
республикалық



журнал



республиканский

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

* 4 (57)
2014

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет



Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

Журнал Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген (тіркеу куәлігі № 1351-ж 04.07.2000 ж.)

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 г.)

МЕНШІК ИЕСІ

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

СОБСТВЕННИК

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

Главный редактор

А.М. Газалиев

ректор, академик НАН РК, д-р хим. наук, профессор

Редакционный совет

Газалиев А.М.	<i>ректор, академик НАН РК, д-р хим. наук, проф. (председатель)</i>
Исагулов А.З.	<i>первый проректор, академик МАИН, КазНАЕН, АН ВШК, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя)</i>
Ахметжанов Б.А.	<i>зав. кафедрой экономики предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.</i>
Байджанов Д.О.	<i>профессор кафедры технологии строительных материалов и изделий, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Брейдо И.В.	<i>зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.</i>
Выжва С.А.	<i>проректор по научной работе, зав. кафедрой геофизики КНУ им. Т. Шевченко, д-р геол. наук, проф.</i>
Дрижд Н.А.	<i>профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, д-р техн. наук, проф.</i>
Егоров В.В.	<i>проректор по учебной и методической работе, д-р пед. наук, проф.</i>
Ермоллов П.В.	<i>зав. лабораторией ИПКОН, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук, проф.</i>
Жетесова Г.С.	<i>профессор кафедры технологии машиностроения, д-р техн. наук, проф.</i>
Кошебаева Г.К.	<i>профессор кафедры менеджмента предприятия, д-р экон. наук, проф.</i>
Левицкий Ж.Г.	<i>профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, д-р техн. наук, проф.</i>
Малыбаев С.К.	<i>профессор кафедры промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.</i>
Низаметдинов Ф.К.	<i>зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.</i>
Нургужин М.Р.	<i>зам. председателя правления АО «Национальный научно-технологический холдинг «Самгау»», академик МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.</i>
Пак Ю.Н.	<i>руководитель УМО-проректор, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.</i>
Пивень Г.Г.	<i>почетный ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.</i>
Портнов В.С.	<i>руководитель управления послевузовского образования, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Смирнов Ю.М.	<i>зав. кафедрой физики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Тутанов С.К.	<i>зав. кафедрой высшей математики и механики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Фешин Б.Н.	<i>профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)</i>

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ.....	5
ПАК Ю.Н., АБЫЛГАЗИНА А.Е., ШИЛЬНИКОВА И.О. К вопросу о компетентностной модели специалиста	5
ШАРАЯ О.А., ДАХНО Л.А., ШАБАНОВ Е.Ж. Компетентностный подход при обучении в высшей школе	9
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	12
ШЕРОВ К.Т., МАЗДУБАЙ А.В., ШЕРОВ А.К., ТӨЛИЕВА Н.Б., ТӨТТІМБЕК Г. Ірі модульді тісті доңғалақтарды дайындаудың қолданыстағы тәсілдері (шолу-1).....	12
ЖЕТЕСОВА Г.С., НИКОНОВА Т.Ю., СМАКОВА Ж.Т., ОСИПОВА О.В. Покрытия на основе карбида вольфрама как альтернатива гальваническому хромированию для защиты деталей горно-шахтного оборудования	15
ИСАГУЛОВ А.З., АКБЕРДИН А.А., СУЛТАНГАЗИЕВА А.Б. Литые шестерни из борсодержащей стали.....	19
САГИТОВ А.А. STAR-CCM+ бағдарламасын кавитация әсерін талдау және есептеу үшін қолдану	21
ТОЛЫМБЕКОВ М.Ж., БАЙСАНОВ С.О., ИСИН Д.К., БАЙСАНОВ А.С., ИСИН Б.Д. Исследование диаграмм состояния бинарных металлических систем для получения ферротитана	24
КРИВЦОВА О.Н., ГЕЛЬМАНОВА З.С., ТАЛМАЗАН В.А. Эффективность технологии литья в условиях ТОО «Производственное объединение литейных заводов».....	29
АЛКЕНОВА А.Б., ИСАГУЛОВ А.З., БАХРИДЕНОВА Д.Б., ЖУМАШЕВ К.Ж. Технология получения чистого триоксида молибдена с использованием метода хлорирования	32
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	35
САПАРОВА Г.К., МЕДЕУБАЕВ Н.А., БАЗАНОВА И.А., КАМАРОВ Р.К. Бастапқы тау-кен массасын ұсақтау процессіндегі шаң бөліну динамикасы.....	35
АВДЕЕВ Л.А. Применение статистических фильтров в автоматизированных системах аэрогазового контроля.....	38
ТРОЯНОВ А.К., ПОРТНОВ В.С., ЮРКОВ А.К. Измерение в скважинах сейсмоакустической эмиссии и концентрации гелия	42
ДЕМИН В.Ф., СУДАРИКОВ А.Е., ДЕМИНА Т.В., СТЕФЛЮК Ю.Ю., КАРАТАЕВ А.Д. Технологические схемы проведения выемочных выработок с учетом схем развития горных работ	45
КАРАНЕЕВА А.Д., МОЗЕР Д.В. Наблюдения за обрушениями на карьере «Западный Каражал» по данным дистанционного зондирования	48
МУКАЕВ Ж.Т. Содержание цинка в почвах и растениях Алакольской впадины.....	52

РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ	56
АХМЕТЖАНОВ Т.Б. Влияние вида и минералогического состава портландцемента на свойства малоклинкерных вяжущих веществ	56
БӘКІРОВ Ж.Б., ТӘҢІРБЕРГЕНОВА А.Ә. Шынжыр тәріздес механикалық жүйенің сенімділігін есептеу.....	59
АХМЕТЖАНОВ Т.Б. Оптимизация составов изготовления малоклинкерных вяжущих низкой водо- потребности.....	61
АКАШЕВ А.З., БАЛАБАЕВ О.Т., КАТИЕВ Т.С., КОСБАРМАКОВ С.Ж. Совершенствование весоиз- мерительного устройства для погрузки угля в железнодорожные вагоны.....	63
КУАНЫШБАЕВ Ж.М., АЙДИКЕНОВА Н.К., КАСЫМЖАНОВА А.Д. Гибкие полимерные резервуары как оптимальное решение перевозки нефтепродуктов	66
РАЗДЕЛ 5. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА.....	71
АВДЕЕВ Л.А. Оптимизация структуры автоматизированных систем контроля в угольных шахтах.....	71
ИСКАКОВ М.Б. Интеллектуальный интерфейс в информационных системах.....	74
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ.....	78
ДЕРБУШ С.Н., ИВЛЕВА Л.П. Инновационные решения в фармацевтической биотехнологии в мире и Казахстане	78
РЕЗЮМЕ	81
Информационное сообщение	89
Правила оформления и представления статей	90

УДК 378.014.24(1-87)

К вопросу о компетентностной модели специалиста

Ю.Н. ПАК¹, д.т.н., профессор, руководитель УМО-проректор,

А.Е. АБЫЛГАЗИНА², к.п.н., ведущий научный сотрудник,

И.О. ШИЛЬНИКОВА¹, ст. методист УМО,

¹Карагандинский государственный технический университет,

²Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина

Ключевые слова: компетентностная модель, специалист, высшее образование, компетенция, образовательная программа, профессиональный стандарт.

За последние 20 лет казахстанская высшая школа претерпела коренные изменения, сопряженные с отходом от советской идеологии и переходом на Болонские преобразования. Привычными стали такие понятия, как многоуровневая структура подготовки специалистов, платное обучение, кредитная технология, компетентностная модель, инновационный подход, рынок услуг. Остановимся на компетентностной модели специалиста.

В употребление понятие «модель» было введено в XVII веке известным немецким философом и математиком Г. Лейбницем, который рассматривал ее как удобную форму знаний об окружающем мире – своего рода информационный эквивалент объекта, созданный для определенных целей. В широком смысле под моделью принято понимать аналог, заместитель оригинала, который при определенных условиях воспроизводит интересующие исследователя свойства оригинала.

В современном высшем образовании построение модели будущего специалиста является одной из актуальных проблем. Модель специалиста – это описа-

ние того, к чему должен быть пригоден специалист, к выполнению каких функций он подготовлен и какими качествами обладает [1]. Обобщенная модель специалиста должна включать:

- представления о целях деятельности специалиста;
- представления о тех функциях, к выполнению которых он должен быть подготовлен, о результатах подготовки компетентного специалиста и его индивидуальных качествах, которые должны быть сформированы как профессионально важные;
- представления о нормативных условиях, в которых эта деятельность должна протекать;
- навыки принятия решений, связанных с деятельностью;
- навыки работы с информацией, обеспечивающей успешность деятельности;
- формирование представлений о личностном смысле деятельности.

В советской школе высшего образования можно проследить 3 этапа, связанные с развитием модели специалиста. Первый этап, когда для создания модели

специалиста в 1970-е годы исходные предпосылки базировались на реализации государственного заказа высшей школе по подготовке выпускников вузов к профессиональной деятельности [2]. В то время также остро ощущался разрыв между уровнем подготовки специалистов в высшей школе и теми требованиями, которые практика предъявляла к выпускникам вуза на его рабочем месте. Для устранения этого недостатка было положено начало широких научно-прикладных разработок по совершенствованию подготовки специалистов в вузах, одним из которых явилось создание моделей специалистов различных профилей.

Второй этап исследований в этой области связан с введением в 1978 году квалификационных характеристик в практику высшей школы, в которых:

- отражены профессиональное назначение (квалификация) и специальность, включая специализацию;
- перечислены объекты и виды деятельности;
- сформулированы требования к подготовке специалиста, общие мировоззренческие и гражданские характеристики, обязательные для всех независимо от специальности, знания и умения в своей области труда.

Третий этап (1990-е годы) разработки модели специалиста связан с новыми требованиями к их подготовке в системе высшего образования, осмыслением и обобщением накопленных научных фактов.

Модели позволяют отличать как одного специалиста от другого, так и уровни подготовки специалистов одного и того же профиля. Модель, таким образом, выступает системообразующим фактором для отбора содержания образования и форм его реализации в учебном процессе.

Очевидно, оптимальной моделью формирования современного специалиста должна стать компетентностная модель в формате адекватного ответа на социально-экономические запросы основных стейкхолдеров: студентов, профессиональных объединений работодателей и государства в целом как основных заказчиков образовательных услуг, а критериальные оценки качества образования должны находиться в рамках соответствия запросам всех названных субъектов.

Компетентностная модель выпускника – это совокупность планируемых образовательных целей и результатов освоения основных образовательных программ, включающая перечень общекультурных и профессиональных компетенций и описание их структуры [3]. Основным элементом модели выпускника в рамках компетентностного подхода к целям и результатам высшего образования – компетентность/компетенции. Основными параметрами модели служат [4]:

- требования к специалисту, предъявляемые его рабочим местом и характером решаемых производственных задач;
- необходимые знания и умения;
- специфические социальные и психологические качества, обеспечивающие эффективность деятельности.

Высшей технической школе свойственен определенный дисбаланс: достаточно высокий уровень теоретических знаний и низкий уровень практических

знаний и умений. В условиях демографического спада и недостаточности бюджетного финансирования вузы не проявляют особой заинтересованности в объективной информации о потребности кадров в разрезе направлений подготовки. Спрос на высшее образование определяется в основном желаниями обучающихся, которые выступают в качестве заказчика и потребителя. Современный рынок труда требует от выпускника не только теоретической подготовки, но и практических навыков и компетенций. Ныне ключевыми вопросами стали:

- Каким должен быть современный выпускник вуза?

- Какие образовательные программы должен предлагать вуз?

- Чьи потребности должна удовлетворять высшая школа?

