [4].

Также играет немаловажную роль для снижения рисков такой инструмент, как вовлечение потенциальных потребителей в создание инновационного продукта. Здесь должны использоваться разнообразные, часто нестандартные приемы – наблюдение, раннее знакомство, раздача пробников и прочее.

Сложность к восприятию новых разработок, формирующих новые потребности или замещающих существующие продукты и технологии,

является проблемой для формирования процесса коммуникации с потенциальными потребителями. Немаловажную роль в этом играют психологические барьеры восприятия новинок, и для их преодоления необходимо использовать специальные методы. По результатам исследований американских ученых было установлено, что на этапе виртуального потребления новинки идет подготовка к фактическому потреблению. Если продукт признан неизвестным или не распознан, сознание человека может запретить его дальнейшее использование. Такой барьер называется «отсутствием фундаментального знания», и он означает, что потребность в данном продукте еще не сформирована или не осознана. Следовательно,

для преодоления этого барьера необходимо приложить усилия и использовать нестандартные методы его преодоления [5].

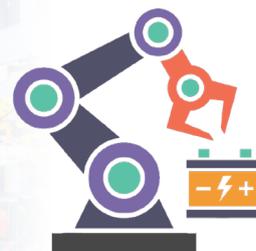
Процессы коммерциализации инновационных продуктов многообразны и слабо формализованы, поскольку в их реализации участвуют творческие организации. Новизна и нестандартный характер инновационных продуктов как товаров затрудняет поиск сфер их применения, определяет специфику методов продвижения и продажи.

Понимание указанных особенностей маркетинга инноваций важно для выработки стратегии коммерциализации новинок, без чего невозможно продвижение на пути к инновационной экономике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. E-xecutive.ru. [Электронный ресурс] / Игорь Манн: Про правильный маркетинг – Режим доступа: <https://www.e-xecutive.ru/management/biznes-liderstvo/1838710-igor-mann-pro-pravilnyi-marketing>
2. Зикерманн Г., Линдер Д. Геймификация в бизнесе: как пробиться сквозь шум и завладеть вниманием сотрудников и клиентов [Текст] / Г. Зикерманн, Д. Линдер. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 272 с.
3. Калиева О.М. Способы и методы исследования маркетингового потенциала предприятия / О.М. Калиева, О.П. Михайлова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 13 (132) – С. 216-221.
4. Калиева О.М. Маркетинг инноваций как инструмент успешного бизнеса / О.М. Калиева, О.В. Фролова // Там же. – 2013. – № 13 (149). – С. 175-179.
5. Городнова И.В., Городнова А.В., Капоница К.В., Мурашкин Д.В. Особенности продвижения на рынке с помощью инновационных инструментов // Вектор экономики – Пермь, 2018. – № 9. – С. 5.

**Автоматика.
Энергетика.
Управление**



УДК 621.315.687

*М.Б. ЕСБОЛОВ, магистрант гр. ЭЭМ-18-1,
М.Л. КАРАКУЛИН, к.т.н., доцент,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП*

Современные методы определения места повреждения кабельных линий напряжением 10 кВ

Ключевые слова: кабель, кабельные линии, кабельная арматура, износ, повреждения, дефекты, замыкание, напряжение, испытания, диагностика, контроллинг, мониторинг, методы

Кабельные линии – это дорогостоящие, ответственные и долговременные элементы систем электроснабжения.

Наибольшее распространение в промышленности приобрели кабельные линии 10 кВ, составляющие основу электрических сетей. Протяженность кабельных линий может достигать многих сотен тысяч километров. Значительная часть кабельных линий эксплуатируется уже больше 25 лет и обладает высокой степенью технологических нарушений, порядка 32/100 км в год, что существенно превышает норму в 7,5/100 км в год. Поэтому в данных условиях повышается значимость технического диагностирования кабельных линий [1].

Рост уровня надежности кабельных линий – это одна из важных задач обеспечения надежного электроснабжения потребителей.

Необходимым элементом любой кабельной линии является кабельная арматура, в том числе соединительные и концевые муфты. Кабельные

муфты являются наиболее слабым звеном кабельных линий. От их качества и надежности работы зависит надежность работы всей кабельной линии.

Появление мест повреждений кабелей в распределительных сетях, по большей части, связано с различными восстановительными и диагностическими работами [2].

Выделим возможные причины появления повреждений на кабелях:

- механические повреждения – до 43%;
- непосредственные эксплуатационные – до 16%;
- дефекты или брак в кабельных муфтах и концевых заделках при проведении монтажа – до 10%;
- повреждение кабеля и муфт из-за осадки грунта – до 8%;
- появление коррозии на металлических оболочках кабелей – до 7%;
- заводские дефекты кабеля – до 5%;

- нарушения при осуществлении прокладки кабеля – до 3%;
- старение изоляции из-за продолжительной эксплуатации или резких перегрузок – до 1%;
- другие возможные причины, а также и неустановленные – до 7% [3].

На возникновение повреждений в кабельной линии влияет совокупность следующих основных факторов:

- продолжительность нахождения кабелей под напряжением и током;
- плохое качество кабельных муфт;
- механические повреждения кабелей;
- коррозия защитных оболочек кабеля из-за влияния геохимических и гидрологических факторов;
- постоянные или продолжительные перегрузки на кабельных линиях;
- короткие замыкания с протеканием по кабельной линии больших токов;
- коммутационные перенапряжения;
- тепловое воздействие кабелей друг на друга, проложенных в одной траншее;
- тепловое сопротивление грунта;
- степень компенсации токов замыкания на землю и последующее использование метода регулировки индуктивностей заземляющих реакторов;
- высокие потери в изоляции кабелей по мощности и энергии, имеющих большой физический износ;
- влияние превышений отклонений показателей качества электроэнергии от норм [4].

Традиционно восстановление поврежденной кабельной линии производится в три этапа:

- на первом этапе отключают поврежденную

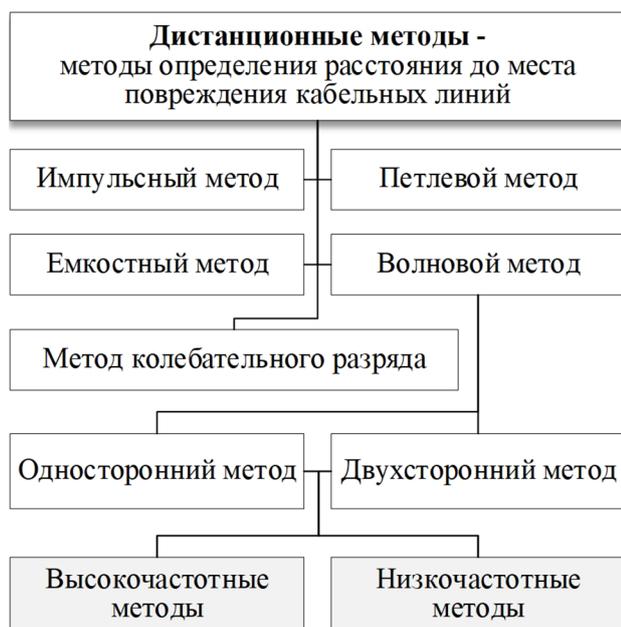
- кабельную линию и «дожигают» изоляцию;
- на втором этапе устанавливают расстояние до места повреждения;
- на третьем этапе определяют место повреждения кабеля, после чего производятся ремонтно-восстановительные работы.

Для проведения оценки состояния кабелей требуется постоянно проводить диагностику, используя специализированные методы.

Основные методы, используемые для определения мест повреждений кабелей, представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, существующие методы поиска возможных повреждений кабелей подразделяются на два класса: дистанционные и топографические. Теоретическую основу методов поиска повреждений составляют физические процессы, протекающие в кабельной линии при подключении к ней устройств диагностики, и здесь различают методы, основанные:

- 1) на проведении измерений основных параметров аварийного режима;
- 2) проведении измерений временных интервалов распространения электромагнитных волн по кабельным линиям (импульсные (локационные), волновые и метод колебательного разряда);
- 3) определении зависимости входного сопротивления кабельной линии от частоты напряжения источника;
- 4) сравнении электрических параметров поврежденной и неповрежденных жил кабельной линии;
- 5) оценках изменения электромагнитного поля поврежденной кабельной линии при подключении к ней источника питания;
- 6) фиксации сейсмических колебаний почвы,



вызванных разрядами в месте повреждения;

7) фиксации токов растекания в грунте в месте повреждения [5].

На основании опыта эксплуатации кабельных линий 10 кВ установлено, что при осуществлении испытаний с помощью повышенного напряжения постоянным током могут быть выявлены только лишь грубые местные дефекты в изоляции кабеля или в муфтах. В случае если же в ослабленном месте прочность изоляции сохранилась на уровне 25-30%, то пробоя при испытаниях может и не произойти.

Практикой доказано, что планомерно-профилактические испытания высоким напряжением, даже в случае их успешного проведения, не только не могут гарантировать безаварийную работу кабельных линий, но и чаще всего могут привести к уменьшению всего срока службы кабелей. Особенно опасны подобные испытания для кабелей с продолжительным сроком эксплуатации или же с сильно состаренной и изношенной изоляцией. Помимо этого, подобным испытаниям вынужденно подвергаются кабели, имеющие изоляцию из сшитого полиэтилена, находящие все большее обширное использование, и применяются в качестве вставок на кабельных линиях с бумажной изоляцией. В данном случае испытания постоянным напряжением не только фактически бесполезны, но и могут оказать отрицательное влияние на полиэтиленовую изоляцию.

Вследствие этого требуется применять иные методы исследования и испытаний.

Подобными, доступными на сегодня, методами и критериями можно считать следующие:

- метод испытания кабелей напряжением с сверхнизкой частотой 0,1 Гц вместо испытаний постоянным напряжением;

- метод рефлектометрии, осуществляемый в мобильных электролабораториях, которые оборудованы специализированными диагностическими приборами;

- метод возвратного напряжения, основанный на измерении и анализе возвратного напряжения в изоляции фаз кабеля после зарядки постоянным напряжением и кратковременной его разрядки с последующим определением состояния, степени старения и наличия влаги в бумажной изоляции кабелей;

- определение величины $\text{tg}\delta$, которая позволяет осуществить проверку наличия в изоляции кабелей различных воздушных включений и частичных разрядов, становящиеся основной причиной износа, старения и пробоя [6].

Рассмотренные методы контроля и испытания технического состояния и повреждений кабелей указывают на непрерывный и напряженный поиск исследователями путей решения проблемы. Однако их обилие говорит о том, что задача продолжает оставаться актуальной и требуется ее решение на основе принципиально новых подходов, базирующихся на принципах неразруша-

ющих технологий. Использование неразрушающих методов контроля и получаемых результатов диагностики делает возможным определение остаточного ресурса кабелей и реализацию эксплуатационных мероприятий, а также проведение технического обслуживания и ремонта.

Потребность внедрения неразрушающих методов в диагностике кабельных линий, методов и средств поиска мест повреждений с использованием нового оборудования связана с сокращением времени поиска аномалий, повышением режимной надежности кабелей и надежности электроснабжения потребителей.

Для реализации методики неразрушающей технологии технической диагностики можно использовать информацию из электромагнитного поля вокруг кабеля, через оценки характеристик пространственной структуры поля на диагностируемом элементе.

Повысить надежность кабельных линий возможно при помощи различных методов и средств во время проведения профилактических испытаний:

- проведение измерения сопротивлений изоляции;

- проведение испытаний изоляции высоким выпрямленным напряжением;

- установление целостности жил кабелей и последующей фазировки кабельных линий;

- установление сопротивления жил кабелей;

- установление электрической емкости кабельных линий;

- осуществление контроля уровня осушения вертикальных участков прокладки кабелей;

- проведение измерений токораспределения по одножильным кабелям;

- проверка заземляющих устройств;

- проведение измерений температуры кабелей;

- проведение измерений удельного термического сопротивления окружающего грунта;

- проверка антикоррозийных защит;

- испытание оболочки кабелей с помощью повышенного выпрямленного напряжения [7].

При этом контроль и диагностика нацелены на раннее определение дефектов кабельных линий, способствуя снижению уровня повреждаемости и повышению надежности осуществления электроснабжения потребителей.

По большей части сейчас используются разрушающие методы проведения контроля и испытаний кабелей:

- с использованием повышенного напряжения промышленной частоты;

- с использованием повышенного напряжения выпрямленного тока;

- при помощи постоянно-переменного напряжения;

- при помощи импульсного напряжения;

- без отключения кабельной линии от сети.

Для того чтобы предотвратить пробой изо-

ляции кабелей при эксплуатации требуется проводить профилактические испытания, мониторинг, контроллинг, определяя характер и степень опасности протекающих изменений. Только своевременно определив ухудшение состояния кабелей, возможно принять неотложные меры для возможности ее восстановления, применяя неразрушающие методы проведения контроля и измерений:

- метод сопротивления изоляции R60;
- метод диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$;
- метод частичных разрядов;
- емкостной метод;
- метод отношения сопротивлений R60/R30;
- тепловизионный метод;
- рентгеновский метод;
- метод проведения и анализа измерения возвратного напряжения кабеля;
- рефлектометрия;
- и другие [7].

Стремительное развитие и реализация стратегий, различных методов и IT-технологий, к примеру, при помощи экспертных систем или нейронных сетей, используемых при мониторинге и диагностике, позволяет осуществлять долгосрочное прогнозирование состояния кабелей, совершенствуя при этом планирование производственных активов и ремонтных запасов.

Применение наиболее современных методов проведения оценки и развитие потенциалов хозяйственных систем даст возможность осуществлять наиболее эффективную эксплуатацию всего множества уже имеющихся и прокладываемых кабельных линий.

Существующие методы проведения прогноза показателей кабельных линий в основном нацелены на устойчивые условия развития электросетей. В условиях появления множества новых субъектов в электроэнергетике и факторов неопределенности требуется новая разработка многоцелевых методов для роста уровня эффективности и надежности эксплуатации кабелей. Помимо этого, используемую на сегодня систему сбора информации по кабельным линиям в форме разрозненных документов стоит считать уже существенно морально устаревшей и непригодной для оценивания уровня воздействия на поток отказов.

На сегодняшний день продолжается разработка более новых методов диагностики и устройств для нее. В связи со стремительным развитием IT-технологий, которые позволяют быстрее осуществлять самые сложные математические исчисления, представилась возможность применения графических моделей по классической теории электромагнитного поля для определения места и вида повреждений кабелей.

Кроме этого, по ряду определенных значений параметров схем электроснабжения, за счет управления которыми возможно выделять и усиливать основные диагностические параметры и признаки для более точного распознавания име-

ющихся повреждений.

Следовательно, проведение новых исследований направлений последующего увеличения уровня эксплуатационной надежности и безопасности кабельных трасс 10 кВ как ключевого звена электросетей в комплексе с получаемыми ретроспективными данными, грунтово-метеорологическими параметрами, электромагнитными параметрами, а также человеческими факторами и устройствами релейной защиты и автоматики можно считать самой значимой научно-технической проблемой.

Тогда основными направлениями совершенствования методов определения возможных мест повреждений кабелей можно считать следующие:

- поэтапное развитие стратегий и IT-систем управления кабельными линиями;
- постоянный мониторинг и контроллинг текущего состояния;
- использование комплексной методики диагностики кабельных линий;
- нейросетевое прогнозирование;
- диагностирование, оценка и прогнозирование потенциалов всей электросети;
- упорядочение используемых данных [4].

В качестве наиболее перспективного метода предлагается комплексный метод определения места повреждения кабельных линий напряжением 10 кВ, включающий самое современное оборудование, современные методы исследования и IT-технологии.

По сути, это комплексная задача, так как комбинирование таких причин, как тип кабеля, структура сети, уровень напряжения и условия окружающей среды, может дать огромное количество вероятных повреждений. Любое из них может привести к значительным затратам и стрессу, – к примеру, ожидание подачи электроэнергии, простой оборудования, вынужденное вскрытие дорожного полотна, остановка строительства и т.д. Вследствие этого для поиска места и характера повреждения кабельной линии необходимы обученные высококвалифицированные специалисты, мощное, надежное и универсальное оборудование, позволяющее использовать все необходимые современные методы.

При этом методика поиска места и характера повреждения кабеля предполагает определенный логический порядок действий:

- проведение анализа вида и характера повреждений;
- уменьшение уровня сопротивления пробоя;
- предварительная локализация, с установкой определенного расстояния до мест повреждений с помощью рефлектометра;
- определение типа, марки кабеля;
- установка точной локализации мест повреждений кабельной линии при помощи генератора акустических ударных волн и акустического приемника или же при помощи индукционного метода;

– устранение повреждения ремонтной бригадой.

Для установки места повреждения кабеля применяются в последнее время передвижные измерительные электролаборатории, имеющие комплексный набор оборудования и переносных электроприборов.

Для проведения работ по установке возможных мест повреждений кабеля необходимо следующее оборудование:

- испытательная установка постоянного тока с плавным изменением напряжения;
- прожигающая установка постоянного тока с плавным и ступенчатым переключением выходного напряжения;
- установка для послышки высоковольтной волны от заряженного конденсатора;
- генератор звуковой частоты;
- рефлектометр;
- комплекс акустического и индукционного кабелеискателя;
- мегаомметр;

– комплексная система для установки мест повреждений.

Среди всех методов и оборудования предлагается использовать:

- обнаружение повреждения при помощи импульсов тока, используя испытательные установки;
- метод затухающего сигнала при помощи импульсного рефлектометра;
- дифференциальный метод сравнения при помощи рефлектометра и системы для установки мест повреждений кабеля;

Все показатели с приборов передаются на передвижную электролабораторию или станцию обслуживания для оценки и определения последующих работ.

Предлагается использовать современное и высокотехнологичное оборудование фирмы BAUR, так как в нем применяются все современные методы измерения с наибольшим уровнем поддержки на протяжении всего процесса поиска поврежденного кабеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грищенко Д.Н. Методы и средства контроля состояния кабельных линий // Научные основы современного прогресса. – М., 2016. – № 45. – С. 20-26.
2. Коржов А.В. Комплексный анализ состояния и повышения эксплуатационной надежности кабельных линий 6 (10) кВ с бумажной пропитанной изоляцией в условиях городских электрических сетей. – Ч., 2016. – 240 с.
3. Кашин Я.М., Кириллов Г.А. Энерго- и трудосберегающая технология определения места повреждения кабельной линии // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – А., 2019. – № 1 (236). – С. 97-123.
4. Пустовой Д.А. Методы мониторинга, диагностики и повышения надежности кабельных линий // Инновационная наука. – М., 2017. – № 2-1. – С. 64-78.
5. Козлей С.В., Хацевский К.В. Проблемы эксплуатации кабельных линий 10/0, 4 кВ // Актуальные вопросы энергетики: материалы Международной науч.-практ. конф. – О., 2017. – № 2. – С. 56-60.
6. Бахтияров М.М., Роженцова Н.В. Проблемы эксплуатации кабельных линий // European research. – М., 2019. – № 7. – С. 34-36.
7. Попов Е.В. Методы поиска и локализаций повреждений в кабельных линиях // Научный журнал. – М., 2017. – № 6-2 (19). – С. 34-48.

Построение фильтра Калмана для восстановления недостающей информации о состоянии процесса помола в планетарной мельнице

Ключевые слова: асимптотический наблюдатель, фильтр Калмана, линейные системы с обратной связью, интеллектуальное управление, процесс помола

Введение

Формирование управляющих сигналов в обратной связи осуществляется путем автоматической обработки той информации об объекте управления, которая поступает на его измеряемый выход. В простейшей ситуации идеальному измерению подлежат все компоненты вектора $x(t)$ состояния объекта в каждый момент времени. Однако, к сожалению, во-первых, в канале измерения в подавляющем большинстве случаев происходит потеря информации, поскольку размерность измеряемого сигнала меньше размерности вектора состояния $k = \dim y < n = \dim x$, а во-вторых, измеряемый сигнал y , как правило, зашумлен помехами различного рода. В силу отмеченных обстоятельств один из весьма широко используемых аналитических подходов к синтезу законов управления состоит в том, что на базе получаемого измеренного сигнала $y(t)$ по определенным правилам предварительно формируется некоторое приближение $z(t)$ к вектору состояния $x(t)$, т.е., осуществляется оценивание состояния динамического объекта. Далее осуществляется последующая обработка полученного вектора оценок для непосредственного формирования управления.

Построение указанных оценок z по отношению к состоянию x линейных стационарных объектов управления осуществляется с помощью специальных линейных стационарных (LTI – Linear Time Invariant) систем, именуемых асимптотическими наблюдателями [1].

Постановка задачи

В качестве объекта управления в работе принята планетарная мельница [2], математическая модель процесса помола в планетарной мельнице, как LTI-система, с записью в tf-форме имеет вид:

$$H(s) = \frac{141s^2 - 1.5s + 2,4}{s^3 + 8.5s^2 + 0.55s + 0.026}.$$

Задача наблюдения состоит в том, чтобы по результатам измерения выходного вектора y раз-

мерности $k < n$ оценить весь вектор состояния x с помощью с помощью наблюдающего устройства Калмана, получающего информацию об объекте в виде измерений размера частиц на выходе.

Методика решения

Для решения поставленной задачи модель в tf-форме необходимо преобразовать в ss-форму:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Cx + Du. \end{aligned} \quad (1)$$

В случае построения наблюдающего устройства с помощью фильтра Калмана детерминированная математическая модель (1) объекта управления дополняется аддитивными стохастическими внешними воздействиями, т.е. возмущениями, имеющими случайный характер. Именно в подобной ситуации проявляются особые свойства фильтра Калмана, определяющие наилучшее подавление влияния случайных воздействий на формируемую им оценку вектора состояния с фильтрацией измеряемого шума на выходе.

В связи с введением выше указанных воздействий, дополненная правая часть уравнения состояния модели в ss-форме (1) принимает вид:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu + Gw(t), \\ y &= Cx + Du + v(t). \end{aligned} \quad (2)$$

где A, B, C, D, G – матрицы с постоянными компонентами,

$w \in E^{\mu}$ – вектор внешних возмущений,
 $v \in E^k$ – вектор шумов (ошибок) в измерениях,
 $x \in E^n$ – вектор состояния объекта,
 $u \in E^m$ – вектор управлений,
 $y \in E^k$ – вектор измеряемых переменных.

$$\begin{aligned} A &= \begin{pmatrix} -8.5 & -0.55 & -0.208 \\ 1.0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.125 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 16 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad G = h \begin{pmatrix} 16 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \\ C &= (8.8125 \quad -0.0938 \quad 1.2), \quad D = 0. \end{aligned}$$

h – коэффициент объекта управления.

Из работы будем считать, что пара $\{A, C\}$ явля-

ется вполне наблюдаемой по Калману [1].

Поскольку внешние воздействия w и v носят случайный характер, в качестве исходных данных принимаем их вероятностные характеристики.

Корреляционные матрицы этих процессов имеют вид

$$R_{ww} = S_w \delta(t),$$

$$R_{vv} = S_v \delta(t),$$

где $\delta(t)$ – единичная δ функция, S_w и S_v – симметрические матрицы с постоянными компонентами размеров $\mu \times \mu$ и $k \times k$ соответственно, причем первая из них неотрицательно определена, а вторая является положительно определенной матрицей.

ЛТИ – система, описываемая уравнениями

$$\dot{z} = Az + Bu + L(y - Cz),$$

$$y_e = Cz,$$

представляет собой фильтр Калмана.

Рассматривая уравнения объекта и наблюдателя совместно, математическая модель системы, представленная в ss-форме, имеет следующий вид (Калман Р., 1961):

$$\frac{\dot{x}}{z} = \begin{pmatrix} A & 0 \\ LC & A-LC \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} B \\ B \end{pmatrix} u,$$

$$y_e = \begin{pmatrix} Cx \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C & 0 \\ 0 & C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix}.$$

На вход объекта поступает программное управление, представленное графиком, изображенным на рисунке 1. Период и частота появления возмущений в системе определены на основе эмпирических наблюдений системы. Ниже представлен фрагмент программного кода на языке MATLAB [5] для формирования программного управления:

```
% Формирование программного управления
A0 = 0.2; B0 = 0.15; C0 = 0.20;
w1 = 0.1; w2 = 0.15; w3 = 0.20;
t = 0:0.1:115;
dd1 = A0*sin(w1*t); dd2 = B0*sin(w2*t); dd3 = C0*sin(w3*t);
dd = ones(1,length(t))+dd1+dd2+dd3;
uu = ones(1,length(t)); % Входное управление

% Графики для программного управления
figure(3); clf reset;
yd = lsim(Me_01,dd,t);
h = plot(t,yd,'k');
set(h,'LineWidth',3); grid on;
ylabel('w(t)'); xlabel('t(c)');
```

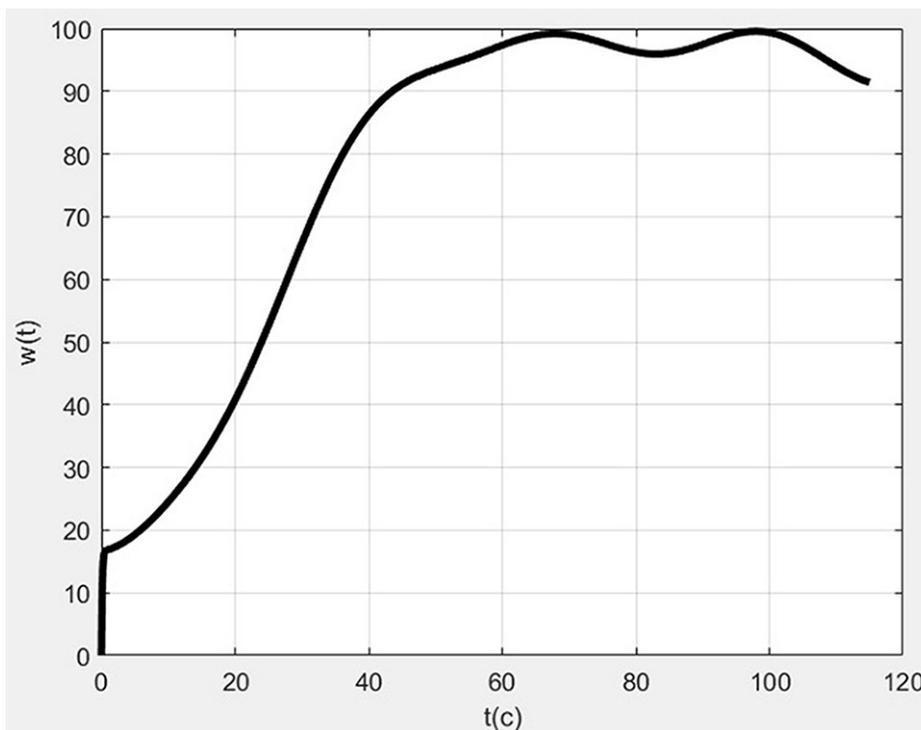


Рисунок 1 – Программное движение объекта

В среде MATLAB построение фильтра реализуется следующим образом:

$$[Kest, L, Y] = kalman(ss(A, [B G], C, [D 0], S_w, S_v)).$$

Здесь L – основной выходной параметр – массив с искомой матрицей фильтра Калмана. Полу-

$$\text{ценная матрица равна } L = \begin{pmatrix} 0.1109 \\ 0.0062 \\ 0.0404 \end{pmatrix}.$$

A, B, C, D, G – массивы, содержащие матрицы уравнений (2) объекта управления,

S_w и S_v – матрицы спектральных плотностей возмущения и шума соответственно.

В качестве выходного параметра Y выступает решение уравнения Риккати.

Выходной параметр $Kest$ – это lti-объект, представляющий синтезированный фильтр Калмана.

Для иллюстрации работы фильтра Калмана на рисунке 2 представлены три функции, определяющие измерения в рассматриваемом программном движении [1]:



Рисунок 2 – Результаты фильтрации сигнала измерения

где $y_0(t) = y(t)$ – идеальное измерение, на которое влияет только возмущение $w(t)$;

$y(t) = y_0(t) + v(t)$ – реальное измерение, которое зашумлено помехой $v(t)$;

$y_e(t) = z_3(t)$ – фильтрованное измерение, где z_3 – оценка тонкости частиц в фильтре, которая представляет собой результат фильтрации.

Для формирования этих функций объект соединен с фильтром Калмана по схеме, изображенной на рисунке 4.

Для нахождения оптимального значения матриц возмущения S_w и S_v принимались следующие значения: интенсивность матрицы спектра возмущения и шума, равные $S_w = 0.3; 0.6; 0.9$, $S_v = \gamma * S_w$; $\gamma = 10^3; 10^4; 10^5$.

Для каждого указанного значения построены графики функций $y(t)$ и $y_e(t)$ (они последовательно показаны на рисунке 3).

Сравнение полученных динамических процессов показывает, что при значениях, равных $S_w = 0.3$ и $S_v = 10^4 * S_w$, качество оценивания размера частиц на выходе асимптотическим наблюдателем и процесс фильтрации наилучшим образом удовлетворяют требованиям.

Ниже приведён фрагмент программного кода на языке MATLAB [1] соединения объекта управления и фильтра Калмана:

```
% LTI объект для тестирования фильтра
% а) объект управления
An = A; Bn = [G zeros(3,1) B];
Cn = [C; C]; Dn = [0 0 0; 0 0.3 0];
Pn = ss(An, Bn, Cn, Dn);
% б) параллельное соединение с фильтром Калмана
% только по управляемому входу
% (3 для Pn и 1 для Kest)
Pr = parallel(Pn, Kest, 3, 1, [], []);
% в) замыкание единичной положительной обратной
% связью второго выхода на четвертый вход
Pr = feedback(Pr, 1, 4, 2, +1);
% г) удаление лишних входов и выходов
Pt = Pr([1 2 3], [1:3]);
% Задание случайного возмущения и случайного шума
n = length(t); % ww = sqrt(Sw)*randn(n,1);
ww = A0*sin(w1*t)+B0*sin(w2*t)+C0*sin(w3*t);
ww=ww*sqrt(Sw);
vv=sqrt(Sv)*randn(n,1); ut = [ww; vv'; uu];
```

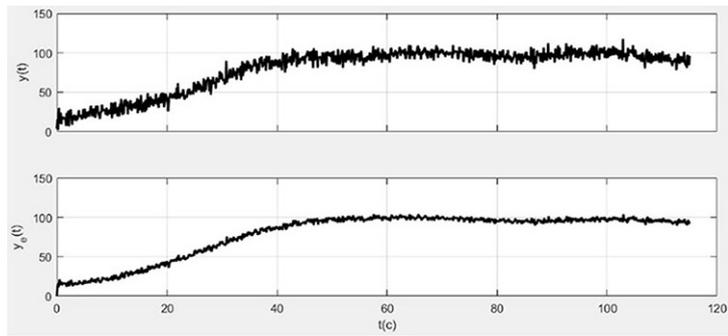
Сопоставление приведенных кривых на рисунках 1 и 4 иллюстрирует весьма удовлетворительное качество фильтрации по измеряемой тонкости частиц готового продукта на выходе планетарной мельницы.

Заключение

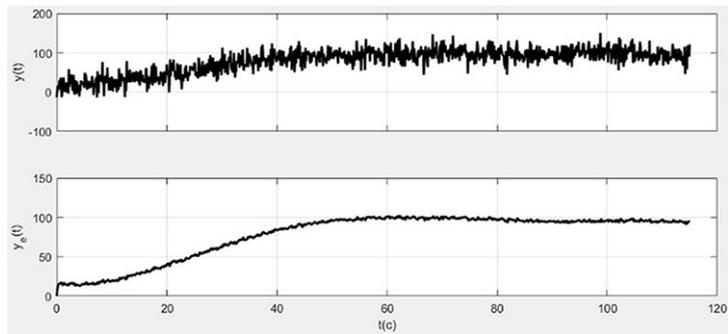
В результате данной работы решена задача построения асимптотического наблюдателя (фильтра Калмана), восстанавливающего недостающую информацию о состоянии ЛТИ-системы. Синтезированное наблюдающее устройство Калмана подавляет влияние случайных воздействий на формируемую им оценку вектора состояния с фильтрацией измерительного шума на выходе.

Полученные графики подтверждают правильность выбора коэффициентов объекта управления и фильтра. Принятые в качестве исходных данных вероятностные характеристики внешних воздействий следует считать верными.

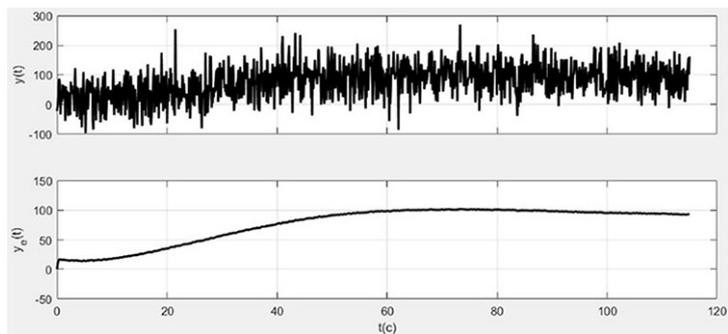
Синтезированный наблюдатель можно использовать для осуществления последующей обработки полученного вектора оценок для непосредственного формирования интеллектуального управления процессом помола.



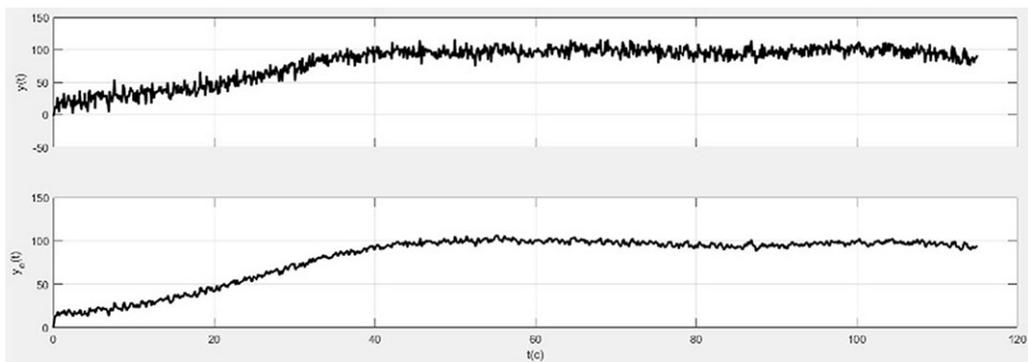
$$S_w = 0.3; S_v = 10^3 * S_w$$



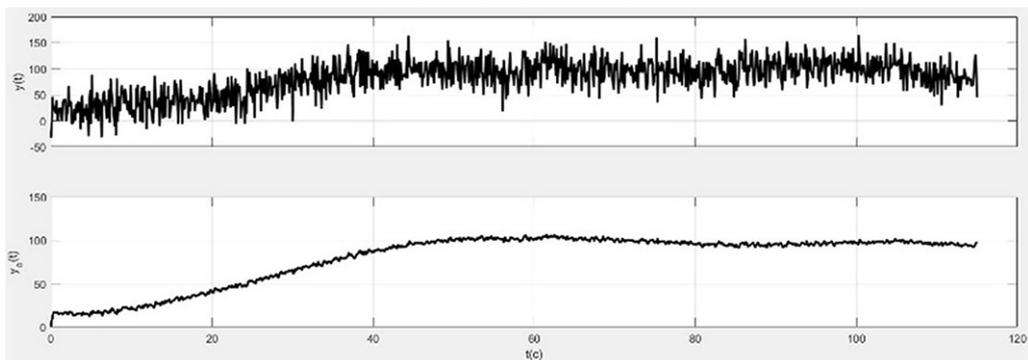
$$S_w = 0.3; S_v = 10^4 * S_w$$



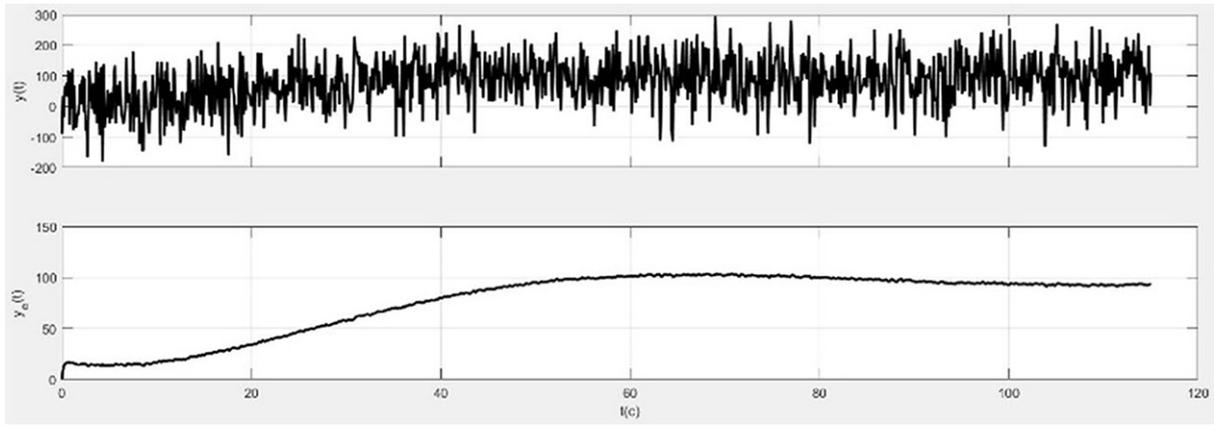
$$S_w = 0.3; S_v = 10^5 * S_w$$



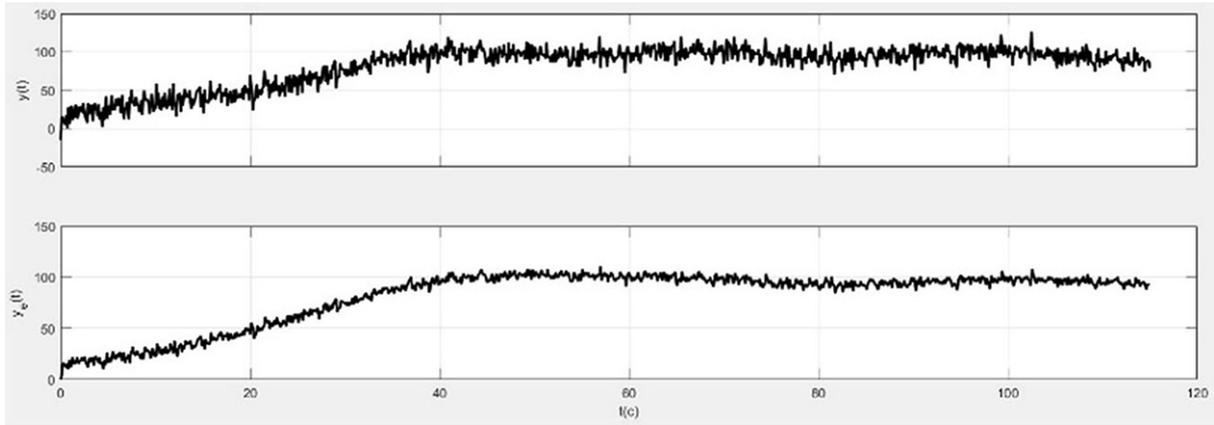
$$S_w = 0.6; S_v = 10^3 * S_w$$



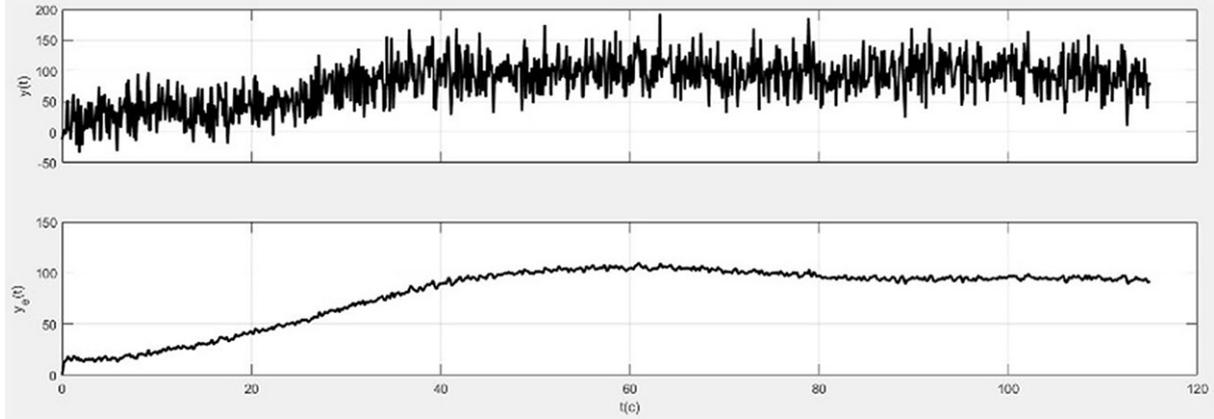
$$S_w = 0.6; S_v = 10^4 * S_w$$



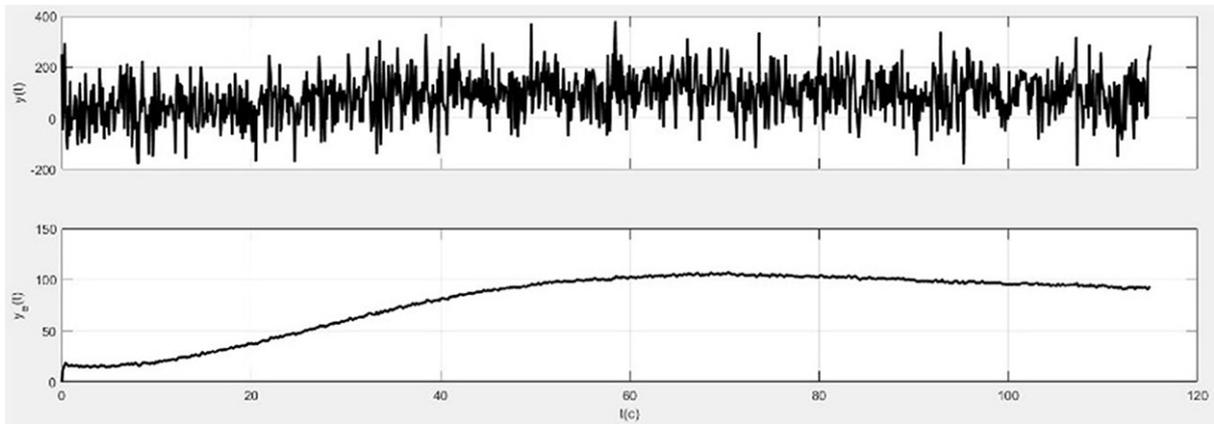
$$S_w = 0.6; S_v = 10^5 * S_w$$



$$S_w = 0.9; S_v = 10^3 * S_w$$



$$S_w = 0.9; S_v = 10^4 * S_w$$



$$S_w = 0.9; S_v = 10^5 * S_w$$

Рисунок 3 – Графики функций $y(t)$ и $y_e(t)$ для значений 0.3; 0.6; 0.9 параметра S_w и 10^3 ; 10^4 ; 10^5 параметра γ

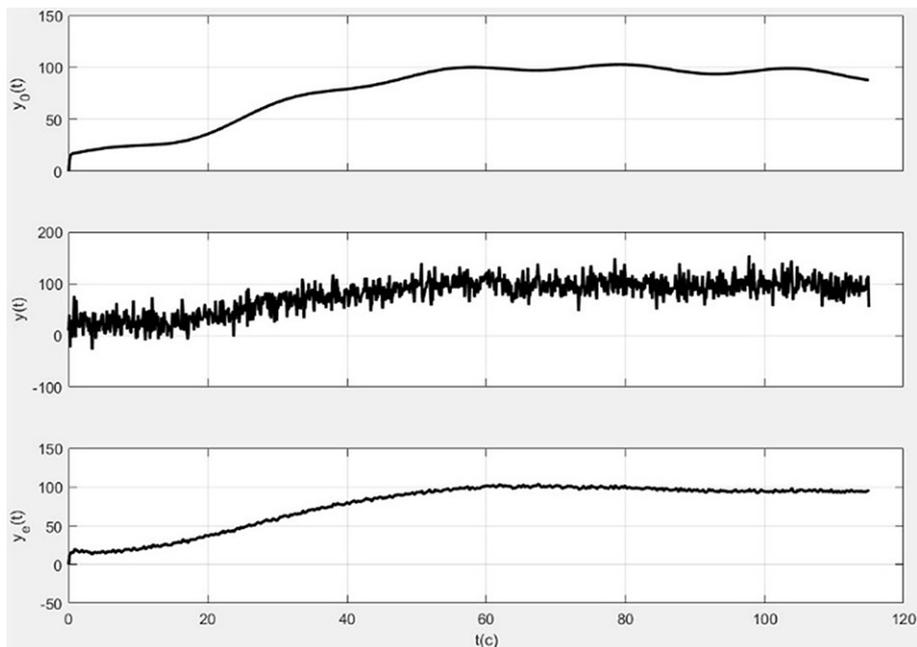


Рисунок 4 – Соединение объекта и фильтра

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веремей Е.И. Линейные системы с обратной связью: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с.
2. Атанов С.К., Бигалиева А.З. Применение компьютерных технологий для расчёта степени помола сырья на примере планетарной мельницы // Труды университета. 2018. № 4. С. 139-144.
3. Веремей Е.И. Компьютерное моделирование систем управления движением морских подвижных объектов / Е.И. Веремей, В.М. Корчанов, М.В. Коровкин, С.В. Погожев. – СПб: НИИ химии СПбГУ, 2002. – 370 с.
4. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2002. – 832 с.
5. Bosgra, H. Design methods for control systems. – Notes for a course of the Dutch Institute of Systems and Control. Winter term 2003-2004 / H. Bosgra, H. Kwakernaak, G. Meinsma. – Delft, 2003. – 319 p.

УДК 621.311.24

Қ.С. ШОЛАНОВ, д.т.н., профессор,
А.С. ОМАРОВ, докторант,
Н. ҚУАНЫШҚЫЗЫ, магистрант,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

Исследование параметров ветровой электростанции с зонтовым парусом

Ключевые слова: ветровая электростанция, зонтовый парус, параллельный манипулятор, демпфирующее устройство

Введение

В настоящее время в возобновляемой энергетике интенсивно развивается направление, связанное с использованием энергии ветра. Применяемые при этом турбинные ветровые электростанции (ВЭС) в конструктивном отношении делятся на ВЭС с горизонтальной и вертикальной ориентацией оси турбины. Причем наибольшее применение нашли ВЭС с горизонтальной ориентацией оси турбины, лопасти ротора этих турбин движутся под действием подъемных сил ветра [1]. При этом коэффициент использования энергии ветра не превосходит коэффициента Бетца, равного 0.593 [2]. Независимое от изменения направления ветра функционирование отличает турбинные ВЭС с вертикальной ориентацией оси турбины. В этих ВЭС турбины работают за счет сил сопротивления воздушному потоку [3,4].

Однако основной проблемой турбинных ВЭС обоих видов является непредсказуемость ветра, скорости и силы порывов ветра, часто изменяющиеся в короткие отрезки времени. Кроме того, нижняя граница диапазона скоростей ветра, при которой выходная мощность турбинных ВЭС, как правило, составляет 30% от номинальной, приблизительно равна 8 м/с. В то время как районы с диапазоном скоростей ветра от 3 м/с в большинстве своем занимают обширную территорию с населением и производственными мощностями. В этой связи обширные территории с населением и производственными мощностями не могут использовать турбинные ВЭС. Для решения этих проблем ведется поиск оптимальных ветровых преобразователей [6], постоянно модифицируются конструкции существующих ВЭС и предлагаются новые решения, к которым можно отнести парусные ВЭС.

Для повышения коэффициента использования энергии ветра вместо вращающихся лопастей турбин предлагаются парусные ВЭС, например, с прямоугольной конструкцией паруса и вертикальным валом вращения. Эта конструкция подобна ВЭС с вертикальной осью турбины

[4]. Другая ВЭС с прямоугольной конструкцией паруса и вертикальным валом вращения описана в работе [7]. Создана конструкция парусной ВЭС [6], не имеющей вращающейся турбины. Однако в основном из-за дополнительных динамических нагрузок, вызванных упругими колебаниями мачты и неэффективностью функционирования эти парусные ВЭС не получили практического применения. Сравнив существующие методы повышения энергоэффективности ветрогенератора парусного типа, был разработан новый метод с наибольшей эффективностью.

Целью статьи является исследование и создание ВЭС с зонтовым парусом.

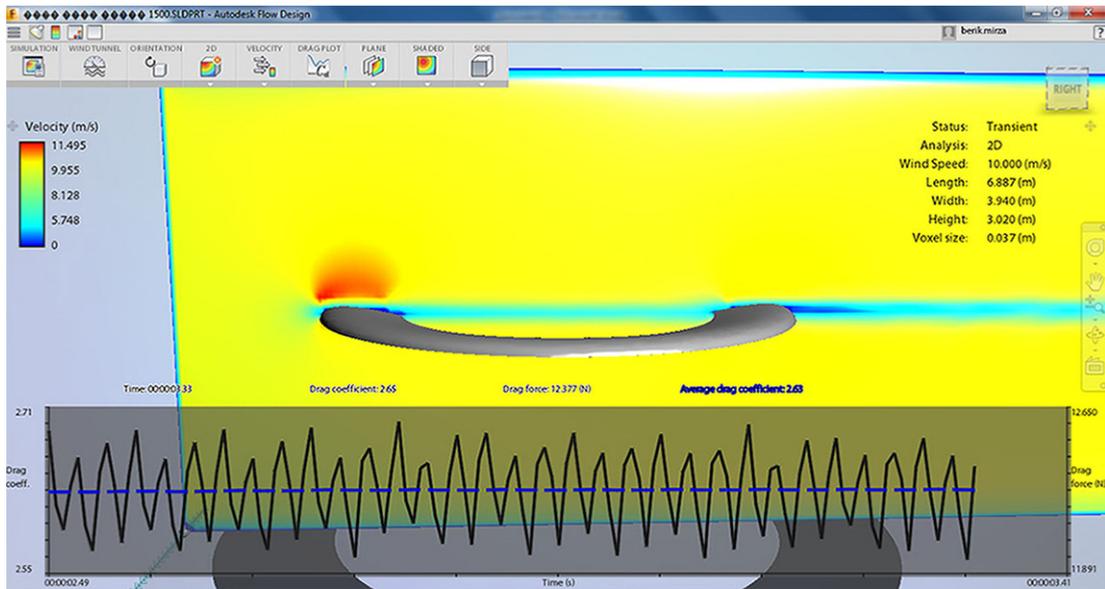
1. Исследование и выбор формы и поперечного сечения паруса

1.1. Исследование аэродинамических сил, действующих на зонтовые паруса

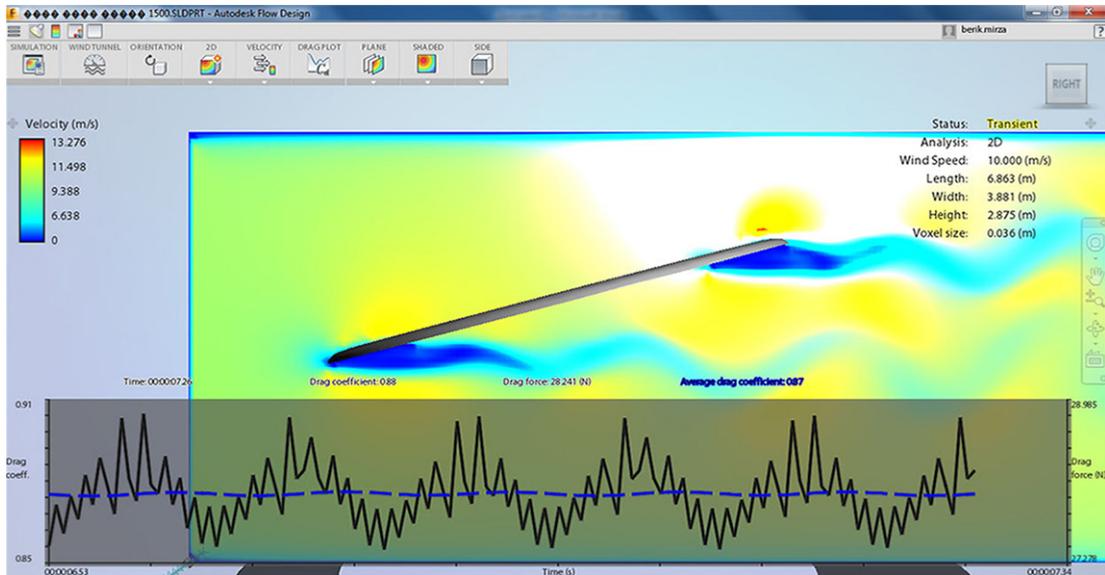
В новой ВЭС, как указывалось, в качестве паруса выбран зонт. Для исследования аэродинамических сил, действующих на зонтовые паруса, было проведено компьютерное моделирование аэродинамического спектра зонта с движущимся со скоростью 10 м/с воздушным потоком. Аэродинамические спектры получены с помощью программы Autodesk Flow Design. Компьютерное моделирование показало, что из-за аэродинамического профиля в сечении на зонтовой парус помимо лобового сопротивления действует подъемная сила. По обработанным данным были построены графики, представленные на рисунке 1.

По результатам компьютерного моделирования можно сделать следующие выводы:

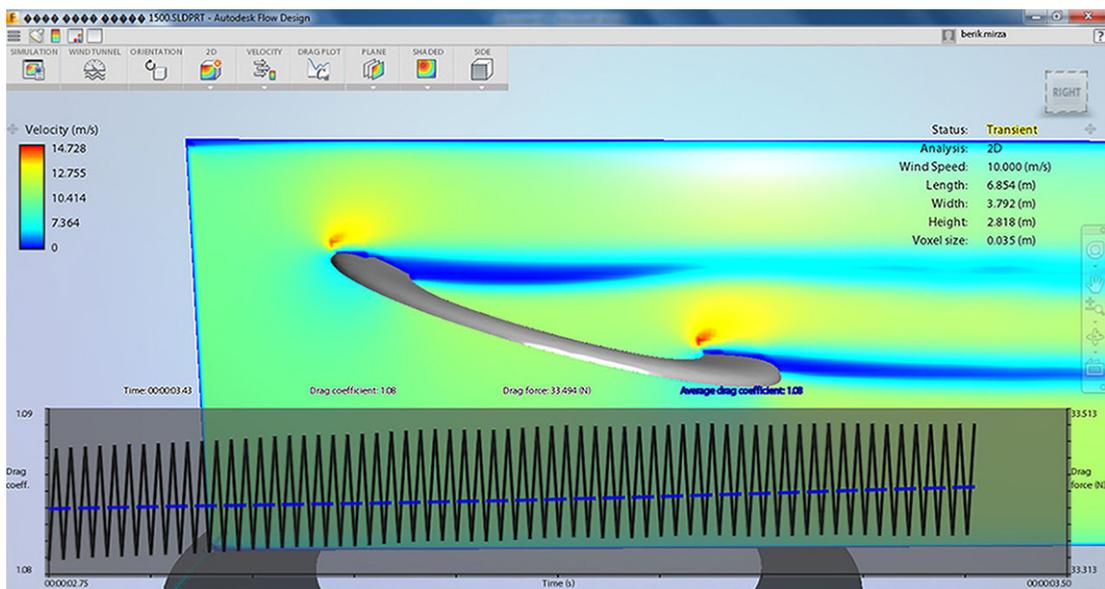
- при обтекании воздушным потоком зонтового паруса появляются силы лобового сопротивления и подъемные силы;
- подъемные силы больше силы лобового сопротивления;
- аэродинамические силы увеличиваются с увеличением скорости и угла атаки;
- аэродинамические силы увеличиваются с увеличением геометрических размеров паруса;



a)



б)



в)

- при малых скоростях ветра влияние угла атаки незначительно.

1.2. Описание устройства и принципа функционирования ВЭС на примере демонстрационной модели

Парусный ветрогенератор начинает работать при самой низкой скорости ветра 1-2 м/с, можно даже сказать и при штиле. Это дает возможность парусному ветрогенератору, в отличие от более быстроходных ветрогенераторов, работать, а не ждать более сильных ветров.

К достоинствам парусных ВЭС относят:

- минимально допустимую скорость ветра – 2,5 м/с [5];
- мгновенное реагирование на поток воздуха;
- легкость и доступность для внедрения.

Для того чтобы повысить эффективность ВЭС, предлагается новая парусная ВЭС, в которой рабочим телом является парус с зонтами, качающийся под действием подъемной силы и силы сопротивления ветра. Особенность конструкции ВЭС в том, что движения качающегося паруса передаются на подвижную платформу параллельного манипулятора, которая преобразует эти движения в шесть поступательных движений. В дальнейшем энергии поступательных движений известными

способами, например, через механические, пневматические, гидравлические устройства преобразуются в электрическую энергию. Таким образом, повышается КПД ВЭС, с другой стороны, все массивные движущиеся устройства располагаются на неподвижном основании, повышая надежность и долговечность ВЭС.

Для подтверждения функциональных возможностей парусной ВЭС изготовлена действующая модель ВЭС. Данная модель ветряной электростанции изображена на рисунке 2.

Здесь неподвижная платформа 1 параллельного манипулятора SHOLKOR соединена с верхней платформой 2 посредством шести актуаторов 3. К каждому штоку соединения шток-цилиндр актуаторов присоединяется ротор линейного электрогенератора 4, генерирующего электрический ток, который регистрируется блоком микроамперметров 7. Верхняя платформа жестко связана посредством мачты 5 с зонтовым парусом 6. Под действием лобового сопротивления и подъемной силы парус совершает пространственные движения, в зависимости от направления и скорости ветра. Таким образом, парус захватывает кинетическую энергию воздушной массы, а манипуляторный преобразователь преобразует эту энергию в механическую энергию поступа-



Рисунок 2 – Действующая модель ВЭС с зонтовым парусом

тельных движений шести штоков относительно цилиндров (направляющих), которые преобразуются в электрическую энергию. В соединениях шток-цилиндр устанавливаются упругие элементы в виде витых пружины. Таким образом манипулятор дополнительно выполняет роль активного демпфирующего устройства. Рабочий орган движется под действием аэродинамических сил, а возвращается в исходное положение под действием демпфирующих сил. Действующая модель показала, что зонтовый парус способствует качению рабочего органа. Так, например, при порыве ветра мачта с парусом отклоняется на некоторый угол, при котором происходил срыв воздушного потока с паруса. В результате уменьшается воз-

действие воздушного потока и рабочий орган возвращается в исходное положение под действием демпфирующих сил. Научной новизной этой части проекта является применение системы автоматического регулирования зонта парусной ВЭС.

Вывод

В статье дано обоснование конструкции паруса новой ветровой электростанции путем компьютерного моделирования и аэродинамических характеристик. Описан действующий демонстрационный образец ВЭС с зонтовым парусом. Экспериментальные исследования действующей модели дали результаты, реагируя на ветер и вырабатывая электрическую энергию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. P'yankov K.S., Toporkov M.N. Mathematical modeling of flows in wind turbines with a vertical axis // Fluid Dynamics, 2014. Т. 49. № 2. – 258 s.
2. Gasch, R., Twele, J. (Hrsg.) Windkraft Langer Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb / Springer 2016, XXIII. 599 s.
3. Apelfröjd S., Eriksson S., Bernhoff H. A Review of Research on Large Scale Modern Vertical Axis Wind Turbines at Uppsala University // Energies, 2016. Т. 9. № 7. 570 s.
4. US 2013 0181458A1, Jul.18, 2013, System for converting wind energy Pelz P.F., Holl M., Platzer M. Analytical method towards an optimal energetic and economical wind-energy converter. J. Energy, Volume 94, 1 January 2016, pp. 344-351.
5. Старков А.С., Григорьев А.В., Идрисова А.Р. Методы повышения энергоэффективности ВЭУ парусного типа // Вестник магистратуры. 2016. № 1 (52). Т. 1.
6. Sholanov K.S., Abzhaparov K., Mirzabaev B. Justifying and choosing parameters of the wind power installation with an automatically controlled sailing working body. Journal: Energy Web and Information Technologies, ID: 2266, 2019.
7. Sholanov K.S. Пространственная амортизационная демпфирующая система. Патент № 332 Электронный бюллетень 16 08. 2017 г.

Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясы

Кілт сөздер: цифрлық дәуір, қауіпсіздік, саусақ ізі, бақылау, басқару, өндіріс, модуль, оптикалық сенсор, сынама құрылғы, биометриялық тану

Кез келген мекемелер мен өндіріс орындарында қауіпсіздік жүйесін сақтау өте маңызды. Себебі «қауіпсіздік» ұғымы қазіргі таңда өзекті болып отыр. Қоғамның дамуына және қауіпсіз болып қалыптасуына қатер төндіретін мәселелер өте көп. Сол мәселелердің өзектілері бұлар – өндіріс орындарында еркін жүру, кез келген басқару жүйесіне еркін ене білу. Ұсынылып отырған зерттеудің өзектілігі де осында. Демек, өндіріс орнына кіруді бақылау, басқару және қауіпсіздік жүйесін автоматтандыру бұл – заман талабына қажет.

Елбасы Н.Ә. Назарбаев айтқандай «цифрлық дәуір» кезеңін бастау керек. Сол себепті, индустрияландыру жаңа технологияларды енгізудің көшбасшысына айналуы тиіс. Елбасы жолдауында «Кәсіпорындарымызды жаңғыртуға және цифрландыруға бағытталған, жаңа құралдарды әзірлеп, сыннан өткізу қажет», – екендігі баяндалған. Ұсынылып отырған жоба осы негіздерге сүйеніп жасалынған. Себебі, қазіргі таңда цифрлық даму кезеңінде түрлі идеялар мен жобалар қажет. Кез келген өндіріс орны үшін қауіпсіздік жүйесін қамтамасыз ету мақсатында сынама құрылғы ұсынылып отыр. Ұсынылып отырған сынама құрылғының ерекшелігі – биометриялық тану алгоритміне сүйене отырып жасалынуында. Себебі, әрбір жеке тұлғаның саусақ ізінің үлгісі – қайталанбас (жеке) болып табылады. Бұл қауіпсіздік жүйесінің нығайуына үлкен әсер етеді. Сонымен қатар, кез келген қызметкерге толық ақпарат беру арқылы жүйеге өзгертусіз еніп отыруында. Жобада кез келген адамға қолжетімді құрылғылармен құрастырылған сынама құрылғы ұсынылатын болады [1].

Бақылау және кіруді басқару жүйесі – белгілі бір санаттағы тұлғалардың ғимараттарға (аймақтарға, аумақтарға) кіру құқығын белгілейді және осындай құқықтарға ие емес тұлғаларға кіруді шектейді. Бүгінде бақылау және кіруді басқару жүйесі – тек өткізу құрылымдары, контроллер, санағыштар және т.б. жиынтығы ғана емес, сонымен қатар ұйымдық және техникалық шаралар кешенінің жиынтығы. Бақылау және кіруді басқару процесі автоматтандырылған және

қызметкерлердің іс жүзінде қатысуы талап етілмейді. Бақылау және кіруді басқару жүйесі материалдық активтердің қауіпсіздігін, қызметкерлер мен қонақтардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге ғана емес, сондай-ақ қызметкерлердің жұмыс уақытын есепке алуды ұйымдастыруға және объектінің айналасындағы адамдардың қозғалыс тәртібін реттеуге көмектеседі. Бақылау және кіруді басқару жүйесі келесі элементтерге ие болуы мүмкін.

- атқарушы механизмдер (құлыптар, турникеттер, шлюздер);
- электрондық идентификаторлар (пластикалық карталар және басқа құрылғылар);
- санағыштар (пластикалық карталар және басқа да электрондық идентификаторлар);
- дербес кодты құрылғыға енгізу (пин-код);
- тұлғаны идентификациялайтын биометриялық құрылғы;
- орындау механизмін басқару құрылғылары (контроллерлер, концентраторлар);
- қол жеткізуді басқару жүйесін компьютердегі жергілікті желімен байланыстыру үшін арналған жабдық;
- әкімшілік жүйесінің бағдарламалық жасақтамасы.

Кез келген жүйенің негізі – идентификациялық кілтті санағыштар қосылған концентратты блоктар, дабыл бергіштер және электрмеханикалық құлыптау құрылғылары (құлыптар, шлагбаумдар, турникеттер) болып табылады.

Негізгі мақсаты – кәсіпорындарымызды жаңғыртуға және цифрландыруға бағытталған, жаңа құралдарды әзірлеп, сыннан өткізу, қауіпсіздік жүйесін нығайту болып табылады.

Бақылау және кіруді басқару жүйесі оларды иеленетін тұлғаның құқықтарын анықтау үшін ID кез келген түрін қолданады. Бақылау және кіруді басқару жүйесінде электрондық идентификаторларды қолдануға болады; штрих-код, магниттік немесе смарт-карталар; ақпараттық тасымалдаушы олардан жасалған материал болып табылатын виджанд-карталар; радио сигнал шығаратын қашықтан оқу карталары. Сонымен қатар, иден-

тификатор коды сияқты пернетақтада терілген, айдалынатын және биометриялық деректердің бірқатар сипаттамаларында тұлғаның қатысуымен болады.

Жүйеге кіру картасы және қыстырма – идентификаторлар адамның өзінен тыс басқа бір адамдар ұрлауы болмаса көшіріп алуы мүмкін. Мұндай жағдайда сенімдірек болып табылатыны биометриялық аутентификация құрылғылары. Олар жадында сақталған кейбір жекелеген биологиялық сәйкестендіру параметрлерін және сәйкестендіру нәтижесіндегі контроллерді, жетек ақпарат беруді салыстыру арқылы қызметкерлердің және келушілердің сәйкестендіруін қамтамасыз етеді.

Қол жеткізу және пайдаланушылар саны бойынша бақылау және кіруді басқару жүйесі мынадай түрлерге бөлінеді:

- шағын, бірнеше қол жеткізу нүктесі бар (офистер);

- орта, ондаған қолжетімділік нүктелері және мыңдаған пайдаланушылары бар (банктер, кәсіпорындар, мекемелер, қонақ үйлер);

- үлкен, жүздеген қол жеткізу нүктелері және он мыңдаған пайдаланушылары бар (ірі өнеркәсіп кәсіпорындар, әуежайлар).

Өткізу қабілеті басқару құрылымдардың (есіктер, турникеттер, шлюздер және т.б.) әдісімен, барлық жүйелер дербес (жергілікті), орталықтанған және аралас болып бөлінеді.

Биометриялық сәйкестендіру жүйесі ең тиімді болып табылады, өйткені олар физикалық медианы емес, адамның ерекшеліктері мен бірегей ақпаратты таниды. Мұндай технологияларға негізделген қолжетімділік және ақпараттық қауіпсіздік жүйелері бүгінгі күні ең сенімді, сонымен қатар ең қолайлы. Барлық биометриялық құрылғыларда бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз ету үшін арнайы талаптар бар. Кез келген аутентификация жүйесінде пайдаланушылар алдымен тіркелуі керек. Көптеген биометриялық жүйелер пайдаланушыларға бұл іс-әрекеттерді өздері жасауға мүмкіндік береді.

Адамның саусақ іздері (папилярлық үлгілер) бірегей жеке сипаттамаларға байланысты сәйкестендіруге арналған ақпарат көзі ретінде ерекше қызығушылық тудырады. Уәкілетті қолданушыларға тыйым салынған рұқсаттың пайызы 0,000001-ден аз.

«Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясының» жұмыс принципі:

Бұл құрылғыда саусақ ізі сканері үш әрекетті орындайды [2]:

- Саусақ іздерін тіркеу.

Саусақ іздерін тіркеу кезінде пайдаланушы оптикалық сенсорға саусағыңызды екі рет қосуы керек. Модуль екі бейнелерді өңдейді және олардың негізінде саусақ ізі кітапханасында сақталатын үлгі жасайды.

- Саусақ іздерін салыстыру.

Саусақ іздерін салыстыра отырып, пайдаланушы саусақты оптикалық сенсорға қолданады, модуль саусақ үлгісін жасайды және саусақ ізі кітапханасындағы сақталған үлгілермен салыстырады.

- Саусақ іздерін жою.

Саусақ ізін жою кезінде, модуль кітапханадан саусақ ізі үлгісін жояды [4].

Жұмыс алгоритмі:

Старт кезінде (орнату кодының) формасы 3 тапсырманы орындайды:

- Істің жұмыс режимдерін орнату.

- Дисплейде ақпаратты инициализациялау және көрсету.

- Саусақ ізінің сенсорын инициализациялау (және тексеру).

Циклдік түрде (loop кодында) скетч 4 тапсырманы орындайды:

- Түймелердің күйін Func_buttons_control () функциясы арқылы орындау.

- саусақ сенсоры бар байланыс – Func_sensor_communication () функциясы орындалады.

- СКД (сұйық кристалды дисплей) дисплейде деректер шығару – функциялары Func_display_show ().

- Басқару модульдері: сигнал, LED, қуат коды – кодтық циклде орындалады.

0-9 Мәзірден тыс

10-19 Мәзір> күйін орнатыңыз

20-29 Мәзір> ID көрсету

30-39 Мәзір> Жаңа ID

40-49 Мәзір> ID өшіру

99 Мәзір> Шығу

Менеджмент:

- Мәзірге кіру – қысқа уақытта екі пернені басу арқылы;

- «А» пернесін басу арқылы – келесі мәзір тармағына өту;

- «В» пернесін басу арқылы – алдыңғы мәзір тармағына өту;

- Мәзір тармағын таңдау – қысқа уақытта екі пернені басу арқылы;

- Мәзірден шығу – екі «А» және «В» пернелерін 2 секундтан артық ұстап тұру немесе «Шығу» мәзірінің тармағын таңдау.

- Ішкі жағынан құлыпты ашу – мәзірге кірместен «А» немесе «В» түймесін басу.

- Құлыпты құлыптау – «State» мәзірінің тармағындағы «DISABLE» опциясын таңдау;

- Құлыпты құлыптан босату – «State» мәзірінің тармағындағы «ENABLE» опциясын таңдау;

- Саусақ іздері үлгілері бар бос ID идентификаторларын көру – «Show ID» мәзір тармағын таудау;

- Саусақ ізінің үлгісін жасау – «New ID» мәзір тармағын таңдау

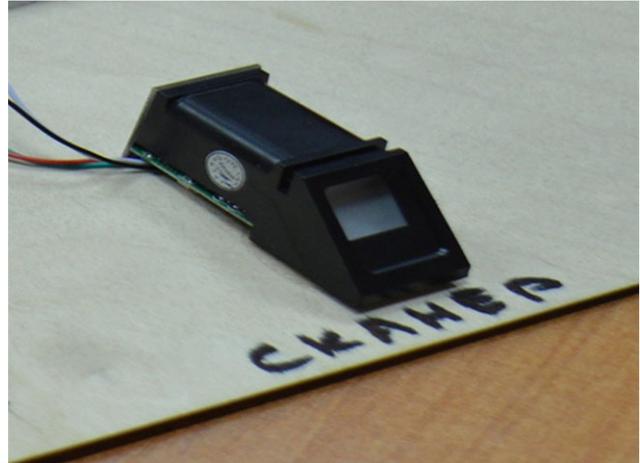
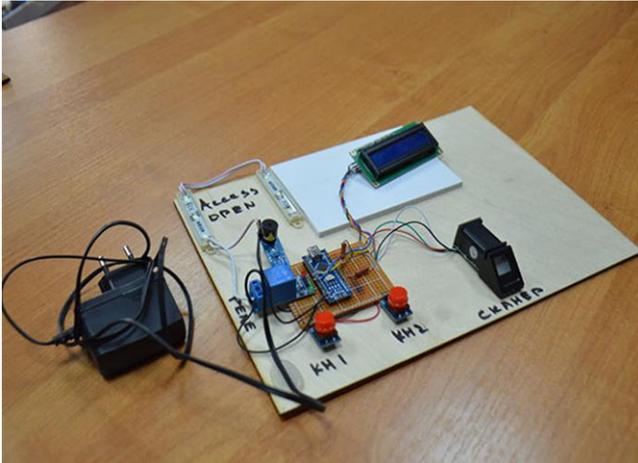
- Саусақ ізінің үлгісін жою – «New ID» мәзір тармағын таңдау маттандыруға арналған сынама құрылғының тиімділіктері.

«Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясын» өндіріс орнына кіруді бақылау, басқару және қауіпсіздік жүйесін автоматтандыруға арналған сынама құрылғыны жасау барысында мынадай элементтер қажет болды:

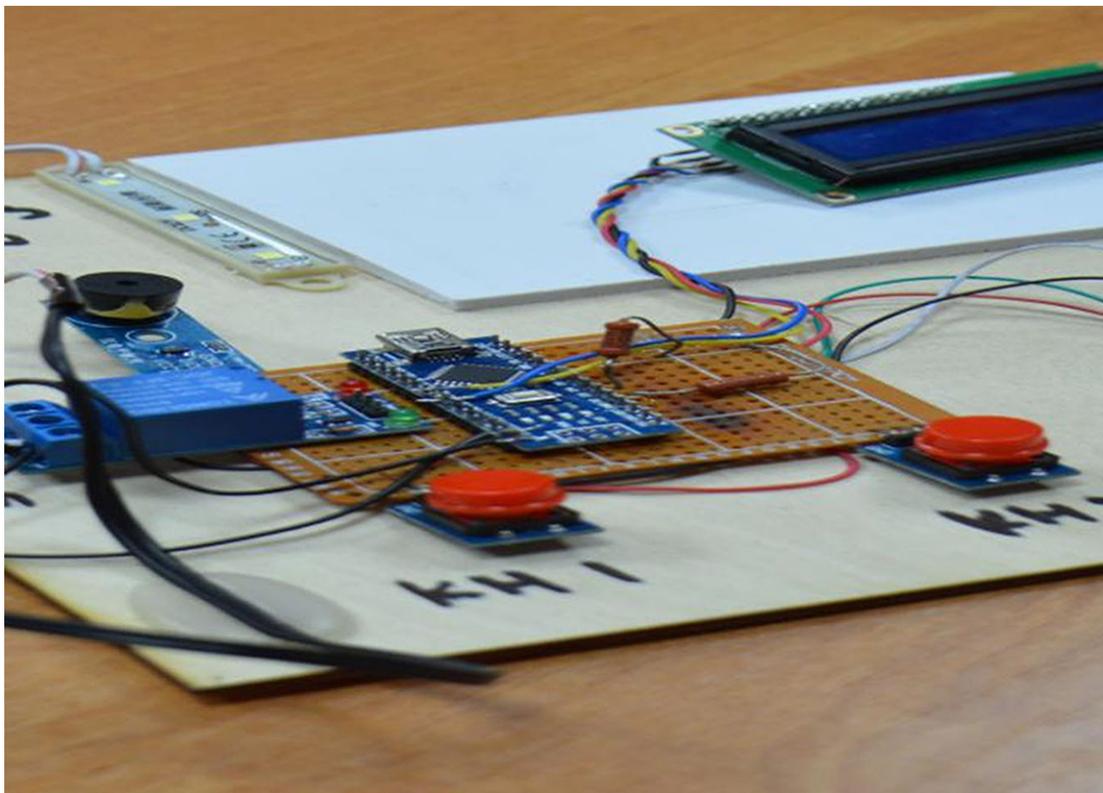
1. Arduino UNO R3
2. Саусақ іздерін тіркеу сканері
3. LCD дисплей LCD1602 IIC/I2C(көк)

4. Trema зуммер
5. Trema түйме
6. Trema жарық диоды
7. Trema қуат пернесі
8. Электрмагниттік құлып
9. Trema Shield
10. Ток көзі 12В тұрақты код
11. Коннектор power jack

Сынама құрылғының жалпы сұлбасы, сұлбаны құрастыруға қолданылған элементтер



1-сурет – «Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясының» жалпы сұлбасы, сканер құрылғысын пайдалану



2-сурет – «Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясының» негізгі платасы ол – Arduino

Қорыта айтқанда: Техникалық электроника, микроэлектроника саласы қазіргі уақытта ақпаратты жинау мен түрлендіру, есептеуіш аппаратурасы, автоматты және автоматтандырылған басқару, энергияны шығару және түрлендіру, есептеуіш аппаратурасы, автоматты және автоматтандырылған басқару, энергияны шығару және түрлендіру облыстарындағы әр түрлі мәселелерді шешудегі әмбебап және өте тиімді құрал болып табылады [3].

Бұл жобада «Нысанға кіруге рұқсат беруге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясы» жасалынған. Сынама құрылғыда Arduino платасы, Touchpad, Биометриялық тану алгорит-

мдері, Бақылау және кіруді басқару жүйелері туралы мәліметтер айтылды. Жобада жасалынған құрылғылардың жұмыс істеу принципі, ерекшеліктері мен суреттері берілген.

Бұл жасалынған сынама құрылғы қазіргі заманғы зерттеу құрылғыларымен жабдықталған, электр энергиясын үнемдейтін және өртті болдырмауды алдын алатын ақылды розетка сынама құрылғысын үй-тұрмысында қолдану, электр энергиясын үнемдеу болып табылады.

Бұл сынама құрылғы тұрмыстық және өндірістік құрылғыларды жөндеу мақсатында зертханалық зерттеулер жүргізуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. www.parsec.ru – статья «Бесконтактная идентификация в жизнь».
2. www.proficomp.ru – системы контроля доступа.
3. Ворона В.А., Тихонов В.А. Системы контроля и управления доступом. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 272 с.
4. РД 78.36.003-2002. Инженерно-техническая укрепленность. Технические системы охраны. Требования и нормативы проектирования по защите объектов от преступных посягательств.

УДК 621.315.6

Г.Г. ТАТКЕЕВА¹, д.т.н., зав. кафедрой «Электроснабжение»,
А.С. НОГАЙ¹, д.ф.-м.н., профессор кафедры «Радиотехника, электроника
и телекоммуникации»,

А.Б. УТЕГУЛОВ¹, к.т.н., и.о. ассоц. профессора кафедры «Электроснабжение»,
Г.Ж. АЛИНА², докторант кафедры «Вычислительная техника»,

¹Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан,

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан

Оценка эффективности работы устройства по измерению проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В

Ключевые слова: ветровая электростанция, зонтовый парус, параллельный манипулятор, демпфирующее устройство

Электрооборудование и механизмы многих отраслей производства: в нефте-, газо- и горнодобывающих предприятиях – нуждаются в обеспечении повышенной безопасности [1, 2]. Энерговооруженность шахт возрастает с увеличением глубины разработки и внедрением нового автоматизированного оборудования более высокого технического уровня по добыче и доставке полезного ископаемого [2]. Ввиду того, что горные машины и оборудование работают в условиях постоянного передвижения фронта горных работ, вибрации, запыленности и в экстремальных климатических условиях, изоляция электрических сетей и электрооборудования подвергается старению, т.е. происходят деградация структуры и снижение физическо-химических свойств изоляционных материалов [1].