В идеале высшая школа должна давать опережающие знания с тем, чтобы через 4-5 лет обучения по конкретной образовательной программе выпускник находился в пике профессиональной востребованности. В реальности наблюдается парадоксальная ситуация: при массовом выпуске специалистов имеются незакрытые вакансии. Налицо несоответствие предложения и спроса. Между тем некоторые работодатели неохотно принимают на работу вчерашних студентов, мотивируя отсутствием у них опыта работы. Такие требования вынуждают многих студентов работать в ущерб учебе. Таким образом, сфера труда и система высшего образования стали функционировать в режиме конкуренции.

Подготовленный в 1996 году доклад комиссии ЮНЕСКО по образованию для XXI века, известный под названием «Доклад Делора», дал толчок формированию компетентностного подхода в образовании. В компетентностном подходе упор сделан на результаты обучения, в силу чего он призван повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда [5], способствуя, таким образом, установлению рыночных механизмов в сфере образования, урегулированию интересов участников рынка образовательных услуг, обеспечению конкурентоспособности образовательных учреждений и реализуемых ими образовательных программ. Необходимым становится привлечение работодателей к формированию требований к подготовке будущих специалистов, основу которых составляет перечень компетенций в виде прогнозной модели выпускника. Вузы, в свою очередь, должны определить, чему, как и в каком объеме обучать студента, чтобы обеспечить востребованность выпускника на рынке труда, его конкурентоспособность и успешную социальную адаптацию. На рисунке представлена структурная схема проектирования компетентностной модели выпускника вуза.

Реализация компетентностной модели осуществляется посредством проектирования компетентностно-ориентированной образовательной программы (КООП), учитывающей требования всех заинтересованных стейкхолдеров: государства – через требования государственного стандарта и рынка труда – через требования к профессиональным компетенциям, обозначенных в профессиональных стандартах.



Структурная схема проектирования компетентностной модели

Утвержденный в 2012 году единый нормативно-правовой документ – государственный общеобязательный стандарт высшего образования – не решает многообразия задач, связанных с сущностными различиями между гуманитарными, техническими и другими направлениями подготовки. В нем определены лишь общие требования: требования к общей образованности, требования к социально-этическим компетенциям, требования к готовности смены социальных, экономических, профессиональных ролей, географической и социальной мобильности в условиях нарастающего динамизма перемен и неопределенностей.

В профессиональных стандартах, являющихся одной из составляющих национальной системы квалификаций, должны быть сформулированы требования к профессиональным компетенциям.

В процессе реализации компетентностно-ориентированной образовательной программы при подготовке будущих специалистов у них формируется требуемый перечень компетенций. Образовательный процесс предусматривает вариативность обучения, учитывающую индивидуальные потребности и возможности студентов. В ходе подготовки будущих специалистов работает механизм оценки совместно с работодателями качества образовательного процесса, критерием которого является уровень формируемых компетенций у обучаемых. Результатом реализации образовательной программы является компетентный специа-

лист в заявленной профессиональной области, конкурентоспособный на рынке труда и востребованный работодателями. Образовательная программа в свою очередь должна отвечать следующим критериям:

- формирование ключевых компетенций в предметной области;
- формирование общекультурных компетенций выпускника;
- учет взаимосвязи изучаемого материала с другими предметными областями в рамках учебного плана;
- внедрение прогрессивных форм организации образовательного процесса на основе принципа преемственности традиций и инноваций;
- использование новых информационных технологий;
- соответствие учебно-методического материала современному мировому уровню;
- использование активных методов обучения и контроля.

Говоря о современных образовательных программах, нацеленных на компетентностный подход и передовые технологии обучения, не следует забывать, что без усилий самого студента, без личной мотивации трудно достичь успеха. Главная задача преподавателя состоит в том, чтобы студент захотел учиться методом глубокого погружения. «Преподаватель должен учить не всех, а каждого». В образовательной практике это означает применение индивидуального

личностно-ориентированного подхода к обучающимся в части овладения соответствующими компетенциями.

К сожалению, в казахстанской системе образования компетентностный подход еще не получил достаточного развития. Нужны глубокие научно-методологические исследования этой актуальной проблемы. До настоящего времени еще не сформулированы однозначно трактуемые понятия *компетентность*, *компетенции*. Эти понятия имеют общую содержательную основу и отличаются лишь функциональным характером коммуникаций [6].

В компетентностной модели специалиста цели образования связываются как с объектами и предметами труда, с выполнением конкретных функций, так и с междисциплинарными интегрированными требованиями к результату образовательного процесса. При этом отдельно взятая компетенция как сложная интегральная междисциплинарная категория не может быть сформирована в рамках одной дисциплины. Процесс формирования компетенции происходит в рамках многих дисциплин и практических видов учебной деятельности.

Реализация компетентностной модели в высшем образовании сдерживается отсутствием качественных профессиональных стандартов с четко обозначенными разноуровневыми профессиональными компетенциями. Это актуализирует необходимость творческого взаимодействия вузов и работодателей в формирова-

нии компетентностной модели. Развитие национальной системы квалификаций также обязывает паритетное участие всех заинтересованных сторон в формировании квалификационной характеристики специалиста в формате компетенций.

К сожалению, в Казахстане не каждый работодатель может четко сформулировать рекомендации вузу в части требуемых компетенций выпускника. Значительная часть предприятий ориентирована на решение тактических производственных задач. Нельзя полностью ориентироваться на сиюминутные запросы отдельного производства. Нужны стратегии развития региона, отрасли, на основе которых можно формировать реальный запрос на востребованные специальности и подготовку компетентных кадров. Имеющийся ныне отрыв между университетским образованием и практической деятельностью нужно разрешать путем внедрения национальной системы квалификаций и профессиональных стандартов. Необходима законодательная база для долгосрочных взаимоотношений между системой образования и сферой труда на основе механизма мониторинга и прогнозирования потребностей рынка труда и кадрового маркетинга.

Стратегической задачей казахстанского общества является вхождение в 30-ку наиболее развитых стран мира. Магистральным направлением такого инновационного скачка должно стать воспроизводство человеческого капитала на основе компетентностной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шадриков В.Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С. 26.
2. Международные стандарты, аккредитация и сертификация технического образования и инженерной профессии // Материалы международной научно-практической конференции, 19-21 октября 2010 г., г. Москва, НИТУ «МИСиС». – М.: МИСиС, 2010. – 316 с.
3. Данилов А.Н., Лобов Н.В., Столбов В.Ю., Столбова И.Д. Компетентностная модель выпускника: опыт проектирования // Высшее образование сегодня. – 2013. – № 6. – С. 25-33.
4. Петрунева Р., Дулина Н., Токарев В. О главной цели образования // Высшее образование в России. – 1998. – № 3. – С. 40-46.
5. Пак Ю.Н., Шильникова И.О., Пак Д.Ю. Компетентностный подход в системе высшего образования // Труды университета. – 2013. – № 4. – С. 5-10.
6. Pak D. Bologna Process and Competence Approach in Training Masters // Найновите научни постижения – 2012: мат. за VIII междунар. науч. практ. конф. (17-25 март 2012 г.). – Т. 6.: Педагогически науки. – София, 2012. – С. 16-18.

Компетентностный подход при обучении в высшей школе

О.А. ШАРАЯ, к.т.н., доцент, доктор PhD,

Л.А. ДАХНО, к.т.н., доцент,

Е.Ж. ШАБАНОВ, докторант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН

Ключевые слова: компетенция, образовательный процесс, системный подход, базисная квалификация, качество.

Состояние вопроса. В основе моделирования педагогического процесса высшей школы приняты следующие принципы: обучение на основе интеграции науки и производства; профессионально-творческая направленность обучения; индивидуально-личностный подход, а также научность, наглядность, систематичность [1].

Компетентностный подход в образовании – явление, вызванное социально-экономическими, политическими и педагогическими предпосылками [2]. Одной из важнейших характеристик эффективности работы коллектива университета является востребованность выпускников на рынке труда, что позволяет судить о качестве подготовки специалистов. В настоящее время каждый вуз имеет свою направленность, свои критерии и показатели измерения качества предоставляемых образовательных услуг, так как общество заинтересовано в специалистах различного уровня квалификации, компетенции которых соответствуют определенной структуре рабочих мест на рынке труда.

Рынок предъявляет к современному специалисту целый пакет новых требований, которые недостаточно учтены в программах подготовки будущих специалистов. Эти новые требования не связаны жестко с конкретной дисциплиной, а носят надпредметный характер и отличаются универсальностью. Их формирование требует в основном иных педагогических технологий. Подобные требования в педагогической литературе принято называть базовыми навыками, надпрофессиональными, базисными квалификациями, ключевыми компетенциями [3].

Компетенция определяется как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области и разрешения конкретных проблем. Понятие компетентностного подхода – это новая образовательная парадигма и обусловлена осознанием факта невозможности формирования современного специалиста как личности, обладающей только определенной совокупностью знаний.

Динамизм мировых процессов, постоянное обновление информации настоятельно требуют приобретения выпускниками вуза компетентности, в которой знания являются познавательной базой.

Компетентностный подход к построению новых учебных планов предполагает системные преобразования во всех составляющих высшего образования,

затрагивающие содержание, преподавание, организацию учебного процесса, формы контроля, учебно-методическое обеспечение, которые принесут широкое использование электронного обучения, контроля, консультирования. Внедрение данного подхода в практику работы высшей школы станет главным направлением реализации таких технологий обучения, которые создавали бы ситуации включения студентов в разные виды деятельности активного и интерактивного характера.

Цель и задачи настоящей работы – разработать компетенции образовательной программы «Металлургия черных металлов и сплавов» для обучающихся в докторантуре по специальности 6D070900 «Металлургия» на кафедре «Металлургия, материаловедение и нанотехнологии» КарГТУ.

Результаты исследования и их обсуждение. Для указанной образовательной программы нами был разработан модульный справочник дисциплин с указанием компетенции для каждой дисциплины. Структура компетенции («знать», «уметь», «владеть») нацелена на реализацию высококвалифицированной, осмысленной, эффективной, творческой и практической деятельности. В таблице приводятся компетенции по образовательной программе специальности 6D070900 «Металлургия».

Переход к компетентностному подходу требует создания инновационной образовательной инфраструктуры, включающей новые целевые установки, с учетом конечных результатов обучения, новые педагогические технологии обучения, новые формы и способы взаимодействия между преподавателем и студентом [4].

В связи с этим, на кафедре «ММиН» при подготовке докторантов применяются активные формы обучения, к которым относятся, например, анализ конкретных ситуаций, ролевые и, особенно, деловые игры.

При использовании метода анализа конкретных ситуаций преподаватель сам выбирает обсуждаемую из имеющихся описаний либо из своего опыта, раздает информацию о ней или полное ее описание, ставит контрольные вопросы, проводит коллективное обсуждение ситуации и дает оценку участникам ее анализа и результатам анализа. Процесс анализа ситуации основан на том, что каждый из обсуждающих воспринимает ее по-своему. Корректировка этого восприятия педагогом-ведущим и есть процесс обучения.

Название дисциплины	Компетенции
1. Модуль. Современные тенденции в развитии теории и технологии металлургического производства	Знание современных и перспективных технологий переработки сырья в металлургии, методов и технологических особенностей процессов плавки для получения качественной продукции, технико-экономического обоснования технологии металлургических процессов.
2. Модуль. Технология производства металлов, сплавов, перспективных материалов	Разработка и отработка новых ресурсосберегающих технологий с применением некондиционных отходов, а также совершенствование существующих технологий производства в соответствии с требованиями потребителя.
3. Модуль. Физико-химические и термодинамические процессы в металлургии	Анализ влияния внешних и внутренних факторов на основные кинетические и термодинамические параметры металлургических процессов.
4. Модуль. Диаграммы состояния металлических систем	Анализ и прогнозирование свойств с помощью диаграмм состояния, а также проведение теоретических исследований по установлению фазовых равновесий в металлических и оксидных системах.
5. Методологические основы научных исследований	Определение предмета и объекта исследования, постановка целей и задач исследования, методология и методы научных исследований, аргументация собственных суждений и научной позиции на основе анализа научного материала.
6. Модуль. Современные методы исследования и контроль качества металлов и сплавов	Выбор современных методов исследования и осуществление контроля качества металлов и сплавов, разработка теоретических предпосылок исследований, инновационные исследования по контролю качества металлопродукции.
7. Модуль. Практика педагогическая	Овладение разнообразными видами педагогической деятельности: гностической, проектировочной, организационной, коммуникативной, диагностической, аналитико-оценочной, рефлексивной, исследовательско-творческой.
8. Модуль. Практика исследовательская	Выбор оптимального метода исследования для изучения свойств объекта, научная постановка, обработка эксперимента.
9. Модуль. НИР докторанта, включая выполнение докторской диссертации	Демонстрация системного понимания области изучения, мастерство в части умений и методов исследования, используемых в данной области. Планирование, разработка, реализация и корректировка комплексного процесса научных исследований.