В настоящее время сети с изолированной нейтралью используются повсеместно, где нужно обеспечить повышенную безопасность или нет возможности сделать нормальное заземление. Для обеспечения роста уровня электробезопасности необходимо знать состояние изоляции электроустановок, находящихся под рабочим напряжением. Поэтому актуальной является разработка простого способа измерения параметров проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

Целью данной работы являются экспериментальные исследования эффективности устройства измерения параметров проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В лабораторных условиях.

Методика эксперимента

Известно, что систему с изолированной ней-

тралью можно представить трехфазной сетью, в которой обмотка трансформатора может быть соединена треугольником или звездой. Причем от линии отходят резисторы, подключенные к заземлению, и параллельно сопротивлению стоят конденсаторы, по которым в кабельной или воздушной линии протекают токи утечки. Эти элементы цепи можно представить двумя составляющими, одна из которых активная, а вторая реактивная.

Метод амперметра-вольтметра был разработан профессором Л.В. Гладилиным [3]. Для определения параметров изоляции методом амперметра-вольтметра на рисунке 1 приведена электрическая принципиальная схема.

Схема содержит: вольтметр PV, измеряющий величину модуля напряжения фазы А относительно земли – U_{ϕ} , $U_{\phi 0}$ до и после подключения дополнительной активной или емкостной проводимости между фазой А электрической сети и землей; емкостные проводимости изоляции сети b_{A}, b_{B}, b_{C} ; активные проводимости изоляции сети g_{A}, g_{B}, g_{C} ; выключатель нагрузки QF, коммутирующий активную или емкостную дополнительную проводимость между одной из фаз сети и землей; активную дополнительную проводимость g_{α} , подключенную между одной из фаз сети и землей; емкостную дополнительную проводимость b_{α} , подключенную между одной из фаз сети и землей; амперметр PA, измеряющий величину тока однофазного замыкания на землю, и тока, протекающего через активную или емкостную дополнительную проводимость.

Метод определения параметров изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением

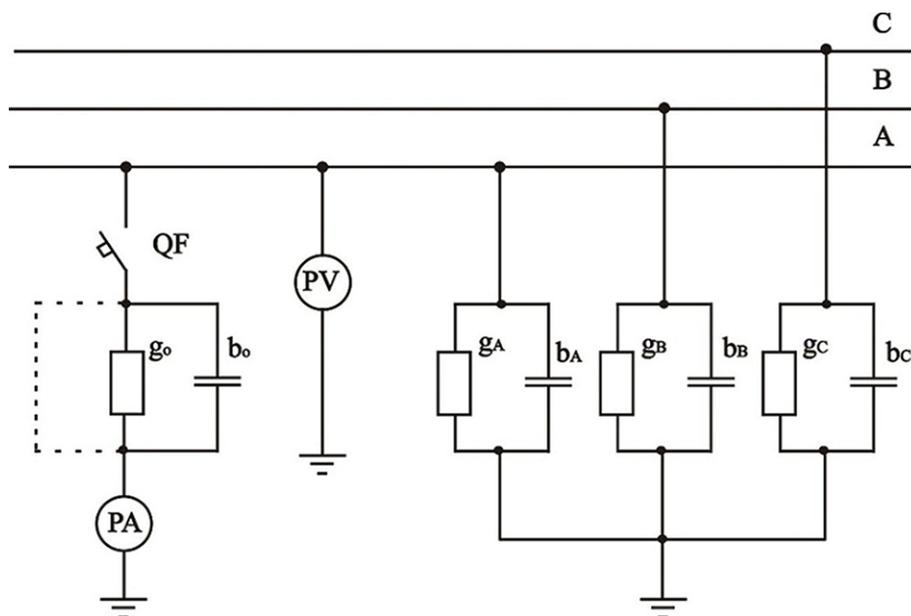


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная определения параметров изоляции методом амперметра-вольтметра

выше 1000 В основан на измерении напряжения нулевой последовательности и напряжения фазы относительно земли до и после подключения активной дополнительной проводимости между этой фазой и землей [4].

Метод амперметра-вольтметра основан на измерении величины модуля напряжения фазы относительно земли и измерении величины модуля полного тока замыкания на землю, а также основан на подключении активной или емкостной дополнительной проводимости между одной из фаз электрической сети и землей, измерении величины тока, протекающего через дополнительную проводимость, измерении падения напряжения на дополнительной проводимости.

По результатам измерений величин модулей напряжения фазы относительно земли – U_{ϕ} , полного тока замыкания на землю – I_o , тока, протекающего через дополнительную проводимость – I_{o1} , и падения напряжения на дополнительной проводимости – $U_{\phi o1}$, а также с учетом величины вводимой активной – g_o или емкостной – b_o проводимости определяются параметры изоляции по формулам:

– полная проводимость изоляции сети

$$y = \frac{I_o}{U_{\phi}}, \tag{1}$$

– суммарная проводимость изоляции сети

$$y_{\Sigma} = \frac{I_o}{U_{\phi o}}, \tag{2}$$

– активная проводимость изоляции сети при подключении между одной из фаз электрической сети и землей активной дополнительной проводимости

$$g = \frac{y_{\Sigma}^2 - y^2 - g_o^2}{2g_o}, \tag{3}$$

– емкостная проводимость изоляции сети при подключении между одной из фаз электрической сети и землей емкостной дополнительной проводимости

$$b = \frac{y_{\Sigma}^2 - y^2 - b_o^2}{2b_o}, \tag{4}$$

– емкостная проводимость изоляции сети при подключении между одной из фаз электрической сети и землей активной дополнительной проводимости

$$b = \sqrt{y^2 - g^2}, \tag{5}$$

– активная проводимость изоляции сети при подключении между одной из фаз электрической сети и землей емкостной дополнительной проводимости

$$g = \sqrt{y^2 - b^2}. \tag{6}$$

Разработанный способ измерения полной проводимости и метод определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В реализуется устройством, которое поясняется схемой электрической принципиальной исследования параметров изоляции в трехфазной электрической сети с изолированной нейтралью (рисунок 2) [4].

Схема содержит: три одинаковые емкости, которые подключаются автоматическим выключателем QF1; вольтметр PV1, предназначенный для измерения величины модуля линейного напряжения; вольтметр PV2, предназначенный для измерения величины модуля напряжения фазы

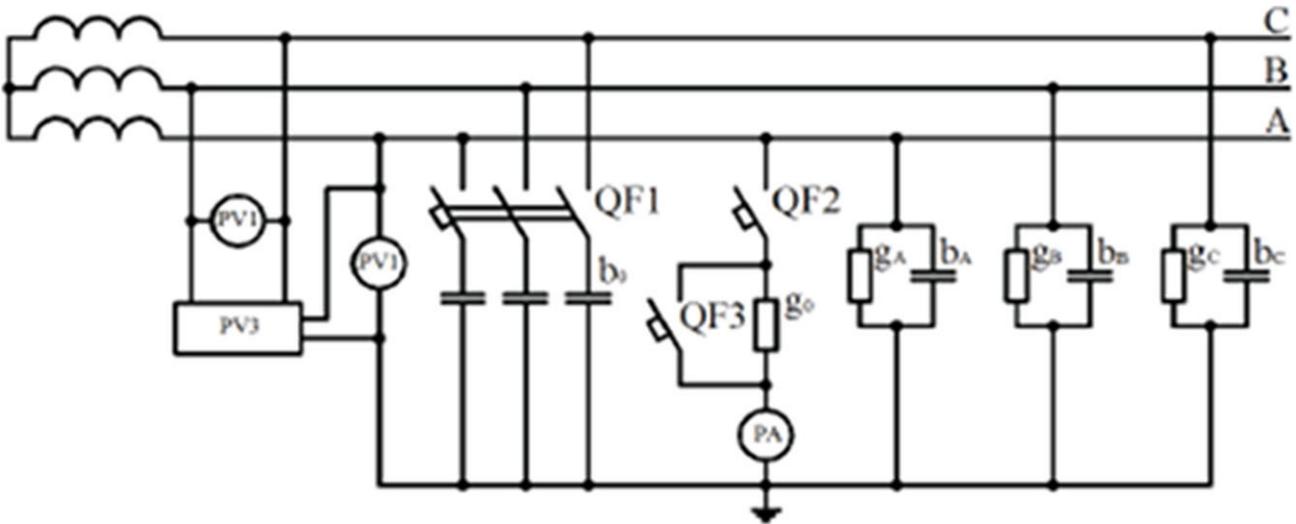


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная исследования параметров изоляции в трехфазной электрической сети до 1000 В с изолированной нейтралью

А относительно земли; вольтметр PV3, предназначенный для измерения фазового угла между вектором напряжения фазы относительно земли и вектором линейного напряжения; активную дополнительную проводимость g_o , которая подключается через коммутирующий аппарат QF2, сопротивление изоляции между фазой А и землей $-g$, которое шунтируется переключателем QF3 и между емкостной дополнительной проводимостью $-b$, а земля подключена к амперметру.

Для измерений величин модулей тока и напряжения был использован амперметр Э-515 с пределом измерения тока $I=0 \div 1$ А и вольтметр Э-515 со шкалой измерения напряжения $U=0 \div 500$ В. Амперметр и вольтметр содержат класс точности 0,5.

В качестве активной дополнительной проводимости, которая подключается между фазой сети и землей, использовано сопротивление типа ПЭ-200 с номинальной величиной $R=1000,0$ Ом.

Результаты экспериментов

Для экспериментальной апробации разработанной установки по измерению параметров проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В было произведено сравнение результатов, установленных по разработанному способу и методом амперметра-вольтметра.

Эксперименты были проведены на лабораторном комплексе «Основы электробезопасности» типа ОЭБ1-С-Р26.08.2005 кафедры электроснабжения Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина.

Для обработки результатов исследования используется метод малой выборки [5, 6], который предполагает получить удовлетворительные результаты уже при малых количествах опытов, где минимальное число составляет 4 опыта.

Оценка достоверности разработанного спо-

соба измерения полной проводимости и метода определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В по сравнению с методом амперметра-вольтметра проводилась в соответствии с математической трактовкой, изложенной в работах [5, 6].

Результаты экспериментального исследования представлены в таблицах 1 и 2.

1. По математической зависимости определяются средние значения параметров изоляции

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}. \quad (7)$$

2. По математической формуле определяются среднеквадратичные отклонения единичного результата при $n=8$ измерениях величины параметров изоляции

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n} - \bar{X}^2}. \quad (8)$$

Здесь $\sigma_y=0,062$ См; $\sigma_b=0,040$ См; $\sigma_g=0,032$ См по методу амперметра-вольтметра; $\sigma_y=0,109$ См; $\sigma_b=0,086$ См; $\sigma_g=0,042$ См по разработанному методу.

3. Производится определение среднеквадратичной погрешности единичного результата параметров изоляции по приведенной математической зависимости

$$S_n = \sqrt{\frac{(\bar{X} - X_1)^2 + (\bar{X} - X_2)^2 + \dots + (\bar{X} - X_n)^2}{n-1}}. \quad (9)$$

Производится определение значения α – доверительной вероятности соответственно доверительному интервалу, которая выражается в долях среднеквадратичной ошибки ε для оценки достоверности разработанного способа измерения

Таблица 1 – Параметры изоляции в сети напряжением 0,4 кВ, определенные по разработанному способу измерения параметров проводимости

Параметры изоляции	Количество измерений							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Полная проводимость изоляции сети $\gamma \times 10^{-5}$, См.	2,20	2,21	2,18	2,24	2,17	2,22	2,15	2,17
Емкостная проводимость изоляции сети $b \times 10^{-5}$, См.	1,34	1,35	1,37	1,40	1,39	1,41	1,35	1,37
Активная проводимость изоляции сети $g \times 10^{-5}$, См.	1,74	1,75	1,69	1,75	1,67	1,71	1,67	1,68

Таблица 2 – Параметры изоляции в сети напряжением 0,4 кВ, определенные по методу амперметра-вольтметра

Параметры изоляции	Количество измерений							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Полная проводимость изоляции сети $\gamma \times 10^{-5}$, См.	2,30	2,31	2,20	2,25	2,32	2,38	2,27	2,34
Емкостная проводимость изоляции сети $b \times 10^{-5}$, См.	1,41	1,48	1,43	1,38	1,39	1,40	1,34	1,37
Активная проводимость изоляции сети $g \times 10^{-5}$, См.	1,82	1,77	1,67	1,78	1,86	1,92	1,83	1,90

полной проводимости и метода определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

Для случайных относительных среднеквадратичных погрешностей разработанного способа измерения полной проводимости и метода определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В случайные относительные среднеквадратичные погрешности не превышают 10% при использовании измерительных приборов с классом точности 1,0, а при использовании измерительных приборов с классом точности 0,5 погрешности параметров изоляции не превышают 5%.

Для обеспечения доверительной вероятности, равной $\alpha = 0,9 \div 0,95$, на основе предложенных рекомендаций в работах [6], для обеспечения относительной среднеквадратичной ошибки, которая не должна превышать значения $\epsilon = 5\%$, принимаем доверительную вероятность $\alpha = 0,95$.

Если относительная среднеквадратичная ошибка, не превышает значения $\epsilon = 5\%$, при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$, то это подтверждает правильность выбора оценки достоверности разработанного способа измерения полной проводимости и метода определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

1. На основе принятых значений доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ при количестве опытов $n = 8$ принимаем коэффициент Стьюдента $t_{\alpha n} = 2,4$ (по таблице 2 [6]) и определяем абсолютную погрешность параметров изоляции по математической зависимости

$$\Delta X = \frac{t_{\alpha n} S_n}{\sqrt{n}} \tag{10}$$

2. По математической зависимости вычисляется относительная погрешность сравниваемых способа измерения полной проводимости и метода определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В и метода амперметра-вольтметра

$$\Delta X^* = \frac{\Delta X}{X} 100\% \tag{11}$$

По результатам проведенных экспериментов и обработки результатов методом малой выборки, по математическим зависимостям получены вероятностно-статистические параметры изоляции по разработанному способу измерения полной проводимости и методу определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В и методу амперметра-вольтметра. В таблицу 3 сведены полученные результаты для сравнительного анализа.

Результаты сравнения статистических параметров изоляции показывают, что разработанный способ измерения полной проводимости и метод определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В обеспечивают удовлетворительную точность, так как значения среднеквадратичных погрешностей единичных измерений и относительные среднеквадратичные погрешности разработанного способа измерения полной проводимости и метода определения активной проводимости изоляции сети и метода амперметра-вольтметра содержат хорошую сходимость.

Сравнительный анализ полученных результатов (см. таблицу 3) показывает, что разработанный способ измерения полной проводимости и метод определения активной проводимости изоляции

Таблица 3 – Погрешности и среднестатистические параметры изоляции в электрической сети напряжением до 1000 В, установленные по разработанному методу и методу амперметра-вольтметра

Метод измерения	Параметры	Среднее значение параметров сети $\bar{X}, 10^{-5} \text{ См}$	Среднеквадратичная погрешность единичного результата $S_n, 10^{-5} \text{ См}$	Абсолютная погрешность $\Delta X, 10^{-5} \text{ См}$	Относительная погрешность $\Delta X, \%$
По методу амперметра-вольтметра	y	2,296	0,056	0,048	2,09
	b	1,40	0,042	0,036	2,57
	g	1,82	0,080	0,068	3,74
По разработанному методу	y	2,19	0,030	0,025	1,14
	b	1,37	0,026	0,022	1,61
	g	1,707	0,035	0,030	1,75

в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В обеспечивают приемлемую точность по сравнению с методом амперметра-вольтметра.

Установлено, что разработанный способ измерения полной проводимости и метод определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В обеспечивают более высокую точность по сравнению с методом амперметра-вольтметра.

Отметим также более высокую безопасность

и простоту проведения измерения разработанного метода по сравнению с методом амперметра-вольтметра в трехфазных электрических сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В, поэтому данный метод может найти широкое применение для контроля состояния изоляции под рабочим напряжением в горнодобывающих отраслях, где имеются трехфазные электрические сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчаренко В.Л. Электробезопасность горного производства. – Донецк: ДонНТУ, 2016. – 157 с.
2. Цапенко Е.Ф., Шакундин С.З. Электробезопасность на горных предприятиях (для студентов высших учебных заведений) / Цапенко Е.Ф., Шакундин С.З. [2-е изд.]. – М., 2008. – 103 с.
3. Гладиллин Л.В., Щуцкий В.И., Бацежев Ю.Г., Чеботаев Н.И. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности. – М.: Недра, 1977. – 327 с.
4. Utegulov B. B. Method for determining the single-phase ground fault current in a three phase electrical network with an isolated neutral. 2019th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE 2019), Istanbul, Turkey, 2019. P. 24-27 (Scopus).
5. Фадеев В.Б. Теория и практика технического эксперимента в электроэнергетике. – Алматы: АИЭС, 2010. – 52 с.
6. Утегулов Б.Б. Анализ погрешности косвенного метода определения тока однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью / V Международная научно-практическая конференция «Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии» ЭКСИЭ-0,5; Уральский федеральный университет им. Первого президента России Б.Н. Ельцина. Екатеринбург, 2017. С. 266-268.

Интеллектуалды ақпараттық жүйелердегі интерфейстің қасиеттері

Кілт сөздер: ақпараттық жүйе, пайдаланушы интерфейсі, зияткерлік элемент, кеңесші бағдарлама, мастер-бағдарлама, агент-бағдарлама, коммуникативтік қабілеттер, өзін-өзі оқыту, бейімділік

Кіріспе. Адамның компьютермен өзара іс-қимылының тарихи проблемасы алғашқы «адам-машина» жүйелері мен есептеу техникасы пайда болған сәттен басталады. Ақпараттық технологияларды дамыту басқарудың барлық салаларында ақпараттық жүйелерді кеңінен қолдану арқылы сүйемелденеді. Қазіргі жағдайда мамандардың жұмыс орындарын техникалық жарақтандыру үрдісі әр түрлі мамандық өкілдерінен компьютерлік технологияларды игеруді талап етеді. Компьютермен өзара іс-қимыл бақылау және технологиялық үрдістерді басқару жүйелері операторлар жұмысының ажырамас бөлігі, менеджерлердің технологиялық мәдениетінің элементтері және де бүкіл адамзаттың іс-қимылының ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл жағдайда, оператордың (пайдаланушының) компьютермен тиімді өзара әрекеттесуінде дұрыс жобаланған интерфейсін үлкен мәнін атап өткен жөн. «Адам-машина» жүйесінің жұмыс істеу тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін оператордың машинамен өзара іс-қимылына әсер ететін факторларды және де осы органның қасиеттерін жан-жақты есепке алу қажет.

Аталған мәселеге байланысты, осы жұмыс шеңберінде пайдаланушының интеллектуалды интерфейстерін жобалау саласындағы жетістіктерге талдау жасалды. Интерфейс элементтерінің жұмыс істеу тиімділігін арттыруға бағытталған қолданыстағы шешімдер қарастырылды. Атап айтқанда, ақпараттық жүйе мен пайдаланушының өзара іс-қимыл үдерісінде туындайтын және де олардың сыртқы жағдайларға бейімделуін жақсартуды қамтамасыз ететін интеллектуалды интерфейсін типтік элементтері қарастырылды. Пайдаланушы интерфейсін бағдарламалық өнімнің беті. Бұл пайдаланушы интерфейсін белгілі бір бағдарламалық өнімді таңдауда шешуші фактор бола алады. Бұл жұмыста тек пайдаланушы интерфейсін қатысты сұрақтардың егжей-тегжейлі қарастырылады, ал мәселенің терең талдауын келесі жұмыстардан қараңыз [1-6].

Интерфейс ұғымы. Жалпы жағдайда, интерфейс деп жүйенің элементтері арасындағы өзара іс-қимылды қамтамасыз етудің құралдары

мен әдістерінің жиынтығын түсінеді. Интерфейс арқылы жүйе элементтерінің өзара әрекеттесу параметрлері, сипаттамалары мен үдерістері беріледі.

Ақпараттық технология саласында «интерфейс» термині ретінде, әдетте, бағдарламалық және техникалық құралдар кешені ұғынылады, ол арқылы адам-оператордың оның жұмыс істеу процесінде ақпараттық жүйенің есептеу құралдарымен өзара іс-қимылы жүзеге асырылады. Берілген анықтаманың негізінде интерфейс іске асыратын функцияларды ескере отырып, оның келесі негізгі түрлерін бөліп көрсетуге болады: деректерді беру интерфейсін, бағдарламалық интерфейсін, аппараттық интерфейсін және пайдаланушының интерфейсін [4, 5].

Деректерді беру интерфейсін ақпарат алмасу процесінде ақпараттық жүйе элементтерінің өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. Деректерді беру тәсіліне байланысты тізбекті және параллель интерфейсдерді ажыратады.

Бағдарламалық интерфейс – бұл бағдарламалық қамтамасыз ету компоненттері арасындағы біріздендірілген байланыс жүйесі. Бағдарламалық интерфейс қажетті процедуралар жиынтығын, олардың параметрлері мен жұмыс істеу тәсілдерін анықтайды.

Аппараттық интерфейс – бұл техникалық құралдар кешенінің бір компонентінен басқа компонентіне берілетін сигналдарды түрлендіруге арналған құрылғы. Аппараттық интерфейсін физикалық параметрлері электрикалық байланыс жиынтығымен және сигнал сипаттамаларымен анықталады.

Пайдаланушы интерфейсін – бұл ақпараттық жүйенің бағдарламалық қамтамасыз ету элементтері мен компоненттері. Бұл элементтер мен компоненттер бағдарламалық құралдармен өзара іс-қимыл жасау үдерісінде пайдаланушының мінез-құлқына әсер етеді. Бағдарламалық компоненттерден басқа пайдаланушы интерфейсін сипаттарына келесі элементтер топтары әсер етеді:

– ақпаратты көрсету құралдары және көрсетілетін ақпарат, олардың форматтары мен

кодтары;

– жұмыс іс-тәртіптері және пайдаланушының жүйемен өзара іс-қимыл жасауды сипаттайтын тіл;

– деректерді енгізу құрылғылары және олардың технологиялары [2].

Сонымен қатар, бұл жүйе бағдарламалық өнімнің жұмыс істеу шарттарының өзгеруі мен нақты пайдаланушының талаптарына өз бетінше бейімделуіне мүмкіндік беруі керек, яғни интеллекті болуы тиіс. Интеллектуалды интерфейстің маңызды қасиеттерінің мазмұны төменде келтірілген.

Интерфейстің табандылығы – бұл интерфейстің қасиеті пайдаланушының өзіне үйреншікті тапсыруды шешу тәсілдерін айтарлықтай өзгертуін күтпейді, яғни бағдарлама беретін хабарламалар мен нәтижелерді қосымша түсіндіруді талап етпеуі тиіс. Ол үшін осы пән саласында қолданылатын белгілер мен терминология жүйесін сақтау қажет. Пайдаланушыға таныс ұғымдарды және бейнелерді (метафор) пайдалану оның тапсырмаларын орындау кезінде интуитивті түсінікті болуын қамтамасыз етеді.

Интерфейстің достығы. Пайдаланушылар, әдетте, жаңа қосымшалармен жұмыс істеу ерекшеліктерін сынамалар мен қателер әдісімен зерттейді. Интерфейсте бұл факті ескерілуі керек. Интерфейс қателіктермен аяқталатын жағдайларды болдырмауға тиіс. Ол сондай-ақ пайдаланушының қателіктеріне бейімделе білуі және оған мұндай қателіктердің салдарын жою үрдісін жеңілдетуі тиіс.

Пайдаланушымен кері байланысты қамтамасыз ету. Пайдаланушының әрбір енгізілген пәрменді әрекетін қосымшаның қабылдағандығы туралы оған визуалды және дыбыстық растау берілуі тиіс. Бұл ретте берілетін хабар түрі орындалған әрекеттің ерекшелігіне байланысты болады. Компьютер келіп түскен команданы өңдегенде, пайдаланушыға үрдістің өту барысы туралы ақпаратты беруі керек, сондай-ақ қажет болған жағдайда осы үрдісті ұзу мүмкіндігі болуы тиіс.

Интерфейстің икемділігі – бұл пайдаланушының дайындық деңгейін және еңбек өнімділігін есепке алу қабілеті. Икемділік диалог құрылымы мен кіріс деректерін өзгерту мүмкіндігін болжайды. Қазіргі уақытта икемді (бейімделген) интерфейс тұжырымдамасы зерттеудің негізгі салаларының бірі болып табылады. Негізгі жоба диалогтағы өзгерістерді қалай ұйымдастыру керек емес, өзгерістер енгізу қажеттілігін анықтау үшін қандай белгілерді қолдану керектігін зерттеу [6].

Пайдаланушы интерфейсінің түрлері. Пайдаланушы интерфейсінің төрт негізгі стандартын ерекшелеуге болады:

1. *Графикалық пайдаланушы интерфейсі* (Graphical User Interface, GUI). Бұл интерфейстің негізгі төрт элементін құрайды: терезе, пиктограмма, мәзір, көрсеткіштер. Онымен қоса басқа да элементтер қолданылады: тізімдер, ауысты-

рып-қосқыштар, жалаушалар, түймелер, енгізу өрістері, кестелік мәндерді көрсететін объектілер және т.б. Бұл интерфейстің ерекшелігі экранды безендірудің дамыған мүмкіндіктері, тінтуірмен басқару болып табылады;

2. *Web-интерфейс* (Web User Interface, WUI). Интерфейс GUI-интерфейсті еске салады, бірақ бастапқыда оның элементтер құрамы өте кедей болды. Атап айтқанда, негізгі принципі бір терезені қолдану, элементтерді «сүйреу» мүмкіндігі болмады. Соңғы уақытта, JavaScript тілінің дамуына байланысты Web-беттерінің интерфейсі GUI-интерфейсіне ұқсайтын болды;

3. *HUI интерфейсі* (Human User Interface) – бұл мобильді құрылғыларының пайдаланушы интерфейсі. Әдетте мұндай құрылғылар өте кішкентай экранға ие. HUI-интерфейсі GUI-интерфейсінің кейбір мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді, мысалы пиктограммалар, мәзір, тізімдер, ауыстырып-қосқыштар, жалаушалар. Кез келген құрылғы терезесінде бір уақытта тек бір нысан көрсетіледі;

4. *Интерфейстің объектілік стилі.* Объектілі бағдарламалау мүмкіндіктері пәндік аймақтың объектілі табиғатын пайдаланушы интерфейсіне ауыстыруға мүмкіндік береді. Объектілік тәсіл сүйрету, контекстік мәзір, мәтін-мәнге байланысты интерфейс мазмұнын өзгерту, қалқымалы кеңестер және т. б. мүмкіндіктермен сипатталады.

Интеллектуалды интерфейс бар ақпараттық жүйе түрлері. Ақпараттық жүйелердің коммуникативтік қабілеттерін күшейту үшін интеллектуалды интерфейс бар жүйелердің пайда болуына себеп болды. Оларды келесі түрлерге бөліп қарастыруға болады:

1. *Зияткерлік деректер қоры.* Дәстүрлі деректер базасынан анық айырмашылығы жоқ, бірақ сақталған деректердің жиынтығынан шығарылатын қажетті ақпаратты іріктеуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Айқын емес ақпаратты шығару мүмкіндігі тәуелділіктерді түсіндіру жолымен мынадай тәсілдер арқылы жүзеге асырылады: атрибуттардың есептеуіш тәуелділігі; объектілердің құрылымдық қатынастары; шешімдер қабылдау факторларының логикалық тәуелділігі;

2. *Табиғи-тілдік интерфейс.* Табиғи-тілдік интерфейс (ТТ-интерфейсті) іске асыру үшін морфологиялық, синтаксистік және семантикалық талдау мәселелерін, сондай-ақ табиғи тілдегі сөздерді синтездеу есебін шешу қажет. Табиғи-тілдік интерфейс қолдану салалары келесілер: деректердің зияткерлік базасына қол жеткізу; құжаттық-мәтіндік ақпаратты контекстпен іздеу үшін қолданылады; басқару жүйелерінде командаларды дауыспен енгізу; машиналық аударма;

3. *Гипермәтіндік жүйелер.* Мәтіндік ақпараты бар деректер базасында негізгі сөздер бойынша іздеуді іске асыру үшін пайдаланылады. Интеллектуалды гипермәтіндік жүйелер терминдердің әртүрлі мағыналық қарым-қатынастарын көрсететін күрделі семантикалық кілт-сөздерді ұй-

ымдастыру мүмкіндігімен ерекшеленеді. Мұндай білім іздеу механизмі ең алдымен негізгі сөздер білім базасымен, ал кейін тікелей мәтінмен жұмыс істейді.

4. *Контекстік көмек жүйесі* – интеллектуалды гипермәтіндік және табиғи-тілдік жүйелердің жеке жағдайы. Қарапайым гипермәтіндік жүйелерде компьютерлік қосымшалар пайдаланушыға қажетті ақпаратты іздеу схемасын ұсынады. Қолданушыға талап етілетін ақпаратты іздеу схемасын таңдайтын әдеттегі көмек жүйелерінен айырмашылығы контекстік көмек жүйелерінде пайдаланушы проблеманы (жағдайды) сипаттайды, ал жүйе қосымша диалогтың көмегімен оны нақтылайды және жағдайға қатысты ұсынымдарды іздеуді өзі орындайды. Мұндай жүйелер білімді тарату жүйелерінің класына жатады және құжаттама жүйелеріне қосымша ретінде құрылады;

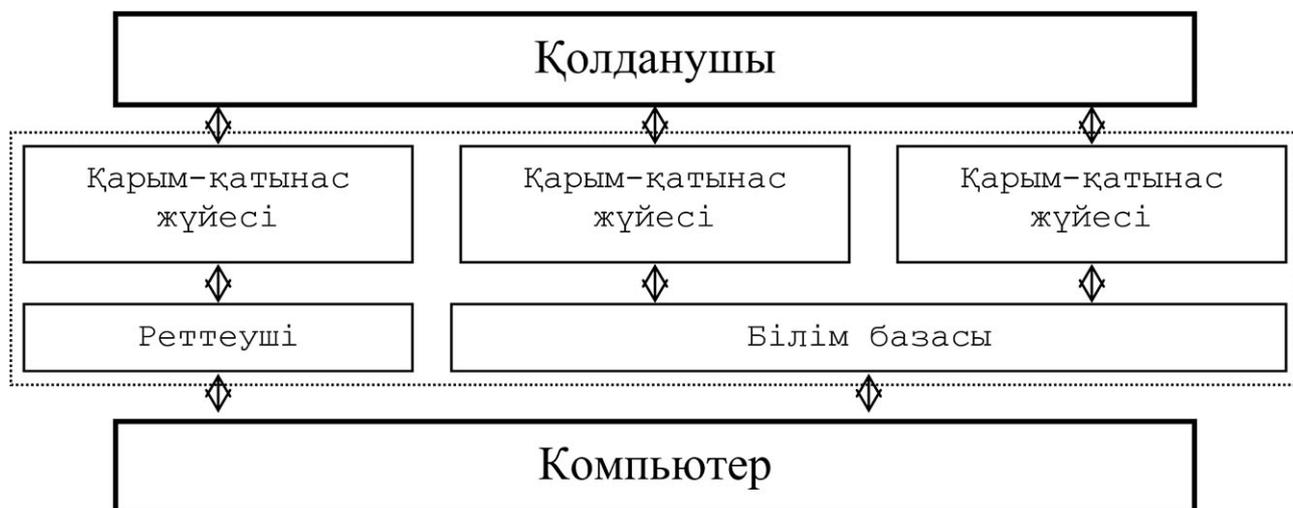
5. *Когнитивті графика жүйелері*. Модельдеуші немесе бақыланатын процестердің параметрлерінің өзгеруіне сәйкес генерацияланатын графикалық бейнелер арқылы пайдаланушымен қарым-қатынас жасауға бағытталған. Когнитивті графика көрнекі және мәнерлі түрде зерттелетін құбылысты сипаттайтын көптеген параметрлерді елестетеді. Когнитивтік графиканы қолдану мониторинг және жедел басқару жүйелерінде, оқыту және жаттығу құрылғыларында, нақты уақыт режимінде жұмыс істейтін шешімдерді қабылдаудың жедел жүйелерінде әсіресе өзекті.

Интеллектуалды интерфейстің функциялары. Компьютерді жаппай пайдалану құрылғысына, қарапайым «тұрмыстық аспаптарға» айналдыру пайдаланушының жұмысын жеңілдететін арнайы құралдардың болуын талап етеді. Сондықтан дайын емес пайдаланушылар компьютермен жұмыс істеу кезінде керек күш-жігер көп функциялы тұрмыстық электрондық қондырғыларды немесе агрегаттарды қолданғанда жұмсай-

тын күш-жігерден әлдеқайда қиын болмауы тиіс. Мұндай тұжырымдама компьютерлердің жаңа ұрпақтарын және оның бағдарламалық қамтамасыз етілуін жасаушылардың алдында ерекше проблеманы қояды: пайдаланушының кәсіби дайын болмауы жағдайында оның компьютермен байланысын қамтамасыз ете алатын интеллектуалды интерфейсті құру [2, 3]. Интеллектуалды интерфейстің негізгі функцияларының мәні мен мазмұнын қарастырайық (сурет).

Қарым-қатынас функциясы. Пайдаланушы шектеулі табиғи тілде компьютермен сөйлеседі деп болжанады. Табиғи тіл белгілі бір мақсат үшін қолданылады – компьютерде шешуге тиіс есептерді тұжырымдауға. Компьютерді адам қызметінің көптеген түрлерінде жаппай енгізу кезінде шешілетін міндеттер спектрі өте кең болуы мүмкін. Сондықтан интеллектуалды интерфейстің кірісінде пайдаланылатын табиғи тіл тым кедей болмауы керек. Қарым-қатынас функциясын жүзеге асыру кезінде ақпаратты графикалық бейнелеу құралдары және мәтіндерді іс-әрекеттер жиынтығымен ауыстыру мүмкіндігі маңызды рөл атқарады. Осыған байланысты интеллектуалды интерфейске кіретін қарым-қатынас жүйесі – бұл тек жүйе ғана емес, мәтіндік хабарламалар негізіндегі қарым-қатынас, сонымен қатар сөйлеу хабарламаларын енгізу-шығару, графикалық өзара әрекеттесу құралдары және курсор түріндегі құралдар.

Бағдарламаның автоматты синтезі функциясы. Пайдаланушы хабары компьютер орындай алатын бағдарламаға айналуы керек. Ол үшін интеллектуалды интерфейстің құрамында пайдаланушының бастапқы хабарламасы ерекшеліктерін ескеретін нақты тілге аудару алатын және оның негізінде жұмыс бағдарламасын (шешушіні) жасай алатын процедураларды іске асыруға арналған құралдар болуы тиіс. Мұндай түрлендіру компьютер жадында болуы тиіс арнайы білімді



(білім базасын) талап етеді.

Негіздеме функциясы. Компьютер пайдаланушының тапсырмасын жұмыс бағдарламасына қалай түрлендіретінін және шешім алу үшін қандай әдістерді пайдаланатынын түсінбейтін немесе нашар түсінетін пайдаланушы компьютерден алынған шешімді негіздеуді талап етуге құқылы. Ол компьютерден оның есеп шешімін бағдарламаға қалай айналдырғанын, шешімді табу үшін қандай әдісті қолданғанын, бұл шешім қалай алынғанын және шығу кезінде қалай түсіндірілгендігін сұрай алады. Сондықтан негіздеме функциясының құрамына түсініктеме функциясы мен сенім функциясы кіреді. Қазіргі уақытта түсіндіру функциясы барлық заманауи сараптамалық жүйелерде бар. Сенім функцияларының мақсаты – бұл компьютердің көмегімен алынған нәтижелердің пайдаланушының алдында сенім дәрежесін арттыру.

Оқыту функциясы. Пайдаланушы ЭЕМ-ге алғаш келгенде, ол компьютермен жұмыс істеу туралы мәліметтерді оңай ала алады деп күтуге құқылы. Бұған дейін оған қолданылып жүрген тұрмыстық аспаптармен жұмыс істеу үшін осы құралды қалай пайдалану керектігін бірден түсінуге мүмкіндік беретін күрделі емес және де шағын нұсқауларды оқу жеткілікті болатын. ЭЕМ, әрине, адам тұрмыста қолданаты барлық аспаптардың ішіндегі ең күрделісі. Қолданушыға компьютердің барлық мүмкіндіктерін меңгеруге, онымен жұмыс істеудің негізгі принциптерін түсінуге мүмкіндік беретін нұсқаулар ол үшін тым көлемді және ыңғайсыз болуы мүмкін. Сондықтан жаңа буын компьютерлері арнайы оқыту құралдарымен қамтамасыз етіледі, олардың көмегімен пайдаланушы біртіндеп компьютермен жұмыс істеу тәсілдерін және онымен табысты қарым-қатынас жасаудың қыр-сырын меңгереді.

Осылайша, интеллектуалды интерфейсін бар ақпараттық жүйелердің құрамында жоғарыда көрсетілген функцияларды іске асыруды қамтамасыз ететін элементтер болуы тиіс.

Пайдаланушы интерфейсіннің интеллектуалдық элементтері. Соңғы жылдары жасанды интеллект элементтерін интерфейске әкелетін көптеген перспективті пайдаланушы интерфейсіндері пайда болды. Олардың арасында интеллектуалды интерфейсіннің келесі үш типтік элементтерін қарастырайық: шебер; кеңесші; агент.

Сонымен қатар, «жеке тұлға» интерфейсін құру идеясы негіз болып табылатын әлеуметтенген пайдаланушы интерфейсін құру үшін көптеген әрекеттер жасалғанын атап өткен жөн. Алайда, бұл салада психологиялық проблемалар бар және мұндай «жеке тұлғаны» құру талпыныстары әлі де айтарлықтай табысқа жеткен жоқ.

Кеңесшілер – бұл кеңес формасы. Әдетте оларды анықтама мәзірінен, терезенің пәрмен жолынан немесе қалқымалы мәзірден шақыруға болады. Егер пайдаланушы оған не істеу керек екенін білдіретін болса, кеңесшілер пайдаланушыларға

нақты міндеттерді орындауға көмектесе алады.

Шеберлер. Мастер-бағдарламасы кең таралған, бірақ жеке пайдаланушы сирек орындайтын, бағдарламалық немесе жабдықты орнату сияқты міндеттерді орындау үшін пайдаланады. Мастер-бағдарлама мұндай іс-әрекеттерді орындау үшін пайдаланушыдан өзара байланысты, күрделі шешімдер қабылдауды талап етеді. Интеллектуалдық шеберлер әрбір қадамда пайдаланушының болашақта қойылатын сұрақтарына берілетін жауаптар нәтижелерін арнайы терезеде көрсетуге қабілетті. Шебер диалогтың дәйекті немесе ағаш тәріздес сценарийін жүзеге асырады, сондықтан оны жақсы құрылымдалған, дәйекті міндеттерді шешу үшін пайдаланған дұрыс. Бұл ретте оларды іске асырудың мынадай ережелерін сақтау қажет:

- пайдаланушыға алдыңғы қадамға қайтару мүмкіндігін беру;

- шебердің жұмысын тоқтату мүмкіндігін қарастыру;

- қадамдарды нөмірлеу және де мұндай қадамдар үшеуден артық болса, қолданушыға шебердің қадамдарының санын хабарлау;

- әрбір қадамды пайдаланушыға түсіндіру;

- мүмкіндігінше әрбір қадамда орындалған операциялардың нәтижесін көрсету.