В ролевых играх педагог назначает роли обучаемым и разрабатывает сценарий игры, который может корректироваться по ходу как самими участниками, так и ведущим.

В разыгрывании ролей содержится уже определенный элемент самонастройки учебного процесса: ситуации, в которых окажется тот или иной игрок-исполнитель какой-либо роли, нельзя предсказать полностью; решения, которые принимаются исполнителями, связываются не только со сценарием, правилами – должностными инструкциями или с действиями других исполнителей, но и с решениями, принятыми данными исполнителями ранее. Таким образом, практически без вмешательства преподавателя происходит самообучение участников через взаимную корректировку поведения. Итоги игры по-прежнему подводит преподаватель.

При проведении деловых игр картина меняется. Преподаватель играет активную роль до игры, информируя ее участников о целях и правилах игрового поведения, о возможных игровых стратегиях. При этом связь «решение-результат» жестко задана игровыми алгоритмами, причем результат количественно оценивается. В игре существуют полностью отлаженный алгоритм поступления информации и принятия решений. Свобода выбора поведения игроками четко регламентирована. Любое применяемое в рамках доступной свободы выбора решение основано в игре на собственных предшествующих решениях игрока и коррективах, формируемых под влиянием действий

других игроков и промежуточных результатов игры. Траектория движения показателей моделируемой системы целиком находится в рамках игровой группы. Таким образом, в деловых играх преобладает самообеспечение с самооценкой результатов. Преподаватель в конце игры проводит ее анализ с ответом на вопрос: «Почему получились данные результаты?».

Последовательность действий в учебной игре задается в такой форме, чтобы у каждого игрока была возможность перестроить свою работу соответственно выявляющимся результатам.

Главное достоинство учебных деловых игр в том, что в отличие от репродуктивных форм обучения игроки примеряют ситуацию, пусть и игровую, на себя, вовлекаются в игровой эксперимент, делают то или приблизительно то, что им предстоит делать впоследствии, – принимать производственные решения, но пока в игровом поле. Чем острее и азартнее игра, тем вся игровая информация воспринимается и запоминается сразу и надолго, как созданная, «спродуцированная» самими игроками. Использование таких активных форм обучения наряду с традиционными репродуктивными значительно повышает эффективность образовательного процесса [5].

Полагаем, что реализация данного компетентного подхода позволит готовить выпускников с инновационным типом мышления, владеющих современными информационными технологиями и способных реализовать на практике весь набор компетенций, заложенных в образовательной программе.

Владение указанными компетенциями в определенной степени зависит от личного вклада, добросовестности, трудолюбия, способностей будущего специалиста.

Считаем необходимым рассмотреть еще один фактор, осложняющий и препятствующий успешному продвижению компетентностного подхода в вузе. Как работодатели, так и профессорско-преподавательский состав обращают внимание на явное расхождение между качеством подготовки выпускника, даваемым высшим учебным заведением, и требованиями, предъявляемыми к специалисту на предприятии. Указанное в значительной степени обусловлено некритичным заимствованием отдельных положений из европейской системы высшего образования. В качестве примера можно привести введение в вузах контроля знаний студентов балльно-рейтинговой системы, которая в силу своего формализма не приносит улучшений в эту практику. Как показывает наш опыт даже в рамках рейтинговой системы оценки знаний, преподавателям предлагается ориентироваться на привычную пятибалльную систему. Другой пример, на Западе широко используется система перевода зачетных единиц (кредитов) (ECTS) как меры трудоемкости образовательной программы, которая служит для удобства «мобильности студентов» и позволяет перевести национальные образовательные стратегии на единый европейский язык. Но система зачетных единиц не является базовой характеристикой европейской образовательной программы. Реформаторы рекомендуют выражать дисциплинарные модули в рабочих программах в зачетных единицах и параллельно предлагают дублирование в часах (ранее принятое).

Унификация европейской образовательной политики вовсе не означает следование общепринятым правилам, напротив, богатство и ценность развития предполагают наличие разнообразных форм, обусловленных национальными системами образования. Только такая свобода самовыражения способна обеспечить как воспроизводство традиционных ценностных ориентаций, так и возникновение новых. Стремясь войти в единое европейское образовательное пространство, мы не должны бездумно копировать некие абстрактные стандарты, а исходить из конкретных потребностей казахстанского рынка квалифици-

рованного труда [6].

Однако на деле все свелось к чрезмерному увлечению формальной стороной образовательного процесса теперь уже и в практике работы высшего учебного заведения. Преподаватели каждого вуза РК разрабатывают многочисленные и разнообразные рабочие программы для каждой формы обучения по своим дисциплинам, скрупулезно указывая в них, какие компетенции должна формировать та или иная дисциплина в будущем специалисте, каковы цели и средства ее изучения. Но самый главный недостаток в том, что подобного рода работа не добавляет ничего принципиально нового в образовательный процесс, напротив, приводит к бесплодным, безвозвратным потерям рабочего времени, которое могло бы быть потрачено преподавателем на самообразование и развитие профессионального мастерства.

В итоге получается, что в большинстве случаев мы заимствуем только форму, а ее наполнение страдает ввиду формальных перекосов и отсутствия системного подхода к внедрению концептуальной парадигмы в высшее образование. Фактические результаты обучения – это знания и компетенции, которыми студент овладел к моменту завершения обучения по программе, модулю или учебному курсу. Программа считается успешной, если фактические знания и компетенции студента включают, по крайней мере, минимальный набор предполагаемых результатов обучения. Преподаватели, формулируя результаты обучения, должны руководствоваться своими представлениями о том, какими знаниями по профилирующим дисциплинам должны овладеть студенты, что студенты должны уметь делать после окончания программы, какие ценности и принципы они хотят привить своим студентам.

С нашей точки зрения, следовало бы подумать не столько о формальном внедрении якобы компетентностного подхода в обучение, сколько о реальном обеспечении соответствия структуры и управления качеством подготовки специалистов. Это в полной мере возможно при технологическом обновлении самого производства, инновационно-конкурентном развитии экономики страны. Только в этом случае казахстанская высшая школа будет в состоянии адекватно ответить на вызовы времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тельманова Е.В., Прохасько Л.С. Некоторые аспекты управления качеством учебного процесса // Актуальные проблемы качества и конкурентоспособности товаров и услуг: Доклады межд. науч.-практ. конф. – Набережные Челны, 2013. – С. 424-426.
2. Зорина А.В. Компетентностный подход в формировании лидерских качеств у студентов в вузе // Там же. – С. 345-349.
3. Байденко, В.И. Базовые навыки (ключевые компетенции) как интегрирующий фактор образовательного процесса // Профессиональное образование и формирование личности специалиста / В.И. Байденко, Б. Оскарссон. – М., 2002. – С. 22-46.
4. Сергеев А.Г. Компетентность и компетенции в образовании. – Владимир: Изд-во Владимирского гос. университета, 2007. – С. 45-47.
5. Шарая О.А., Дахно Л.А. Теория и технология термической обработки в ситуационных, экспертных играх и задачах: Учебное пособие. – Караганда, 2008. – 78 с.

ӘОЖ 621.83.053

Ірі модульді тісті доңғалақтарды дайындаудың қолданыстағы тәсілдері (шолу-1)

К.Т. ШЕРОВ, т.ғ.д., профессор,

А.В. МАЗДУБАЙ, докторант,

А.К. ШЕРОВ, докторант,

Н.Б. ТӨЛИЕВА, МСМ-12-1 тобының магистранты,

Г. ТӘТТІМБЕК, МСМ 13-1 тобының магистранты,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, МТ кафедрасы

Кілт сөздер: тісті доңғалақтар, ірі модульді, термофрикциялық өңдеу, дискілі жоңғзы, иірмекті жоңғзы, тіс ойығының түбі, импульсті салқындату.

«Қазақстан-2030» бағдарламасында елімізді индустрияландыру бойынша, жеке алғанда, машинажасау өнеркәсібінде стратегиялық бағыты қарастырылған.

Машинажасау саласында басым бағыттарды дамытуда қабылданған бағдарламаға байланысты машинажасау өнімі өндірісінің жаңа технологияларын терең зерделеу және жасау маңызды болып келеді.

Машинажасау саласында тісті доңғалақтар өте кең таралған тетіктердің бірі. Тісті доңғалақтардың және оларды өндіру тәсілдерінің алуан түрлері бар. Осы қатарда ерекше тұрған мәселе – ірі модульді тісті доңғалақтар дайындау.

Ірі модульді тісті доңғалақтарды өңдеу мәселелерін шешуге Я.И. Адам, С.Н. Калашников, Г.Н. Кирсанов, Б.И. Коган, Ф.Л. Литвин, В.С. Люкшин, С.Н. Медведицков, О.И. Мойсеенко, Г.Г. Овумян, И.И. Семенченко, А.К. Сидоренко, Ю.В. Цвис, R. Höhn, I. Law, H. Pfauter және басқа отандық және шетелдік ғалымдар айтарлықтай үлес қосты.

Әсіресе ірі модульді тісті доңғалақтарды өңдеу

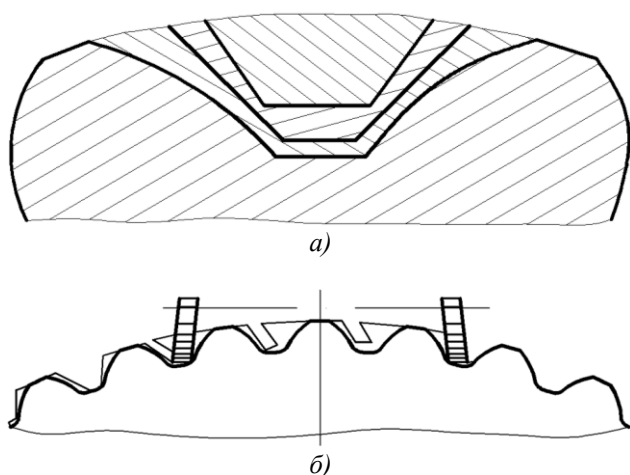
мәселелерін шешу оларды өңдеудің жаңа модулін жасауға және бұйымды берілген дәлдік дәрежесімен алуға мүмкіндік беретін тиімділігі жоғары арнайы аспапты дайындауға байланысты. Қазіргі кезде машинажасауда модулі 30 мм және одан астам ірі габаритті тісті доңғалақтар қолданыс тапты. Осы доңғалақтарда тістерін кесу үшін модульді дисктік және саусақтық жоңғзыларды пайдаланады. Тістерді жоңғзылау кезінде тістер арасында болатын металдың үлкен көлемін жоюға көп уақыт кетеді. Мысалы, диаметрі 18000 мм, модулі 42 мм және тәж ені 350 мм доңғалақ тістерін өңдеу кезінде жоңқаға 2350 кг астам металл кетеді.

Жоңғыларда кесу периметрі өте үлкен екеніне қарамастан олардың кескіш бөлігінің бастапқы мұқалуы тістердің төбелері бойынша ғана жүреді. Осындай жұмыс жағдайлары кескіш бөлігін барлық периметрі бойынша қайта қайрау қажеттігіне қарай жылдам кескіш болаттың тиімсіз жұмсалыуына алып келеді, сол кезде аспап көбінесе тістерінің төбелері бойынша мұқалады [1].

Ірі модульді тісті доңғалақтарды өңдеуде калып-

тасқан практика басым көп жағдайларда көшіру әдісімен (сұлбалы бейіні бар желкеөңделген дисктік немесе саусақтық жоңғылармен) немесе домалату әдісімен жұмыс істейтін жылдам кесетін болаттан жасалған кескіш бөлігі бар тіс кескіш аспапты пайдалануды болжайды.

Тіс өңдеу аймағында жұмыстың көпшілігі әдіпті кесу сұлбаларын оңтайландыру, сонымен қатар оны қатты қорытпамен жабдықтау арқылы аспап конструкциясын жетілдіру мәселелеріне арналған. Өндірістің өзіне тән масштабтарын ескере отырып, ірі модульді тісті доңғалақтарды өңдеу бір данамен немесе ұсақ сериямен жүргізіледі. Осыған байланысты оларды әзірлеу қолмен басқарылатын металл өңдегіш жабдықты қолдану арқылы жүреді, бұл ауысулардың көп санына байланысты. Осындай жабдықты пайдаланған кезде өңдеу дәлдігі мен өнімділігі бөлігінде ең жақсы нәтижелерге бұрамдық жоңғыларымен тіс жоңғылау кезінде домалату әдісімен қол жеткізеді. Осындай білдектерде көшіру әдісін қолдану тазартып өңдеу үшін білдектің бөлгіш механизмдерінің жоғары емес дәлдігімен шектелген. Тіс кескіш аспап үшін геометриялық параметрлер, ережеге сай, өңделетін материалдардың қасиеттерінен шыға отырып емес, қайта қайрау кезінде аспап бейінінің минимум бұрмалануы есебінен белгіленеді, бұл металл кескіш аспаптың басқа түрлерінің көпшілігіне тән. Сондықтан тіс кескіш аспаптың дәстүрлі түрлері жетілмеген геометрияға ие, бұл олардың төзімділігін айтарлықтай шектейді. Қатты қорытпаны аспаптық материал ретінде пайдалану, пайдаланылатын жабдық жылдамдығының төмен ауқымына және қатты қорытпалы сұлбалы аспаптар дайындаудың еңбек көлемділігіне байланысты қиындатылған [2]. Осының бәрі технологиялық процестерде жаңа заманғы тиімділігі жоғары өңдеу әдістерін пайдалануға және өңделетін тісті доңғалақтардың дәлдік дәрежесін МЕСТ 1643-81 бойынша дәлдіктің сегізінші дәрежесінен артық қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді. Ірі модульді доңғалақтарды, ережеге сай, бірнеше тазартылмай өткізу ішінде жоңғылайды (1, а-сурет) [2]. Бұл номенклатураның артуына және ірі модульді тісті аспапты тиімсіз пайдалануға алып келді.



а – үш рет өткенде модульдік жоңғылармен;
б – дисктік үш жақты кесіктік жоңғылармен

1-сурет – Тістердің ойықтарын алдынала жоңғылау

Ірі доңғалақтардың тістерін өңдеудің жоғары еңбек көлемділігі олардың төзімділігін арттырады, бірегей білдектердің көп санын, аспаптың үлкен номенклатурасын сақтау үшін айтарлықтай ауданын талап етеді.

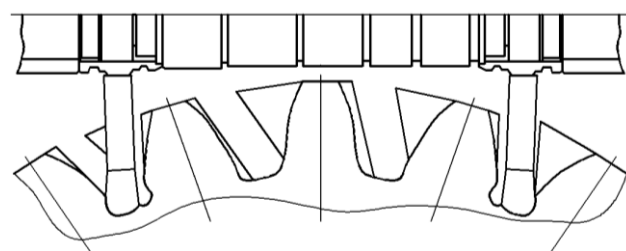
2 – суретте жоңғыларымен тістердің ойықтарын таза жоңғылау процесі көрсетілген.

Тістерді стандартты бұрамдық жоңғыларымен домалату әдісімен тазалап өңдеу кезінде алғашқы өткізуден кейін алынатын өңделетін беттің кедір-бұдырлығын азайтуға болады. Ірі модульді доңғалақтарды жоңғылау кезінде осы мүмкіндіктер шектеулі. Ірі модульді доңғалақтардың тістерінің бетіндегі кедір-бұдырлықты бұрамдық жоңғылармен азайтуға басты кедергілердің бірі тістердің ауыспалы қисығында жоңқа түзілу процесінің қисыңқылығы болып табылады. Осының нәтижесінде бұрау моменті артады және құрал біліктің серпімді деформациясы салдарынан радиал бағытта аспаптың дірілі және тербелісі пайда болуы мүмкін. Сондықтан ірі модульді доңғалақтардың тістерін тазартып жоңғылау операциясын келесі екі түрге бөлу мақсатты: тістің ауыспалы қисығын және бейіннің белсенді учаскесін екі түрлі аспаппен бөлек жоңғылау [1,2].

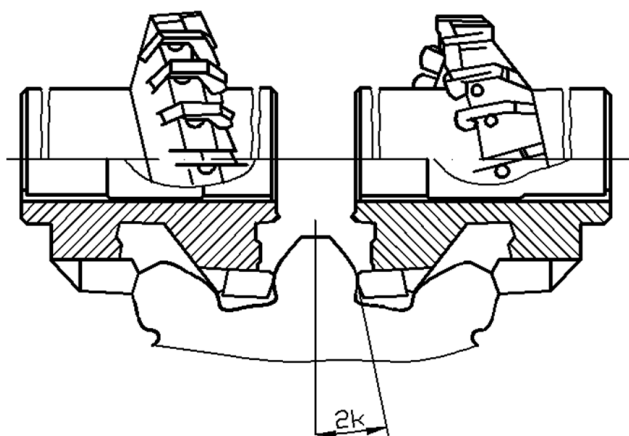
Ірі модульді доңғалақтардың тістерін жоңғылаудың осы тәсілі өңдеу өнімділігі мен дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Тіс жоңғылау келесі реттілікпен жүзеге асырылады. Алдымен тістердің ойықтарын дисктік жоңғылармен, ойық түбін және тістің ауыспалы қисығын түпкілікті өңдеу арқылы жоңғылайды (өңделетін беттің талап етілген кедір-бұдырлығына байланысты 1-2 өткізу). Осы мақсатта дисктік жоңғыларды қолданады. Тістер бейінінің эвольвенттік учаскесінде бір қалыпты емес әдіп қалады. Диаметрі 5000 мм дейін тісті доңғалақтар тістерінің жұмыс учаскесінің эвольвенттік бейінін өңдеу «Победа» иірмекті корпусық жоңғылармен домалату әдісі арқылы жүзеге асырылады (3-сурет) [2, с. 26].

Жоңғы тістерінің төбесі доңғалақ тісінің ауыспалы қисығын қалыптастырмайды, жоңғыға түсетін күш айтарлықтай азаяды, сондықтан бетінің кедір-бұдырлығы азаяды және өнімділігі артады. Жоғарыда аталған мәселелердің шешімі ірі модульді тісті доңғалақтарды өңдеудің жаңа ресурс сақтаушы әдістерін жасау және дәлдігі берілген дәрежеде және өзіндік құны төмен бұйым алуға мүмкіндік беретін тиімділігі жоғары арнайы технологиялық жабдық әзірлеу қажеттігін білдіреді [2,3].

Осыған байланысты жоғарыда келтірілген мәселелерді шешуге бағытталған ғылыми жұмыс маңызды болып табылады.



2 – сурет – Жоңғыларымен тістердің ойықтарын таза жоңғылау



3 – сурет – Тістерді өңдеу үшін иірімді құрама
жонғы

Жүргізілген патенттік және әдебиеттік шолу нәтижелері ірі модульді тісті доңғалақтарды дайындау кезінде келесі мәселелер барын көрсетті:

– Қазақстан Республикасының машина жасау өндірісі жағдайларында жылдам кесетін болаттан жасалған тіс кескіш аспаптың қымбаттығы мен қиын қолжетімдігі ірі модульді тісті доңғалақтарды дайындауда өзіндік құнының айтарлықтай артуына алып келеді;

– өндірістің өзіне тән ауқымдарын ескере келе, ірі модульді тісті доңғалақтарды бір данамен немесе ұсақ сериямен шығарады. Осыған байланысты оларды дайындау қолмен басқарылатын металл өңдегіш жабдықты қолдану арқылы жүреді, бұл ауысудың көп санын қамтамасыз етеді. Осындай жабдықты пайдаланған кезде тазартып өңдеу үшін білдектің бөлгіш механизмдерінің жоғары емес дәлдігімен шектелген, бұл ірі модульді тісті доңғалақтарды дайындау дәлдігіне теріс әсер етеді [3,4].

Жүргізілген шолу нәтижесі ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін өңдеу қазіргі уақыттағы ең өзекті мәселелердің бірі екендігін көрсетті. Бұл мәселенің шешімі ірі модульді тісті доңғалақтарды өңдеудің жаңа ресурс тежеуші әдісін жарату болып отыр.

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті «Машинажасау технологиясы» кафедрасында механикалық өңдеудің ресурс тежеуші әдістерінің бірі болып саналатын импульсті салқындатуға ие болған термофрикциялық өңдеу технологиясы жаратылған [5,6,7].

Термофрикциялық өңдеудің жаңа ресурс тежеуші тәсілін ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін өңдеу үшін қолдану мүмкіндігін ғылыми тұрғыдан зерттеу практикалық және ғылыми құндылыққа ие болып отыр.

Қорытынды:

Ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін термофрикциялық өңдеуді зерттеу бойынша ғылыми-зерттеу жұмысын орындау үшін келесі мәселелерді шешу қажет:

– ҚР және ТМД машина жасау өндірістері жағдайларында тісті доңғалақтар дайындаудың қолданыстағы технологияларын зерделеу;

– тісті доңғалақтарды механикалық өңдеудің қолданыстағы әдістерінің еңбек сыйымдылығын, өзіндік құнын, дәлдігін және сапасын талдау;

– тісті доңғалақтар тістерінің ойықтарын өңдеу үшін арнайы фрикциялық аспап конструкциясын әзірлеу және есептеу;

– ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін термофрикциялық өңдеу процесін эксперименттік зерттеуді ұйымдастыру және өткізу;

– ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін термофрикциялық өңдеу режимдерінің сапа көрсеткіштеріне әсерін эксперименттік зерттеу.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сидоренко А.К. Особенности изготовления крупномодульных колёс. – М.: Машиностроение, 1976. – 109 с.
2. ОСТ 24.667.01. Фрезы дисковые зуборезные «Чистовые по дну впадины» для цилиндрических зубчатых колёс. Конструкция и размеры. – М., 2001. – 26 с.
3. Коганов И.А., Федоров Ю.Н., Валиков Е.Н. Прогрессивные методы изготовления цилиндрических зубчатых колёс: научное издание. – М.: Машиностроение, 1991. – 136 с.
4. Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза: справочное издание. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 223 с.
5. Шеров К.Т., Муравьев О.П., Уалиев Д.Ш. и др. Способ термофрикционной обработки плоскости и конструкция диска трения // Инновационный патент №22998 РК на изобретение 15.10.2010, бюл. №10.
6. Шеров К.Т., Муравьев О.П., Шеров А.К. и др. Способ термофрикционной режуще-упрочняющей обработки цилиндрических поверхностей и конструкция диска трения // Инновационный патент № 25649 РК на изобретение. 16.04.2012г., бюл. № 4.
7. Шеров К.Т. Диск трения // Инновационный патент № 26236 РК на изобретение. 15.10.2012г., бюл. № 10.