Бағдарламалық агенттер. Қазіргі уақытта рутиналық жұмысты орындау үшін пайдаланылатын бағдарламалық агенттер аса қызығушылық танытады. Мұндай бағдарламалық агент пайдаланушы өз міндеттерінің бір бөлігін бере алатын бағдарламалық қамтамасыз етудің элементі болып табылады. Бағдарламалық агенттердің негізгі функциялары: бақылау, іздеу және басқару. Бағдарламалық агенттердің келесі түрлері бар:

- көрсетілген міндеттерді орындауға теңшелетін бағдарламалар-агенттер;

- білім алуға қабілетті агенттер, мысалы, пайдаланушының іс-әрекетін белгілей отырып (магнитофон сияқты). Бұл түрдегі агенттердің мысалы Microsoft Office жүзеге асырған макростардың механизмі бола алады.

Тұжырымдар. Интеллектуалды интерфейсінтер компьютерде жұмыс істеуге дайын емес пайдаланушының оны қызықтыратын есептерді шешу режиміне іс жүзінде тезірек шығуын қамтамасыз етеді. Интеллектуалды интерфейсінтер әртүрлі қуатқа ие болуы мүмкін. Интеллектуалды интерфейсінтер функционалдық құралдарының құрамы кең ауқымда өзгереді.

Пайдаланушылардың нақты ақпараттық қажеттіліктеріне байланысты әртүрлі кластардың міндеттерін шешу алгоритмдерін генерациялау үшін зияткерлік интерфейсінтер бар ақпараттық жүйелерді әзірлеу әдістері білім базасының негізгі тұжырымдамаларын пайдалануы мүмкін.

Қорытындылай келе, интеллектуал интерфейсінтер бар ақпараттық жүйелердің мынадай сипатты белгілерін атап өткен жөн:

- дамыған коммуникативтік қабілеттер;

– нашар қалыптасатын және күрделі міндеттерді шешу;
– өзін-өзі оқыту қабілеті;
– бейімділігі, қабілеті бейімдеу шарттары жүйесінің жұмыс істеуі.

Осылайша, интеллектуалды интерфейсін элементтері мен әдістерін әзірлеу ақпараттық технологияны дамытудың қазіргі кезеңінде өзекті мәселесі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 432 с.
2. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов. Учебное пособие. – СПб: СПб ГУИТМО, 2011. – 108 с.
3. Марманис Х., Бабенко Д. Алгоритмы интеллектуального Интернета. Передовые методики сбора, анализа и обработки данных. Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 480 с.
4. Николаев А.Б. Интеллектуальные системы: учебное пособие / А.Б. Николаев, А.В. Остроух. – М.: МАДИ, 2012. – 271 с.
5. Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 296 с.
6. Макаренко С.И. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие. – Ставрополь: СФ МГУ им. М.А. Шолохова, 2009. – 206 с.

Научные сообщения



ӘОЖ 808.5

Ғ.М. ӘБІЛҚАСОВ, п.ғ.м., аға оқытушы,
М.Ә. ХАСЕН, аға оқытушы,
Г.С. БАЙПЕЛОВА, аға оқытушы,
 Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, ҚТЖМ кафедрасы

Қазіргі шешендік өнердің әлеуметтік ғылымдарға маңызы

Кілт сөздер: қатынас, сөз, мәдени, пікір, ғылыми, тілмарлық, табиғат, ұлт, сала, қоғам, адамзат

Тіл – адамзат қоғамында қатынас, сөйлесіп пікір алысудың құралы ретінде қызмет атқаратын құбылыс. Тіл мен қоғам өзара тығыз байланысты, біріншіден, тілсіз ешбір қоғам өмір сүре алмайды. Тілсіз ұлт құрымақ. Екіншіден, тіл қоғам бар жерде ғана өмір сүреді. Қоғам – тілдің өмір сүруінің шарты. Қоғамның өмір сүруі үшін тіл қажет.

Табиғаттың адамзат баласына төл еншісіндей тарту еткен тамаша байлығының бірі – тіл туралы қисынды пайымдауды, белгілі классик айтқандай, «адамдар арасындағы қарым-қатынас құралы» деп қана қойсақ, онымыз тым қарапайым, жадағай айтылған жүдеу сөз болары хақ. Оның назардан тыс қалған қалтарыстарында көкірек көзін керек етер қаншама бояу, реңктер жатыр. Ғалымдардың көрсетуінше ана көкірегінен алғаш нәр ала бастаған сәттен бастап сәбидің құлағына естілетін үн, дыбыс, сөз құрамдары, эмоциялық сезімдер, анасы қай тілде сөйлесе сол ұлттың психологиялық, адамгершілік пішін-бітімі, барлық рухани қазынасы сәбиге біртіндеп сыналай ене бе-

реді екен. Демек, тіл – әр халықтың өзгеден ерекше ұлттық табиғатын, рухани байлығын танытатын асыл мұра екенінде дау жоқ.

Адамзаттың ақыл-парасатының, дүниеге көзқарасының өсуіне байланысты ғылым бірте-бірте дамып қалыптасады. Ғылым мен техниканың өркендеген заманында ғылымның алуан түрі бар екені баршаға ғылыми тұрғыда дәлелденді. Қазіргі таңда ғылыми зерттеуді көп қажет ететін мәселелер қазақ тілі мен әдебиет саласында да жетіп артылады. Тіл-адамның ой-өрісін, мәдени дәрежесін, ақыл-парасатын, рухани байлығын көрсететін айна.

Кез келген ұлт пен ұлыстың өз тілі бар. Сондықтан сөз барлық халыққа бірдей түсінікті болуы мүмкін емес, ұтқыр айтылар өткір сөзге негізделген тілмарлық өнер де белгілі бір халық тілінде туады, сол халыққа ғана түпкілікті қызмет етеді. Бұл аталмыш өнердің өрісіне тұсау болып, аясына тарлық етері сөзсіз. Бірақ оның есесіне күллі адамзаттың әлемдік рухани қазынасын өз өрне-

гімен байыта түсері де ақиқат. Жер бетіндегі қай халықты алып қарасақ та ежелден келе жатқан қасиетті де қадірлі өнері – ол шешендік өнер.

Осыдан келіп шешендіктің филология ғылымымен байланысы туындайды. Мекеме қызметімен қабыса ұштасып жататын қызметшілердің сөйлеу негізі тілдік заңдылықтарға сүйенген тіл мәдениетінен бастау алады. Тілмәрлықтың ауқымды бөлігін құрайтын бұл тілдік нормалар – сөздің дұрыс айтылуы мен жазылуы, сөйлем ішіндегі орнымен жұмсалуды, сөз қолданудағы амал-тәсілдер, сөйлеудегі шеберлік атауларын шыңдауға қажетті басқыш. Бұл мәселені аз-кем болса да хал-қадірімізше арнайы бөлікте қарастыруға ұмтылдық.

Қазақтың шешендігі өзінің түп бастауын көне ұлттық әдет-ғұрыптан алады. Сөз жоқ, ұлттық келбет-кескінімізге көрік беріп, ажарландырып тұратын әрі өркениетті ел екенімізді айғақтайтын бір сала – кешегі көшпелі қоғамның өмір-тіршілігінен туындаған, әдет-ғұрпының аясында қалыптасқан – билер институты екені анық. Қазіргі құқықтық тілмен айтқанда ол биліктің үш тармағының бірі. Оның тұтқасын ұстаған би, қазылар ел ішіндегі қылмыстық, даулы істердің заң жүзінде шешімін табуы үшін далалық тұрмыс-салтқа лайықталған ереже-қағидалар жасаған. Халқымыздың рухани-моральдық жүйесіне сәйкес әділқазылық-әділдік категорияларының түпкілікті орнығуына ат салысқан. «Қара қылды қақ жарған», «Тура биде туған жоқ, туғанды биде иман жоқ» дейтін мақал-мәтелдердің шығу төркіні осы әділдік категорияларымен тікелей байланысты. Кесім-билік айтуда би-шешендеріміз сөз өнерін, шешендік, тапқырлықты қару еткен. Құқықтық заңдармен шешендік өнер осы жерде тоғысады. Яғни, әділдіктің ақ жолын ұстанған қазы, би, шешендер өз кесім-биліктерін айтқанда көңілге қонымды, тыңдаушының жүрегіне тез жететін, әсерлілігімен лезде баурап алатын көркемдік әдіс-тәсілдерін қолданған. Міне, осы сөйлей білу өнерінің көркемдік тәсілдері – шешендіктің алтын арқауы.

Шешендік өнердің философиямен де байланысы бар. Шешендік өнердің теориясы және философиялық негіздемесін қадым замандардың өзінде-ақ антикалық дәуірде ғұмыр кешкен Платон, Аристотельдер сынды ежелгі грек философтары айқындап кеткен. Сөйтсе де, қазақтың ұлттық мәдениет тарихы мен рухани ділін құрайтын, неше ғасырлық тарихы бар қазақы шешендік өнердің философиялық болмысын зерделеп таразылаудың енді ғана қолға алынуы қоғамға қазіргі қажеттілігінен, сұраныстан туындап отыр. Яғни, «оның әлеуметтік сипаты ерекше әлеуметтік феномен ретінде арнаулы зерттеулерде енді-енді қарастырыла бастады. Шешендік өнердің философиямен ара қатынасы ең алдымен осыдан көрінеді. «Шешендік өнер дәстүрі – белгілі бір әлеуметтік ортада, қоғамдық кеңістікте, қандай да бір адами қылмыстық оқиғаға байланысты

қалыптасып, айрықша тапқырлықпен, көркем тілмен айтылатын және әлеумет қабылдап, мойындаған үлгілі кесім-биліктер, ойлар, идеялар, тұжырымдар үрдісі». Философ ғалымдар А.Қасабек пен Д.Раев шешендік сөздердің әлеуметтік құбылыс болуын үш түрлі фактор арқылы түсіндіреді: 1) кесім-билік шығарардағы шешендік сөз бен қоғам арасындағы генезистік байланыс, 2) шешендік сөздің дәстүрлік сипаты; 3) шешендіктің қоғамдағы қызметі.

Шешендік сөз бен қоғам арасындағы генезистік байланысты аталған ғалымдар тіл мен қоғам арасындағы генезистік өзара байланысты көрсететін ғылыми-лингвистикалық дәлелдерге, тіл туралы пайымдауларға сүйеніп дәлелдейді. Сөз жоқ, тіл сияқты шешендік өнер де – халықтық сөйлеу өнерінің жемісі. Демек, туындайтын шешендік сөз қоғамдық ортада қалыптасқан дүние, сондықтан ол әлеуметтік болмысқа ие. Шешендік сөз өнерінің әлеуметтік сипаты, сайып келгенде, адамдардың құқығы мен еңбегінің, тұрмыс-тіршілігінің ұжымдық сипатымен түсіндіріледі. Шешендік өнер әлеуметтен тыс өмір сүре алмайды, Шешендік өнерсіз қоғам болмайды, ал әлеуметсіз алғашқысының да болуы мүмкін емес. Бұл екеуі – бір-бірінен бөліп қарауға болмайтын бүтіннің екі жағы. Шешендік өнерді зерттеу – қоғамдық сәнаны зерттеумен бірге жүретін құбылыс. Шешендік логикамен де етене қабысып жатыр. Шешендіктің негізгі бағыты – көпшілікті бір ойға ұйыту, бір пікірге иландырып, бой ұсындыру, қисынды, жүйелі сөздің қорытынды түйінін, яғни төрелік шешімді, кесім-билікті ризалықпен қабылдату іспетті мақсаттардан туындайды. Қазақтың айыптаушы, қорғаушыларына істің-даудың шығу себептерін қаузап талдау, оқиғаның ширеу, шиеленісу барысын зерделеу, қарама-қайшы мүдделердің арақатынасын айшықтау сияқты ақиқатты нақтылы ашу талаптары тән. Мұндай талаптардың диалектикалық логика аясынан табылатындығы да еш күмән туғызбайды.

Психология – шешендіктің ажырамас бөлігін құрайды. Шешендер психикалық тұрғыда жетілмесе, кәсіби қабілеті де жоғары болмайтыны сөзсіз шындық. Оларға қажетті нәрсе – табандылық, батылдық, сабырлық, байқампаздық, зерделілік, мінез-құлқындағы тұрақтылық. Мұндай шешендер бойынан табылуы тиіс қажетті компоненттер психология ғылымының үлесіне тиесілі. Осы саладағы ғалымдар психологияны зерттеуде мынадай үш компонентті алға тартады:

1. Психологиялық қасиеттер (жігерлілік, ептілік, байқампаздық, есте сақтау қабілеті);

2. Психологиялық тұрақтылық (өзін өзі ұстай білу, төзімділік);

3. Психологиялық шеберлік (қылмысты дұрыс бағалап, ол бойынша дұрыс шешім қабылдай алу, қарсы тараптың ниетін аңғара білу, қиын-қыстау жағдайларында шығар жол таба алу). Мұндай психология құбылыстарын меңгермейінше шешендердің кәсіби шеберлігінің

ұшталмайтыны, жігі жетіле алмайтыны өзді-өзінен түсінікті.

Енді алдымен еңбегіміздің өн бойында қолданылған шешендікке қатысты кейбір ұғымдық ақпаратты құрайтын терминдік атауларға түсіндірме бере кетейік.

Ашығын айту керек, сөздік қолданысымызда «риторика», деген атаудан саналы түрде бас тарттық. Өйткені «риторика» деген тіркестің өзі қазақша сөйлеп тұрған жоқ, ал «шешендік» сөйлеуге қажетті көмекші құрал. Сондықтан байыптай келе, «шешендік» деген атауды қаладық. Кей тұста «тілмарлық» деп те қолдандық. Бұндай мағыналас синонимдік атауды қатар қолдануымыздың себебі, біріншіден, би-шешендер төрелік сөз кесім-билік айтқан, екіншіден, «тілмарлық» сөзі қара тілге жүйріктікті білдіреді. Бұл сөздің мағынасына сай келетін, көпшілік қолданып жүрген «ділмарлық» сөзінің түбір төркіні – «діл» ол көне парсы тілінде «жүрек» деген ұғымды береді, бұл «алғыр», «зерек» немесе «рухани байлық» деген түсінікпен астас. Бізге кереті – тіл, заң тәртібіне негізделген ауыспалы мағынадағы «қызыл тіл» – яғни сөз, сөйлеу өнері. Сондықтан біз «тілмарлық» деген атауды да қатар пайдаландық. Бұл «тілмарлық» терминін өз еңбектерінде шешендік өнерді зерттеуші қазақ ғалым-қаламгерлері Б. Адамбаев, М. Әлімбаев, тағы басқалар қолданады.

Сондай-ақ, жұмысымызда жиі ұшырасатын аса қажетті шешендік сөз, шешендік өнер, риторика деген ұғымдардың ара жігін ажырата білуіміз керек. Бұлар бірінің орнына бірі жүрмейтін, мағынасы маңайлас келсе де, тіптен басқа ұғымдар.

Шешендік сөз–халық даналығын көрсететін, өмір мен табиғат құбылыстарын байқаудан туындайтын, бойында ақыл мен нақылдың сипаты бар, негізінен ауызша тараған бабалар шығармашылығы. Ал шешендік өнер–сәулет, қолөнері, әдебиет сияқты өз алдына жеке дара өнер.

Риторика деп – о баста Ежелгі Грек елінде пайда болғанындай – сөйлей білу, сөз мәтіндерін құрастыра алу шеберлігін жан-жақты, егжей-тегжейлі қарастыратын ілімді атайды. Басқаша айтқанда, риторика – түп тамыры жыл қайыруымыздан бұрынғы антикалық дәуірге барып тірелетін, сонау ерте заманда-ақ айнала қоршаған ортаның сұлулығын танытатын жеке ілім ретінде іргесі қаланған дербес ғылым. Ол сөз саптау шеберлігінің тәжірибесін тұжырымдап, қағидаларын бекітеді. Сөйлеу мәдениетінің тілдік нормалары мен заңдылықтарын, сөздің бейнелілігі мен әсерлігін арттыратын сөйлеу сапасына, ондағы түп мақсаттың айқындылығына тәуелді, тыңдарманға ықпалы зор, әсері мол көркемдік әдіс-тәсілдердің жиынтығын жүйелейтін сөйлеу өнерінің өзекті саласы, сұхбаттасушылардың өзара түсінісуіне қызмет ететін түсініс құралы болған. Қазақшалағанда – «шешендік өнер».

Шешендік сөз бен шешендік өнер және риторика атауларында, міне, осындай аз-кем айыр-

машылықтар бар. Бұл атауларды тілдік қолданыста өз орнымен жұмсаған жөн. Өйтсе де біз көп уақыттан бері тілдік қолданысымызда берік қалыптасып қалған «шешендік өнер» деген атауды көбіне «риторика» мағынасында қолданамыз.

Шешендік өнердің түп бастауларына үңілу үшін шешендіктің өнер ретіндегі о бастағы туып, қалыптасу, даму кезеңдеріне тарихи шолу жасау негізгі шарт. Басқаша айтқанда, адамдардың қауымдастыққа ұмтылған талпынысынан қоғам туындайтын болса, сол қоғамдағы адамның қолдан жасаған мәдени – рухани дүниесін әрқашан тарихи тұрғыда қарастырған ләзім. Шешендік өнер – адамзат мұраларының бірі. Осы ыңғайда әлеуметтік ғылымдар және әлеуметтік саяси–шешендіктен сөз бастаймыз.

Әлеуметтік-саяси саладағы шешендік сөздерге ғылыми тұрғыда қысқаша тоқталып мағлұмат бергенді жөн санаймыз.

Шешендіктің бұл тегінің түрлеріне саяси сөз, әскери-патриоттық сөз, дипломатиялық сөз, парламенттік сөз, митингілік үгіт-насихат сөзі жатады.

Парламенттік сөз. Мемлекеттік Думаға депутат болып сайланған қазақ зиялылары қазақ халқының өзінің ішкі істерін өздері шешуге құқылы болуы жолында күресті. Мемлекеттік Дума мінберінен жалынды сөздер айтты. Осының негізінде ХХ ғасырдың басында-ақ саяси, парламенттік шешендіктің мектебі қаланып, үлгерді деуге толық негіз бар.

Белгілі ғалым С. Негимов «Шешендік өнер» атты еңбегінде мынадай қыз-ғылықты дерек келтіреді: «Алаштың ардақтысы, көрнекті математик Әлімхан Әбеуұлы Ермеков 1920 жылы Ленин басшылық жасаған Үкіметтің алқалы жиынында Қазақ автономиялы республикасын құру және оның шекарасын айқындау турасында төрт сағат бойы айғақ-дәлелі, мәндегі, мағына-мәйегі мол таңғажайып сөз сөйлеген. Сонда Ахмет Байтұрсынов: «Япырай, жас сұңқар Әлімханмен төрт сағат сөз сайысына төтеп берген орыстан да Ленин тәрізді бір ұл туған екен» – деп разы болған екен. Ойы теңіздей толқыған қазақ арыстарының бірегейінің алды деп бағалайды оны зерттеуші, ғалым С. Негимов.

Дипломатиялық сөз. шаңы сұйылған заманалар керуенінің барысын нақтырақ қарасақ, айнала қоршаған шалғай-жақын елдермен алыс-беріс қарым-қатынасыз, жеке дара томаға тұйық дамиды қайсыбір ел болмайтынын аңғарар едік. Әр халықтың басынан өткерген бейбіт күнгі, не жаутершілік заманындағы тарихы бізге осыны әйгілейді. Демек әр елдің елшілік, дипломатиялық тарихы – сол елдің ғасырлар белесіндегі даму көшінің бір көрінісі ғана.

Қазақ халқының аса бір қилы шытырман оқиғаларға толы кезеңі – халық жадында «ақтан-шұбырынды, алқакөл сұлама» атанған жоңғар шапқыншылығына дөп келеді. Ат арқасын құрғатпай жиі шабуылдасып жатқан елдерде

елшіліктің, мәмлегершіліктің ықпалы зор болатыны белгілі. Міне, осындай, халық тағдырының қиын-қыстау шағында қайраткерлік қызметі үшін «Қаз дауысты» атанған, шешендікті қару еткен Қазыбек би Келдібекұлы пәрменді әрекеті барынша жарқырап көрінді. Елшілік туралы тарихта қалған бір-екі хаттан басқа жазба құжаттар жоқ болса да, шындық сүрлеуіне бастайтын ел аузындағы аңыз-әңгімелер бар. Ескертерлігі дипломатияда жеке нота, вербальді нота, ашық нота, құттықтау нотасы дейтін құжаттар болады. Қазақ тарихындағы Қазыбек бидің жоңғар хонтайшысына айтқан сөздерін шартты түрде ашық нота түріне жатқызуға болатындай. Ел аңызы былай дейді:

«Қанды қырғын ұрыстан кейін бейбітшілік жолымен бітімге келу үшін қазақ пен ойрат бір-біріне мәмілегер елшілер жібермек болады. Жоңғария хонтайшысы «Қазақтың атақты үш биінің бірі келсін. Аузынан сөзі, қойнынан бөзі түсіп тұрған иіс алмас біреу келсе, бітім болмайды» деп қолқа салады. Осы хабарды естіген үш би қырандай дүр сілкініп, әрқайсысы өзі бармаққа ниет еткен екен. Төрте отырған Төле екі биге кезек қарап, екі етегін қымтанып, екі иығын қомданып қойып, тамағын қырнапты.

– Шырағым, Қазыбек, жол бастайды әманда, омырауы жүйріктің. Бөгелекті қуарда пайдасы мол құйрықтың. Аттың белі қызметті көп қылар, саған кепті кезегі осы жолғы бұйрықтың. Жай онда қолыңды, – деп, өзінің әйгілі батасын беріпті.

Хонтайшы бұларды ашулы жүзбен қарсы алады.

– Иә, қазақтар, неменеге келдіңдер, айтатындарың болса, айтыңдар, – дейді. Сонда Қазыбек:

Біз қазақ деген мал баққан елміз,
Бірақ ешкімге соқтықпай жай жатқан елміз.
Елімізден құт-береке қашпасын деп,
Жеріміздің шетін жау баспасын деп,
Найзаға үкі таққан елміз.
Ешбір дұшпан басынбаған елміз,
Басымыздан сөз асырмаған елміз.
Досымызды сақтай білген елміз,
Дәм-тұзды ақтай білген елміз,
Асқақтаған хан болса,
Хан ордасын таптай білген елміз.
Атадан ұл туса,
Құл боламын деп тумайды,
Анадан қыз туса күң боламын деп тумайды.

Ұл мен қызды қаматып, отыра алмайтын елміз.

Сен қалмақ болсаң, біз қазақ, қарпысқалы келгенбіз,

Сен темір болсаң, біз көмір, еріткелі келгенбіз.

Қазақ, қалмақ баласы табысқалы келгенбіз,

Танымайтын жат елге танысқалы келгенбіз,

Танысуға көнбесең, шабысқалы келгенбіз.

Сен қабылан болсаң, мен – арыстан, алысқалы келгенбіз,

Жаңа үйреткен жас тұлпар, жарысқалы келгенбіз,

Тұтқыр сары желменен жарысқалы келгенбіз.

Берсең жөн деп бітімді айт, не тұрысатын жөніңді айт! – депті. Осы сапарында Қазыбек би мал мен жанын есептеп, алдына салып қайтқан деседі. Жоғарғыда келтірілген мысалдан сөз құдіреті мен қасиеті анық аңғарылады.

Халықаралық, мемлекетаралық қарым-қатынастарда дипломатия үлкен роль атқарады. Әрбір елші ел алдында өзін-өзі ұстай білу, мінез-құлық, жүріс-тұрыс этикасын меңгеру, шешен сөйлей алу сынды белгілі бір қатаң талаптар қойылады. Өзіндік мектептен, дайындықтан өтеді. Мемлекет атынан сөйлейтін өкілдің тілін табу, кеуде қақпай да, кішіреймей де дйттеген деңгейде сөйлесе білген. Қолдан келгенінше терезесі тең қатынас жасай білу, керегі – олар ғана емес, оларға керек екенінді ұқтыра алу – талаптың талабы. Елші үшін қажетті жалпы саясаттың қат-қабат астарына барынша терең үңіліп, алдын ала бәрін көріп, бәрін біліп отыру қабілеті екінің біріне бұйырмаған, қиындықсыз дари қоймайтын үлкен өнер.

Қорытындылай келе айтатынымыз ғасырлар арасын жалғастырып, алтын көпірге айналған қымбат, асыл мұраларымыздың бірі – ол шешендік өнер. Асыл қазынамыз шешендік өнер кешегі мен бүгінді, бүгінмен болашақты сабақтастырған бұл қазынаның орны қашан да ерекшек екені де баршаға аян. Әр мәдениет көрінісінің жарқын келбеті болған шешендік өнердей бай мұраларымызды келер ұрпаққа аманаттау әрқайсымыздың қасиетті борышымыз. Қазіргі шешендік өнер қазақ халқының ұлттық мәдениетімен біте қайнасып, ұрпақтар сабақтастығымен жаңару мен жаңғырудың жаңа көркемдік биігіне шығуы дәстүр өзегінің өміршеңдігіне иландырады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Адамбаев Б. Қазақ шешендері. – Алматы: Білім, 2008.
2. Қасабек А., Раев Д. Шешендік өнер – Дәстүрлі құбылыс. Ақиқат. – 2000. № 4. – 49 б.
3. Негимов С. Шешендік өнер. – Алматы, 2009.
4. Мұсаұлы Ж. Қазақ шешендік өнері. – Көкшетау, 2004. 159 б.

УДК 629.113.004

Н.А. АУБЕКЕРОВ, к.т.н., профессор,
А.С. НАРМАТОВ, магистрант,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТТиЛС

Работа трения фрикционных накладок сцепления

Ключевые слова: автомобиль, эксплуатационная надежность, производительность, сцепление, фрикционные накладки, работа трения, износ

Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение надёжности автомобилей. Решение этой проблемы, с одной стороны, обеспечивается автомобильной промышленностью за счёт выпуска более надёжных автомобилей, с другой – совершенствованием методов технической эксплуатации автомобилей.

Эксплуатационная надёжность автомобилей определяется надёжностью их составных элементов. Поэтому одним из эффективных путей повышения надёжности автомобилей и их составных частей является разработка и применение объективных методов прогнозирования возможных эксплуатационных отказов их деталей, «критических по надёжности». Такие методы позволяют повысить надёжность объектов предупреждением (устранением) их возможных отказов на линии, т.е. дорожных отказов за счёт проведения своевременных (в межсменное время или др.) профилактических мероприятий. Таким образом, становится очевидной возможность заметного улучшения технических (повышение производительности автомобиля из-за снижения, т.е. сокращения простоев в ремонте) и экономических (снижение себестоимости перевозок за счёт уменьшения затрат на поддержание надёжности автомобиля) показателей работы автомобилей [1,2].

Для прогнозирования предотказного состояния, а следовательно, и возможных отказов агрегатов, механизмов и систем автомобилей необходимо оценивать эксплуатационные повреждения их деталей, критических по надёжности, за каждый выполненный пробег.

Степень повреждения деталей при этих пробегах неодинакова, так как они могут осуществляться в различных условиях эксплуатации. Накопленные повреждения деталей позволяют прогнозировать их долговечность по степени приближения к предельно допустимым, т.е. предотказным состояниям.

Одним из основных агрегатов трансмиссии современных автомобилей является фрикционное сцепление (ФС). Долговечность сцепления оценивается износостойкостью фрикционных накладок ведомого диска. Для сложившихся условий экс-

плуатации можно допустить, что износ фрикционных накладок ведомого диска сцепления зависит от работы трения на их рабочих поверхностях при буксовании сцепления во время его включения и выключения. Работа трения фрикционных накладок определяется режимом работы сцепления. Поэтому объективным является метод оценки эксплуатационных повреждений (износов) ведомого диска с учётом действительных режимов и условий работы автомобиля, которые определяют работу трения ФС.

Результаты исследований показывают, что ограниченность ресурса ФС связана с тем, что расчёты при проектировании ведутся без учёта взаимосвязанных динамических, тепловых и фрикционных процессов, возникающих на парах трения.

По теории, расчёту и испытаниям ФС выполнено значительное число работ. Однако, как справедливо отмечается в работе [3], большое количество несистематизированных публикаций по определению работы трения в этих исследованиях недостаточно учитывают взаимосвязанные динамические, тепловые и фрикционные процессы, возникающие на парах трения ФС. В этой связи представляют интерес результаты широких и глубоких исследований сцепления транспортных и тяговых машин [3], где отмечается, что анализ осциллограмм показал возможность сведения условий работы сцепления к следующим четырем характерным режимам: наиболее распространённые условия эксплуатации большинства автомобилей; резкое включение ФС; плавное включение ФС; тяжёлые условия эксплуатации.

Для каждого из этих режимов предложены расчётные формулы для определения работы трения с точностью метода в пределах $\pm 20\%$ для первого режима; от -15% до $+28\%$ для второго режима; от -10% до $+32\%$ для третьего режима; от -24% до $+20\%$ для четвертого режима. Как видно, эти результаты свидетельствуют о сложности обеспечения достаточного уровня точности определения работы трения с учётом действительных взаимосвязанных динамических, тепловых и фрикционных процессов, возникающих на парах трения ФС.

Износ фрикционных обшивок сцепления про-

исходит вследствие работы трения при буксовании дисков. Худшим случаем буксования сцепления считается трогание автомобиля с места, когда продолжительность буксования максимальна [3].

В этой связи одним из показателей нагруженности сцепления на стадии проектирования является удельная работа буксования (трения), определяемая по формуле:

$$\alpha_6 = \frac{A_T}{S_f} = \frac{4A_T}{(\pi z_f (D^2 - d^2))}, \quad (1)$$

где A_T – работа трения сцепления при трогании автомобиля с места;

S_f – суммарная поверхность фрикционных обшивок;

z_f – число поверхностей трения (равно 2 для однодискового и 4 для двухдискового сцепления);

D и d – соответственно наружный и внутренний диаметры фрикционных обшивок.

Однако работа A_T не может быть распространена на все пользования сцеплением, так как большая часть их относится не к троганию, а к переключениям передач, буксование сцепления при которых значительно меньше буксования при трогании.

Отождествляя приближенно отношение работ буксования при трогании и переключении с отношением продолжительности этих процессов a и считая, что количество троганий составляет c в долях от общего количества пользований сцеплением n_i , профессор Н.А. Яковлев предложил определять суммарную работу трения за пробег S_i по выражению:

$$A_{Si} = A_{Ti} n_i \left(c + \frac{1-c}{a} \right). \quad (2)$$

При наличии данных о количестве троганий n_T и переключений передач $n_{пп}$ за пробег S_i суммарная работа буксования

$$A_{Si} = A_{Ti} \left(n_T + \frac{n_{пп}}{a} \right). \quad (3)$$

Следовательно, износ ведомого диска сцепления за пробег S_i в рассматриваемых условиях эксплуатации

$$t_{gi} = A_{Si} t_1 = A_{Ti} \left(n_T + \frac{n_{пп}}{a} \right), \quad (4)$$

где t_1 – удельный износ фрикционных поверхностей ведомого диска сцепления, $\text{мк}/(\text{Дж} \cdot \text{см}^2)$.

Как видно из выражения (4), для определения износа за рассматриваемый пробег автомобиля необходимо иметь данные о количестве пользований сцеплением при троганиях автомобиля и переключениях передач, а также работе трения сцепления при трогании автомобиля с места.

Количество пользований сцеплением с учетом типа автомобилей и характерных условий их эксплуатации установлены экспериментально, а работа буксования сцепления при трогании авто-

мобиля определяется расчётным методом.

Из вышеизложенного следует, что срок службы сцепления определяется работой буксования (трения) его дисков при трогании автомобиля с места, которая в общем случае равна

$$A_T = \int_0^{\tau} M_c(t) \cdot (\omega_1 - \omega_2) \cdot dt, \quad (5)$$

где τ – продолжительность буксования сцепления;

ω_1, ω_2 – угловые скорости соответственно ведущих и ведомых дисков;

$M_c(t)$ – момент трения сцепления, изменяющийся во времени от нуля до максимального значения при включении сцепления по сложной, не поддающейся достаточно точному описанию зависимости.

Как отмечалось выше, метод определения работы трения должен учитывать действительный режим использования сцепления и сложившиеся условия эксплуатации автомобиля. С этой целью для практических расчётов A_T может быть использована следующая формула [4]:

$$A_T = \frac{0.5 I_a \omega_i^2 M_{cmax}}{M_{cmax} - M_{\psi}}, \quad (6)$$

где I_a – момент инерции приведенного к коленчатому валу двигателя маховика, заменяющего поступательно движущуюся массу автомобиля;

M_{cmax} – максимальный крутящий момент двигателя;

M_{ψ} – момент сопротивления движению автомобиля, приведенный к валу двигателя.

Момент инерции поступательно движущейся массы автомобиля, приведенный к коленчатому валу двигателя

$$I_a = \frac{Gr_k^2}{g u_0^2 u_k^2}, \quad (7)$$

где G – вес автомобиля;

r_k – радиус качения колеса;

u_0, u_k – передаточные числа, соответственно коробки и главной передач автомобиля.

Угловая скорость коленчатого вала двигателя для автомобилей соответственно с карбюраторным двигателем и дизелем

$$\omega_e = \frac{\omega_M}{3} + 50\pi, \quad \omega_e = 0,75\omega_N, \quad (8)$$

где ω_M, ω_N – угловые скорости коленчатого вала, соответствующие максимальным значениям момента и мощности двигателя.

Момент сопротивления движению автомобиля, приведенный к коленчатому валу двигателя

$$M_{\psi} = \frac{\psi r_k G}{u_T}, \quad (9)$$

где ψ – коэффициент суммарного дорожного сопротивления;

u_T – передаточное число трансмиссии.

Таким образом, предложен объективный метод определения работы трения ФС автомобиля за одно трогание с места и за выполненный пробег с учетом сложившихся условий эксплуатации автомобиля и действительных режимов работы сцепления, которые характеризуются следующими параметрами: весовое состояние автомобиля; дорожные условия; число троганий и переключений сцепления; конструктивные особенности автомобиля. Работа трения позволяет в конечном счете прогнозировать отказы сцепления по степени приближения накопленного износа ведомого диска за все пробеги автомобиля к его предельно допустимой величине.

Данные для индивидуальной оценки износа и прогнозирования возможных отказов сцепления, по степени приближения накопленного износа за все пробеги автомобиля к его предельно допустимой величине, могут быть установлены по данным путевого листа. Для выполнения расчетов по рассмотренной методике также используются техническая характеристика, конструктивные размеры соответствующих деталей и сцепления рассматриваемого автомобиля.

Для возможности практического использования методики в условиях эксплуатации при отсутствии вычислительной техники нами разработаны специальные расчетные номограммы для определения: момента сопротивления движению автомобиля при трогании, приведенного к валу сцепления; приведенного момента инерции автомобиля; работы буксования сцепления при трогании автомобиля с места и за 1 км пробега; износа ведомого диска сцепления за пробег; накопленного износа ведомого диска.

В качестве примера приведены расчетные таблицы 1, 2 и построенные по ним номограммы на рисунках 1, 2 для определения момента сопротивления движению автомобиля при трогании, приведенного к валу сцепления; приведенного момента инерции автомобиля ЗИЛ-431410 в различных условиях эксплуатации.

Вывод. В статье предложен объективный метод определения работы трения фрикционного сцепления автомобиля за одно трогание с места и за выполненный пробег, который позволяет оценивать износ ведомого диска и отказы сцепления, автомобиля в целом.

Таблица 1 – Приведенный момент сопротивления движению автомобиля M_{ψ} , Нм								
Передачи КП	мг, кг	0	1000	2000	3000	4000	6000	
	Г, Н	44345	54145	63945	73745	83545	103145	
1	ψ	0,02	9,43	11,51	13,6	15,68	17,76	21,93
		0,04	18,86	23,02	27,2	31,36	35,52	43,86
		0,06	28,29	34,53	40,80	47,04	53,28	65,79
		0,08	37,72	46,04	54,4	62,72	71,04	87,72
		0,1	47,15	55,75	68	78,4	88,8	109,65
2	ψ	0,02	17,11	20,89	24,67	28,45	32,23	39,8
		0,04	34,22	41,78	49,34	56,9	64,46	79,6
		0,06	51,33	62,67	74,01	83,35	96,69	119,4
		0,08	68,44	83,56	98,68	113,8	128,92	159,2
		0,10	85,55	104,45	123,35	142,25	161,15	199

Таблица 2 – Приведенный момент инерции автомобиля I_a , кг*м ²						
Передача КП	Масса груза, кг					
	0	1000	2000	3000	4000	6000
Первая	0,511	0,624	0,737	0,85	0,963	1,189
Вторая	1,683	2,055	2,427	2,799	3,171	3,915

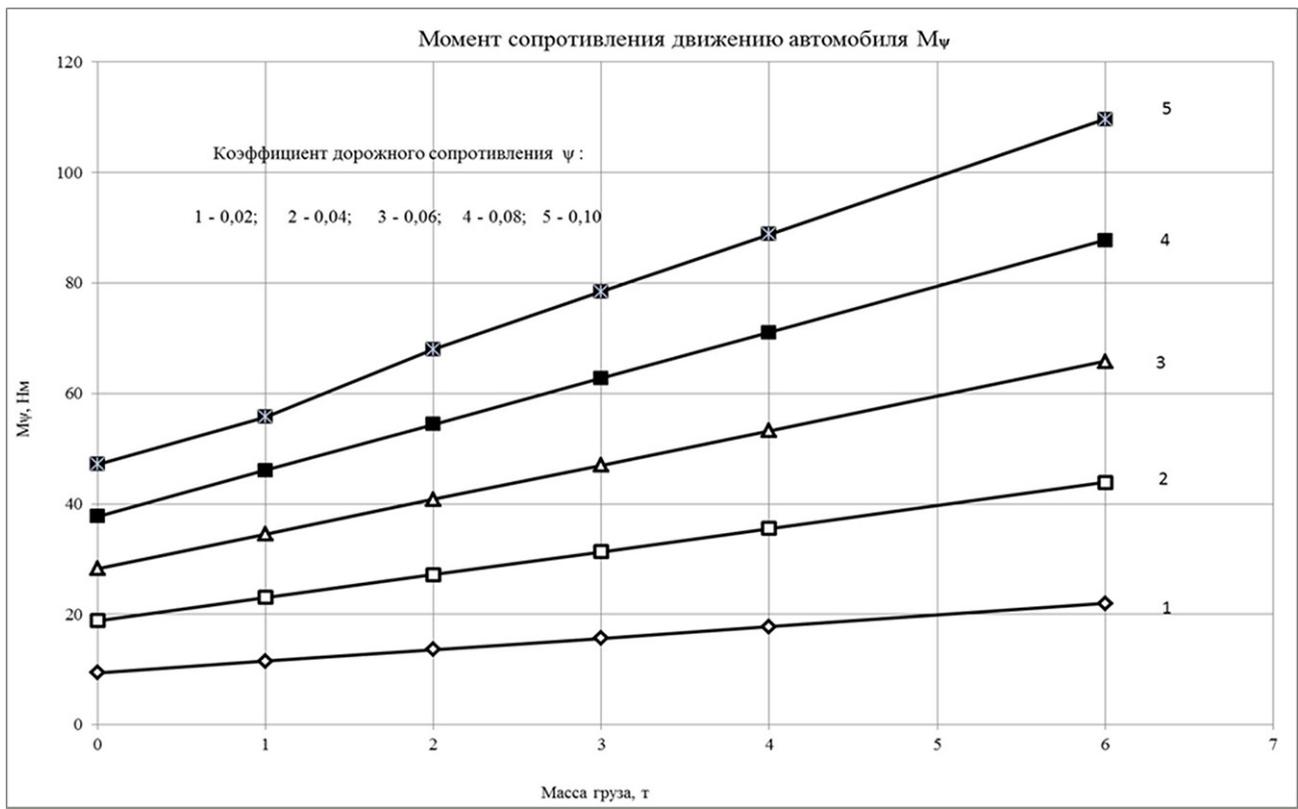


Рисунок 1

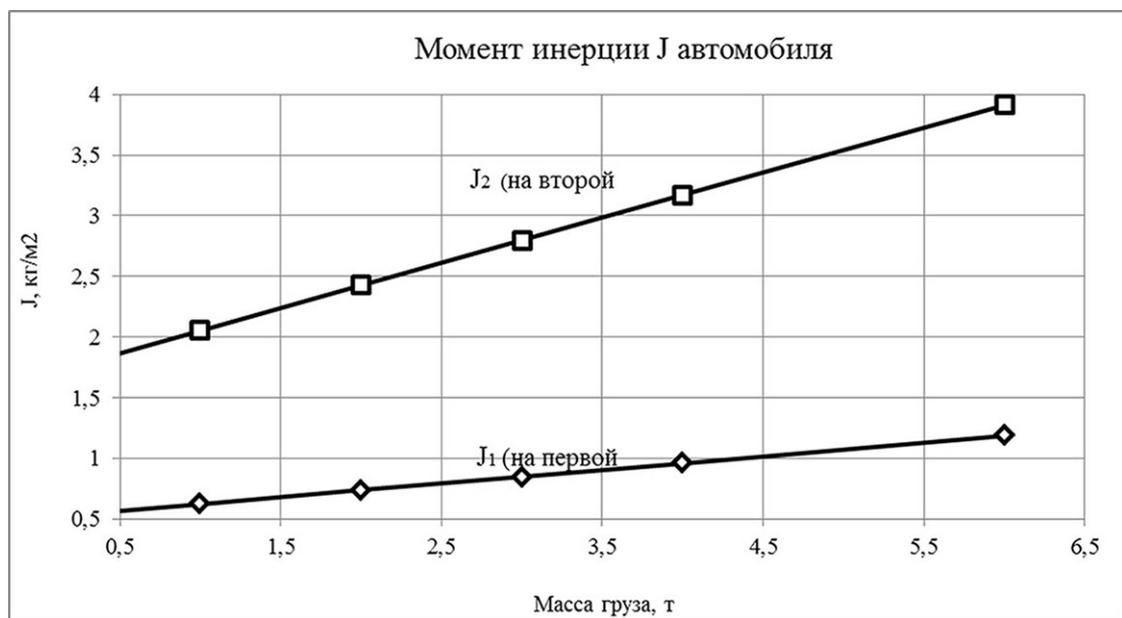


Рисунок 2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубекерова Ж.Н. Индивидуальное прогнозирование эксплуатационной долговечности деталей автомобиля. – Караганда: КарГТУ, 2004. – 84 с.
2. Аубекеров Н.А., Аубекерова Ж.Н., Абатова А.Н. Индивидуальная оценка эксплуатационных повреждений деталей автомобиля // Научно-технический журнал «Автомобильная промышленность». 2014. № 11. С. 18-20.
3. Сцепления транспортных и тяговых машин / И.Б. Барский, С.Г. Борисов, В.А. Галягин и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.
4. Бухарин Н.А., Прозоров В.С., Щукин М.М. Автомобили. – Л.: Машиностроение, 1973. – 504 с.

УДК 666.972.5

Г.М. РАХИМОВА, к.т.н., доцент,
Д.Т. ДАМИЕВ, магистрант,
М.А. ХАН, докторант, преподаватель,
 Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

Возможности и перспективы получения дорожного песчаного бетона

Ключевые слова: песчаный бетон, дорожный бетон, морозостойкость, долговечность, прочность

Увеличение нагрузок на дорожное полотно, связано с резко возросшим числом автомобилей. Вследствие чего возрастает уровень требований, предъявляемых к дорожному полотну. В этом плане хорошо зарекомендовал себя дорожный песчаный бетон. Его преимущества не только в сравнительно невысокой стоимости, но и в сроке службы.

Мировой и отечественный опыт показывает, что дорожные одежды с цементобетонными слоями наиболее целесообразно использовать при интенсивном движении тяжелых транспортных средств, а также на скоростных магистралях городов и даже на тротуарах. Стабильные транспортно-эксплуатационные показатели и высокая долговечность дают им преимущества перед покрытиями, построенными с применением битумных вяжущих. Кроме того, при движении тяжелых грузовых автомобилей со скоростью 90...110 км/ч по цементобетонным покрытиям расходуется примерно на 5...10% меньше топлива, чем по асфальтобетонным [1].

Мелкозернистый песчаный бетон стал предметом систематических исследований около 50 лет назад. Это было обусловлено необходимостью наладить производство железобетона в регионах, где отсутствуют месторождения высокопрочных изверженных пород, а песок является местным, доступным материалом [2]. Получение качественного бетона с использованием местного сырья, как, например, мелкозернистого кварцевого песка, имеет для нашего региона большое значение [3].

Основным расчетным напряжением в дорожных бетонах являются изгибающие, поэтому мелкозернистые (песчаные) бетоны наиболее предпочтительны. К тому же дефицит заполнителей из высокопрочных изверженных пород делают песчаные бетоны приоритетным материалом для дорожных покрытий. Широкие возможности модификации их дисперсными наполнителями из местных пород и промышленных отходов в сочетании с химическими добавками создают основу потенциально высокой технико-экономической

эффективности и конкурентоспособности широкого применения песчаных бетонов в дорожных покрытиях.

Преимущества цементобетонных дорожных покрытий на песчаном бетоне состоят в следующем:

- существенно большая прочность в сравнении с асфальтобетоном;
- стабильность деформативных свойств при изменении температуры;
- рост прочности во времени в течение многих лет эксплуатации (при благоприятных условиях);
- высокая морозостойкость бетона при применении в нем суперпластификаторов и воздуховывлекающих добавок;
- срок службы покрытий до капитального ремонта при высоком качестве строительства и правильной эксплуатации может достигать 50 лет;
- стабильность коэффициента сцепления покрытия с колесами автомобилей, слабая его зависимость от степени увлажнения [4].

Одним из важнейших положительных отличий песчаного бетона является то, что его физико-механические свойства, в отличие от асфальтобетона, практически не зависят от температуры внешней среды и скорости нагружения. При этом прочность на сжатие и растяжение при изгибе увеличивается в течение всего срока эксплуатации, что весьма важно при постоянно возрастающих транспортных нагрузках. Установлено, что прочность бетона в дорожном покрытии в возрасте до пяти лет может увеличиваться в 1,3...1,5 раза по сравнению с проектной прочностью, а в возрасте до 25 лет – до 2 раз (в зависимости от климатических условий) [5, 6].

Существенным обстоятельством, определяющим перспективу развития строительства цементобетонных покрытий, являются ограниченные запасы нефти как основного источника сырья для производства битумов [4], при практически неисчерпаемых (и восполняемых) ресурсах сырья для песчаных бетонов.

Долговечность бетона в покрытиях и основаниях дорожных одежд в значительной степени

определяется тем, насколько структура и свойства бетона соответствуют условиям работы дорожной конструкции в процессе эксплуатации. Она связана с его выносливостью при действии знакопеременных растягивающих и сжимающих напряжений от движущегося транспорта и температурных перепадов окружающей среды, т.е. с прочностью бетона на одноосное растяжение и растяжение при изгибе.

В условиях Казахстана главным фактором агрессивного климатического воздействия на дорожный бетон является попеременное замораживание-оттаивание в присутствии водных растворов хлористых солей-антиобледенителей, особенно хлорида натрия. Воздействие именно хлорида натрия совместно с замораживанием-оттаиванием оказалось наиболее агрессивным по сравнению с другими антиобледенителями. Соответственно, на первый план в обеспечении высокой долговечности цементобетонных покрытий выходит обеспечение надежной, гарантированно высокой морозостойкости бетона.

Увеличению морозостойкости способствует ограничение максимального значения водоцементного отношения и одновременное уменьшение его главной структурной составляющей – цементного камня [5]. По мнению автора [8], морозостойкость дорожного бетона более 300 циклов будет обеспечена, если расход цемента составит более 340 кг на м³, при $V/C < 0,45$ и прочности бетона более 40 МПа.

Кроме того, повышению морозостойкости способствует использование воздухововлекающих добавок. В отличие от подвижных смесей в жестких бетонных смесях «под укатку» практически отсутствует вовлеченный воздух. Это связано с дефицитом жидкой фазы, где почти вся вода затвердения уходит на смачивание поверхности компонентов жесткой бетонной смеси и не остается дисперсионной среды для эмульгирования воздушных пузырьков [7]. Поэтому необходимы добавки других типов для повышения морозостойкости дорожного бетона.

Прочность бетона на сжатие определяет износостойкость цементобетонного покрытия, стойкость бетона к истиранию, скалыванию кромок плит, ударную стойкость бетона, готовность к нарезке швов и раннему открытию движения и др.

Весьма перспективным является применение для дорожных одежд высокоэффективных песчаных бетонов, в составах которых обязательны для применения тонкодисперсные добавки. Высокопрочный бетон обладает низкой величиной водоцементного отношения (не более 0,35). Уровень прочности на растяжение при изгибе высокопрочных бетонов в 1,5...2 раза превышает прочность обычных дорожных бетонов и составляет 6...10 МПа и более [6]. Также высокопрочный бетон отличается практической безусадочностью, обусловленной особенностью химических и физических процессов, происходящих при тверде-

нии бетона с низким $V/C=0,25...0,28$, а также характером распределения в затвердевшем бетоне не вступившей в химическую реакцию воды [3].

Целый ряд достоинств делает песчаный бетон более рациональным для применения, чем равнопрочный крупнозернистый бетон: повышенная способность воспринимать растягивающие напряжения, более высокая призмная прочность, повышенная морозостойкость, водонепроницаемость, лучший товарный вид и др. [7].

Свойства мелкозернистого бетона определяются теми же факторами, что и обычного. Однако цементно-песчаный бетон имеет некоторые особенности, обусловленные структурой, для которой характерны большая однородность и мелкозернистость, высокое содержание цементного камня, отсутствие жесткого каменного скелета, повышенные пористость и удельная поверхность твердой фазы.

Использование в качестве заполнителя только песка вызывает значительное увеличение удельной поверхности заполнителя и его пустотности. Для получения равноподвижных бетонных смесей слитной структуры по сравнению с бетоном на крупном заполнителе требуется на 15...40% увеличивать расход воды и цемента. Поэтому существовавшие ранее жесткие требования по ограничению расхода цемента в бетоне сдерживали применение мелкозернистых бетонов в строительстве [1, 7]. Повышенный расход цемента приводит к увеличению усадки и ползучести мелкозернистых бетонов.

Но мелкозернистость структуры материала обладает рядом достоинств, среди которых можно назвать следующие:

- возможность создания однородной высококачественной структуры без включений крупных зерен иного строения;
- высокая тиксотропия бетонной смеси;
- высокая технологичность – возможность формирования конструкций и изделий методом литья, экструзии, прессования, штампования, набрызга и др.;
- легкая транспортируемость;
- многофункциональность материала, т.е. возможность на определенном цементе и песке только за счет варьирования состава, комплексом добавок и технологическими приемами получить конструкционный, теплоизоляционный, гидроизоляционный, декоративный и другие виды бетонов [2].

В отдельных случаях мелкозернистый песчаный бетон имеет более высокие физико-механические характеристики и долговечность, чем бетон на крупных заполнителях, что позволяет снизить материалоемкость и повысить их эксплуатационную надежность. Повышенная прочность при изгибе к водонепроницаемости позволяет использовать мелкозернистый бетон для дорожных покрытий в районах, где нет хорошего щебня, а, по мнению некоторых авторов, применение высоко-

копрных дорожных бетонов с мелкозернистой структурой наиболее целесообразно для повышения долговечности покрытий. В то же время повышенное абсолютное содержание цементного камня в песчаном бетоне, благодаря значительной пустотности и водопотребности заполнителя, требует решения проблемы оптимизации состава бетона для того, чтобы он был конкурентоспособным в дорожном строительстве.

На свойства бетона оказывает заметное влияние качество песка. Крупность зерен, гранулометрический состав, прочность, качество поверхности и водопоглощение в известной степени определяют плотность и прочность упаковки зерен песка и сцепление с цементным камнем и, следовательно, свойства мелкозернистого бетона [5-7].

Повышенный расход цемента, по сравнению с бетоном на крупном заполнителе, связан, как правило, с применением «случайных» природных песков, в том числе загрязненных, с самой разной гранулометрией.

В настоящее время нет единого мнения о том, какой песок является наилучшим для изготовления конструкций из песчаного бетона и что должно являться критерием качества такого песка.

Большое влияние на прочность мелкозернистого бетона оказывает крупность и зерновой состав песка. Определяющим в этом случае будет плотность упаковки зерен песка и его удельная поверхность. Управление качеством песчаных бетонов за счет оптимизации гранулометрии песка представляется наиболее технически и экономически простым решением. Некоторые исследователи утверждают, что наиболее подходящими и выгодными являются смеси с прерывистым гранулометрическим составом, в котором отсутствуют зерна среднего размера. Другие исследователи: Скрамтаев Б.Г., Попов Н.А., Баженов Ю.М. рекомендуют смеси с непрерывным гранулометрическим составом, справедливо указывая на их экономичность и меньшую склонность к расслоению. Общим для сторонников обеих позиций является то, что целесообразно в таких смесях иметь крупную фракцию (1,25...2,5 мм) в количестве не менее 30%, это также подтверждается исследованиями, выполненными И.Н. Ахвердовым, И.М. Красным, К.И. Львовичем и др. Кроме того, желательна наличие в песке мелкой фракции (0,14...0,3 мм) до 10% общего объема, выполняющей роль наполнителя.

В работе [9] показано, что переход от крупного песка к среднему и мелкому приводит к увеличению водопотребности на 13...15% и к снижению прочности песчаного бетона в возрасте 28 суток на 36...46%. Применение песка, удовлетворяющего требованиям по гранулометрии, позволяет сократить расход цемента в песчаном бетоне на 50...150 кг/м³ либо повысить прочность при сжатии до 100 МПа.

Следует отметить, что на оптимальный зер-

новой состав смеси оказывают влияние форма поверхности песка, способы уплотнения мелкозернистого бетона и его состав, в частности расход воды или водоцементное отношение [1, 4], что необходимо оценивать при внедрении новых технологий, в режимах уплотнения которых определяющим является водоцементное отношение.

Большой интерес представляет совместное использование карбонатных и кремнеземистых наполнителей в виде бинарных наполнителей. Введение в вяжущее нескольких разных по своей природе наполнителей, по ряду свойств дополняющих друг друга, позволит, очевидно, существенно улучшить свойства композиционного строительного материала. В результате анализа литературных данных выявлено, что используемые кварцевые наполнители в составе бинарного отличаются невысокой удельной поверхностью и активностью.

Для интенсивного уплотнения весьма жестких и малосвязных бетонных смесей применяют различные виды формования изделий [7]. По сложившимся представлениям качество уплотнения зависит от контактного давления рабочих органов на уплотняемый материал. Вид, состояние, плотность и прочность исходных сыпучих сред всегда непостоянны как в насыпном виде, так и в процессе уплотнения. Поэтому оптимальное контактное давление, соответствующее пределу прочности сыпучей среды, не может быть точно определено ни заранее, ни в процессе уплотнения. По мнению Королева, разрешить эту проблему можно на основе новых представлений о механизме уплотнения сыпучей среды.

Этот эффект лежит в основе метода особого формования, являющегося развитием методов роликового и радиального формования. Суть эффекта заключается в образовании локальной плотной текучей зоны под жесткой поверхностью, постоянно вдавливающей под себя новые порции уплотняемого материала. При этом, несмотря на постоянное обновление и течение материала в зоне, ее геометрические размеры и плотность материала в ней остаются неизменными [4, 7]. Такой процесс уплотнения можно назвать динамическим уплотнением. Давление нагнетателя на бетонную смесь вызывает в ней сдвиговые деформации, которые освобождают адсорбированную воду на поверхности частиц и способствуют их переупаковке.

Вместе с тем у этого эффекта есть одна важная особенность: «текущий клин» образуется только тогда, когда уплотняемая среда открыта хотя бы с одной стороны. Если же она закрыта отовсюду, то ничего не получится, как бы мы ни старались и какие бы затраты энергии ни несли. При использовании текучего клина частицы не «зажаты» в замкнутой форме, как при традиционном прессовании, и обладают большей свободой. Ничто не мешает им расположиться так, чтобы площадь контактов между ними была максимальной,

а энергия взаимодействия минимальна. Происходит «самоорганизация» сыпучей среды в условиях одностороннего внешнего давления.

Повышенная удельная поверхность песка усиливает роль поверхностных сил, затрудняющих уплотнение смеси и способствующих, в отдельных случаях, агрегированию частиц твердой фазы, что требует особого внимания к уплотнению песчаного бетона и применению приемов, повышающих тиксотропию бетонной смеси, либо использования более интенсивных и эффективных способов внешнего воздействия на бетонную смесь при уплотнении. Одним из таковых является метод зонного нагнетания, рассчитанный на применение весьма жестких и малосвяз-

ных бетонных смесей и позволяющий получать бетоны высокой плотности и прочности. Однако широкому внедрению технологии зонного нагнетания для производства изделий из песчаного бетона необходимо исследование влияния состава и технологических параметров мелкозернистых смесей на свойства бетона, уплотненного зонным нагнетанием.

Исходя из этого можно сделать вывод, что разработка составов высокопрочных и долговечных песчаных бетонов дорожного назначения зависит от качественного и количественного состава бетона, его гранулометрического состава и химического состава применяемых песков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков В.В. Современные методы строительства, ремонта и содержания цементобетонных покрытий автомобильных дорог // Тезисы докладов Международного семинара «Перспективы и эффективность применения цементобетона в дорожном строительстве». М.: Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет), 2002. – С. 9-15.
2. Уткин В.Л. Новые технологии строительной индустрии. – М.: Русский Издательский Дом, 2004. – 116 с.
3. Краснов А.М. Высоконаполненный мелкозернистый бетон повышенной прочности // Строительные материалы. – 2003. – № 1. – С. 8-10.
4. Носов В.П. Цементобетон в дорожном строительстве. Состояние. Проблемы. Перспективы // Тезисы докладов Международного семинара «Перспективы и эффективность применения цементобетона в дорожном строительстве». М.: Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет), 2002. – С. 5-9.
5. Вайншток Л.В. Практика ЦДС по строительству дорожных и аэродромных цементобетонных покрытий // Тезисы докладов Международного семинара «Перспективы и эффективность применения цементобетона в дорожном строительстве». М.: Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет), 2002. – С. 27-31.
6. Подмазова С.А. Проектирование составов бетона для транспортных сооружений // Бетон и железобетон – пути развития. Научные труды 2-й Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону. Том 1. Пленарные доклады. М.: Дипак, 2005. – 440 с.
7. Гридчин А.М., Лесовик Р.В., Елистракин М.Ю., Ворсина М.С. Повышение эффективности строительства автомобильных дорог с использованием техногенного сырья // Бетон и железобетон – пути развития. Научные труды 2-й Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону. Том 1. Пленарные доклады. М.: Дипак, 2005. – 440 с.

Б.Б. БАЖАНОВ¹, ПТО аға инженері,
Ж.М. БАТЫРШАЕВА², докторант, аға оқытушы, МІЖГ кафедрасы,
Н.Б. БАХТЫБАЕВ², т.ғ.к., доцент, ПҚКОӨ кафедрасы,
Е.С. САКЕНОВ², магистрант,

¹ТОО НПП «Интеррин»,

²Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

Ашық кеніштегі контурлы жару технологиясының негізгі аспектілері

Кілт сөздер: кеніш, кертпеш, жобаланған пішінге келтіру, тұрақтылығы, тау-кен жыныстар сілемі, бұрғылап-жару жұмыстары, бұзылу, контурлы жару

Тау-кен жұмыстарын бұрғылап-аттыру әдісімен жүргізу кезінде шекті контурда сілемнің тұрақтылығын қамтамасыз ету контурлық аймақта бұрғылап-жару жұмыстарының арнайы технологияларының және түрлі әдістермен контурлы жару арқылы жүзеге асырылады. Кеніш үшін контурлы жару маңыздылығы үш негізгі топтарға бөлінеді:

- маңызды аспектілердің бірі болып – қызметкерлер мен жабдықтардың қауіпсіздігі;

- кертпештердің жоғарғы жиектерінің шамадан тыс бұзылуы, кенеттен опырылып құлауы қауіпсіздікке әсер етуі;

- тау жыныстарының шамадан тыс алынуы, қорғаушы берманың опырылып түсуі.

Кеніш кертпештерінің тұрақтылығын ұзақ мерзім бойы қамтамасыз етілуі, контурлы жару тәсілінің сапасына байланысты. Бір немесе бірнеше кертпештердің опырылып құлауы, кен өндіруді бірнеше күннен бірнеше айларға дейін тежеп тоқтату мүмкін және кертпештерді қалпына келтіру үлкен шығындарына әкеп соғады.

Кертпештерді жобаланған пішінге келтіру технологиясы аршу жыныстарының көлемін азайту мақсатында кертпеш қиябетінің бұрышын арттыру және тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамсыздандыру үшін контур маңындағы сілем тұрақтылығын сақтауды көздейді. Кертпештерді жобалық пішінге келудегі беткей тұрақтылығының жоғарғы дәрежеде қамтамасыз ету үшін орындалатын жұмыстар 1-суретте көрсетілген.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарын геологиялық қамтамасыз ету жалпы жағдайда аймақтың геологиясы бұрғылап-жару жұмыстарын жүргізу шарттарының, сондай-ақ әрбір кертпештің жеке және тұтас сілемнің ұзақ мерзімді тұрақтылығының өзгеру сипатын анықтайтын бастапқы және неғұрлым маңызды фактор болып табылады. Геология факторын табиғи сипатына байланысты өзгертуге болмайтын бірден-бір фактор. Мүмкіндігінше жыныс сілемін неғұрлым толық зерттелсе

және жұмыс өндірісінің әр түрлі аймақтарында, әсіресе кеніштің жобаланған пішінге келтіруінде оның нақты жағдайы туралы барынша шынайы ақпарат алынуы, соңында осы аймақтың жағдайы кертпеш еңісінің шекті бұрыштары, сондай-ақ жыныстардың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз ету шарттары да анықталады.

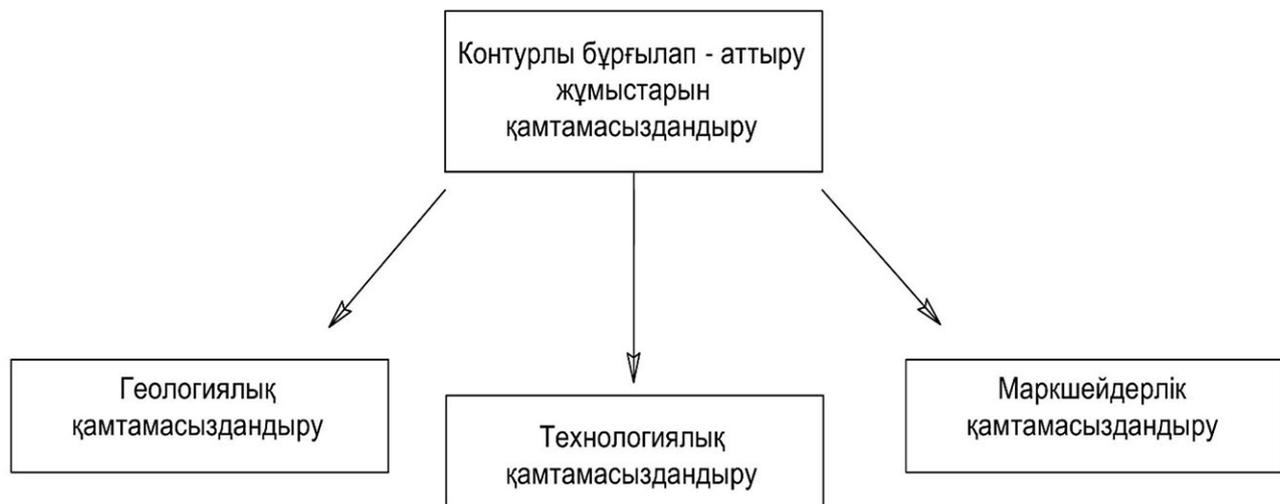
Осыған байланысты кеніштің жобаланған пішінге келтірудегі технологиялық жарылыстарды жобалаудың ең маңызды элементі, негізгі жарылысты жүргізу аймағында және жарылатын аймақтарға іргелес жарылыстардың жыныс сілемінің нақты жай-күйі мен құрылымдық ерекшеліктерін есепке алу болып табылады. Бұл жарылатын жыныстың сапалы ұсақталуын қамтамасыз ету және қалыптасатын кертпештердің техногендік бұзылуларын минимумға дейін төмендету ғана емес, сонымен қатар басқа деңгей-жиектердің кертпештерінде деформациялардың жиналуын болдырмайтын жағдайларды сақтау, тұрақсыз аймақтардың қалыптасуы және олардың болжанбаған опырылуын тудыруы қажеттілігімен байланысты.

Көрсетілген талаптар тікелей жарылатын аймақтың сілемін, сондай-ақ оған жақын аймақтарда орналасқан кертпештен жоғары және төмен аймақтарды толық зерттеу негізінде орындалуы мүмкін. Мұндай зерттеудің нәтижесі деректер көрсетілген толық геологиялық сипаттама болуы тиіс:

- беріктігі көрсетілген жыныстардың барлық петрографиялық түрлерінің таралу шекаралары;

- бұзылулар мен тектоникалық жарықтар, олардың ұзындығы мен жату элементтері (созылу азимуты, құлау бұрышы), айқын көрінген жарықтардың негізгі жүйелері (қалыптасатын кертпештің еңіс бұрышын анықтайтын жарықтарды ерекше бөле отырып) және олардың жату элементтері (созылу азимуты, құлау бұрышы), аршу дәрежесі, толтырғыш түрі;

- жарылатын кертпештерді жобалық қалпына



- жыныстардың таралу шекарасы
- жыныстың қаттылығы
- жыныстың жарықшақтығы
- жыныстардың таралу элементтері
- жыныс түрлері
- сулану дәрежесі т.б.

- бұрғылау құрылғысы
- жару технологиясы
- бұрғылау параметрлері
- жарылғыш заттың түрі т.б.

- жарылу аймағының геометриясы
- жарылу аймағының көлемі
- жарылу аймағының биіктіктері
- бұрғылау ұңғымаларының параметрлерін қадағалау
- кеніште ұңғыны бұрғылау орнын көрсету т.б.

1-сурет – Бұрғылап-аттыру жұмыстарын қамтамасыздандыру

келтіру кезінде сырғу жазықтығын қалыптастыра алатын екі және одан да көп жоғарырақ орналасқан кертпештердің ірі масштабты құлау, себебі болатын құрылымдық біртектіліктің болуы;

- жарылатын кертпештерде де, жоғарыда жатқан кертпештерде де суланған аймақтардың болуы; сулану сипаты.

Аталған сипаттаманың негізінде жыныстардың петрографиялық түрлерінің нақты таралу шекаралары және олардың беріктік қасиеттері, анықталған жарықтар жүйелері, сулану дәрежесі әртүрлі аймақтарында көрсетіле отырып, жарылатын аймақтың кеңістіктік геологиялық моделінің салынуы мүмкін болады. Осы үлгіге негізделе отырып, жарылу аймағының жобаланған пішінге келгенін түсіргеннен кейін, жарылыстан кейін құлап кету тұрғысынан қауіпті болуы мүмкін кертпештің аймақтары анықталуы керек. Нақты деректер моделін құру қажеттілігі туындаған жағдайда жетіспейтін құрылымдық ерекшеліктері нақты анықталады және нақтыланған геологиялық модельге қайта талдау жүргізіледі, мұндай талдаудың тиімділігі мен жеделдігін арттыру үшін толық геологиялық сипаттаманың нәтижесінде алынған нақты деректер бойынша кертпештердің орнықтылығын есептеуді орындауға мүмкіндік беретін мамандандырылған компьютерлік бағдарламаларды пайдалану орынды.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету кеніштің жобаланған пішінге келтіру кезінде бұрғылап-жару жұмыстарын жобалау сапасының жоғарғы нәтижесі жарылысқа

жоспарланған блоктың нақты геометриясын, оның жоспардағы контурын, жұмыс алаңындағы биіктік белгілерін, бұрын жарылған жыныстың үйіндісінің және т.б. болуын немесе болмауын есепке алу дәлдігіне байланысты.

Технологиялық жарылысты дайындау кезінде маркшейдерлік жұмыстардың құрамына жоғарыда жатқан кертпеш табанының нақты сызығын, жарылатын кертпеш жиегінің шекарасын, жарылатын кертпештердің жұмыс алаңындағы биіктікке тән белгілерді, бұрын жарылған блоктың нақты шекараларын, жарылған жыныстың ыдырау шекарасын түсіру кіреді. Түсірілім нәтижелері жарылатын аймақтың геологиялық моделіне түсіріледі, бұл жарудың болжамды көлемін анықтауға, жарылатын блок контурының шегінде зарядтарды орналастыру және жару параметрлерін анықтауға, сараланған көзқарасты талап ететін құрылымдық біртекті емес аймақтарды бөлуге, жеке ұңғымалардың орналасу орнын анықтауға мүмкіндік береді.

Жаппай жарылыс жобасы жасалғаннан және бекітілгеннен кейін маркшейдерлік қызмет берманың соңғы жағдайында қалыптасатын жобаланған пішінін, контурлық және негізгі жарылыс ұңғымаларының белгілерін болмысқа шығарады, бұрғылау жобасының орындалу дәлдігін бақылайды, бұрғыланған ұңғымалардың блокта орналасуының нақты параметрлерін түсіреді. Және де, жарылыс жасалғаннан кейін маркшейдерлік қызметі жаңадан жасалған берманың жиегінің нақты орналасуын, жыныстың құлау аймақтарының

түсірісін орындайды. Атылған тау-кен массасын экскавациялау алдында, маркшейдерлік қызмет жынысты өндіру аймағын және жұмыстардың басталу орнын болмысқа шығарады, экскавация процесінде жаңадан құрылған берманың толық тазартылуын және жоспарлануын бақылай отырып, экскавациядан кейін кертпеш табанының нақты сызығын, тереңдіктің жобалық белгісі деңгейінде нақты биіктік белгілері түсіріледі.

Егер тау-кен жынысы кертпештердің төменгі жиегінен артық алынатын болса, онда кертпештерді металл немесе арқанды штангалардың көмегімен жасанды түрде ұстап тұру қажеттілігін тудыруы әкелуі мүмкін, ал шығындар тұрғысынан да, және кен өндіру қарқынының баяулауы өте қымбатқа түседі.

Контурлық жаруды қолдану технологиясы (2-сурет) кеніштің жобаланған пішінге келтіру бойынша орналасқан және кертпештердің еңісінің бұрышына тең бұрышпен бұрғыланған жақындатылған ұңғымаларды жарудан тұрады. Жарылыс кезінде қуатты төмен ЖЗ пайдаланады. Бұрғылап-аттыру жұмыстарының параметрлері нақты тау-кен техникалық жағдайларға байланысты таңдалады.

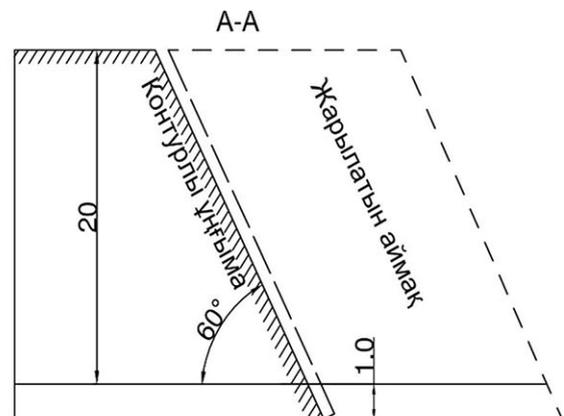
Контурлық ұңғымалардың оңтайлы диаметрі 100-150 мм болса да, қазіргі уақытта негізінен диаметрі 243 мм ұңғымалар қолданылады. Бұл, әдетте, орташа және үлкен қуатты кеніштер кіші диаметрлі бұрғылау станоктарымен жабдықталмағандықтан. Жұмыс істеп тұрған бұрғылау станогымен кіші диаметрлі ұңғымаларды тек қана контурлық жару жұмыстарының көлемі аз және жыныстың қаттылығы орташадан төмен болған жағдайда тиімді.

Контурлық жаруды қолдана отырып, кертпештерде кеңістік жасаудағы негізгі параметрлері ретінде ұңғымалық зарядтардың диаметрі, ЖЗ меншікті шығыны, контурлық қатардағы ұңғымалар арасындағы қашықтық және контурлық

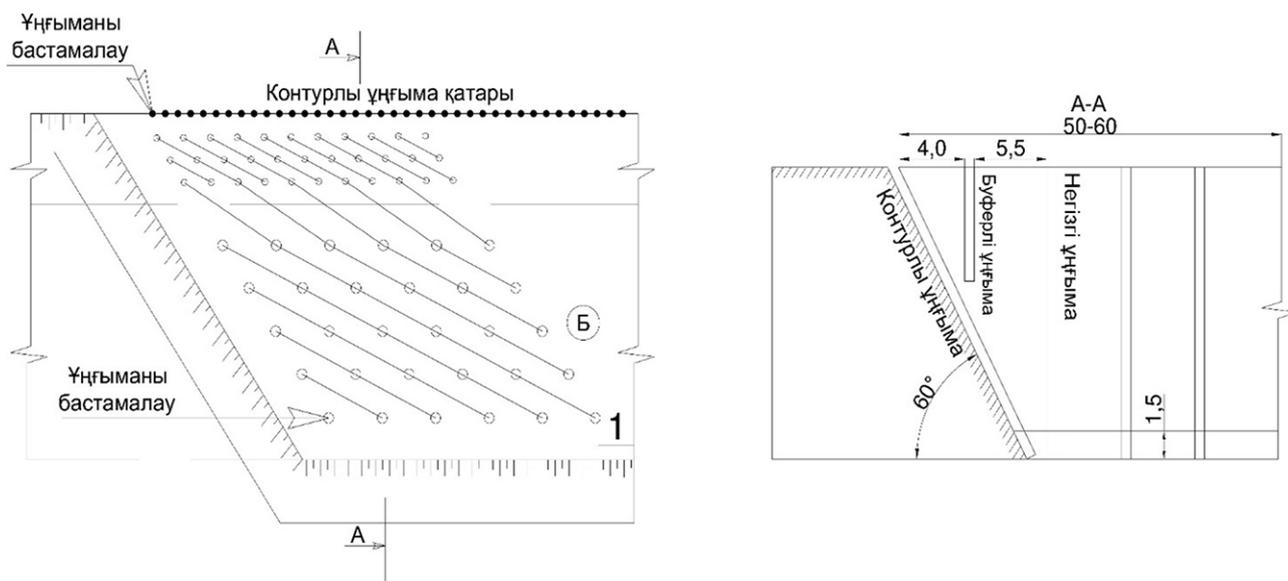
қатардың ұңғымаларынан кен жыныстарының шекаралық көлемін өндірудегі соңғы қатардың ұңғымаларына дейінгі қашықтық болып табылады. Контурлық жару кезінде ұңғыма зарядының оңтайлы диаметрі 100-150 мм, ұңғыма арасындағы қашықтық ұңғыманың диаметріне, тау жыныстарының түріне және ЖЗ үлестік шығынының шамасына байланысты 1,0-1,5-3,5 м. ЖЗ үлес шығыны 1-ден 4 кг/м-ге дейін өзгереді және ЖЗ ретінде диаметрі 32 және 60 мм № 6ЖВ аммонит патрондары, т-400 шашкалары және т.б. қолдануға болады. Контурлық кеңістіктер жарылыс жұмыстары шекараға жақын келгенге дейін немесе негізгі жарылыс жұмыстарымен бір мезгілде орындалуы мүмкін, бірақ бұл жағдайда бірінші кезекте контурлық қатардың ұңғымаларын жарады. Шекаралық кеңістікті алдын ала құру кезінде жарылыс әсерін төмендету үшін оңтайлы көрсеткіштер жобаланған пішінге келтіру және технологиялық жарылыс аймағының арасындағы қашықтық 20-30 м болу керек [1].

Контурлық кеңістігі бар шекаралық сілемдегі динамикалық кернеу 1,5-2 есе төмендейтін болса, онда жарықшақтардың дамуы, сондай-ақ жарықшақтардың ұсақтау аймағынан өтуіне жол берілмейді. Тау-кен жыныстарының контур маңындағы көлемі тік ұңғымаларды жарумен өндіріледі, алайда көлбеу ұңғымаларды қолдану кезінде өте оңтайлы көрсеткіштерге қол жеткізуге болады, себебі бұл ретте төменде жатқан горизонттың кертпеш сілемінің бұзылуы айтарлықтай азаяды, сондай-ақ көлбеу ұңғымаларда ЖЗ зарядының энергиясы ұсақтау аймағында тау-кен жыныстарын ұсақтауға толық пайдаланылғандықтан барлық сілемге жарылыстың жалпы әсері төмендейді.

Ең жақсы нәтижеге детонация контурлық бетке қарама-қарсы бағытта бағыттталатын диагональды секциялық схема бойынша контурлық бөлікте зарядтарды жару кезінде қол жеткізіледі (3-суретте көрсетілген). Контурлық бет кертпештердің



2-сурет – Контурлық жару технологиясы



3-сурет – Диагоналды секциялық схема бойынша жару

барлық биіктігіне ғана емес, оның белгісінен 2-3 м төмен болған жөн.

Кертпешті жобалық қалпына келтіру жұмыстары жылына 5-7 мың метр бұрғылау көлемі бар кеніштерде, сондай-ақ жарылатын аймақтың тау жыныстарының қаттылығы орташадан жоғары болғанда, кен өндіру қарқындылығы азайып тиімсіз болуы мүмкін. Қажетті жұмыс көлемін қысқа мерзімде орындау үшін бұрғылау станоктарының үлкен паркі болуы қажет, бұл үлкен эксплуатациялық шығындарға әкеп соғады.

Кертпешті қалпына келтірудің үлкен жылдық көлемі бар кеніштер үшін қатты қажеттілікке байланысты СБШ-250 тәріздес станоктары бұрғыланған диаметрі 250 мм контурлық ұңғымаларды пайдалану негізінде бұрғылап-жару жұмыстарының технологиясы дайын. Бұрғылап-жару жұмыстарының бұл технологиясы 55-тен 75°-ке дейін жару бұрышы бар қатты тау жыныстарындағы кертпештерді жобалық қалпына келтіру кезінде негізгі болып табылады және басқа кеніштерде табысты қолданылуы мүмкін [1].