Покрyтия на основе карбида вольфрама как альтернатива гальваническому хромированию для защиты деталей горно-шахтного оборудования

Г.С. ЖЕТЕСОВА, д.т.н., профессор,

Т.Ю. НИКОНОВА, к.т.н., доцент,

Ж.Т. СМАКОВА, магистрант,

О.В. ОСИПОВА, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТМ

Ключевые слова: коррозия, гальваника, покрытие, шток, гидростойка, механизированная крепь, хромирование.

В настоящее время подземный способ добычи угля в Карагандинском угольном бассейне обеспечивается комбайновыми и струговыми комплексами оборудования с механизированными крепями. По оснащенности шахт и уровню добычи угля с использованием очистных механизированных комплексов Карагандинский угольный бассейн занимает одно из ведущих положений среди стран СНГ.

Механизированная крепь эксплуатируется в условиях естественного рабочего пространства, запыленной атмосферы, высокой влажности (до 100 %) и загазованности. На нее действуют в различных направлениях большие нагрузки, обусловленные взаимодействием с боковыми породами и вызванные работой выемочной машины, забойного конвейера и других узлов.

Характерными видами износа для горно-шахтного оборудования являются:

- механическое изнашивание;
- коррозионно-механическое изнашивание.

Одним из ответственных элементов секций механизированных крепей являются гидравлические стойки. Гидравлическая стойка механизированной крепи работает в забое в сложнейших условиях и с большими механическими нагрузками. Механические нагрузки, возникающие в крепи, определяются характером рабочего процесса, инерцией перемещающихся масс, трением в кинематических парах.

Элементы гидростойки механизированной крепи, в частности шток, часто подвергаются коррозионному воздействию. При исследовании частоты выхода из строя гидрооборудования на шахтах Карагандинского угольного бассейна было установлено, что частота выхода гидростоек из строя у различных крепей составляла от 2 до 8 штук в месяц. Из этого можно сделать вывод, что одним из факторов, снижающих надежность и долговечность силового гидрооборудования, является коррозия штоков.

На машиностроительных заводах г. Караганды производится широкая номенклатура механизированных крепей: М130, УКП5М, 10КП70, 20ОКП70К, КМ500, 2М142. Диаметры изготавливаемых штоков

силового гидравлического оборудования этих крепей составляют 60, 80, 125, 160 и 220 мм, длина штоков находится в пределах от 370 до 1400 мм. Материал изготавливаемых штоков: сталь 30ХГСА, сталь 40Х и сталь 45.

Антикоррозионная защита штоков гидростоек механизированных крепей состоит в применении защитных покрытий. Для защиты от коррозионного воздействия и повышения износостойкости штоков гидростоек механизированных крепей на машиностроительных заводах Карагандинской области чаще всего используется метод химико-термического упрочнения – нанесение хромового покрытия (хромирование).

В течение более чем 70 лет покрытия на основе хрома оставались незаменимыми для защиты компонентов промышленных и потребительских изделий от износа, ударной нагрузки и различных видов коррозии. Хром имеет ряд преимуществ перед другими материалами:

- стоек против действия влажной атмосферы, азотной кислоты и растворов щелочей;
- растворим в соляной и горячей серной кислоте;
- длительное время сохраняет свой цвет и блеск.

Цвета побежалости на хrome появляются только при температуре свыше 400°. Осадки хрома пористы, электрохимической защиты не создают.

Однако в последние годы гальваническое хромирование стали используют все реже, заменяя его другими видами покрытий. Причиной тому являются следующие недостатки гальванического хромирования:

- ограниченная толщина покрытия (не более 0,3 мм);
- низкая скорость осаждения металла (до 0,03 мм/ч);
- высокая стоимость процесса;
- негативное влияние химических элементов на человека.

Кроме того, хромовые покрытия обладают слабой смачивающей способностью по отношению к маслу. Для устранения этого недостатка применяют пористое хромирование.

Для того чтобы правильно подобрать коррозионно-стойкое покрытие необходимо учитывать ряд факторов:

- соотношение твердости материалов ответных деталей (покрытие-деталь);
- температура рабочего контакта;
- качество подготовки поверхности напыляемой детали;
- антифрикционные качества;
- хрупкость;
- адгезия и когезия поверхности.

Наилучшей альтернативой хромированию сегодня является высокоскоростное газопламенное напыление карбида вольфрама.

В последнее десятилетие быстро развивается группа высокоскоростных методов нанесения порошковых покрытий, объединенных английским термином HVOF (HighVelocityOxy-Fuel), русский аналог которого ГПС (газопламенное сверхзвуковое) [1].

Высокоскоростное газопламенное напыление по праву считается наиболее современной из технологий напыления. В странах Европы и Северной Америки высокоскоростное напыление практически вытеснило гальванику и методы вакуумного напыления во многих отраслях. Твердосплавные покрытия, нанесенные методами высокоскоростного напыления, по всем статьям превосходят гальванические покрытия, процесс создания которых признан чрезвычайно канцерогенным.

Высокоскоростное газопламенное напыление, имеющее высокую кинетическую энергию и сравнительно небольшую тепловую энергию, приводит к положительному влиянию на характеристики покрытия и является предпочтительным для напыления таких материалов, как карбид вольфрама.

Технология пламенного напыления предназначена для нанесения упрочняющих и защитных покрытий на поверхность ответственных деталей. Газопламенное напыление применяется для создания термобарьерных, теплоизоляционных, пористых, электроизоляционных, износостойких покрытий. Пламенное напыление успешно используется для создания керамических покрытий, сочетающих износостойкость с изоляцией электричества или тепла.

Методом пламенного напыления можно ремонтировать и наносить износостойкие покрытия на трущиеся детали со сложной геометрической формой, поэтому этот метод можно считать оптимальным для защиты деталей горно-шахтного оборудования. Газопламенная технология практически полностью вытеснила вакуумную, которая раньше применялась для термобарьерных покрытий частей газотурбинного двигателя. Пламенное напыление имеет широкий спектр применения и используется для электроизоляции в атомной энергетике, металлургии, теплоэнергетике и геофизике.

Весомым отличием от гальванического хромирования является то, что HVOF покрытия на основе карбида вольфрама имеют преимущество при работе в тяжелых условиях, эти покрытия намного легче наносятся по сравнению с традиционными электролитическими ваннами с хромом.

Большое количество опубликованных технологических оценок доказывают состоятельность метода газопламенного высокоскоростного нанесения покрытий для замены хромирования. На сегодняшний день большое количество лабораторных и опытных испытаний, коммерческой эксплуатации продемонстрировали преимущества HVOF покрытий в защите от износа, коррозии и перегрева; трудоемкости нанесения; продолжительности жизненного цикла; экономической эффективности.

Суть метода заключается в том, что в ходе этого процесса горючий газ и кислород перемешиваются и под высоким давлением подаются в камеру сгорания, где происходит горение и образуется газовый поток высокого давления. Частицы порошка карбида вольфрама автоматически подаются в область горения. Высокоскоростной газовый поток, содержащий расплавленные частицы порошка, направляется в сторону подложки, удар и осаждение частиц на поверхности образуют плотное покрытие с пористостью меньше, чем 1 %, содержанием оксидов меньше, чем 1 % и прочностью сцепления больше, чем 80 МПа. HVOF покрытия наносятся в специальных роботизированных шумозащитных камерах.

Карбид вольфрама (монокристалл вольфрама) – химическое соединение углерода и вольфрама с формулой WC. Представляет собой фазу внедрения, которая содержит 6,1 % C (по массе) и не имеет области гомогенности. Имеет высокую твердость (9 по шкале Мооса) и износостойкость.

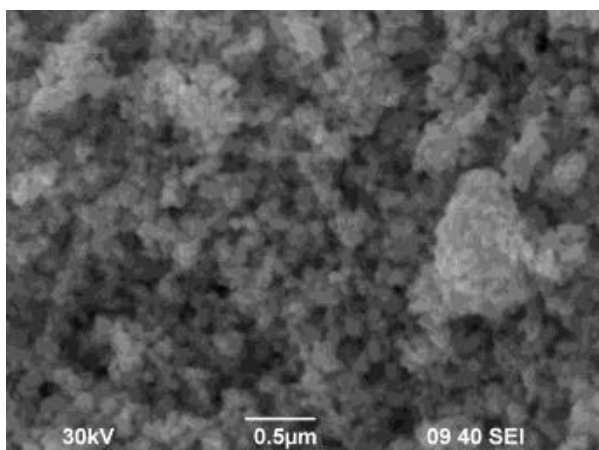
Порошки карбида вольфрама получают несколькими способами:

- плазмохимический – полученный низкотемпературной карбидизацией сажей плазмохимического (водородная плазма) наноразмерного порошка вольфрама;
- карботермический – полученный низкотемпературным восстановлением наноразмерного оксида вольфрама сажей;
- измельченный – полученный высокоэнергетическим механическим измельчением (ускорение мелющих тел до 150G) исходного порошка карбида вольфрама в планетарной мельнице (ПМ).

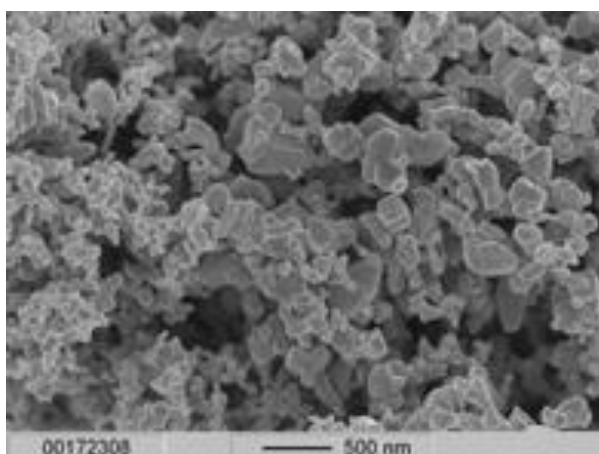
Все порошки WC состоят из наноразмерных частиц, рентгенофазовый анализ (РФА) показал во всех порошках наличие только одной фазы – WC, содержание общего углерода в порошках близко к стехиометрическому (см. рисунок 1 и таблицу 1).

В момент столкновения разогретых частиц с чистой шероховатой поверхностью (которая получается в результате дробеструйной обработки) они почти одновременно заполняют все неровности поверхности и остывают. Напыление продолжается, очередные частицы соединяются с предыдущими и таким образом образуется покрытие.

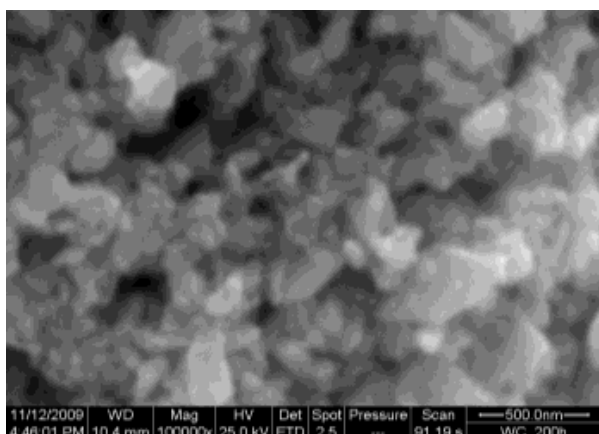
В результате свойства покрытий до некоторой степени структурно сравнимы с литыми материалами и покрытия слегка пористые. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ хромового гальванического покрытия и покрытия на основе карбида вольфрама, нанесенного методом высокоскоростного газопламенного напыления.