Артықшылықтармен қатар үлкен диаметрлі ұңғымаларды пайдалана отырып, қатты тау жыныстарындағы кертпештерді жобалық қалпына келтіру технологиясының бірқатар кемшіліктері бар:

- контурлық жаруды қолдана отырып, жобаланған пішінге келтіруде кертпеш еңісінің биіктігі 27 м-ден аспауы тиіс;
- ұңғыманы станок астына қарай бұрғылауға болмайды;
- кертпештерді жобалық қалпына келтіру кезінде СБШ-250 сияқты қуатты бұрғылау станогын пайдалану тиімсіз;
- 60°-тан кем бұрышпен ұңғыманы бұрғылаудың үлкен күрделілігі;
- ұңғыманың бұрғыланған көлемін ұтымсыз

пайдаланылуы болып табылады.

Әлсіз тау жыныстарымен қалыптасқан кертпеш еңісінің бұрыштары шекаралық жағдайда 45-55° болуы тиіс. Бұл жағдайда сипатталған технология іс жүзінде қолданылмайды, өйткені ұңғымалардың көлбеу бұрыштарында 60°-тан төмен, 1,5-2 есе СБШ-250МН станоктарының өнімділігі төмендейді, олардың жиі сынуы байқалады. Осының салдарынан кертпештерді шығару бойынша жұмыстар қарқыны күрт төмендейді. Жарылыс аймақтары ұзақ дайындалуына байланысты бұрғыланған ұңғымалар көлемінің жоғалуы өседі, бұл жұмыстардың қымбаттауына әкеледі [1].

Осындай тау жыныстарындағы, әсіресе ірі кеніштерде жобалық қалпына келтіру жұмыстарының қажетті қарқынын қамтамасыз ету үшін жоғарыда аталған бұрғылап-аттыру жұмыстарының технологиясын қолдану керек. Оның негізінде кертпеш еңісінің қабылданған шекарасы бойынша ауыспалы тереңдіктегі тік ұңғымаларды жару болып табылады. Бұл технология кезінде ЖЗ зарядтарының массасын реттеу және олардың жарылу кезектілігін басқару бойынша шаралар қабылданғанына қарамастан, сейсмикалық-жару толқындарының тау жыныстарының шекарадан тыс сілемге қарқынды әсер етуі мүмкін. Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін және бұрғылап-аттыру жұмыстарының параметрлеріне қажетті түзетулер енгізу үшін жару сілемінің құрылымдық ерекшеліктерін ескере отырып, кеніш кернеулерінің аймақтарын аудандастыру барлық кеніштерде жүргізілмегендіктен кертпештерді жобалық қалпына келтіру жұмыстары бойынша жұмыс технологиясының тиімділігі төмендейді.

Кеніштегі кертпеш беткейлерінің тұрақты жағдайын қамтамасыз ету үшін, жобалық қалпына келтіру кезінде арнайы технологияларды

қолданудан басқа, сондай-ақ жарылатын ЖЗ зарядтарының сейсмикалық қауіпсіз шамасын және оқталатын бортқа тікелей жақын жерде жүргізілетін жаппай жарылыстардың ең аз зиянды әсерін қамтамасыз ететін зарядтардың жүйесін жарудың тиімді режимін белгілеу қажет.

Контурлық қатардың зарядтарын жару жобаланған пішінге келтіру бойынша бағытталған жарықтар жүйесін алуға мүмкіндік береді, олар сілемнің бір бөлігін кесіп және қосымша ашық бет жасайды. Алдын-ала жасалған кеңістік негізгі жарылыс кезінде сілемнің бұзылуынан сақтайды. Техногенді жасалған кеңістік арқылы жер асты суларының ағысына ықпал етеді [1].

Жоғарғы кертпештерде алдын-ала кеңістік жасау тәжірибесі көрсеткендей, кертпештердің жоғарғы бөлігін жобалық қалпына келтіру кезінде бұрғылау жұмыстарына жұмсалатын шығындар айтарлықтай төмендейді: қатты су басқан және жарылған сілемдерде ұңғымаларды бұрғылау бойынша өндірістік емес шығындар азаяды; кертпештердің табаны бойынша ең төмен кедергі сызығы азаяды; ұңғымадан ЖЗ-ды шаю, сағалардың қатып қалуы және қатты су басқан сілемдерде ұңғымалардың түптік бөлігі саздан бітелуі болмайды; төменгі бөлігі су басқан сілемдерде 14-15%-ға қымбат тұратын суға төзімді ЖЗ үлестік қолданылуы төмендейді және осының есебінен қарапайым суға төзімді емес ЖЗ-пен алмастыруға болады [2].

Кертпештерді жобалық қалпына келтіру СБШ-250МН станоктарымен, әдетте, 60° немесе 75° бұрышпен жүргізіледі. Контурлық зарядтар ретінде диаметрі 90 мм 6ЖВ аммонит патрондарының детонациялайтын баудың екі жібі және жіппен бекітілген және бірқалыпты (1,0 м сайын) гирляндтарды немесе ЗКВГ-60 зауытта жасалған гирляндты зарядтар немесе ШЗ-4 шлангты зарядтар қолданылады. Зарядтарды детонациялау ДЖ немесе баяулаудың бір сатылы детонаторларының көмегімен жүзеге асырылады [2].

Кеніштердің мамандары жоғары сапаға қол

жеткізу мақсатында, контурлық ұңғымаларды зарядтаудың әр түрлі нұсқаларын әзірлеуде, олардың арасындағы ең оңтайлы қашықтықты іздестіруде. Алайда, ұйымдастырушылық-техникалық және басқа себептеріне байланысты жұмыстар әрдайым табысты болмайды. Кей жағдайларда алдағы жарылыс жұмыстары өтетін аймақты геологиялық сипаттамасы толық болмайды, бұл кеніштің жобаланған пішінге келтіруде жаппай жарылыс жобалауды да, оның нәтижелерін болжауды да күрделендіреді. Мұндай жағдайларда жақсы нәтижеге жету қиын екені анық [2].

Бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізудің отандық ғана емес, шетелдік тәжірибесі жарудың ең тиімді параметрлері, әдетте, тәжірибелі жолмен («жарылыстың артында») таңдалатынын көрсетеді. Эмпирикалық әдіс әрдайым қажетті нәтижелер әкелмейді, өйткені жаңа аймақтарға көшумен жыныстардың қасиеттері айтарлықтай өзгеруі мүмкін және жарылыс нәтижесі күтілгендей болмайды. Бұл жаңа түзетулер енгізуді талап етеді, олардың тиімділігі келесі жарылыс кезінде ғана айқын болады. Әрине, эмпирикалық тәсілде белгілі бір тәжірибе жинақталатыны сөзсіз, бірақ бұл жағдайда әрбір технологиялық жарылыс тәжірибелі, тиісті есептік негіздемесіз болуы мүмкін.

Сынамалар мен қателерді болдырмау, тәжірибелік жарылыстардың санын азайту және жұмыс аймағында да, жобаланған пішінге келтіруде жаппай жарылыстарды сенімді түрде жобалау және контурлық ұңғымаларды орналастырудың барлық қажетті параметрлерін, олардың оқталуы мен жарылуын қамтитын есептік әдістемелер болған кезде ғана мүмкін болады. Әрбір есептік жағдай теориялық тұрғыдан негізделуі және тәжірибелік немесе эксперименталдық деректермен расталуы тиіс. Бұдан басқа, өндіріс жағдайында іс жүзінде пайдалануға арналған есептік формулалар қарапайым, әдеттегі калькулятор үшін қолжетімді және сонымен бірге сенімді нәтижені қамтамасыз етуі тиіс [3].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кузнецов Г.В. Внедрение эффективных методов заоткоски уступов бортов карьеров в скальных породах // Горный журнал. – 2000. – № 12. – С. 18-19.
2. Шкляев А.Н., Маслов А.Г., Коротан А.М. Опыт ведения буровзрывных работ на разрезе «Междуреченский» // Уголь. Февраль, 2000. – С. 39-40.
3. Фокин В.А. Развитие теории проектирования буровзрывных работ на предельном контуре карьера: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Апатиты, 2005. – С. 93.

РЕЗЮМЕ

УДК 378:55. ПАК Ю.Н., ПОРТНОВ В.С., ПАК Д.Ю., ПОНОМАРЕВА М.В. **Проблемы обеспечения качества подготовки специалистов для геологоразведочной отрасли.** В концепции Госпрограммы развития геологической отрасли актуализируются задачи по улучшению геологической изученности Казахстана, устойчивому восполнению минерально-сырьевой базы и кадровому обеспечению отрасли, в том числе в области передовых методов геофизических исследований. Невысокая эффективность образовательных реформ, недостаточное бюджетное финансирование высшей школы и неконкурентоспособный уровень оплаты труда ППС отмечаются как важнейшие факторы, не способствующие обеспечению высокого качества подготовки специалистов. В условиях академической самостоятельности вузов, рамочного характера ГОСО, отсутствия обязательного компонента в циклах базовых и профилирующих дисциплин обостряется проблема сохранения единого образовательного процесса. Результаты анкетирования ППС и экспертов-работодателей подтверждают тезис о повышении эффективности социального партнерства вуз-работодатель в разработке профстандартов в области геологии и геофизики и образовательных программ в формате компетенций. Позитивный синергетический эффект такого стратегического партнерства возможен на принципах взаимовыгодности, долгосрочности и высокой ответственности заинтересованных сторон.

УДК 004.048. ЛА Л.Л., КОЖАНОВ М.Г., КАЙБАСОВА Д.Ж. **Анализ методов проектирования образовательных программ в условиях новых образовательных стандартов Республики Казахстан.**

Рассмотрены основные подходы и методы решения проблем, возникающих при проектировании образовательных программ (ОП). Описаны различные методы: экспертные оценки для организации экспертного опроса и обработки результатов опроса, использованные при проектировании ОП; теория графов для построения эталонного ОП и его дальнейшая оптимизация; оперативные исследования для формирования критериев аддитивной оптимизации. Использование этих методов для решения проблемы разработки учебных программ требует их адаптации и разработки соответствующей методической поддержки. Проведен анализ проблемы проектирования ОП. Рассмотрены методы проектирования ОП. В статье также рассмотрены технология экспертного оценивания, использование аддитивной свертки.

УДК 621.771.014. КРИВЦОВА О.Н., ЕВТУШЕНКО И.Ю., ПАНИН Е.А., КУЗЬМИНОВА Н.Ю., ТЫМЧЕНКО А.А., ШОСТИКОВА А.М. **Технологическая оценка использования смазочно-охлаждающих жидкостей на станах холодной прокатки.**

Рассматривается использование смазочно-охлаждающих жидкостей при холодной прокатке. На непрерывном шестиклетьевом стане «1400» холодной прокатки в условиях ЛПЦ-3 АО «АрселорМиттал Темиртау» в эмульсионной системе используются эмульсолы «Tenol» и «LuberoI». На непрерывном пятиклетьевом стане «1700» холодной прокатки в условиях ЛПЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау» в эмульсионной системе используются эмульсолы «Quakerol 671E» и «Bonderitel-R05573». Данные эмульсолы поставляются на металлургическое производство разными заводами-поставщиками. Осуществлен сбор в ЛПЦ-2

ЭОЖ 378:55. ПАК Ю.Н., ПОРТНОВ В.С., ПАК Д.Ю., ПОНОМАРЕВА М.В. **Геологиялық барлау саласы үшін мамандар даярлаудың сапасын қамтамасыз ету мәселелері.**

Геология саласын дамыту мемлекеттік бағдарламасының тұжырымдамасында Қазақстанның геологиялық зерделенуін жақсарту, минералдық-шикізат базасын тұрақты толықтыру және саланы кадрлық қамтамасыз ету, оның ішінде геофизикалық зерттеулердің озық әдістері саласындағы міндеттер өзекті болып отыр. Білім беру реформаларының тиімділігі жоғары болмауы, жоғары мектепті бюджеттік қаржыландырудың жеткіліксіздігі және ПОҚ-тың еңбекақысының бәсекеге қабілетсіз деңгейі мамандарды даярлаудың жоғары сапасын қамтамасыз етуге ықпал етпейтін маңызды факторлар ретінде белгіленеді. Жоғары оқу орындарының академиялық дербестігі, МЖМБС негіздемелік сипаты жағдайында базалық және бейіндеуші пәндер циклында міндетті компоненттің болмауы бірыңғай білім беру процесін сақтау проблемасын шиеленістіре түседі. ПОҚ және сарапшы-жұмыс берушілердің сауалнамасының нәтижелері геология және геофизика саласындағы кәсіби стандарттарды және құзыреттілік форматында білім беру бағдарламаларын әзірлеудегі ЖОО-жұмыс берушінің әлеуметтік әріптестігінің тиімділігін арттыру туралы тезисті растайды. Мұндай стратегиялық әріптестіктің оң синергетикалық әсері мүдделі тараптардың өзара тиімді, ұзақ мерзімді және жоғары жауапкершілігі қағидаттарында мүмкін болады.

ЭОЖ 004.048. ЛА Л.Л., КОЖАНОВ М.Г., КАЙБАСОВА Д.Ж. **Қазақстан Республикасының жаңа білім беру стандарттары жағдайында білім беру бағдарламаларын жобалау әдістерін талдау.**

Білім беру бағдарламаларын (ББ) жобалау кезінде туындайтын проблемаларды шешудің негізгі тәсілдері мен әдістері қарастырылды. Әртүрлі әдістер сипатталған: сараптамалық сауалнаманы ұйымдастыру және ББ жобалау кезінде пайдаланылған сауалнама нәтижелерін өңдеу үшін сараптамалық бағалау; эталондық ББ құру үшін графтар теориясы және оны әрі қарай оңтайландыру; аддитивті оңтайландыру өлшемдерін қалыптастыру үшін жедел зерттеулер. Бұл әдістерді оқу бағдарламаларын әзірлеу проблемасын шешу үшін пайдалану олардың бейімделуін және тиесті әдістемелік қолдауды әзірлеуді талап етеді. ББ жобалау проблемасына талдау жүргізілді. ББ жобалау әдістері қарастырылған. Мақалада сондай-ақ сараптамалық бағалау технологиясы, аддитивті орамды қолдану қарастырылған.

ЭОЖ 621.771.014. КРИВЦОВА О.Н., ЕВТУШЕНКО И.Ю., ПАНИН Е.А., КУЗЬМИНОВА Н.Ю., ТЫМЧЕНКО А.А., ШОСТИКОВА А.М. **Суықтай илектеу стандартында майлау-салқындату сұйықтықтарын пайдаланудың технологиялық бағалау.**

Суықтай илектеу кезінде майлау-салқындату сұйықтықтарын пайдалану қарастырылады. «АрселорМиттал Темиртау» АҚ ЛПЦ-3 жағдайында үздіксіз алты клеткалы «1400» суықтай илектеу станында эмульсиялық жүйеде «Tenol» және «LuberoI» эмульсолдары пайдаланылады. «АрселорМиттал Темиртау» АҚ ЛПЦ-2 жағдайында үздіксіз бес клеткалы «1700» суықтай илектеу станында эмульсиялық жүйеде «Quakerol 671E» және «Bonderitel-R05573» эмульсолдары пайдаланылады. Бұл эмульсолдар металлургиялық өндіріске әр түрлі жеткізуші-зауыттардан жеткізіледі. «АрселорМиттал Темиртау» АҚ-мен ҚМИУ ынтымақтастық

UDC 378:55. PAK YU.N., PORTNOV V.S., PAK D.YU., PONOMAREVA M.V. **Problems of Quality Assurance of Training Specialists for the Exploration Industry.**

In the concept of the State program of the development of the geological industry, the tasks of improving the geological knowledge of Kazakhstan, the sustainable replenishment of the mineral resource base and staffing of the industry, including those in the field of advanced methods of geophysical research, are being updated. The low efficiency of educational reforms, inadequate budgetary funding of higher education and the uncompetitive salary level of teaching staff are noted as the most important factors that do not contribute to ensuring high quality training of specialists. In the conditions of the academic independence of universities, the framework character of the SES, the absence of the core component in the cycles of basic and major disciplines aggravates the problem of maintaining a single educational process. The teaching staff and expert employers' questionnaire results confirm the thesis on improving the effectiveness of social partnership between the university and the employer in developing professional standards in the field of geology and geophysics and educational programs in the format of competences. The positive synergistic effect of such a strategic partnership is possible on the principles of mutually beneficial, long-term and high responsibility of stakeholders.

UDC 004.048. LA L.L., KOZHANOV M.G., KAYBASSOVA D.ZH. **Analyzing Methods of Designing Educational Programs in New Educational Standards of the Republic of Kazakhstan.**

The basic approaches and methods of solving problems arising in the design of educational programs (EP) are considered. Various methods are described: expert assessments for organizing an expert survey and processing the results of the survey used in the design of the training program; graph theory for constructing a reference EP and its further optimization; operational research to formulate criteria for additive optimization. The use of these methods to solve the problem of the curriculum development requires their adaptation and development of appropriate methodological support. There has been analyzed the problem of designing EP. The methods of designing EP are considered. The article also discusses the technology of expert evaluation, the use of additive convolution.

UDC 621.771.014. KRIVTSOVA O.N., YEVTSUSHENKO I.YU., PANIN YE.A., KUZMINOVA N.YU., TYMCHENKO A.A., SHOSTIKOVA A.M. **Technological Assessment of Using Metal Cutting Fluids in Cold Rolling Mills.**

The use of cutting fluids in cold rolling is considered. On the six-stand continuous cold rolling mill «1400» under conditions of LPC-3 of the ArcelorMittal Temirtau JSC, Tenol and LuberoI emulsols are used in the emulsion system. On the continuous five-stand mill «1700» for cold rolling under conditions of LPC-2 of the ArcelorMittal Temirtau JSC, the emulsion systems «Quakerol 671E» and «Bonderitel-R05573» are used in the emulsion system. These emulsols are supplied to metallurgical production by various suppliers. An array of statistical sampled data was collected at LPC-2 and LPC-3 in accordance with the Memorandum of Cooperation between KSIU and ArcelorMittal Temirtau JSC. There was selected the method

и ЛПЦ-3 массива статистических выборочных данных в соответствии с Меморандумом о сотрудничестве КГИУ с АО «АрселорМиттал Темиртау». Выбор методики по определению коэффициентов трения остановлен на работе А.П. Грудева, где в качестве промежуточного параметра по определению коэффициента трения в очагах деформации используется значение вязкости применяемого эмульсора. Проведена оценка коэффициентов трения в очагах деформации по клетям станов с учётом значений вязкости СОЖ, приготовленных из эмульсоров, поставляемых разными заводами-изготовителями.

УДК 669.1. АХМЕТОВ К.Т., МАГАВИН С.Ш., БЕРДИМУРАТОВА Д.И. **Разделение предварительно восстановленной мелочи хромовых руд.**

Экспериментально изучено влияние продолжительности твердофазной металллизации при 1400°C офлюсованных кварцитом частиц кемпирсайской хромовой руды размером 1...2 мм в смеси с углем на состав и выход металла при последующем жидкофазном разделении продуктов металллизации на металл и шлак при 1850°C. Установлено, что металллизация в течение 2 ч даже при использованной относительно низкой температуре 1400°C позволяет восстановить и извлечь более 80% хрома и более 90% железа, а при металллизации в течение 3 ч степень извлечения обоих металлов достигает 95%. Структура металла, полученного в результате разделения продуктов восстановления, соответствует структуре углеродистого феррохрома. В металле содержатся карбиды $(Cr,Fe)_{23}C_6$ и $(Cr,Fe)_3C_3$ и силициды FeSi, и Cr_3Si , причем с увеличением продолжительности восстановительной выдержки возрастает количество силицидов и содержание железа в них, а карбиды обогащаются хромом. Получаемый в результате разделения шлак по мере роста продолжительности выдержки при обжиге обедняется оксидами железа и хрома; их среднее содержание в случае после твердофазного обжига в течение 3 ч снижается до 0,5 и 2,5% соответственно.

УДК 621.74.04. ЩЕРБАКОВА Е.П., ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., АРИНОВА С.К. **Исследование технологических свойств суспензии для изготовления оболочек при методе ЛВМ.**

В работе представлены результаты исследования технологических свойств суспензии, используемой для изготовления оболочек при методе литья по выплавляемым моделям (ЛВМ). Суспензия содержит кремнезоль, ПАВ, шамотный бой, технологические добавки. Кремнезоль готовится на основе казахстанской глины с высоким содержанием кварца. Суспензия для изготовления оболочек при ЛВМ в реальных условиях должна обладать такими важными технологическими свойствами, как живучесть и седиментационная стойкость. Необходимость контроля и обеспечения этих характеристик на определенном уровне связана с хранением суспензии в реальных производственных условиях. Под седиментационной стойкостью суспензии понимается ее стойкость против расслаивания. Анализ полученных результатов показал, что суспензия предложенного состава обладает хорошей седиментационной стойкостью и живучестью и может храниться не менее 7 дней без потери технологических свойств.

УДК 621.74.04. ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., КУЛИКОВ В.Ю., КВОН Св.С., КОВАЛЁВА Т.В., ЩЕРБАКОВА Е.П. **Составление карты технологического процесса изготовления песчано-смоляных форм с использованием вариативного давления.**

Одним из важнейших технологических процессов, определяющих качество отливок, является изготовление литейной формы. Для исключения прилипания готовой оболочки

туралы Меморандумына сәйкес ЛПО-2 және ЛПО-3 статистикалық іріктемелі мәліметтер массивін жинау жүзеге асырылды. А.П. Грудев жұмысында үйкеліс коэффициенттерін анықтау әдістемесін таңдауға тоқталған, мұнда қолданылатын эмульсол тұтқырлығының мәні деформация ошақтарында үйкеліс коэффициентін анықтау бойынша аралық параметр ретінде қолданылады. Әртүрлі дайындаушы-зауыттардан жеткізілетін эмульсолдардан дайындалған, МСС тұтқырлығының мәнін есепке ала отырып, станнның клеттері бойынша деформация ошақтарындағы үйкеліс коэффициенттерін бағалау жүргізілді.

ӨОЖ 669.1. АХМЕТОВ К.Т., МАГАВИН С.Ш., БЕРДИМУРАТОВА Д.И. **Алдын ала қалпына келтірілген хром кендерінің ұсақ-түйектерін бөлу.**

Құрамдағы хром кенінің көмірмен қоспадағы мөлшері 1...2 мм және 1850°C кезінде әрі қарай металдану өнімін металл мен қожға сұйықфазалық бөлу кезіндегі металл шығысы Кемпирсай хром кенінің кварцитпен қапталған бөлшектерінің 1400°C кезінде қатты фазалы металданудың ұзақтылығының әсері эксперименталдық зерттелді. 1400°C салыстырмалы төмен температурада кезінде 2 сағат бойы металдану 80% хром және 90% астам темірді қалпына келтіруге және алуға мүмкіндік береді, ал металдануы 3 сағат ішінде екі металды шығару дәрежесі 95%-ға жететіні белгіленген. Қалпына келтіру өнімдерін бөлу нәтижесінде алынған металдың құрылымы көміртекті феррохром құрылымына сәйкес келеді. Металда $(Cr,Fe)_{23}C_6$ және $(Cr,Fe)_3C_3$ карбидтері және FeSi және Cr_3Si силицидтері (Cr,Fe) бар, және де қалпына келтіру ұстамасының ұзақтығын арттырумен силицидтердің саны және ондағы темірдің құрамы артады, ал карбидтер хроммен байытылады. Бөліну нәтижесінде алынатын қож күйдіру кезінде ұстау ұзақтығының өсуіне қарай темір және хром тотықтарымен азаяды; қатты фазалы күйдіруден кейін олардың орташа құрамы 3 сағат ішінде тиісінше 0,5 және 2,5%-ға дейін төмендейді.

ӨОЖ 621.74.04. ЩЕРБАКОВА Е.П., ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., АРИНОВА С.К. **БҰҚ әдісі кезінде қабықшаларды дайындау үшін суспензияның технологиялық қасиеттерін зерттеу.**

Жұмыста балқытылатын үлгілер бойынша құю (БҰҚ) әдісі кезінде қабықшаларды дайындау үшін пайдаланылатын суспензияның технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Суспензия құрамында кремнезоль, ПАВ, шамот, технологиялық қоспалар бар. Кремнезоль құрамында кварц бар қазақстандық саз негізінде дайындалады. БҰҚ кезінде қабықшаларды дайындауға арналған суспензия нақты жағдайларда өміршеңдік және седиментациялық төзімділік сияқты маңызды технологиялық қасиеттерге ие болуы тиіс. Осы сипаттамаларды белгілі бір деңгейде бақылау және қамтамасыз ету қажеттілігі нақты өндірістік жағдайларда суспензияны сақтауға байланысты. Суспензияның седиментациялық тұрақтылығы деп оның ыдырауға қарсы тұрақтылығы түсініледі. Алынған нәтижелерді талдау ұсынылған құрамның суспензиясы жақсы седиментациялық тұрақтылыққа және өміршеңдікке ие және технологиялық қасиеттерін жоғалтпай кемінде 7 күн сақталуы мүмкін екенін көрсетті.

ӨОЖ 621.74.04. ИСАГУЛОВ А.З., ИБАТОВ М.К., КУЛИКОВ В.Ю., КВОН Св.С., КОВАЛЁВА Т.В., ЩЕРБАКОВА Е.П. **Вариативті қысымды пайдалана отырып, күм-шайыр формаларын жасаудың технологиялық процесінің картасын жасау.**

Құймалардың сапасын анықтайтын маңызды технологиялық процестердің бірі құю формасын жасау болып табылады. Дайын қабықтың модельге және модельдік плитаға жабысуын

of determining the friction coefficients by A.P. Grudev, where the viscosity value of the emulsol is used as an intermediate parameter for determining the friction coefficient in the deformation zones. The friction coefficients in the deformation zones of the mill stands were estimated taking into account the values of viscosity of the cutting fluids prepared of emulsols supplied by different manufacturers.

UDC 669.1. AKHMETOV K.T., MAGAVIN S.SH., BERDIMURATOVA D.I. **Separation of Pre-reduced Fines of Chromium Ores.**

The effect of the duration of solid-phase metalization at 1400°C of quartite-fluxed particles of Kempirsai chromium ore 1...2 mm in size with coal on the composition and yield of metal during subsequent liquid-phase separation of metallization products into metal and slag at 1850°C was studied experimentally. It was found that metalization within 2 hours, even at the relatively low temperature of 1400°C, makes it possible to reduce more than 80% chromium and more than 90% iron, and during metalization within 3 hours the degree of extraction of both metals reaches 95%. The structure of the metal obtained by separation of the reduction products corresponds to the structure of carbon ferrochrome. The metal contains carbides $(Cr,Fe)_{23}C_6$ and $(Cr,Fe)_3C_3$ and silicides FeSi and Cr_3Si , moreover, with increasing the duration of the reduction exposure, the amount of silicides and the iron content in them increase, and the carbides are enriched with chromium. The slag resulting from separation, as the holding time increases during firing, is depleted in iron and chromium oxides; their average content in the case after solid-phase firing within 3 hours is reduced to 0.5 and 2.5%, respectively.

UDC 621.74.04. SHCHERBAKOVA YE.P., ISSAGULOV A.Z., IBATOV M.K., KVON Sv.S., KULIKOV V.YU., ARINOVA S.K. **Studying Technological Properties of Suspension for Manufacturing Shells Using the Method of Investment Casting.**

The paper presents the results of studying the technological properties of the suspension used for manufacturing shells by the investment casting method. The suspension contains silica sol, surfactant, fireclay, technological additives. Silica sol is prepared on the basis of Kazakhstan clay with a high content of quartz. Suspension for manufacturing shells in investment casting in real conditions should have such important technological properties as survivability and sedimentation resistance. The need to control and to ensure these characteristics at a certain level is associated with the storage of the suspension in real production conditions. Sedimentation resistance of the suspension is understood as its resistance to delamination. Analyzing the results shows that the suspension of the proposed composition has good sedimentation stability and survivability and can be stored within at least 7 days without loss of technological properties.

UDC 621.74.04. ISSAGULOV A.Z., IBATOV M.K., KULIKOV V.YU., KVON Sv.S., KOVALEVA T.V., SCHERBAKOVA YE.P. **Making Flow Process Chart of Sand-resin Molds Using Variable Pressure.**

One of the most important technological processes that determine the quality of castings is manufacturing the mold. To prevent sticking of the finished shell to the model and model plate, the following release composition was used: wa-

к модели и модельной плите использовали следующий разделительный состав: вода – 100%, мыло хозяйственное – 3-4% (сверх 100%), силикон – 8-10% (сверх 100%). Такая разделительная смесь образует в момент нанесения на горячую модель тонкую, но жаростойкую пленку, которая сохраняется после нескольких съёмов оболочек с моделей. Составляющие перемешивались в емкости с двумя вращающимися стержнями, на которых закреплены лопасти. Смешивание проводилось в течение 30 минут при частоте 120 оборотов в минуту. Такая разделительная смесь позволяет исключить прилипание оболочки, а следовательно, обеспечить высокую частоту поверхности внутренней полости формы, а также высокую прочность, исключить осыпаемость и, как следствие, в дальнейшем засоры литейной формы. Таким образом, уточнены технологические режимы изготовления оболочковых форм в производственных условиях.

УДК 593.3:624.04. ДАНИКИНА Т.С., ДОНЕНБАЕВ Б.С., КУАНОВ И.С. **Влияние изменения толщины стенки неоднородного полого цилиндра на его напряженное состояние.**

В статье проводится исследование напряженного состояния неоднородного полого цилиндра с переменным модулем упругости с учетом изменения толщины его стенки. Цилиндр нагружен внутренним и внешним давлениями. Изменение модуля упругости по толщине стенки цилиндра характеризуется степенной функцией. Коэффициент Пуассона принят постоянным. Приводится аналитическое решение разрешающего уравнения плоской задачи теории упругости неоднородных тел в напряжениях. Для несжимаемого материала напряжения выражены через переменную модуль упругости. Представлены результаты расчетов для напряжений при различных толщинах стенки цилиндра. Показаны особенности распределения напряжений в зависимости от изменения толщины стенки цилиндра и степени неоднородности материала.

УДК 669.141.24. САРКЕНОВ Б.Б., ШӘКӘРІМ Ә.Ж., СЕЙЛОВА С.Т., ӘРІПБАЙ А.С. **Получение уникальных механических свойств углеродистой стали 45.**

В статье представлен один из способов повышения твердости с последующим сохранением пластичности для конструкционных сталей. В ходе научной работы было проведено исследование микроструктуры и свойств углеродистой стали после интенсивной пластической деформации кручением (ИПДК) под высоким гидростатическим давлением. Обусловлена актуальность научно-исследовательской работы и произведен сравнительный анализ с аналогичными методами модификации. В качестве исходной обработки использовали закалку на мартенсит и отпуск с последующей деформацией. В результате ИПДК сформировалась нанокристаллическая феррито-цементитная структура с размерами зерен менее 100 нм. В результате частичной замены твердорастворного упрочнения другими видами упрочнения, наряду с повышением прочности наблюдается и некоторое повышение пластичности стали. Результаты эксперимента указывают на рекордно высокие характеристики соотношений прочности и твердости при сохранении некоторой пластичности.

УДК 622.831. ШПАКОВ П.С., ОЖИГИН С.Г., ОЖИГИН Д.С., ДОЛГОНОСОВ В.Н., ОЖИГИНА С.Б. **Управление состоянием устойчивости внутренних отвалов.**

На примере Шубаркольского угольного разреза представлено решение по управлению состоянием устойчивости внутренних отвалов. Учитывая изменяющиеся горно-геологические условия по глубине и площади разреза, конструирование рабочего профиля внутреннего многоярусного отвала по стадиям его форми-

рование для формирования устойчивого состояния. В статье представлено решение по управлению состоянием устойчивости внутренних отвалов. Учитывая изменяющиеся горно-геологические условия по глубине и площади разреза, конструирование рабочего профиля внутреннего многоярусного отвала по стадиям его форми-

ӨОЖ 593.3:624.04. ДАНИКИНА Т.С., ДОНЕНБАЕВ Б.С., КУАНОВ И.С. **Біртекті емес қуыс цилиндрдің қабырғасы қалыңдығының оның кернеулі күйіне өзгеруінің әсері.**

Мақалада оның қабырғасы қалыңдығының өзгеруін ескере отырып, серпімділіктің ауыспалы модулі бар біртекті емес қуыс цилиндрдің кернеулі күйін зерттеу жүргізіледі. Цилиндр ішкі және сыртқы қысымдармен жүктелген. Цилиндр қабырғасының қалыңдығы бойынша серпімділік модулінің өзгеруі дала функциясымен сипатталады. Пуассон коэффициенті тұрақты қабылданған. Кернеулердегі біртекті емес денелердің серпімділік теориясының жазық есебінің шешетін теңдеуінің аналитикалық шешімі келтіріледі. Қысылмайтын кернеу материалы үшін серпімділіктің айнымалы модулі арқылы көрсетілген. Цилиндр қабырғасының әр түрлі қалыңдықтарында кернеуге арналған есептеулер нәтижелері берілген. Цилиндр қабырғасының қалыңдығының өзгеруіне және материалдың біртектілік дәрежесіне байланысты кернеуді бөлу ерекшеліктері көрсетілген.

ӨОЖ 669.141.24. САРКЕНОВ Б.Б., ШӘКӘРІМ Ә.Ж., СЕЙЛОВА С.Т., ӘРІПБАЙ А.С. **45 Көміртекті болаттың бірегей механикалық қасиеттерін алу.**

Мақалада конструкциялық болат үшін иілгіштікті сақтау арқылы қаттылықты арттыру тәсілдерінің бірі ұсынылған. Ғылыми жұмыс барысында жоғары гидростатикалық қысымда бұрумен қарқынды пластикалық деформациядан (БҚПД) кейін көміртекті болаттың микроқұрылымдары мен қасиеттеріне зерттеу жүргізілді. Ғылыми-зерттеу жұмысының өзектілігі және модификацияның ұқсас әдістерімен салыстырмалы талдау жүргізілді. Бастапқы өңдеу ретінде мартенситке шыңдау және кейіннен деформациямен босату қолданылды. Нәтижесінде БҚПД 100 мкм кем болатын нанокристалды феррито-цементитті құрылым. Қатты еритін беріктілікті басқа да беріктендіру түрлерімен ішінара ауыстыру нәтижесінде, беріктіктің артуымен қатар болаттың икемділігінің біршама жоғарылауы байқалады. Эксперимент нәтижелері кейбір икемділікті сақтай отырып, беріктілік пен қаттылық арақатынасының рекордты жоғары сипаттамаларын көрсетеді.

ӨОЖ 622.831. ШПАКОВ П.С., ОЖИГИН С.Г., ОЖИГИН Д.С., ДОЛГОНОСОВ В.Н., ОЖИГИНА С.Б. **Ішкі үйінділердің тұрақтылық жағдайын басқару.**

Шұбаркөл көмір разрезінің мысалында ішкі үйінділердің тұрақтылығын басқару бойынша шешім берілген. Қиманың тереңдігі мен ауданы бойынша өзгеретін тау-кен-геологиялық жағдайларын ескере отырып, ішкі көп қабатты үйіндінің жұмыс профилін оны қалыптастыру кезеңдері бойынша құрастыру Технологиялық

ter – 100%, laundry soap – 3-4% (over 100%), silicone – 8-10% (over 100%). Such a separation mixture forms a thin but heat-resistant film at the time of application to the hot model, which remains after several removals of the shells from the models. The components are mixed in a container with two rotating rods, on which the blades are fixed. Mixing was carried out within 30 minutes at frequency of 120 rpm. Such a separation mixture allows eliminating the adhesion of the shell, and therefore, ensuring high roughness of the inner cavity of the mold surface, as well as high strength, eliminating crumbling and, as a consequence, further blockage of the mold. Thus, the technological conditions for manufacturing shell molds in production conditions are specified.

UDC 593.3:624.04. DANIKINA T.S., DONENBAEV B.S., KUANOV I.S. **Effect of Changing the Wall Thickness of a Nonuniform Hollow Cylinder on its Stress State.**

The article studies the stress state of a nonuniform hollow cylinder with a variable modulus of elasticity, taking into account changes in the thickness of its wall. The cylinder is loaded with internal and external pressures. The change in the modulus of elasticity along the wall thickness of the cylinder is characterized by power-law function. The Poisson's ratio is assumed constant. An analytical solution of the resolving equation of the plane problem of the theory of elasticity for nonuniform bodies in stresses is presented. For an incompressible material, stresses are expressed through a variable elastic modulus. The results of calculations for stresses with various cylinder wall thicknesses are presented. The features of the stress distribution depending on changing the cylinder wall thickness and the degree of heterogeneity of the material are shown.

UDC 669.141.24. SARKENOV B.B., SHAKARIM A.ZH., SEYLOVA S.T., ARIPBAY A.S. **Obtaining Unique Mechanical Properties of Carbon Steel 45.**

The article presents one of the ways to increase hardness with the subsequent preservation of ductility for structural steels. In the course of scientific work, there was studied the microstructure and properties of carbon steel after intense plastic torsional deformation (IPTD) under high hydrostatic pressure. The relevance of the research work is determined and a comparative analysis is made with similar modification methods. Martensite quenching and tempering followed by deformation were used as initial treatment. As a result of IPTD, a nanocrystalline ferrite-cementite structure was formed with grain sizes smaller than 100 nm. As a result of the partial replacement of solid solution hardening by other types of hardening, alongside with increasing strength, a slight increase in the ductility of steel is also observed. The experimental results indicate record-high characteristics of the ratios of strength and hardness while maintaining some ductility.

UDC 622.831. SHPAKOV P.S., OZHIGIN S.G., OZHIGIN D.S., DOLGONOSOV V.N., OZHIGINA S.B. **Internal Dumps Stability Control.**

On the example of the Shubarkol coal mine, a solution is presented for controlling the state of stability of internal dumps. Given the changing mining and geological conditions for the depth and area of the section, it is proposed to design the working profile of the internal multi-tier dump according to the stages of its formation, taking into account technological factors, followed by a

рования предлагается производить с учетом технологических факторов с последующей обязательной проверкой на устойчивость по ряду разведочных линий исходя из высоты отвала и угла наклона слабого основания отвала. Проверку внутреннего отвала на устойчивость рекомендуется выполнять по графикам, полученным по программе SLABOSN проф. Шпакова П.С. и др. (численно-аналитический способ расчета). Для анализа состояния устойчивости внутренних отвалов, отсыпаемых на слабый контакт малой мощности – почву отработанного угольного пласта, усовершенствованы два варианта расчетной схемы устойчивости откосов (аналитический способ расчета). Представлены результаты расчетов устойчивости откосов для различных значений прочностных характеристик пород внутреннего отвала, выполненные аналитическим способом, для углов наклона основания отвала (слабого контакта) от 0° до 12°. Установлены зависимости и определены уравнения связи изменения предельной высоты устойчивого яруса внутреннего отвала от угла наклона слабого контакта. На основании расчетов устойчивости карьерных откосов, выполненных численно-аналитическим и аналитическим способами, обоснованы параметры устойчивого внутреннего отвала. В результате выполненных исследований разработаны рекомендации по обеспечению долговременной устойчивости откосов отдельных ярусов и внутреннего отвала в целом.

УДК 622.221. МАЛЬЧЕНКО Т.Д., ДЕМИН В.Ф., ХАЛИКОВА Э.Р., КАМАРОВ Р.К. **Обоснование критерия для решения оптимизационных задач, связанных с плановой производительностью карьеров.**

Дано теоретическое обоснование производственной мощности и режима работ карьеров. В раннее проведенных исследованиях было установлено, что методы определения производительности карьеров по горнотехническим факторам предназначены и используются, для конкретных месторождений и соответствующей технологии разработки. Анализ существующих методов определения производительности карьеров показал, что существующие методы имеют разные цели: оценки технико-экономической в данных условиях производительности карьера, экономически эффективного развития предприятия и для сравнения вариантов технических решений по оптимизации технологических процессов и систем. Авторами было проведено обоснование изменения производительности карьеров от потребностей рынка. Также авторами были обоснованы и поставлены цели и задачи оптимизации плановой производительности карьера. Решение задачи носит вероятностный характер формирования фактической производственной мощности карьера, что обусловлено вероятностным характером функционирования звеньев технологического комплекса, который определяется конечной надежностью составляющих звеньев горных машин и других устройств. Авторами получена вероятностная модель формирования фактической производственной мощности карьера.

УДК 504.054, 504.3.054. ЦЕШКОВСКАЯ Е.А., ОРАЛОВА А.Т., ШАЙМЕРДИНОВА А.Б., ОБУХОВ Ю.Д., ЦОЙ Н.К. **Оценка влияния на атмосферный воздух работ по рекультивации нарушенных земель на примере угольного шахты.**

Работа посвящена оценке воздействия на атмосферный воздух работ по рекультивации нарушенных земель бывшей угольной шахты и разработке рекомендаций по нормативам эмиссий в атмосферу. Экологическая оценка заключалась в расчете максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при проведении рекультивационных работ. В статье приведены результаты расчетов по 7 загрязняющим

факторларды ескере отырып, кейиннен үйіндінің биіктігіне және үйіндінің әлсіз негізінің көлбеу бұрышына қарай барлау сызықтарының қатары бойынша орнықтылыққа міндетті түрде тексеру ұсынылады. Ішкі үйіндіні тұрақтылыққа тексеруді SLABOSN бағдарламасы бойынша проф. Шпаков П.С. және т.б. алынған кестелер бойынша орындау ұсынылады (есептеудің сандық-аналитикалық тәсілі). Аз қуатты әлсіз контактіге – өңделген көмір қабатының топырағына төгілетін ішкі үйінділердің орнықтылық жағдайын талдау үшін еңіс орнықтылығының есептік схемасының екі нұсқасы жетілдірілді (есептеудің аналитикалық тәсілі). Ішкі үйінді жыныстарының беріктілік сипаттамаларының әртүрлі мәндері үшін еңістердің орнықтылығын есептеу нәтижелері берілген, аналитикалық тәсілмен орындалған, үйінді негізінің көлбеу бұрыштары үшін (әлсіз байланыс) 0°-тен 12°-ке дейін. Ішкі үйіндінің тұрақты қабатының шекті биіктігінің өзгеруінің әлсіз контактінің еңіс бұрышынан тәуелділік анықталды және байланыс теңдеулері анықталды. Сандық-аналитикалық және аналитикалық тәсілдермен орындалған карьерлік еңістердің орнықтылығын есептеу негізінде тұрақты ішкі үйіндінің параметрлері негізделген. Орындалған зерттеулер нәтижесінде жекелеген қабаттардың еңістері мен жалпы ішкі үйінділердің ұзақ мерзімді орнықтылығын қамтамасыз ету бойынша ұсынымдар әзірленді.

ӨОЖ 622.221. МАЛЬЧЕНКО Т.Д., ДЕМИН В.Ф., ХАЛИКОВА Э.Р., КАМАРОВ Р.К. **Карьерлердің жоспарлы өнімділігімен байланысты оңтайландыру міндеттерін шешу үшін өлшемшартты негіздеу.**

Карьерлердің өндірістік қуаты мен тау-кен жұмыстарының режимін теориялық негіздеу берілген. Бұрын жүргізілген зерттеулерде кен-техникалық факторлар бойынша карьерлердің өнімділігін анықтау әдістері нақты кен орындарына және тиісті игеру технологиясына арналғаны және пайдаланылғаны анықталды. Карьерлердің өнімділігін анықтаудың қазіргі әдістерін талдау қолданыстағы әдістердің әртүрлі мақсаттары бар екенін көрсетті: карьердің өнімділігін осы жағдайларда техникалық қол жетімді бағалау, кәсіпорынның экономикалық тиімді дамуы және технологиялық процестер мен жүйелерді оңтайландыру бойынша техникалық шешімдердің нұсқаларын салыстыру үшін. Авторлар нарық қажеттілігінен карьерлер өнімділігінің өзгеруіне негіздеме жасады. Сондай-ақ, авторлар карьердің жоспарлы өнімділігін оңтайландырудың мақсаттары мен міндеттері негізделген және қойылған болатын. Есепті шешу карьердің нақты өндірістік қуатын қалыптастырудың ықтималдық сипатына ие, бұл тау-кен машиналары мен басқа да құрылғылар буындарының соңғы сенімділігімен анықталатын технологиялық кешен буындарының жұмыс істеуінің ықтималдық сипатына байланысты. Авторлар карьердің нақты өндірістік қуатын қалыптастырудың ықтимал моделін алды.

ӨОЖ 504.054, 504.3.054. ЦЕШКОВСКАЯ Е.А., ОРАЛОВА А.Т., ШАЙМЕРДИНОВА А.Б., ОБУХОВ Ю.Д., ЦОЙ Н.К. **Көмір шахтасы мысалында бұзылған жерлерді қалпына келтіру бойынша жұмыстардың атмосфералық ауаға әсерін бағалау.**

Жұмыс бұрынғы көмір шахтасының бүлінген жерлерін қалпына келтіру бойынша жұмыстардың атмосфералық ауаға әсерін бағалауға және атмосфераға эмиссиялар нормативтері бойынша ұсыныстарды әзірлеуге арналған. Экологиялық бағалау қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу кезінде атмосфераға шығарылатын ластанушы заттардың ең жоғары жерге жақын концентрациясын есептеу болып табылады. Мақалада 7 ластанушы заттар және

mandatory stability check for a number of exploratory lines based on the height of the dump and the angle of inclination of the weak base of the dump. It is recommended to check the internal dump for stability according to the schedules obtained by the SLABOSN program by Prof. Shpakov P.S. (numerical-analytical method of calculation). To analyze the stability state of internal dumps on a weak contact of low power, the soil of the developed coal seam, two versions of the design scheme for stability of slopes (the analytical calculation method) have been improved. The results of calculating stability of slopes for various values of the strength characteristics of the rocks of the internal dump, performed by the analytical method, for the angle of inclination of the dump base (weak contact) from 0° to 12° are presented. Dependences are established and equations of connection are determined for changes in the limiting height of the stable tier of the internal dump from the tilt angle of the weak contact. Based on calculations of the quarry slopes stability made by numerical and analytical methods, the parameters of a stable internal dump are substantiated. As a result of the studies, recommendations have been developed to ensure long-term stability of the slopes of individual layers and the internal dump as a whole.

UDC 622.221. MALCHENKO T.D., DEMIN V.F., KHALIKOVA E.R., KAMAROV R.K. **Justification of the Criterion for Solving Optimization Problems Associated with the Planned Productivity of Quarries.**

Theoretical substantiation of the production capacity and mining mode of quarries is given. In earlier studies, it was found that methods for determining the productivity of quarries by mining factors were designed and used for specific deposits and the corresponding development technology. The analysis of existing methods of determining the quarries productivity shows that the existing methods have different goals: assessing the technically feasible quarry productivity in these conditions, cost-effective development of the enterprise, and comparing the options of technical solutions for optimizing technological processes and systems. The authors conducted a rationale for changes in the productivity of quarries from the needs of the market. The authors also justify and set the goals and objectives for optimizing the planned performance of the quarry. The solution of the problem is the probabilistic nature of the formation of the actual production capacity of the quarry, which is caused by the probabilistic nature of functioning the links of the technological complex, which is determined by the ultimate reliability of the constituent parts of mining machines and other devices. The authors have obtained a probabilistic model for the formation of the actual production capacity of the quarry.

UDC 504.054, 504.3.054. TSESHKOVSKAYA YE.A., ORALOVA A.T., SHAYMERDINOVA A.B., OBUKHOV YU.D., TSOI N.K. **Assessment of Disturbed Lands Reclamation on the Atmospheric Air on Example of a Coal Mine.**

The work is dealing with assessing the effect on the atmospheric air of disturbed lands reclamation of a former coal mine and the development of recommendations on standards for emissions into the atmosphere. The environmental assessment consisted in calculating the maximum surface concentrations of pollutants emitted into the atmosphere during the reclamation work. The article presents the results of calculations for 7 pollutants and their summation groups. The calculations show that when carrying out reclamation

веществам и их групп суммации. Расчеты показали, что при проведении рекультивационных работ не наблюдается превышение ПДК ни по одному загрязнителю. Максимальное значение приземной концентрации создается на границе санитарно-защитной зоны группой суммации «азот диоксид + сера диоксид» и составляет: на площадке №1 – 0,762 ПДК; на площадке №2 – 0,338 ПДК. Проведенные расчеты легли в основу определения размеров санитарно-защитной зоны на период рекультивационных работ – 500 м, как для предприятия II класса. Также на основании данных расчетов разработаны предложения по нормативам эмиссий в атмосферу.

УДК 550.83. ЕСИМХАНОВА Н.Д., ПОРТНОВ В.С., БЕЛЯКОВ С.Н. **Региональные исследования в Казахстане при помощи инновационных геофизических технологий.**

Разработаны рекомендации комплексного использования магнитотеллурических методов при региональных исследованиях. Показано, что глубинные проводящие зоны, направленные из астеносферы к поверхности связаны с месторождениями. Даны примеры таких связей из работ ученых США, Австралии. Установлена их генетическая связь с оруденением на поверхности Земли. Разработаны рекомендации по использованию магнитотеллурических методов для решения геологических задач. Дана методика измерений пяти составляющих магнитотеллурического поля. Приведен пример использования магнитотеллурического зондирования и магнитовариационного профилирования по Геотраверс река Сырдарья – пустыня Кызылкум.

УДК 622.41. МАКАШЕВ Б.К., МЕДЕУБАЕВ Н.А., СЫЗДЫКБАЕВА Д.С. **Исследование зависимости безопасности машин от профессионального уровня водителей.**

Известно, что в связи с проявлениями психологического легкомысленного характера водителей автомобилей возрастает вероятность аварии. Он связан с различными проявлениями. Приведена зависимость безопасности труда при использовании машин от различных факторов. Рассмотрен характер влияния этих факторов на надежность производственного персонала. Выяснилось, что эта зависимость может быть представлена как функция событий. Некоторые результаты исследования по этим вопросам связаны с этими факторами. А определяющим фактором эксплуатационной безопасности транспортной машины является надежность ее водителя, которая зависит и от его психологического состояния.

УДК 622.273. ИГЕМБЕРЛИНА М.Б., СЕИТҰЛЫ Қ. **Оценка геомеханического состояния подработанной территории поселка Жезказган.**

Рассматриваются вопросы, связанные с геомеханическим состоянием Жезказганского месторождения. Описаны причины возникновения движения земной поверхности при повторной подработке. Для увеличения добычи меди при разработке месторождений возникает необходимость разрабатывать все более глубокие горизонты, которые расположены в сложных геологических и неблагоприятных условиях. Рассмотрены основные этапы проведения инструментального контроля по заданным профильным линиям. Произведен анализ по методике закладки профильных линий. Описаны мероприятия по безопасному ведению горных работ. Рекомендуется уделять особое внимание мерам безопасности, включая контроль состояния района подработки.

УДК 504.3.054. АКИМБЕКОВА Б.Б., МАЛЫБАЕВА М.К., ЖОРАБЕК А.А., СҰЛТАНМАХМУТ А. **Оценка снижения вредных выбросов производства в окружающую среду.**

олардың жиынтықтау топтары бойынша есеп айырысу нәтижелері келтірілген. Есептеулер қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу кезінде бір де бір загрязнитель бойынша ШРК-нің асып кетуі байқалмайтынын көрсетті. Жерге жақын шоғырланудың ең жоғарғы мәні санитариялық-қорғау аймағының шекарасында «азот диоксид» + күкірт диоксиді» жиынтығының тобымен құрылады және: №1 алаңда – 0,762 ШРК; №2 алаңда – 0,338 ШРК құрайды. Жүргізілген есептеулер қайта өңдеу жұмыстары кезеңінде санитарлық-қорғау аймағының мөлшерін анықтау негізіне II сыныпты кәсіпорын ретінде 500 м жатады. Сондай-ақ осы есептер негізінде атмосфераға эмиссиялар нормативтері бойынша ұсыныстар әзірленді.

ӨОЖ 550.83. ЕСИМХАНОВА Н.Д., ПОРТНОВ В.С., БЕЛЯКОВ С.Н. **Инновациялық геофизикалық технологиялардың көмегімен Қазақстандағы өңірлік зерттеулер.**

Аймақтық зерттеулер кезінде магнитотеллурические әдістерді кешенді қолдану ұсынымдары әзірленді. Астеносферадан жер бетіне бағытталған тереңдік өткізгіш аймақтар кен орындарымен байланысты екендігі көрсетілді. АҚШ, Австралия ғалымдарының жұмыстарынан осындай байланыстардың мысалдары берілген. Олардың жер бетінде кенденумен генетикалық байланысы орнатылған. Геоологиялық міндеттерді шешу үшін магнитотеллурические әдістерді қолдану бойынша ұсыныстар әзірленді. Магнитотеллурические өрістің бес құрауыштарын өлшеу әдістемесі берілген. Сырдарья өзені-Қызылқұм шөлі Геотраверс бойынша магнитотеллурический адын ала тексеру және магнитовариациялық пішіндеуді пайдалану мысалы келтірілген.

ӨОЖ 622.41. МАКАШЕВ Б.К., МЕДЕУБАЕВ Н.А., СЫЗДЫКБАЕВА Д.С. **Машина қауіпсіздігінің жүргізушілердің кәсіби деңгейіне тәуелділігін зерттеу.**

Машина жүргізушілердің психологиялық ұшқалақтық мінез көріністеріне байланысты апат ықтималдығы артады екені белгілі. Ол әртүрлі көріністермен байланысты. Машинаны пайдалану кезіндегі еңбек қауіпсіздігінің әртүрлі факторларға тәуелділігі келтірілген. Бұл факторлардың өндірістік персоналдың сенімділігіне әсер ету сыныпты қарастырылды. Бұл тәуелділікті оқиғалар функциясы ретінде елестетуге болады екені анықталды. Осы сұрақтар бойынша кейбір зерттеу нәтижелері осы факторларға байланысты. Ал көлік машинасының пайдалану қауіпсіздігінің анықтаушы факторы оның жүргізушісінің сенімділігі болып табылады, ол оның психологиялық жағдайына да байланысты.

ӨОЖ 622.273. ИГЕМБЕРЛИНА М.Б., СЕИТҰЛЫ Қ. **Жезказган кентінің жұмыс істелген аумағының геомеханикалық жағдайын бағалау.**

Жезказган кен орнының геомеханикалық жағдайына байланысты мәселелер қарастырылады. Қайта өңдеу кезінде жер бетінің жылжу себептері сипатталған. Кен орындарын игеру кезінде мыс өндіруді ұлғайту үшін күрделі геологиялық және қолайсыз жағдайларда орналасқан терең горизонттарды әзірлеу қажеттілігі туындайды. Салынған Бейінді желілер бойынша аспаптық бақылау жүргізудің негізгі кезеңдері қарастырылды. Бейінді желілерді салу әдістемесі бойынша талдау жүргізілді. Тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу бойынша іс-шаралар сипатталған. Өңдеу ауданының жай-күйін бақылауды қоса алғанда, қауіпсіздік шараларына ерекше назар аудару ұсынылады.

ӨОЖ 504.3.054. АКИМБЕКОВА Б.Б., МАЛЫБАЕВА М.К., ЖОРАБЕК А.А., СҰЛТАНМАХМУТ А. **Өндірістің зиянды қалдықтарының қоршаған ортаға лақтырыстарын бағалау.**

work there is no excess of MPC for any pollutant. The maximum value of surface concentration is formed at the border of the sanitary protection zone by the summation group «nitrogen dioxide + sulfur dioxide» and is: at site No. 1 – 0.762 MPC; at site No. 2 – 0.338 maximum concentration limits. The calculations formed the basis for determining the dimensions of the sanitary protection zone for the period of reclamation work – 500 m, as for a class II enterprise. On the basis of these calculations, proposals have been developed on standards for emissions into the atmosphere.

UDC 550.83. YESSIMKHANOVA N.D., PORTNOV V.S., BELYAKOV S.N. **Regional Studies in Kazakhstan Using Innovative Geophysical Technologies.**

Recommendations have been developed for the integrated use of magnetotelluric methods in regional studies. It is shown that deep conducting zones directed from the asthenosphere to the surface are associated with deposits. Examples of such relations from the works of scientists of the USA and Australia are given. Their genetic relationship with mineralization on the surface of the Earth has been established. Recommendations on the use of magnetotelluric methods for solving geological problems are developed. A technique is given for measuring the five components of the magnetotelluric field. An example of the use of magnetotelluric sounding and magnetovariational profiling along the Syrdarya River – Kyzylkum Desert Geotravers is given.

UDC 622.41. MAKASHEV B.K., MEDEUBAYEV N.A., SYZDYKBAYEVA D.S. **Studying the Dependence of Car Safety on the Professional Level of Drivers.**

It is known that due to the psychological frivolous nature of the driver of the car, the probability of an accident increases. This is due to different types. The dependence of labor safety on various factors during the use of the machine is given. The format of the influence of these factors on the reliability of production personnel is considered. It was found that this relationship can be represented as a function of the incident. And the factor of determining the safety of using a car is the reliability of the driver; it depends on his psychological state.

UDC 622.273. IGEMBERLINA M.B., SEITULY K. **Assessment of the Geomechanical Condition of the Undermined Territory of the Town of Zhezkazgan.**

Issues related to the geomechanical state of the Zhezkazgan field are considered. The causes of the movement of the earth's surface during repeated underworking are described. To increase copper production during field development, there is a need to develop deeper horizons that are located in difficult geological and adverse conditions. The main stages of conducting instrumental control on laid profile lines are considered. The analysis is carried out according to the method of laying the profile lines. Measures for the safe conduct of mining operations are described. It is recommended that special attention be paid to security measures, including monitoring the condition of the part-time area.

UDC 504.3.054. AKIMBEKOVA B.B., MALYBAYEVA M.K., ZHORABEK A.A., SULTANMAKHMUT A. **Assessment of Reducing Harmful Emissions of Production into Environment.**

элементов автомобиля, критических по надежности (зубчатых колёс трансмиссии) с учетом действительных повреждающих факторов, т.е. работы трения в относительно движении сопряженных поверхностей зубьев. При этом величина работы трения в зацеплении, т.е. уровень повреждающих воздействий на них определяется действительными режимами и условиями работы за отдельные пробеги автомобиля. Рассмотрен метод оценки износа одного из элементов автомобиля, критических по надежности (зубчатых колёс трансмиссии) с учетом действительных повреждающих факторов, т.е. их нагрузочных и скоростных режимов, которые формируются под воздействием действительных режимов работы автомобиля. Показано, что износ трущихся деталей главным образом зависит от работы трения, которая определяется режимами работы автомобиля в конкретных условиях эксплуатации.

УДК 624.072.011. НЭМЕН В.Н., ПЧЕЛЬНИКОВА Ю.Н., АМИРГАЛИ Д. **Экспериментальные исследования стекло-деревянных балок.** В настоящее время продолжается широкое применение стекла в строительстве зданий и сооружений. Современная архитектура требует больше прозрачных элементов в зданиях и сооружениях. Композитные конструкции обладают наилучшими характеристиками для получения прозрачных и прочных конструкций. Это и явилось причиной проведения экспериментальных исследований стекло-деревянных балок. Они представляют интересную альтернативу классическим балкам и потолкам из стали и железобетона. Древесно-стеклянные двутавровые балки позволяют использовать преимущества обоих материалов. В случае стекла это – жесткость и высокая прочность на сжатие, а в случае древесины – высокая пластичность и простота обработки. Соединения между стеклом и древесиной могут быть выполнены из различных видов клеев. Необходимо отметить, что такие конструктивные элементы характеризуются значительной несущей способностью после появления первых трещин в стекле, что важно с точки зрения безопасности. Кроме того, в связи с отсутствием норм по определению прочности клевого соединения на сдвиг, были выполнены эксперименты по определению величины такого сопротивления. Полученные выводы позволили наметить программу дальнейших работ по созданию надежных стекло-деревянных балок.

УДК 656.07. РОЖКОВ А.В., БАЛАБАЕВ О.Т., АДИЛОВА Н.Д. **Алгоритм имитационного моделирования количества и порядка расположения вагонов в составе поезда, прибывающего на подъездной путь.** Представлен алгоритм формирования случайным образом характеристик составов, прибывающих на подъездной путь. Составы характеризуются следующими параметрами: количеством отцепов вагонов, прибывающих на внутренние станции подъездного пути, числом вагонов в каждом отцепе, порядком расположения отцепов в составе поезда. Количество отцепов формируется случайным образом в пределах от единицы до значения общего количества внутренних станций подъездного пути. Число вагонов в каждом отцепе формируется случайным образом от нуля до трети величины состава поезда. Причем соблюдается пропорциональность объемам вагонопотоков, следующих на каждую станцию. Количество вариантов расположения отцепов (перестановок) определяется факториалом от количества станций. Случайным образом выбирается номер варианта перестановок.

УДК 691:625.7. ПИМЕНОВ А.Т., БАРАХТЕНОВА Л.А., ДЬЯКОВА К.С., ИМАНОВ М.О., ИМАНОВ Е.К. **Снижение деформативности основных автомобильных дорог.** Рассматривается повышение качества авто-

отырып, сенімділік бойынша (трансмиссияның тісті дөңгелектері) критикалық автомобиль элементтерінің бірінің тозуын бағалау әдісі ұсынылған, яғни тістің жанасқан беттерінің салыстырмалы қозғалысындағы үйкеліс жұмысы. Бұл ретте ілгектегі үйкеліс жұмысының шамасы, яғни оларға зақым келтіретін әсерлердің деңгейі автомобильдің жекелеген жүргісі үшін нақты режимдермен және жұмыс жағдайларымен анықталады. Нақты зақымдаушы факторларды есепке ала отырып, автомобиль элементтерінің бірінің тозуын бағалау әдісі қарастырылды. Автомобиль жұмысының нақты режимдерінің әсерімен қалыптасатын жүктемелі және жылдамдық режимдері. Үйкелетін бөлшектердің тозуы негізінен пайдаланудың нақты жағдайларында автомобильдің жұмыс режимдерімен анықталатын үйкеліс жұмысына байланысты.

ЭОЖ 624.072.011. НЭМЕН В.Н., ПЧЕЛЬНИКОВА Ю.Н., АМИРГАЛИ Д. **Шыны-ағаш арқалықтарды эксперименттік зерттеу.** Қазіргі уақытта ғимараттар мен құрылыстарды салуда шыныны кеңінен қолдану жалғасуда. Қазіргі заманғы сәулет ғимараттары мен құрылыстар неғұрлым ашық элементтері талап етеді. Композиттік құрылымдар ашық және берік құрылымдарды алу үшін ең жақсы сипаттамаларға ие. Бұл шыны-ағаш арқалықтарды эксперименталдық зерттеу жүргізуге себеп болды. Олар классикалық балкалар мен болат пен темір бетонның төбелеріне қызықты балама ұсынады. Ағаш-шыны қос таврлы арқалықтар екі материалдардың артықшылықтарын пайдалануға мүмкіндік береді. Шыны жағдайында бұл-қаттылық және қысу беріктігі жоғары, ал ағаш жағдайында-жоғары икемділік және оңай өңдеу. Шыны мен ағаш арасындағы қосылыстар желімнің әр түрлі түрлерінен жасалуы мүмкін. Мұндай конструктивтік элементтер шыныда алғашқы жарықтар пайда болғаннан кейін айтарлықтай салмақ түсетін қабілеттілікпен сипатталады, бұл қауіпсіздік тұрғысынан маңызды. Бұдан басқа, ығысуға желімдік қосылыстың беріктігін анықтау бойынша нормалардың болмауына байланысты осындай кедергінің шамасын анықтау бойынша эксперименттер орындалды. Алынған қорытындылар сенімді шыны-ағаш арқалықтарды құру бойынша одан арғы жұмыс бағдарламасын белгілеуге мүмкіндік берді.

ЭОЖ 656.07. РОЖКОВ А.В., БАЛАБАЕВ О.Т., АДИЛОВА Н.Д. **Кірме жолға келетін поезд құрамында вагондардың саны мен орналасу тәртібін имитациялық модельдеу алгоритмі.** Кірме жолға келетін құрамдардың сипаттамаларын кездейсоқ түрде қалыптастыру алгоритмі ұсынылған. Құрамдар мынадай параметрлермен сипатталады: кірме жолдың ішкі станцияларына келетін вагондардың ағытпаларының саны, әрбір ағытпадағы вагондардың саны, поездың құрамында ағытпалардың орналасу тәртібі. Ағытпалардың саны бір бірліктен кірме жолдың ішкі станцияларының жалпы санының мәніне дейінгі шектерде кездейсоқ түрде қалыптасады. Әрбір ағытпадағы вагондар саны кездейсоқ түрде нөлден поезд құрамы шамасының үштен бір бөлігіне дейін қалыптастырылады. Оның үстіне әрбір станцияға баратын вагон ағындарының көлемдеріне пропорционалдық сақталады. Ағытпалардың орналасу нұсқаларының саны станциялардың санының факториалымен анықталады. Кездейсоқ түрде ауыстыру нұсқасының нөмірі таңдалады.

ЭОЖ 691:625.7. ПИМЕНОВ А.Т., БАРАХТЕНОВА Л.А., ДЬЯКОВА К.С., ИМАНОВ М.О., ИМАНОВ Е.К. **Автомобиль жолдары негіздерінің деформативтілігін төмендету.** РФ стратегиялық маңызы бар автомобиль

ty (transmission gears) taking into account the actual damaging factors, i.e. the work of friction in the relative motion of the mating surfaces of the teeth. Moreover, the magnitude of the friction work in meshing, i.e. the level of damaging effects on them is determined by the actual modes and working conditions for individual vehicle runs. A method for assessing the wear of one of the automobile's elements critical for reliability (transmission gears) taking into account the actual damaging factors, i.e. their load and speed modes, which are formed under the influence of the actual operating modes of the car. It is shown that the wear of rubbing parts mainly depends on the friction work, which is determined by the operating conditions of the car in specific operating conditions.

UDC 624.072.011. NEMEN V.N., PCHELNIKOVA YU.N., AMIRGALI D. **Experimental Studies of Glass-Wooden Beams.** Currently, the widespread use of glass in the construction of buildings and structures continues. Modern architecture requires more transparent elements in buildings and structures. Composite structures have the best characteristics for transparent and durable structures. This was the reason for conducting experimental studies of glass-wooden beams. They provide an interesting alternative to classic steel and reinforced concrete beams and ceilings. Wood-glass I-beams allow you to take advantage of both materials. In the case of glass, this is rigidity and high compressive strength, and in the case of wood, it is high ductility and ease of processing. The joints between glass and wood can be made from various types of adhesives. It should be noted that such structural elements are characterized by significant bearing capacity after the first cracks in the glass, which is important from a safety point of view. In addition, due to the lack of standards for determining the shear strength of an adhesive joint, experiments were carried out to determine the magnitude of such resistance. The findings made it possible to outline a program for further work on creating reliable glass-wooden beams.

UDC 656.07. ROZHOKOV A.V., BALABAYEV O.T., ADILOVA N.D. **Algorithm of Simulation Modeling of the Number and Order of Wagons in a Train Arriving at a Driveway.** An algorithm for the formation of random characteristics of trains arriving on the driveway is presented. The trains are characterized by the following parameters: the number of car wagons arriving at the internal stations of the access road, the number of wagons in each wagon, the order of the arrangement of the wagons in the train. The number of loops is formed randomly in the range from one to the value of the total number of internal stations of the access road. The number of cars in each trailer is randomly generated from zero to one third of the train's composition. Moreover, proportionality to the volumes of wagon flows following each station is observed. The number of options for the location of loops (permutations) is determined by the factorial of the number of stations. Randomly selects the number of variant permutations.

UDC 691:625.7. PIMENOV A.T., BARAKHTENOVA L.A., DYAKOVA K.S., IMANOV M.O., IMANOV E.K. **Decreasing Deformability of the Highway Bases.** Improving the quality of roads of strategic impor-

мобильных дорог стратегического значения РФ. Анализ практики эксплуатации убеждает в том, что из всего комплекса инженерных сооружений автомобильной дороги одним из наиболее уязвимых конструктивных ее элементов выступает земляное полотно. В этой связи проведен анализ технологических приемов повышения устойчивости оснований автомобильных дорог («подпорная стена», «стена в грунте», «инъекционирование»). Показано, что рассмотренные технологические приемы ориентированы на защиту дорожной конструкции от образования так называемой «чаши прогиба» и последующего разрушения слоев дорожных одежд. Авторами предложен метод определения подвижек вмещающих грунтов при устройстве дорожной одежды. Метод заключается в изменении уровня жидкости в трубке, которая соединена с эластичной емкостью и помещена в массив вмещающих грунтов.

УДК 629.083. ЖАКЕНОВ Б.К., ЖУМАДИЛЬДИН А.М., КУЛИМАНОВ Т.Е., МАКЕНОВ Н.К., ТУСИП Н.Н. **Особенности организации технологического процесса диагностирования подвижного состава ТОО «Автобусный парк №3».**

Технологический процесс диагностики в условиях ТОО «Автобусный парк №3» достаточно четко взаимоувязан с выполнением ТО и ТР подвижного состава (автобусы, грузовые и легковые автомобили). Комплексный подход к определению технического состояния транспортного средства включает систематизированный перечень алгоритмизированных видов диагностики, базирующийся на объемном статистическом материале и опыте работы по данному направлению. Материалы статьи содержат краткие сведения о производственно-технической базе и обновлении диагностического оборудования, позволяющего проводить диагностику различных транспортных средств. Описывается организация диагностирования технического обслуживания, текущего ремонта и подготовки производства подвижного состава, и ее особенности, обеспечивающие поддержание высокого уровня технической готовности парка. Производство комплекса подготовки ТО и ТР в основном обеспечивает готовые работы вращающихся агрегатов запасных частей. «Автобусный парк №3» включает главные разделы КПП: мойка агрегатов, электротехнических, кузнечно-рессорных, аккумуляторных работ, ремонт оборудования, сварка, вулканизационные, малярные, сварочно-механические работы.

УДК 666.972.53. БАЙДЖАНОВ Д.О., ХАН М.А., ИМАНОВ Е.К., ИКИШЕВА А.О., ДАДИЕВА М.К. **Морозостойкость бетона на бесклинкерном вяжущем из техногенных отходов промышленности.**

Представлен анализ имеющихся разработок по увеличению морозостойкости бетона за счет применения различных добавок и/или изменения состава вяжущего вещества. Проанализирована зависимость прочности бетона от размера пор в структуре цементного камня. Выявлено влияние гранулометрического состава на структуру цементного камня. Установлено влияние водоцементного отношения на пористость бетона. Отмечаются физические и химические факторы, влияющие на разрушение цементного камня. Приведены данные по рентгенодифрактометрическому анализу процесса гидратации бесклинкерного вяжущего. Исследован процесс гидратации бесклинкерного вяжущего методом лазерной дифракции.

УДК 691.32. РАХИМОВ М.А., СУЛЕЙМБЕКОВА З.А. **Исследование подвижности цементно-зольных паст с гиперпластификато-**

жолдарының сапасын арттыру қарастырылуда. Пайдалану тәжірибесін талдау автомобиль жолының инженерлік құрылыстарының барлық кешенінен оның ес оңал конструкциялық элементтерінің бірі жер төсемі болып табылатынына көз жеткіздіреді. Осыған байланысты автомобиль жолдары негіздерінің төзімділігін арттырудың технологиялық тәсілдеріне талдау жүргізілді («тіреуіш қабырға», «топырақтағы қабырға», «инъекциялау»). Қаралған технологиялық тәсілдер жол конструкциясын «иілу тостағандарынан» және жол жабыны қабаттарын кейін бұзылудан қорғауға бағытталғаны көрсетілді. Авторлар жол жабынын орнату кезінде сыйыстырушы топырақтардың қозғалысын анықтау әдісін ұсынды. Бұл әдіс созылымды ыдыспеннен жалғанған және сыйыстырушы топырақ массивіне орналастырылған түтікшедегі сұйықтық деңгейінің өзгеруінен тұрады.

ӘОЖ 629.083. ЖАКЕНОВ Б.К., ЖУМАДИЛЬДИН А.М., КУЛИМАНОВ Т.Е., МАКЕНОВ Н.К., ТУСИП Н.Н. **«№3 Автобус паркi» ЖШС техникалық қызмет көрсетуді, ағымдық жөндеуді және өндірісті дайындаудың диагностикасын ұйымдастыру ерекшеліктері.**

«№3 Автобус паркi» ЖШС нақты жылжымалы құрамның ТҚК және АЖ орындалуы жағдайына техникалық процестің диагностикасымен тығыз байланысты (автобустар, ауыр және жеңіл автомобильдер). Көлік құралдарының техникалық күйін анықтауда диагностиканың алгоритмдік түрлерінің жүйеленген тізімінің кешенді әдісімен қаралады, сол сияқты көлемді статистикалық материалдар осы бағыттағы тәжірибеге негізделген. Мақалада өндірістік-техникалық база және диагностикалық құрылыстардың жаңаруы бойынша қысқаша ақпарат, әртүрлі көлік құралдарының диагностикасын өткізуге мүмкіндік беретін материалдар қарастырылған. Техникалық қызмет көрсету, ағымдағы жөндеу және жылжымалы құрамның өндірісте дайындау диагностикасының ұйымдастырылуы, парктің техникалық дайындығының ерекшеліктері сипатталады және жоғары деңгейде қызмет көрсетуді қамтамасыз етуі сипатталады. ТҚК және АЖ өндірісі негізінен өндірісті дайындау кешені (ӨДҚ) қамтамасыз етеді, ӨДҚ жұмысы айналмалы агрегаттардың қоймасымен нақты қорғалады, бұл жерде автобустардың ТҚК агрегатты-түйіндік әдіспен жүргізуге мүмкіндік береді. «№3 Автобус паркi» ЖШС ӨДҚ басты бөлімдерден тұрады: агрегаттарды жуу, электртехникалық, ұсталы-рессорлық, аккумуляторлық жұмыс, жабдықтарды жөндеу, дәнекерлеу, вулканизациялау, бояу, дәнекерлеу-механикалық жұмыстар.

ӘОЖ 666.972.53. БАЙДЖАНОВ Д.О., ХАН М.А., ИМАНОВ Е.К., ИКИШЕВА А.О., ДАДИЕВА М.К. **Өнеркәсіптің техногенді қалдықтарынан алынған клинкерсіз тұтқыр бетонның аязға төзімділігі.**

Түрлі қоспаларды қолдану және/немесе тұтқыр зат құрамын өзгерту есебінен бетонның аязға төзімділігін арттыру бойынша қолда бар әзірлемелерге талдау жасалды. Бетон беріктігінің цемент тасы құрылымындағы кеуектер мөлшеріне тәуелділігі талданды. Цемент тасының құрылымына гранулометриялық құрамның әсері анықталды. Бетонның кеуектілігіне су-цементтік қатынастардың әсері анықталды. Цемент тасының бұзылуына әсер ететін физикалық және химиялық факторлар байқалады. Клинкерсіз тұтқырғышты гидратациялау процесін рентгендифрактометриялық талдау бойынша деректер келтірілген. Лазерлік дифракцияның клинкерсіз тұтқырғыш әдісімен гидратациялау процесі зерттелді.

ӘОЖ 691.32. РАХИМОВ М.А., СУЛЕЙМБЕКОВА З.А. **Гиперпластификаторлары бар цемент-күлді пасталардың қозғалма-**

тance of the Russian Federation is being considered. An analysis of the operating practice confirms that of the whole complex of engineering structures of the road, one of the most vulnerable structural elements of it is the subgrade. In this regard, the analysis of technological methods for improving the stability of the foundations of roads («retaining wall», «wall in the ground», «injection»). It is shown that the considered technological methods are aimed at protecting the road structure from the formation of the so-called «flexural bowls» and the subsequent destruction of the layers of the pavement. The authors proposed a method for determining the movement of the surrounding soil when paving. The method consists in changing the liquid level in the tube, which is connected to an elastic tank and placed in an array of host soil.

UDC 629.083. ZHAKENOV B.K., ZHUMADILDIN A.M., KULIMANOV T.E., MAKENOV N.K., TUSIP N.N. **Features of Organizing the Technological Process for Diagnosing Rolling Stock of Bus Fleet No. 3 LLP.**

The diagnostic process in the conditions of «Bus fleet No. 3» LLP is quite clearly interconnected with the performance of routine maintenance of rolling stock (buses, trucks and cars). An integrated approach to determining the technical condition of a vehicle includes a systematic list of algorithmic types of diagnostics based on voluminous statistical material and experience in this area. The materials in the article contain brief information about the production and technical base and updating of diagnostic equipment, which allows for the diagnosis of various vehicles. The organization of the diagnosis of maintenance, repair and preparation of the production of rolling stock, and its features that ensure the maintenance of a high level of technical readiness of the fleet are described. The production of a complex for the preparation of routine maintenance mainly provides the specific work of rotating aggregates of spare parts. «Bus fleet No. 3» includes the main sections of the checkpoint: washing of units, electrical, forging, spring, battery work, equipment repair, welding, vulcanization, painting, welding and mechanical work.

UDC 666.972.53. BAIDZHANOV D.O., KHAN M.A., IMANOV E.K., IKISHEVA A.O., DADIEVA M.K. **Frost Resistance of Concrete on a Clinkerless Binder of Industrial Waste.**

The analysis of existing developments to increase the frost resistance of concrete through the use of various additives and / or changes in the composition of the binder is presented. The dependence of concrete strength on pore size in the structure of cement stone is analyzed. The influence of particle size distribution on the structure of cement stone was revealed. The effect of water-cement ratio on the porosity of concrete is established. Physical and chemical factors affecting the destruction of cement stone are noted. The data on x-ray diffractometric analysis of the hydration process of clinkerless binder are presented. The process of hydration of a clinkerless binder by laser diffraction is studied.

UDC 691.32. RAKHIMOV M.A., SULEIMBEKOVA Z.A. **Studying the Mobility of Cement-ash Pastes with Hyperplasticizers.**

рами.

Работа посвящена изучению вопроса применения золы-уноса в качестве минеральной добавки в составе высокомарочного бетона, применяемого для производства шпал. В статье проведен анализ работ, посвященных тематике применения минеральных добавок в составе бетона. Использование техногенных отходов, как известно, целесообразно не только с экологической, но и экономической точки зрения. По результатам лабораторных работ определены реологические свойства цементно-золных паст с гиперпластификаторами на основе поликарбоксилатных эфиров. Исследован химический состав и рассчитан коэффициент основности минеральной добавки. Отработаны составы бетона с добавкой золы-уноса и определены его физико-механические свойства. Таким образом, полученные результаты в ходе работы представляют интерес для дальнейшего изучения данного вопроса.