а)



б)



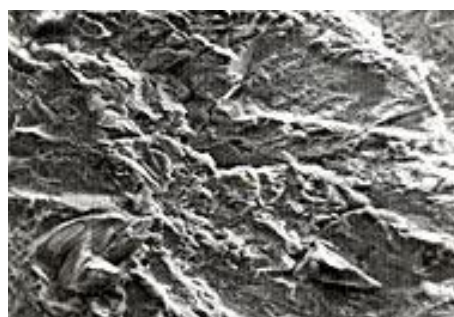
в)

а – плазмохимический, б – карботермический,
в – измельченный

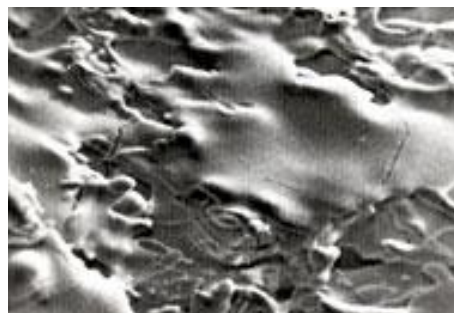
Рисунок 1 – Микроструктуры порошков WC

Таблица 1 – Свойства исходных материалов

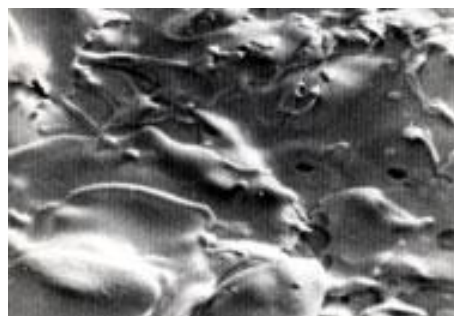
Свойство порошков	Марка исходного порошка		
	плазмохи-мический	карботер-мический	измель-ченный
Удельная поверхность (БЭТ), м ² /г	6,5	4,0	3,3
Эквивалентный диаметр частиц, нм*	59	96	120
Фазовый состав (РФА)	WC	WC	WC
Содержание общего углерода, % масс.	6,10	6,30	6,25



а)



б)



в)

а – поверхность после дробеструйной обработки;
б – поверхность после напыления;
в – напыленное покрытие

Рисунок 2 – Микроструктуры

Таблица 2 – Сравнительный анализ покрытий

Свойство	HVOF покрытие из карбида вольфрама	Гальваниче-ский хром
Микротвердость, HRC	>70	60-70
Микротвердость, HV	>1050	750-850
Прочность сцепления, МПа	>80	41
Пористость	<1%	10%
Толщина покрытия, мм	>0,08	<0,13
Шероховатость, Ra	<4	<4
Тест на коррозионную стой-кость (ASM B117), часы	720	55
Жаростойкость, °C	550	400

Как видно из таблицы 2, значение микротвердости покрытий карбида вольфрама превышает 70 HRC, в то время как хромированные покрытия дают твердость 60-70 HRC. Значения микротвердости HV покрытия карбида вольфрама и хромированного покрытия по Виккерсу составляют соответственно HV1050 для HVOF и HV750-850 для хромирования. При повышенных температурах твердость газотермического покрытия также значительно выше, чем у гальванопокрытия (рисунок 3).

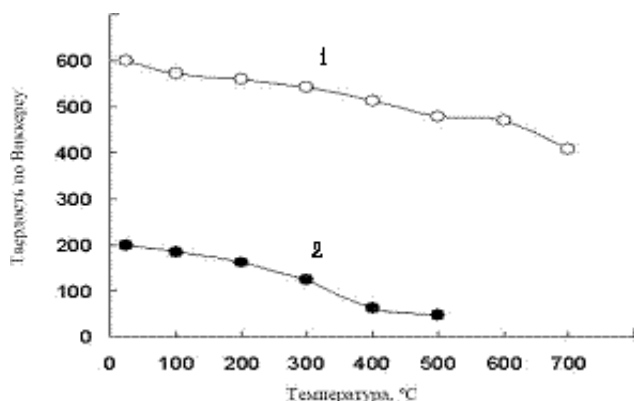


Рисунок 3 – Твердость «1» газопламенного покрытия (HVOF) и «2» гальванопокрытия при повышенных температурах

Нанесение HVOF покрытия происходит быстрее, по сравнению со стандартным хромированием. Обычно процесс напыления карбида вольфрама на шток занимает 1-2 часа, в то время как хромирование – более суток. К тому же, в отличие от хромирования, HVOF покрытия карбида вольфрама не подвержены водородному охрупчиванию.

Карбидные слои перспективны для использования в условиях невысоких удельных нагрузок, а слои на основе вольфрама – для больших и ударных нагрузок на рабочих поверхностях деталей горно-шахтного оборудования, работающих в условиях интенсивного абразивного и коррозионного износа. Все эти рабочие факторы в tandem с уменьшением частоты ремонта и сокращением времени на восстановление позволяют сократить время простоя деталей в эксплуатации и увеличить жизненный цикл важных компонентов гидростоек механизированных крепей [2-4].

Наличие в гальванических покрытиях очень больших внутренних напряжений вызывает резкое снижение коррозионной стойкости в результате растрескивания покрытия и увеличения пор.

Как отмечено выше, высокие показатели прочности сцепления и низкая пористость также доказывают преимущество HVOF покрытий перед гальваническим хромированием. Из таблицы 2 можно заметить пре-

восходство HVOF покрытия, по сравнению с хромированием, по антикоррозионным свойствам температурной выносливости.

Также к преимуществам покрытия на основе карбида вольфрама относится то, что оно абсолютно беспористое, имеет коррозионную стойкость в расплавленных металлах, кислых средах, а также в сероводородных растворах. Недостаточная коррозионная стойкость наблюдается только в окислительной атмосфере при температуре выше 400°C и в щелочных растворах. Степень беспористости определяет коррозионную стойкость покрытия и возможность применения его в той или иной области.

Преимуществами технологии высокоскоростного газопламенного напыления являются:

- возможность нанесения покрытий на изделия, изготовленные практически из любого материала, что позволяет применять такие покрытия практически во всех областях промышленности;
- возможность напыления разных материалов с помощью одного и того же оборудования. Поэтому высокоскоростное газопламенное напыление можно считать универсальным способом для упрочнения деталей;
- отсутствие ограничений по размеру обрабатываемых изделий. Покрытие можно напылить как на большую площадь, так и на ограниченные участки больших изделий;
- возможность применения для увеличения размеров детали (восстановление и ремонт изношенных деталей машин);
- относительная простота конструкции оборудования для напыления, его малая масса, несложность эксплуатации, возможность быстро и легко перемещаться.

Таким образом, метод высокоскоростного газопламенного напыления карбида вольфрама можно считать наиболее оптимальным для нанесения на штоки гидростоек механизированных крепей, так как покрытия, получаемые этим методом, соответствуют всем требованиям, предъявляемым к износостойким покрытиям, а также обладают высокой коррозионной стойкостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харламов Ю.А. Газотермическое напыление покрытий и экологичность производства, эксплуатации и ремонта машин // Тяжелое машиностроение. – 2000. – № 2. – С. 10-13.
2. Characteristics and Advanced Industrial Applications Using the «Diamond Jet Hybrid» – the Third Generation of HVOF Systems / M.C. Nestler, U. Erning // Пленки и Покрытия 98: Тр. 5 МНТК. СПб, 2008. – С. 195-202.
3. Verstak A., Baranovski V. Activated Combustion HVOF Coatings for Protection Against Wear and High Temperature Corrosion // Thermal Spray 2003: Advancing the Science and Applying the Technology. Proc. of the ITSC. ASM Publication. – 2003. – Vol. 1.
4. AC-HVAF Process Information: Информационный бюллетень // UniqueCoat Technologies, USA. – 2005.

Литые шестерни из борсодержащей стали

А.З. ИСАГУЛОВ¹, д.т.н., профессор,

А.А. АКБЕРДИН², д.т.н., профессор,

А.Б. СУЛТАНГАЗИЕВА¹, магистрант,

¹Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН,

²Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева

Ключевые слова: шестерня, сталь, карбонитрид, легирующий элемент, бор, прочность.

Литые шестерни – детали, предназначенные для передачи крутящего момента вдоль своей оси и для поддержания вращающихся деталей машин.

Шестерни применяют при необходимости преобразования в машине возвратно-поступательного движения во вращательное или наоборот. Шестерня используется как часть редуктора в механизме подъема крана, коробках передач, задних мостах автомобилей. Массовое производство шестерен характеризуется, как правило, применением высокопроизводительных методов зубонарезания; использованием таких материалов и методов упрочнения, которые обеспечивают высокую прочность изделий, рассчитанных обычно на относительно небольшой срок службы под полной нагрузкой, определяемый ресурсом машин; небольшими размерами.

Основным критерием работоспособности является прочность на смятие, прочность на кручение, подвергаются изгибу от усилий, возникающих в деталях передач, от веса этих деталей и собственного веса, передают вращающие моменты.

Качество, точность и стоимость изготовления валов в значительной степени зависят от склонности к деформации при термической обработке, оказывающей решающее влияние на выбор способа окончательной чистовой отделки и величину припуска под шлифование. Характеристики сталей, применяемых для изготовления шестерни, при различной термической или термохимической обработке приведены в

таблице 1.

Рациональный выбор материала для литых шестерен способствует не только повышению их надежности и долговечности, но и улучшает условия обрабатываемости материала и качество валов по величине деформации при термической обработке.

Стали, идущие на изготовление валов, должны обладать, главным образом высокой прочностью и достаточной вязкостью. Валы, подвергающиеся истиранию, кроме того, должны иметь твердую и износостойкую поверхность.

Для изготовления шестерни применяется несколько марок стали, целесообразность использования которых объясняется либо технологическими, либо эксплуатационными условиями. Работа шестерни сопровождается явлениями, влияющими на надежность и долговечность их в эксплуатации.

Износ, знакопеременные и ударные нагрузки, изгиб, температурный эффект и ряд других явлений, наблюдаемых при работе валов, должны быть учтены при выборе материала и технологии их изготовления. Для обеспечения высоких эксплуатационных характеристик деталей машин большое значение имеет марка стали. Помимо этого, марка стали оказывает существенное влияние на весь технологический процесс изготовления деталей, включая производство поковки, обработку резанием, механическую и термическую обработку деталей. Поэтому марка стали должна одновременно в максимальной степени способствовать

Таблица 1 – Характеристики сталей, применяемых для изготовления шестерни

Марка стали	Вид термической обработки	Сечение заготовки		HВ сердцевины	HRC поверхности	σ_b , МПа	σ_r , МПа
		диаметр	толщина				
35	Нормализация	любой	любая	163...192	-	550	270
45	Нормализация	любой	любая	179...207	-	600	320
40Х	Улучшение	325	80	235...262	-	780	540
		80	50	269...302	-	890	650
		200	325	235...262	-	790	640
		125	80	269...302	-	900	750
	Улучшение + закалка ТВЧ	125	80	269...302	45...50	900	750
40ХН	Улучшение	315	200	235...262	-	800	630
		200	125	269...302	-	920	750
	Улучшение + закалка ТВЧ	200	125	269...302	48...53	920	750
18ХГТ	Улучшение + цементация + закалка	200	125	300...400	56...63	1000	800
12ХН3А	Улучшение + цементация + закалка	200	125	300...400	56...63	1000	800
25ХГНМ	Улучшение + цементация + закалка	200	325	300...400	56...63	1000	800
35Л	Нормализация	Любой	Любая	163...207	-	550	270
40ХНМА	Улучшение + азотирование	225	80	269...302	40...56	980	780
45Л	Улучшение	315	200	207...235	-	680	440
50ГЛ	Улучшение	315	200	235...262	-	850	600

достижению высоких и стабильных механических и эксплуатационных свойств деталей, обладать хорошей технологичностью на всех этапах технологического процесса и не должна быть дорогой и дефицитной.

Основными материалами для получения необходимых механических и эксплуатационных характеристик шестерни целесообразно использовать конструкционные углеродистые и легированные стали. Рекомендуются мало- и среднеуглеродистые с содержанием углерода до 0,40 % и бора 0,004 %, подверженные цементации стали 20ГР 40Г2Р, 20Р приведены в таблице 2.