УДК 346.26.001.76(574). ЖУМАНБАЕВА Т.К., АБДИКАРИМОВА А.М. **Оценка влияния государственных программ на развитие инновационного предпринимательства.**

Рассмотрены особенности взаимодействия государства и предпринимательства в сфере инноваций. Согласно мировому опыту, субъекты малого бизнеса могут стать важной основой улучшения экономики. Приступив к поддержке малого бизнеса, в Казахстане можно создать бизнес-хозяйственную среду, начать восстановление производства и запустить механизм обновления рынка. Все это позволит предложить рынку полный спектр новых услуг, создать дополнительные рабочие места, расширить основные отрасли, которые могут развиваться на базе малых хозяйственных объектов. Основным направлением совершенствования экономики Республики Казахстан должно стать повышение инновационной активности малых предприятий в различных отраслях экономики. Это совершенствование системы государственных мер, формирование стратегии инновационного развития. Изучение этих вопросов имеет необходимую значимость и актуальность.

УДК 339.138. КУЧЕР В.Н. **Маркетинговые коммуникации и перспективы их развития в Казахстане.**

Рассмотрены основные понятия маркетинговых коммуникаций, их особенности в современном мире и факторы, определяющие их развитие. Актуальность данной темы состоит в том, что с появлением новых технологий и потребностей в обществе меняется подход даже в самых фундаментальных принципах маркетинга. Без специальных маркетинговых технологий продвижения в сети Интернет все попытки будут малоэффективными. В исследовании были использованы общенаучные и специфические методы познания. Общенаучные: сбор информации, наблюдение, анализ, синтез, сравнение. Специфические: статистическая обработка информации. Полученные результаты могут быть использованы в учебном процессе, в проведении научно-исследовательской работы по данному направлению. Проанализировав статью, можно сделать вывод о перспективах развития современных маркетинговых коммуникаций в Казахстане.

УДК 330.342.172. ТУЛУПОВА С.А., ЛУСТОВ Н.С. **Инновации в маркетинге для продвижения товаров и услуг.**

Рассматриваются инновационные маркетинговые инструменты для продвижения товаров и услуг. Целью исследования является анализ текущего состояния системы маркетинга и выявления маркетинговых инструментов для его инновационного развития. Исследуются особенности продвижения инновационных продуктов на рынок. Выведение на рынок инновационных товаров требует специальных

лылығын зерттеу.

Жұмыс шпал өндіру үшін қолданылатын жоғары маркалы бетон құрамында минералды қоспа ретінде қол-қалдықтар қолдану мәселесін зерттеуге арналған. Мақалада бетон құрамында минералды қоспаларды қолдану тақырыбына арналған жұмыстарға талдау жүргізілді. Техногенді қалдықтарды пайдалану экологиялық тұрғыдан ғана емес, экономикалық тұрғыдан да орынды. Зертханалық жұмыстардың нәтижелері бойынша поликарбоксилатты эфирлердің негізінде гиперпластификаторлары бар цементті-күлді пасталардың реологиялық қасиеттері анықталды. Химиялық құрамы зерттелген және минералды қоспаның негізділік коэффициенті есептелген. Құл-қалдық қосылған бетонның құрамы өңделіп, оның физика-механикалық қасиеттері анықталды. Осылайша, жұмыс барысында алынған нәтижелер осы мәселені одан әрі зерттеуде қызығушылық тудырады.

ӘОЖ 346.26.001.76(574). ЖУМАНБАЕВА Т.К., АБДИКАРИМОВА А.М. **Инновациялық кәсіпкерліктің дамуына мемлекеттік бағдарламалардың әсерін бағалау.**

Инновация саласында мемлекет пен кәсіпкерліктің өзара әрекеттесу ерекшеліктері қарастырылған. Әлемдік тәжірибеге сәйкес, шағын бизнес субъектілері экономиканы жақсартудың маңызды негізі бола алады. Шағын бизнесті қолдауға кірісіп, Қазақстанда кәсіпкерлік шаруашылық ортаны құруға, өндірісті қалпына келтіруді бастауға және нарықты жаңарту тетігін іске қосуға болады. Осының барлығы нарыққа жаңа қызметтердің толық спектрін ұсынуға, қосымша жұмыс орындарын құруға, шағын шаруашылық нысандар базасында дамуы мүмкін негізгі салаларды кеңейтуге мүмкіндік береді. Қазақстан Республикасының экономикасын жетілдірудің негізгі бағыты экономиканың әртүрлі салаларындағы шағын кәсіпорындардың инновациялық белсенділігін арттыру болуы тиіс. Ол мемлекеттік шаралар жүйесін жетілдіру, инновациялық даму стратегиясын қалыптастыру. Осы мәселелерді зерделеу қажетті маңыздылыққа, өзектілікке ие.

ӘОЖ 339.138. КУЧЕР В.Н. **Маркетингтік коммуникация және олардың Қазақстандағы даму болашағы.**

Маркетингтік коммуникацияның негізгі ұғымдары, қазіргі әлемдегі олардың ерекшеліктері және олардың дамуын анықтайтын факторлар қарастырылған. Бұл тақырыптың өзектілігі жаңа технологиялар мен қоғамдағы қажеттіліктердің пайда болуымен қатар маркетингтің ең іргелі принциптерінде де тәсіл өзгеріп отыратынын тұрады. Интернет желісінде жылжытудың арнайы маркетингтік технологияларынсыз барлық әрекеттер тиімділігі аз болады. Зерттеуде танымның жалпы ғылыми және арнайы әдістері қолданылды. Жалпы ғылыми: ақпарат жинау, бақылау, талдау, синтез, салыстыру. Спецификалық: ақпаратты статистикалық өңдеу. Алынған нәтижелер оқу үрдісінде, осы бағыт бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізуге қолданылуы мүмкін. Мақаланы талдай отырып, Қазақстандағы заманауи маркетингтік коммуникацияларды дамыту перспективалары туралы қорытынды жасауға болады.

ӘОЖ 330.342.172. ТУЛУПОВА С.А., ЛУСТОВ Н.С. **Тауарлар мен қызметтерді жылжыту үшін маркетингтегі инновациялар.**

Тауарлар мен қызметтерді жылжытуға арналған инновациялық маркетингтік құралдар қарастырылады. Зерттеудің мақсаты маркетинг жүйесінің ағымдағы жағдайын талдау және оның инновациялық дамуы үшін маркетингтік құралдарды анықтау болып табылады. Инновациялық өнімдердің нарыққа жылжу ерекшеліктері зерттеледі. Нарыққа инновациялық тауарларды шығару шағын және орта

The work is devoted to the study of the use of fly ash as a mineral additive in the composition of high-quality concrete used for the production of sleepers. The article analyzes the work on the topic of the use of mineral additives in concrete. The use of industrial waste, as you know, is advisable not only from an environmental, but also from an economic point of view. According to the results of laboratory work, the rheological properties of cement-ash pastes with hyperplasticizers based on polycarboxylate esters were determined. The chemical composition is investigated and the coefficient of basicity of the mineral additive is calculated. The concrete compositions with the addition of fly ash were worked out and its physical and mechanical properties were determined. Thus, the results obtained during the work are of interest for further study of this issue.

UDC 346.26.001.76(574). ZHUMANBAYEVA T.K., ABDIKARIMOVA A.M. **The Assessment of the Impact of State Programs on the Development of Innovative Entrepreneurship.**

The features of interaction between the state and entrepreneurship in the field of innovation are considered. According to international experience, small businesses can become an important basis for improving the economy. Having started supporting small business in Kazakhstan, it is possible to create a business-economic environment, start restoration of production and launch a mechanism for updating the market. All this will offer the market a full range of new services, create additional jobs, expand the main industries that can develop on the basis of small business facilities. The main direction of improving the economy of the Republic of Kazakhstan must be the increase of innovative activity of small enterprises in various sectors of the economy. This is the improvement of the system of state measures, the formation of an innovative development strategy. The study of these issues has the necessary significance and relevance.

UDC 339.138. KUCHER V.N. **Marketing Communications and Prospects of Their Development in Kazakhstan.**

The basic concepts of marketing communications, their features in the modern world and the factors determining their development are considered. The relevance of this topic is that with the advent of new technologies and needs in society, the approach is changing even in the most fundamental principles of marketing. Without special marketing technologies of promotion in the Internet, all attempts will be ineffective. The study used general scientific and specific methods of cognition. General scientific: information gathering, observation, analysis, synthesis, comparison. Specific: statistical processing of information. The results can be used in the educational process, in conducting research work in this area. After analyzing the article, we can conclude about the prospects of the development of modern marketing communications in Kazakhstan.

UDC 330.342.172. TULUPOVA S.A., LUSTOV N.S. **Innovation in Marketing for the Promotion of Goods and Services.**

Innovative marketing tools for the promotion of goods and services are considered. The aim of the study is to analyze the current state of the marketing system and identify marketing tools for its innovative development. The features of promoting innovative products on the market are studied. Introducing innovative products on the market requires special tools, often inaccessible to small and medium-sized businesses. Inno-

инструментов, часто недоступных малому и среднему бизнесу. Рассматриваются инновационные тренды в сфере маркетинга. Выявлены противоречия современного этапа развития маркетинга. Также в статье показана роль вовлечения потенциальных потребителей в создание инновационного продукта.

УДК 621.315.687. ЕСБОЛОВ М.Б., КАРАКУЛИН М.Л. **Современные методы определения места повреждения кабельных линий напряжением 10 кВ.**

Рассмотрены классические и современные методы определения мест повреждений кабельных линий. Изучены возможные пути совершенствования с поиском более эффективного способа определения мест повреждений кабельных линий. В качестве наиболее перспективного метода предложен комплексный метод определения места повреждения кабельных линий напряжением 10 кВ, включающий современное оборудование, современные методы исследования и IT-технологии. Такой комплексный метод позволяет в кратчайшие сроки и наиболее точно установить место повреждения и его характер. В Республике Казахстан и за рубежом большое распространение приобрели кабельные линии напряжением 10 кВ, составляющие основу электрических сетей. Протяженность кабельных линий 10 кВ может достигать многих сотен тысяч километров. Значительная часть кабельных линий эксплуатируется уже больше 25 лет, и их можно охарактеризовать высокой степенью технологических нарушений, порядка 32/100 км в год, что существенно превышает норму в 7,5/100 км в год.

УДК 681.5.013. АТАНОВ С.К., БИГАЛИЕВА А.З. **Построение фильтра Калмана для восстановления недостающей информации о состоянии процесса помола в планетарной мельнице.**

В статье предложен подход к синтезу асимптотического наблюдателя, связанный с восстановлением недостающей информации о состоянии системы. Задача наблюдения состоит в том, чтобы по результатам измерения выходного вектора оценить весь вектор состояния. Сформировано приближение вектора оценок к вектору состояния. Осуществлено оценивание состояния динамического объекта. В качестве исходных данных внешних воздействий приняты их вероятностные характеристики. Синтезировано наблюдающее устройство Калмана подавляет влияние случайных воздействий на формируемую им оценку вектора состояния с фильтрацией измерительного шума на выходе. Полученные результаты подтверждают правильность выбора коэффициентов объекта управления. Полученный наблюдатель может быть использован для непосредственного формирования интеллектуального управления процессом помола.

УДК 621.311.24. ШОЛАНОВ Қ.С., ОМАРОВ А.С., ҚУАНЫШҚЫЗЫ Н. **Исследование параметров ветровой электростанции с зонтовым парусом.**

Описывается демонстрационная модель новой ветровой электростанции (ВЭС) с зонтовым парусом. В результате аэродинамических характеристик и компьютерного моделирования выбраны форма и сечение паруса. В качестве паруса выбран зонт, качающийся под действием подъемной силы и силы сопротивления ветра. Особенность конструкции ВЭС в том, что движения зонтового паруса передается на подвижную платформу параллельного манипулятора, которая преобразует эти движения в шесть поступательных движений. Манипуляторный преобразователь преобразует эту энергию в механическую энергию поступательных движений шести штоков относительно цилиндров (направляющих), которые преобразуются в электрическую энергию. В соединениях шток-цилиндр устанавливаются

бизнесе көбінесе қолжетімсіз арнайы құралдарды талап етеді. Маркетинг саласындағы инновациялық трендтер қарастырылады. Маркетингті дамытудың заманауи кезеңінің қайшылықтары анықталды. Сондай-ақ мақалада инновациялық өнім жасауға әлеуетті тұтынушыларды тартудың рөлі көрсетілген.

ӨОЖ 621.315.687. ЕСБОЛОВ М.Б., КАРАКУЛИН М.Л. **10 кВ кернеулі кабель желілерінің зақымдалу орнын анықтаудың заманауи әдістері.**

Кабель желілерінің зақымдалу орындарын анықтаудың классикалық және қазіргі заманғы әдістері қарастырылған. Кабель желілерінің зақымдалу орындарын анықтаудың тиімді тәсілін іздеумен жетілдірудің мүмкін жолдары зерттелді. Ең перспективалы әдіс ретінде қазіргі заманғы жабдықтарды, қазіргі заманғы зерттеу әдістері мен IT-технологияларын қамтитын 10 кВ кернеулі кабель желілерінің бұліну орнын анықтаудың кешенді әдісі ұсынылған. Мұндай кешенді әдіс қысқа мерзімде зақымдану орнын және оның сипатын барынша дәл анықтауға мүмкіндік береді. Қазақстан Республикасында және шет елдерде электр желілерінің негізін құрайтын 10 кВ кернеулі кабель желілері кеңінен таралған. 10 кВ кабель желілерінің ұзындығы жүздеген мың километрге жетуі мүмкін. Кабель желілерінің едәуір бөлігі 25 жылдан астам уақыт пайдаланылып келеді және оларды технологиялық бұзушылықтардың жоғары дәрежесімен, жылына 32/100 км сипаттауға болады, бұл жылына 7,5/100 км нормадан айтарлықтай жоғары.

ӨОЖ 681.5.013. АТАНОВ С.К., БИГАЛИЕВА А.З. **Планетарлық діірменде ұнтақтау процесінің жай-күйі туралы жеткіліксіз ақпаратты қалпына келтіру үшін Калман сүзгісін құру.**

Мақалада жүйенің жағдайы туралы жеткіліксіз ақпаратты қалпына келтірумен байланысты асимптотикалық бақылаушының синтезіне тәсіл ұсынылған. Бақылау міндеті шығыс векторын өлшеу нәтижелері бойынша күйдің бүкіл векторын бағалау болып табылады. Бағалау векторының күй векторына жақындауы қалыптасқан. Динамикалық нысанның жағдайын бағалау жүзеге асырылды. Сыртқы әсерлердің бастапқы деректері ретінде олардың ықтималдық сипаттамалары қабылданған. Калманның синтезделген бақылаушы құрылғысы шығыста өлшеуіш шуды сүзумен күй векторының қалыптасатын бағасына кездейсоқ әсерлердің әсерін басады. Алынған нәтижелер басқару объектісінің коэффициенттерін таңдаудың дұрыстығын растайды. Алынған бақылаушы ұнтақтау процесін интеллектуалды басқаруды тікелей қалыптастыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

ӨОЖ 621.311.24. ШОЛАНОВ Қ.С., ОМАРОВ А.С., ҚУАНЫШҚЫЗЫ Н. **Жел электр станциясының параметрлерін зонтты желкенмен зерттеу.**

Зонтты желкені бар жел электр станциясының (ЖЭС) демонстрациялық үлгісі сипатталады. Аэродинамикалық сипаттамалар мен компьютерлік модельдеу нәтижесінде желкеннің пішіні мен қимасы таңдап алынды. Желкен ретінде көтеру күші мен желдің кедергі күші әсерінен тербелетін зонт таңдалды. ЖЭС конструкциясының ерекшелігі-зонтты желкеннің қозғалысы параллельді манипулятордың жылжымалы платформасына беріледі, ол осы қозғалысты алты ілгерілемелі қозғалысқа айналдырады. Манипуляторлы түрлендіргіш бұл энергияны электр энергиясына түрлендіретін цилиндрлерге (бағыттаушы) қатысты алты штоктың ілгерілемелі қозғалыстарының механикалық энергиясына түрлендіреді. Шток-цилиндр қосылыстарында оралған серіппелер түрінде серпімді элементтер орнатылады.

vative trends in marketing are considered. The contradictions of the current stage of marketing development are revealed. The article also shows the role of involving potential consumers in the creation of an innovative product.

UDC 621.315.687. ESBOLOV M.B., KARAKULIN M.L. **Modern Methods for Determining the Location of Damage to Cable Lines with a Voltage of 10 kV.**

Classical and modern methods for determining the location of damage to cable lines are considered. Possible ways of improvement were studied with the search for a more efficient way to determine the damage points of cable lines. As the most promising method, a comprehensive method is proposed for determining the location of damage to cable lines with a voltage of 10 kV, including modern equipment, modern research methods and IT technologies. This complex method enables to quickly and accurately determine the location of the damage and its nature. In the Republic of Kazakhstan and abroad, cable lines with a voltage of 10 kV, which form the basis of electric networks, are widely used. The length of cable lines of 10 kV can reach many hundreds of thousands of kilometers. A significant part of cable lines has been used for more than 25 years, and they can be characterized by a high degree of technological disruption, about 32/100 km per year, which significantly exceeds the norm of 7.5/100 km per year.

UDC 681.5.013. ATANOV S.K., BIGALIYEVA A.Z. **Construction of a Kalman Filter to Restore Missing Information on the State of Grinding Process in a Planetary Mill.**

The article proposes an approach to the synthesis of an asymptotic observer associated with the restoration of missing information on the state of the system. The observation task is to evaluate the entire vector of state from the results of measuring the output vector. An approximation of the vector of evaluations to the vector of state is formed. The state of a dynamic object is evaluated. As the initial data of external influences, their probabilistic characteristics are taken. The Kalman synthesized observing device suppresses the influence of random influences on the formed evaluation of the vector of state with filtering of the measuring noise at the output. The results obtained confirm the correct selection of coefficients of a control object. The resulting observer can be used for the direct formation of intelligent control of grinding process.

UDC 621.311.24. SHOLANOV K.S., OMAROV A.S., KUANYSHKYZY N. **The Study of the Parameters of a Wind Power Plant with an Umbrella Sail.**

A demonstration model of a new wind power plant with an umbrella sail is described. As a result of aerodynamic characteristics and computer modeling, the shape and cross section of a sail were chosen. As a sail, an umbrella is chosen that sways under the action of lifting force and wind resistance. The feature of the structure of a wind power plant is that movements of an umbrella sail are transmitted to the movable platform of the parallel manipulator, which converts these movements into six translational movements. The manipulator converter converts this energy into mechanical energy of translational movements of six rods relative to cylinders (guides), which are converted into electrical energy. In the rod-cylinder connections, elastic elements in the form of coil springs are installed. Thus, the manipulator additionally acts as an active damping

ся упругие элементы в виде витых пружин. Таким образом манипулятор дополнительно выполняет роль активного демпфирующего устройства.

УДК 51-76+004.93. СЕЙПИШЕВА Э.К., САГАТ-БЕКОВА Д.Е. **Технология разработки пробного устройства для автоматизации решения входа на объект.**

Рассмотрено пробное устройство для системы безопасности. Объясняется значимость пробного устройства в настоящее время. Представлена информация о системе контроля и управления доступом. Объясняется важность алгоритма биометрического распознавания. Отображается алгоритм работы устройства, описываются элементы устройства.

УДК 621.315.6. ТАТКЕЕВА Г.Г., НОГАЙ А.С., УТЕГУЛОВ А.Б., АЛИНА Г.Ж. **Оценка эффективности работы устройства по изменению проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В.**

В работе установлено, что разработанный способ измерения полной проводимости и метод определения активной проводимости изоляции в сети с изолированной нейтралью до 1000 В обеспечивают достаточную точность, более высокую безопасность и простоту проведения измерения по сравнению с методом амперметра-вольтметра. Описана принципиальная электрическая схема определения параметров изоляции методом амперметра-вольтметра.

УДК 004.8:681.3.06(075.8). ИСКАКОВ М. **Свойства интерфейса в интеллектуальных информационных системах.**

Взаимодействие с компьютером – это неотъемлемая часть деятельности пользователя программных средств. Повышение эффективности и безопасности функционирования системы «человек-машина» требует всестороннего учёта факторов, влияющих на этот процесс. В связи с этим в статье рассмотрено современное состояние проблемы взаимодействия оператора (пользователя) с компьютером. Выделены основные типы интерфейсов человеко-машинных систем. Даны описания современных типов интерфейсов информационных систем. Рассмотрены методы разработки и типовые интеллектуальные элементы интерфейса пользователя информационной системы. Приведены основные виды интеллектуальных информационных систем. Описаны функции пользовательского интерфейса и требования к ним.

УДК 808.5. АБИЛКАСОВ Г.М., ХАСЕН М.Ә., БАЙПЕЛОВА Г.С. **Значения современного ораторского искусства в социальных науках.**

С начала получения нашей страной независимости современное ораторское искусство получило свое широкое развитие и приобрело общественную значимость. Рассматривается современное социально-политическое содержание ораторского мастерства, в котором нашли отражение политическая жизнь, экономика, культура, образовательно-просветительское направление общества и повседневный быт народа. Преподаватели высших учебных заведений на практике используют крылатые изречения социально-политического содержания, охватывающие отношение, мнения людей о текущих событиях, происходящих в обществе. Ораторское искусство социально-политического содержания в связи с тесным взаимодействием с социальной жизнью общества требует всесторонней подготовки и высокой квалификации в передаче злободневных задач и вопросов общества. Выступление перед целым сообществом, имеющим разные взгляды и мнения, представляется сложной задачей. Официальные нотки, логическая обоснованность, конкретные фак-

Осылайша манипулятор белсенді демпфирлеуші құрылғының рөлін қосымша орындайды.

ӘОЖ 51-76+004.93. СЕЙПИШЕВА Э.К., САГАТ-БЕКОВА Д.Е. **Нысанға кіруге рұқсат беру-ге арналған сынама құрылғысын жасау технологиясы.**

Қауіпсіздік жүйесіне арналған сынама құрылғы баяндалады. Сынама құрылғының қазіргі таңда маңыздылығы түсіндіріледі. Бақылау және кіруді басқару жүйесі жайлы мәліметтер берілген. Қоғамға биометриялық тану алгоритмінің маңыздылығы түсіндіріледі. Құрылғының жұмыс істеу алгоритмі көрсетіледі, құрылғы элементтері суреттеледі.

ӘОЖ 621.315.6. ТАТКЕЕВА Г.Г., НОГАЙ А.С., УТЕГУЛОВ А.Б., АЛИНА Г.Ж. **Кернеуі 1000 В дейінгі оқшауланған бейтарпап желіде оқшаулаудың өткізгіштігін өлшеу бойынша құрылғы жұмысының тиімділігін бағалау.**

Жұмыста толық өткізгіштікті өлшеудің әзірленген тәсілі және 1000 В дейінгі оқшауланған бейтарпап бар тораптағы оқшаулаудың белсенді өткізгіштігін анықтау әдісі амперметр-вольтметр әдісімен салыстырғанда жеткілікті дәлдікті, жоғары қауіпсіздікті және өлшеуді жүргізудің қарапайымдылығын қамтамасыз ететіндігі анықталды. Амперметр-вольтметр әдісімен оқшаулама параметрлерін анықтаудың принципті электрлік сұлбасы сипатталған.

ӘОЖ 004.8:681.3.06(075.8). ИСКАКОВ М. **Интеллектуалды ақпараттық жүйелердегі интерфейсін қасиеттері.**

Компьютермен әрекеттесу қолданушы қызметінің ажырағысыз бөлшегі болып табылады. «Адам-машина» жүйесі әрекетінің қауіпсіздігі мен тиімділігін жоғарылату осы үрдіске әсер ететін факторларды жан-жақты ескеруді қажет етеді. Осыған байланысты мақалада оператор (қолданушы) мен компьютердің әрекеттесу проблемасының бүгінгі жағдайы қарастырылған. «Адам-машина» жүйесінің негізгі интерфейсін түрлері бөліп шығарылған. Ақпараттық жүйелер интерфейсін түрінің сипаты берілген. Ақпараттық жүйе қолданушысының интеллектуалды интерфейс элементтерін жасау әдістері мен түрлері қарастырылған. Интеллектуалды ақпараттық жүйелердің негізгі түрлері келтірілген. Қолданушы интерфейсін міндеттері мен оларға қойылатын талаптар сипатталған.

ӘОЖ 808.5. ӘБИЛКАСОВ Ф.М., ХАСЕН М.Ә., БАЙПЕЛОВА Г.С. **Қазіргі шешендік өнердің әлеуметтік ғылымдардағы маңызы.**

Еліміз тәуелсіздік алып, дербес мемлекет болғаннан бастап шешендік өнердің өзектілігі күн санап артып келеді. Қоғамның әлеуметтік-саяси өмірі, экономикасы, мәдениетін, оқу-ағарту ісін, халықтың тұрмысын тілге тиек етер қазіргі әлеуметтік-саяси мазмұнды шешендік өнердің түр-сипаты туралы анықтама беріледі. Әлеуметтік-саяси мазмұндағы шешендік өнерді жоғары оқу орнындағы оқытушылар осы салалардағы деректерді пайдалана отырып, өтіп жатқан оқиғаларға қоғам мүшелерінің қатысын, пікірін, шешімін қатыстырып сөйлейді. Бүгінгі күндерде тәуелсіз жаңа қоғамның, жаңа саясаттың мәселелерін түсіндіруде, халықтың жаншылып қалған ой-санасын оятуда бұл аталған шешендіктің мәні үлкен. Әлеуметтік-саяси мазмұндағы шешендік өнер әлеумет ісіне араласатындықтан, нақты деректермен ойын дәлелдей алатын жан-жақты дайындықты және айқын ұсыныстар жасай алатын аса білгірлікті қажет етеді. Көзқарасы мен қабылдауы әр түрлі бүкіл қауым алдында жұртшылық атынан сөйлеу аса жауапты жұмыс. Қазіргі таңда кез-келген саясаткерге, көсемсөз иесіне білуге қажет

device.

UDC 51-76+004.93. SEIPISHEVA E.K., SAGATBEKOVA D.E. **The Technology of the Development of a Trial Device for Automatization of Permission to Enter an Object.**

A test device for a security system is considered. The significance of the trial device at present is explained. Information about the access control and management system is provided. The importance of the biometric recognition algorithm is explained. The algorithm of the device is displayed, the elements of the device are described.

UDC 621.315.6. TATKEYEVA G.G., NOGAI A.S., UTEGULOV A.B., ALINA G.ZH. **The Evaluation of Effectiveness of a Device for Measuring the Conductivity of Insulation in a Network with an Insulated Neutral with a Voltage of up to 1000 V.**

It is established in the work that the developed method for measuring the total conductivity and the method for determining the active conductivity of insulation in a network with an isolated neutral up to 1000 V provide sufficient accuracy, higher safety and ease of measurement compared to the method of an ammeter-voltmeter. A circuit diagram for determining the insulation parameters by the ammeter-voltmeter method is described.

UDC 004.8:681.3.06(075.8). ISKAKOV M. **Interface Properties in Intelligent Information Systems.**

Interaction with the computer is an integral part of the software user's activity. Improving the efficiency and safety of the «man-machine» system requires comprehensive consideration of the factors that affect this process. In this regard, the article considers the current state of the problem of interaction between the operator (user) and the computer. The main types of interfaces of human-machine systems are highlighted. Descriptions of modern types of information systems interface are given. Methods of development and typical intellectual elements of the user interface of an information system are considered. The main types of intelligent information systems are presented. User interface functions and requirements are described.

UDC 808.5. ABILKASOV G.M., KHASEN M.A., BAYPELOVA G.S. **The Meanings of Modern Oratory in Social Sciences.**

Since the beginning of our country's independence, modern oratory has been widely developed and has become a public necessity. The article discusses the current socio-political content of oratory, which reflected political life, economics, culture, the educational and enlightening direction of society and the everyday life of people. Teachers of higher educational institutions in practice use winged sayings of socio-political content, covering the attitude and opinions of people about current events in society. The oratory of socio-political content due to close interaction with the social life of society requires comprehensive training and high qualifications in the transfer of urgent tasks and issues of society. Speaking to a whole community with different views and opinions is a difficult task. Official notes, logical validity, specific facts are an integral part of modern public speaking.

ты являются неотъемлемой частью современного ораторского искусства.

УДК 629.113.004. АУБЕКЕРОВ Н.А., НАРМАТОВ А.С. **Работа трения фрикционных накладок сцепления.**

Предложен объективный метод определения работы трения фрикционного сцепления автомобиля за одно трогание с места и за выполненный пробег с учетом сложившихся условий эксплуатации автомобиля и действительных режимов работы сцепления. Количество использований сцеплением устанавливается экспериментально, а работа буксования сцепления при трогании автомобиля – расчетным методом. Предложен объективный метод определения работы трения фрикционного сцепления автомобиля за одно трогание с места и за выполненный пробег с учетом сложившихся условий эксплуатации автомобиля и действительных режимов работы сцепления, которые характеризуются следующими параметрами: весовое состояние автомобиля; дорожные условия; число троганий и переключений сцепления; конструктивные особенности автомобиля. Ограниченность ресурса фрикционного сцепления связана с тем, что расчеты проектирования ведутся без учета взаимосвязанных динамических, тепловых и фрикционных процессов, возникающих на парах трения. Работа трения позволяет оценивать эксплуатационную надежность сцепления и автомобиля в целом.

УДК 666.972.5. РАХИМОВА Г.М., ДАМИЕВ Д.Т., ХАН М.А. **Возможности и перспективы получения дорожного песчаного бетона.**

Анализ литературных данных показывает, что песчаные бетоны обладают целым рядом преимуществ по сравнению с аналогичными дорожными бетонами с крупным заполнителем. Отличительными свойствами являются повышенная способность воспринимать растягивающие напряжения, более высокая призматическая прочность, повышенная морозостойкость, водонепроницаемость, лучший товарный вид и др. Повышенный расход цемента, по сравнению с бетоном на крупном заполнителе, связан с применением для изготовления конструкций из песчаного бетона, загрязненных песков, в том числе, с самой разнообразной гранулометрией. Авторами отмечается необходимость использования песка с оптимальным гранулометрическим составом. Свойства получаемого песчаного бетона также зависят от способа уплотнения и состава песчаного бетона и водоцементного отношения. Другим способом повышения эксплуатационных характеристик песчаного бетона является применение наполнителей оптимальной крупности, что позволяет целенаправленно организовывать структуру материала на мезоуровне и повышать его физико-механические характеристики.

УДК 622.271.333. БАЖАНОВ Б.Б., БАТЫРШАЕВА Ж.М., БАХТЫБАЕВ Н.Б., САКЕНОВ Е.С. **Основные аспекты технологии контурного взрывания на карьере.**

Проанализированы основные аспекты технологии контурного взрывания на открытых карьерах. Рассмотрены особенности геологического обеспечения буровзрывных работ (БВР). Приведены сведения о маркшейдерском обеспечении БВР. Проведен анализ – при каких параметрах контурного взрывания достигается наилучший результат. Рассмотрены существующие технологии контурного взрывания. Описаны их физический смысл и механизмы назначения. Показаны не только достоинства, но и недостатки заоткосных работ.

белгілер әлеуметтік-саяси мазмұнды сөзде ресмилік үн болуы, логиканың күштілігі, дәйектемелердің бұлтартпас мықтылығы маңызды роль атқаратындығы жайлы мақалада сөз қозғалады.

ӨОЖ 629.113.004. АУБЕКЕРОВ Н.А., НАРМАТОВ А.С. **Ілінісүдің фрикциялық жапсырмасының үйкеліс жұмысы.**

Автомобильді пайдаланудың қалыптасқан жағдайларын және ілінісу жұмысының нақты режимін ескере отырып, бір жерден бір үйкеліс үшін және орындалған жүріс үшін автокөліктің фрикциялық ілініс үйкеліс жұмысын анықтаудың объективті әдісі ұсынылды. Тіркеуді пайдалану саны эксперименталды, ал автомобильді қозғалту кезінде ілінісүді тіркеп сүйреу жұмысы – есептеу әдісімен анықталады. Автомобильді пайдаланудың қалыптасқан жағдайларын және ілінісу жұмысының нақты режимін ескере отырып, орнынан бір қозғалу үшін және орындалған жүріс үшін автокөліктің фрикциялық ілініс үйкеліс жұмысын анықтаудың объективті әдісі ұсынылды, олар мынадай параметрлермен сипатталады: автомобильдің салмақтық жағдайы; жол жағдайы; қозғалу және ілінісу ауыстырылу қосу саны; автомобильдің конструктивтік ерекшеліктері. Фрикциялық ілінісу ресурсының шектеулілігі жобалау есептеулері үйкеліс жұптарында туындайтын өзара байланысты динамикалық, жылу және фрикциялық процестерді ескермеген жүргізілуіне байланысты. Үйкеліс жұмысы ілініс пен жалпы автомобильдің пайдалану сенімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

ӨОЖ 666.972.5. РАХИМОВА Г.М., ДАМИЕВ Д.Т., ХАН М.А. **Жолға арналған құмды бетонды алудың мүмкіндіктері мен перспективалары.**

Әдеби деректерді талдау құмды бетондар ірі толтырғышы бар ұқсас жол бетондарымен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие екенін көрсетеді. Ерекше қасиеттері созылатын кернеуді қабылдау қабілеті, жоғары призмалық беріктігі, жоғары аязға төзімділік, су өткізбеушілік, үздік тауар түрі және басқалар болып табылады. Ірі толтырғыштағы бетонмен салыстырғанда цементтің жоғары шығыны құмды бетоннан жасалған конструкцияларды, ластанған құмдарды, оның ішінде әртүрлі түйіршіктелген гранулометрияны дайындауға байланысты. Авторлар оңтайлы гранулометриялық құрамы бар құмды пайдалану қажеттілігін атап өтеді. Алынатын құмды бетонның қасиеттері тығыздау тәсіліне және құмды бетонның құрамына және су-цементтік қатынасына байланысты. Құмды бетонның пайдалану сипаттамаларын арттырудың басқа тәсілі оңтайлы іріліктегі толтырғыштарды қолдану болып табылады, бұл мезоденгейде материалдың құрылымын мақсатты түрде ұйымдастыруға және оның физикалық-механикалық сипаттамаларын арттыруға мүмкіндік береді.

ӨОЖ 622.271.333. БАЖАНОВ Б.Б., БАТЫРШАЕВА Ж.М., БАХТЫБАЕВ Н.Б., САКЕНОВ Е.С. **Ашық кеніштегі контурлы жару технологиясының негізгі аспектілері.**

Кеніш кертпештерін жобалық пішінге келтіру жұмыстарындағы жару технологиясының негізгі аспектілері талданған. Бұрғылап-аттыру жұмыстарын геологиялық қамтамасыз ету ерекшеліктері қарастырылған. Сонымен қатар, БАЖ кезінде маркшейдерлік қамтамасыз ету ерекшеліктері туралы мәлімет келтірілген. Контурлы жарудың қандай параметрлерінде оңтайлы ірілікке қол жеткізу жағдайларына талдау жүргізілген. Қолданыста бар контурлы жару технологиялары қарастырылған. Олардың физикалық мәні және қолдану механизмдері сипатталған. Кертпештерді жобалық пішінге келтірудің артықшылықтары ғана емес кемшіліктері де көрсетілген.

UDC 629.113.004. AUBEKEROV N.A., NARMATOV A.S. **The Work of the Friction of Friction Lining of a Clutch.**

An objective method of the determination of the work of the friction of a friction clutch of a car per one start and the mileage, taking into account the current operating conditions of a car and the actual modes of clutch operation is proposed. The number of uses of a clutch is established experimentally, and the work of the slipping of a clutch when starting the car is calculated. An objective method of the determination of the work of the friction of a friction clutch of a car per one start and for the mileage, taking into account the current operating conditions of a car and the actual modes of clutch operation is proposed, which are characterized by the following parameters: the weight state of a car; road conditions; number of starts and clutch changes; design features of a car. The limited resource of a friction clutch is associated with the fact that design calculations are carried out without taking into account the interrelated dynamic, thermal, and frictional processes occurring on friction pairs. The work of the friction enables to evaluate the operational reliability of a clutch and a car as a whole.

UDC 666.972.5. RAKHIMOVA G.M., DAMIYEV D.T., KHAN M.A. **Opportunities and Prospects of Obtaining Road Sand Concrete.**

The analysis of the literature shows that sand concrete has a number of advantages compared to similar road concrete with a large aggregate. Distinctive properties are increased ability to absorb tensile stresses, higher prismatic strength, increased frost resistance, water resistance, better presentation, etc. The increased consumption of cement, compared with concrete on a large aggregate, is associated with the use of dirty sand, including with the most diverse granulometry, for the manufacture of sand concrete structures. The authors note the need to use sand with an optimal particle size distribution. The properties of the resulting sand concrete also depend on the compaction method and composition of sand concrete and the water-cement ratio. Another way to increase operational characteristics of sand concrete is to use fillers of optimal fineness, which enables to purposefully organize the structure of material at the mesoscale and increase its physical and mechanical features.

UDC 622.271.333. BAZHANOV B.B., BATYRSHAEVA ZH.M., BAKHTYBAYEV N.B., SAKENOV E.S. **The Main Aspects of Contour Blasting Technology in an Open-Pit Mine.**

The main aspects of contour blasting technology in open pits are analyzed. The features of geological support for drilling and blasting works (DBW) are considered. Information is provided on the surveying support of DBW. The analysis is carried out, at what parameters of contour blasting the best result is achieved. Existing contour blasting technologies are considered. Their physical meaning and destination mechanisms are described. Not only the advantages, but also the disadvantages of slope works are shown.

Информационное сообщение

Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» Карагандинского государственного технического университета входит в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по контролю 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, дублированным 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 КарГТУ в международных программах «Синергия», «ТЕМПУС», УШОС.

Практический опыт получения дублированного образования в магистратуре КарГТУ 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. Автоматика. Энергетика. Информатика. Управление.
6. Экономика.
7. Научные сообщения.

Собственник журнала: Республиканское государственное предприятие «Карагандинский государственный технический университет (КарГТУ) Министерства образования и науки Республики Казахстан» (г. Караганда).

Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны СНГ.

Почтовый адрес КарГТУ: 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 КарГТУ, указанный ниже. **Каждая статья должна иметь положительную рецензию и справку о проверке на антиплагиат через antiplagiat.ru с % оригинальности не менее 95.** Полный комплект сдается в Редакционно-издательский отдел КарГТУ (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, PCDD, 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 методiku 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 КарГТУ.**

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

Республиканское государственное предприятие «Карагандинский государственный технический университет»
Министерства образования и науки Республики Казахстан

100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56

Тел.: 8-7212 (56-51-92), (56-88-95)

ИИК KZ63856000000147366

АО Банк ЦентрКредит

БИК КСЖВКЗКХ

КБЕ 16

БИН 000240004524

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ • ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА 2020. №2. 187 с.

№ 15375–ж тіркеу қуәлігін 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	26.06.2020	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	23,5	Объем, п.л.
Таралымы	300	Тираж
Тапсырыс	57	Заказ
Индексі	74379	Индекс

E-mail редакция: rio_kstu@mail.ru

Отпечатано в типографии Карагандинского государственного технического университета.

Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, пр. Н. Назарбаева, 60.