Сталь, из которой изготавливают шестерни, должна быть мелкозернистой.

Легированные конструкционные стали обладают наилучшими механическими свойствами после термической обработки. Это объясняется тем, что легирующие элементы задерживают диффузионные процессы и оказывают поэтому большое влияние на фазовые превращения, протекающие в стали при закалке и отпуске, задерживая распад мартенсита и огрубление частиц карбидов.

Таблица 2 – Химический состав и механические свойства шестерни

Марка стали	Содержание элементов, %	
	С	В
20ГР	0,30-0,40	0,0039-0,004
40Г2Р	0,40	0,004
20Р	0,35-0,40	0,0039-0,004
30ГР	0,30-0,40	0,0039-0,004
35ГР	0,38-0,40	0,0038-0,004

Леггирующие элементы особенно сильно повышают предел текучести σ 0,2, относительное сужение ψ и ударную вязкость КСЧ.

Стремление к повышению качества высокопрочных сложнопрофильных деталей автомобиля без дополнительных затрат на их производство выдвигает в число первостепенных задачу расширения выпуска и применения экономно легированных, в том числе микролегированных бором сталей.

Особенностью борсодержащих сталей являются их технологическая пластичность, благоприятное соотношение прочностных и пластических свойств в отожженном и термоупрочненном состояниях, высокой уровень характеристик прокаливаемости [1].

В отечественной практике разработаны и нашли широкое применение борсодержащие стали следующих систем легирования: С-Mn-B, Fe-Si-B, Fe-Si-Mn-B. Однако, несмотря на видимые технологические преимущества борсодержащих сталей, их внедрение в массовое производство сдерживается рядом чисто технологических трудностей, к числу которых прежде всего следует отнести необходимость предотвращения связывания бора в нитриды при выплавке стали, так как на характеристики прокаливаемости оказывает

влияние не весь, а только «эффективный» (не связанный в нитриды) бор.

Как известно, на прокаливаемость стали влияет «свободный» или «эффективный» бор, т.е. бор, не связанный в различные соединения. Соединения бора образуются преимущественно в процессе кристаллизации стали, поэтому требуются определенные воздействия на расплав, чтобы обеспечить его состав по кислороду, сере и азоту за счет рафинирования либо микролегирования, позволяющие достичь определенного уровня (конкретную долю) «эффективного» бора в металле после кристаллизации. Как правило, долю «эффективного» бора определяют по разности между данными анализов общего бора и нерастворимого бора (методом растворения в йод-метаноле).

На усвоение бора основное влияние оказывают параметры металлического расплава, а также содержание элементов, имеющих повышенное сродство к бору. Основная роль при этом отводится азоту. Наряду с вышеизложенным, проведено изучение механических свойств 20Г2Р, приведенных в таблице 3.

Анализ мировой тенденции показывает возросший интерес промышленности к выплавке и использованию борсодержащих сталей и сплавов.

Обусловлено это исключительно высоким положительным эффектом влияния микроконцентраций (10-4-10-3 %) бора на эксплуатационные характеристики металлов. Для достижения одинаковых результатов бора в стали необходимо в 100-300 раз меньше, чем молибдена, хрома, ванадия и других легирующих элементов. Другими словами, бор является экономно легирующим элементом и по этой причине привлекает к себе внимание.

Показано, что по всем рассмотренным аспектам о влиянии микролегирования бором и параметров термической обработки на закономерности структурообразования и свойства низколегированных конструкционных борсодержащих марок стали сохраняются неоднозначные мнения, как и в объяснении физической природы высокой эффективности этого элемента.

Термодинамический анализ показывает, что для эффективной защиты бора (обеспечения его содержания в твердом растворе на уровне 0,0010 %) и повышения коэффициента усвоения бора до 50 % в традиционно применяемых в автомобилестроении борсодержащих сталях необходимо повысить (при существующем уровне) содержание титана и алюминия до уровня не ниже соответственно 0,025-0,030 и 0,050...0,060 %; снизить содержание азота до 0,005-0,008 % [2].

Важным резервом повышения уровня прокаливаемости микролегированных бором сталей является измельчение размера зерна аустенита, что на практике достигается микролегированием сильными карбонитридообразующими элементами (Al, Ti, Zr, Nb, V и др.). Их введение в сталь совместно с микродобавками бора обеспечивает связывание азота и углерода в

Таблица 3 – Химический состав борсодержащих сталей

Марка стали	Содержание, %								
	С	Si	Mn	Cr	В	Al	Ti	S	P
20ГР	0.17-0.24	0.17-0.35	0.90-1.30	<0.25	0.002-0.004	0.050-0.060	0.025-0.030	<0.25	<0.25

стабильные мелкодисперсные карбонитриды типа Me (CXN1-X), которые, с одной стороны, способствуют торможению миграции границ и, следовательно, сохранению мелкодисперсной зеренной структуры до достаточно высоких температур, с другой стороны, имея высокое химическое сродство к азоту и кислороду, связывают их в нитриды и оксиды, обеспечивая тем самым защиту бора, что позволяет увеличить концентрацию «эффективного» бора и, как следствие,

повысить прокаливаемость стали.

Серьёзным потребителем борсодержащих сталей являются машиностроительные заводы и ремонтно-механические цехи металлургических комбинатов и ГОКов по производству высокопрочных шестерен и крепежных изделий для тяжелонагруженных редукторов прокатных станов, горнодобывающих комбайнов, большегрузных карьерных автомобилей и другой техники из борсодержащей стали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лякишев Н.П., Плинер Ю.Л., Лаппо С.И. Борсодержащие стали и сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 192 с.
2. Тихонов А.К. Стали для автомобилестроения // Технология металлов. – 2008. – № 12. – С. 47-51.

ӘОЖ 621.92:532.528

STAR-CCM+ бағдарламасын кавитация әсерін талдау және есептеу үшін қолдану

А.А. САГИТОВ, MCM-12-1 тобының магистранты,
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

Кілт сөздер: компьютерлік үлгілеу, кавитация құбылысы, статикалық қысым, STAR-CCM+ бағдарламалық комплексі, тұтас орта механикасы, сұйықтық жылдамдығы, жұмыс камералары.

Машинажасау өндірісінде зерттелуі қиын процестер біршама. Сонын бірі болып кавитация табылады. Сұйықтықта кавитацияның пайда болуын анықтау арнайы құрал-жабдықтар мен үлкен қаржылық шығындарды талап етеді. Кавитация құбылысы – бұл сұйықтықта қысымның тез төмендеуі әсерінен газбен, бумен немесе олардың қоспасымен толтырылған жолақтардың пайда болуы. Булардың жарылуы кезінде қысқа уақытты қысым импульстары мен сұйықтықтың жоғары жылдамдықты микроағындары пайда болады, олар өте берік металдардың өзін бүлдіре алады. Кавитация құбылысын талдау үшін компьютерлік үлгілеуді қолданған жөн.

Қазіргі уақытта компьютерлік үлгілеуді қолдану көптеген қиын жүйелерді зерттеуге мүмкіндік береді. Компьютерлік үлгілерді шынайы тәжірибені жүргізу қаржылық немесе физикалық қиындықтардың немесе ойлағандай нәтиже бермеу қаупі болуы әсерінен қиын болған жағдайда қолданған жөн. Компьютерлік үлгілермен есептегіш тәжірибелерін жүргізу қарапайым және қолайлы болып келеді.

Сұйықтықтағы кавитация құбылысының пайда болуын компьютерлік есептегіш бағдарлама көмегімен анықтаудың әдістемесі қарастырылады. Ол үшін алдымен компьютерлік бағдарлама тандап алу қажет. Қажетті бағдарлама сұйықтық ағындарын үлгілеу процесін орындай алуы керек. Осындай процестерді қазіргі заманғы алдыңғы қатарлы бағдарламалық комплексі STAR-CCM+ орындай алады.

STAR-CCM+ қазіргі заманғы бағдарламалық комплексі болып табылады және ол тұтас орта механикасы есептерін шешуге арналған бағдарламалық комплекс. Ол өзінің қолдану қарапайымдылығымен ерек-

шеленеді. STAR-CCM+ құрамына жаңа сандық алгоритмдерді қамтиды, оларға алдыңғы, таратылған және байланыстырылған есептегіштер кіреді, одан басқа, бағдарламалаудың кейінгі әдістерін қолданып, құрастырылған. STAR-CCM+ осындай қасиеттері тұтас орта механикасының есептерін шешу кезінде үлкен дәлдікті, сенімділікті және икемділікті қамтамасыз етеді.

STAR-CCM+ бағдарламалық комплексі соңғы элементтер әдісімен жұмыс істеп, физикадағы, сұйықтықтар мен газдар механикасындағы стационарлық және стационарлық емес, сызықтық және сызықтық емес есептерді де шешуге мүмкіндік береді. Кавитацияның пайда болу есебін шешу үшін орын ауыстыру әдісі қолданылады.

Берілген есепті шешу STAR-CCM+ бағдарламасында әдіске байланысты үш бөлімде орындалады. Бірінші бөлімде зерттелуші объектінің соңғы-элементтік үлгісінің негізі жасалынады. Бұл бөлім келесі іс-әрекеттерден тұрады:

1) Есептің физикалық түрі (ламинарлық және турбуленттік ағындар, кавитация, сәулелену, жану және т.б.) орнатылады, бағдарламаның сәйкесінше баптаулары жасалынады;

2) Объект өлшемдеріне және басқа да қасиеттеріне байланысты соңғы элементтер түрі таңдалады. Элементтің кейбір сипаттамалары беріледі;

3) Объектінің материалы таңдалады және оның қажетті қасиеттері көрсетіледі. Қасиеттерді STAR-CCM+ бағдарламасының материалдар кітапханасынан импорттап алуға болады. Қасиеттерді беру материал үлгісін анықтайды;

4) Объектінің геометриялық қатты үлгісі тұрғызы-

лады. Бұл үшін STAR-CCM+ бағдарламасында Geometry бағдарламалық модулі қолданылады. Геометриялық үлгіні кез-келген CAD-бағдарламадан экспорттап алуға болады.

Екінші бөлім-үлгіге қажетті физикалық жағдайларды енгізу болып табылады және есепті шешу негізгі үш қадамнан тұрады:

1) Шектік жағдайлары беріледі – қысым, тығыздық және т.б.

2) Фазалар тандалынады: сұйықтық үшін су (water H₂O), ал газ үшін – Air.

3) Фазалардың байланыстары анықталады. Кавитация есебін көрсету үшін кавитация фазасы тандалады.

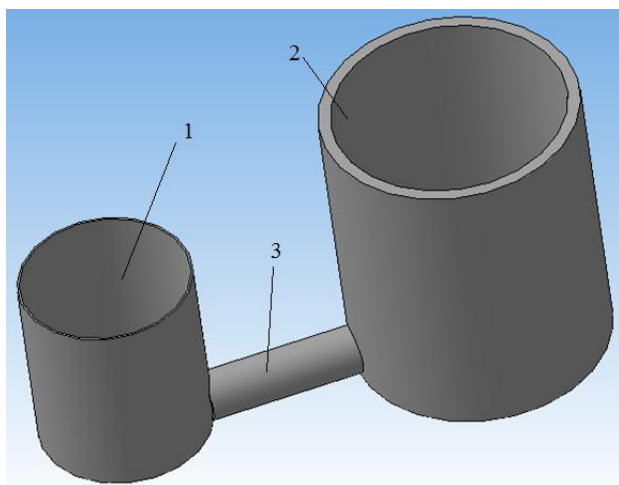
Үшінші бөлім – есептеудің нәтижелерін талдау. Есептелген физикалық өлшемдері (кавитацияның пайда болуы, ағын жылдамдығы және т.б.) STAR-CCM+ графикалық терезесінде суреттер түрінде көрсетіледі. Осы барлық мәндерді керекті файлдарға жазып алуға болады.

Жоғарыда қарастырылған бөлімдерді орындау кезінде STAR-CCM+ бағдарламасы компьютер жадында мәліметтер базасын жасайды, ол үлгі туралы барлық мәліметтерді құрайды. Осы мәліметтер базасын бинарлық файлда сақтап, оны талдауды жалғастыру үшін қолданады.

Тәжірибені жүргізу үшін геометриялық үлгіні қолданады. Геометриялық үлгі екі жұмыс камерасы түрінде жасалынады, олар тар каналмен байланыстырылады. Тар канал дайындама болып табылады, оның ішкі беті өңделеді. Жұмыс камераларының геометриялық үлгісі 1-суретте көрсетілген.

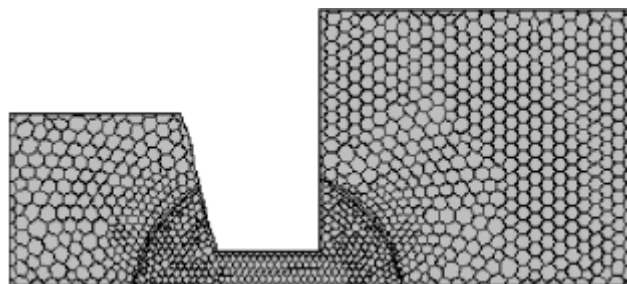
Есептің бас жағында сол камера сумен, ал қалған бөлігі ауамен толтырылады. Барлық қабырғалар қатты дене деп тандалады. Сосын 3d объектіні 2d объектігі айналдырып, тор импортталады. Импортталған тордың көрінісі 2-суретте көрсетілген.

Импортталған торы бар 2d объектіні дайындаған соң, екінші бөлімге көшуге болады, яғни, бастапқы мәндерді беру, фазаны тандау және әртүрлі фазалардың байланыстарын орнатуды орындайды.



1 – сол камера; 2 – оң камера;
3 – байланыстырушы канал

1 – сурет – Жұмыс камераларының геометриялық үлгісі



2 – сурет – Торды импорттау

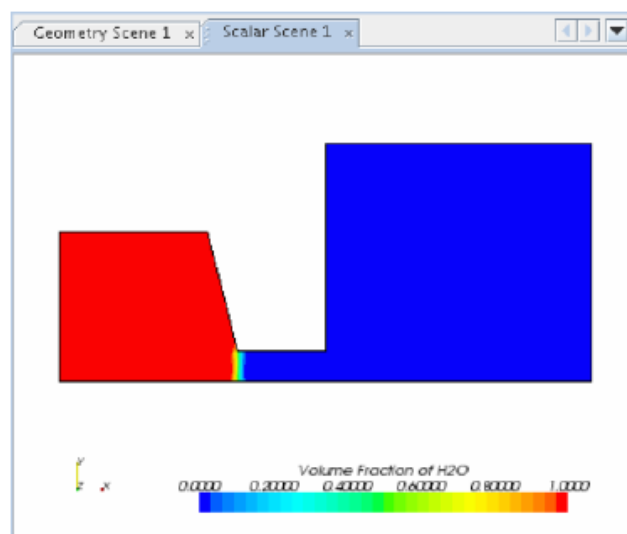
Есепті орындау үшін су қысымының алғашқы мәндері тағайындалады. Қатты кавитацияны алу үшін сұйықтықтың статикалық қысымы 500 кПа кем болмауы керектігі белгілі [1]. Осыдан тәжірибе үшін су қысымы 5x10⁵ Па, ал ауа қысымы атмосфералық етіп тағайындалады.

Сосын қысымдарды тандап алған соң, есептеу уақыты тағайындалады. Кавитация кезіндегі эрозияны 16-25 сағат жұмыстан кейін ғана байқауға болатыны белгілі. Сондықтан 500 уақыттық кадамды береміз (100 уақыттық кадам=5 сағат жұмыс) [2]. Визуализация алдында көрініс 3-суреттегідей болады.

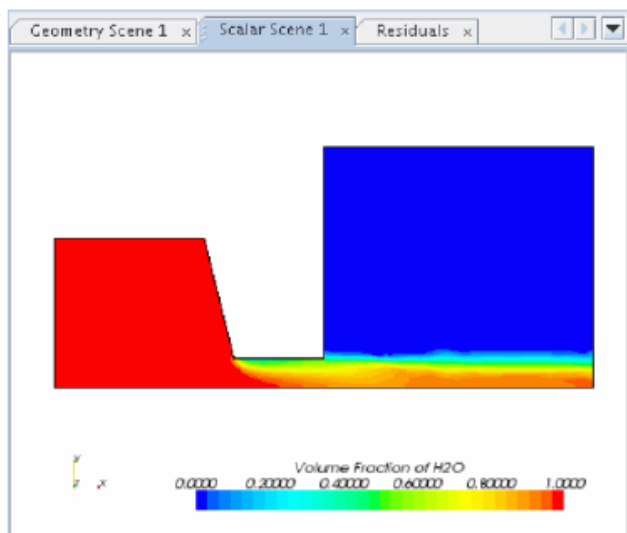
Болжаулағандай, сол камера толығымен сумен толтырылған және қызыл түспен көрсетілген, ал оң камера ауамен толтырылып, көгілдір түспен көрінеді. Қалған түстер екі ортаның шекараларын көрсетеді.

Барлық мәндерді берген соң, есептеу процесі орындалады және судың кішкене каналдан өтіп, оң камераны толтыра бастайды. Бұл көрініс 4-суретте көрсетілген. Бұл кезде сары түс суда будың пайда болуын көрсетеді. Кавитацияның пайда болуы 5-суретте көрсетілген.

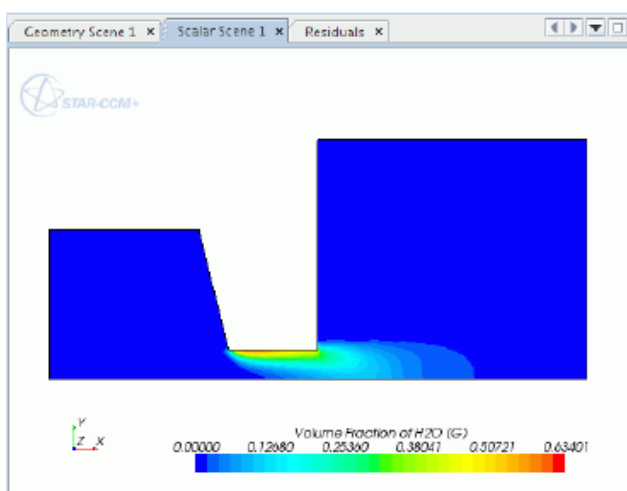
Сұйықтық тар канал арқылы ағып өткен кезде ағынның өзгеру жерінде көлденең қимадағы жылдамдықтың таралу заңы орындалады. Ағын бірінші қысылып, сосын ағын бойынша кеңейеді. Кавитацияның пайда болуына әсер ететін қысымның төмендеуі тар каналдың ішкі қабырғасында байқалады. Ағынның жылдамдығын байқау үшін векторлар көрінісін ашу қажет. Біздің есептеу үшін векторлар көрінісі 6-суретте көрсетілген.



3 – сурет – Көріністі тәжірибе үшін дайындау



4 – сурет – Судың тар канал арқылы ағып өтуі

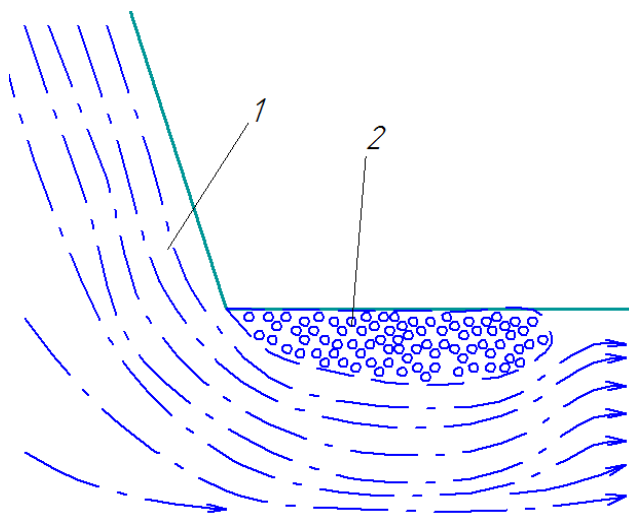


5 – сурет – Кавитацияның пайда болуы

Векторлық көрініс көмегімен ағын жылдамдығын көруге болады. Сұйықтықта кавитация пайда болу үшін сұйықтық жылдамдығы 40 м/с-тан кем болмауы керек [3]. 7-суретте тар каналдағы ағын жылдамдығы 70-200 м/с аралығында болғандықтан, кавитация құбылысы пайда болады деп қорытынды жасауға болады.

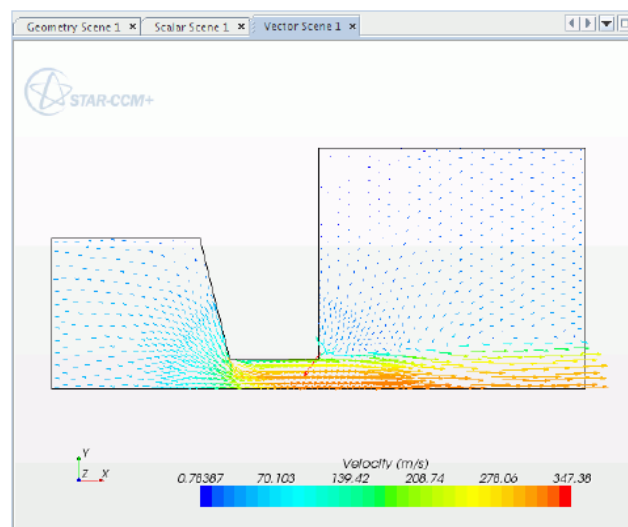
Сонымен, математикалық үлгілеу тәжірибені толығымен алмастыра алмайды, бірақ ол тетіктер мен құрылымдарды жобалау процесінде пайдалы бөлім

болып табылады. Шынайы есептегіш техникамен орындалған тәжірибелердің жиынтығы шешімді талдаулар нәтижелерімен қабылдауға болады. Есептегіш бағдарлама көмегімен тетіктерді беріктігін мықты етіп жасауға мүмкіндік береді.



1 – су ағыны; 2 – кавитациялық облыс

6 – сурет – Кавитацияның каналға кірер жерінде пайда болуы



7 – сурет – Кавитацияның пайда болуының векторлық көрінісі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бебчук А.С., Макаров Л.О., Розенберг Л.Д. О механике кавитационного разрушения поверхностных пленок в звуковом поле // Акустический журнал. 1999. Т. 2. – Вып. 2. – С. 113-117.
2. Сиротюк М.Г. Экспериментальное исследование процесса ультразвуковой кавитации на частоте 500 кГц // Там же. 2002. Т. 8. – Вып. 2. – С. 216-218.
3. Фрид А.М. К вопросу о физической сущности кавитационного разрушения материалов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 1997. – Вып. 1. – С. 126-130.

Исследование диаграмм состояния бинарных металлических систем для получения ферротитана

М.Ж. ТОЛЫМБЕКОВ¹, д.т.н., профессор,

С.О. БАЙСАНОВ¹, д.т.н., профессор,

Д.К. ИСИН², к.т.н., профессор,

А.С. БАЙСАНОВ¹, к.т.н., доцент,

Б.Д. ИСИН³, докторант,

¹Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

²Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММН,

³Евразийский национальный университет им. Л. Гумилева

Ключевые слова: диаграмма, гомогенность, раствор, функция, равновесие, активность, осмотический, ликвидус, расплав, оптимизация, плавление, солидус, диссоциация, корреляция, энтальпия, энтропия, термодинамика.

Для оптимизации технологических параметров получения ферротитана важное значение имеют данные о диаграммах состояния бинарных металлических систем Fe-Ti, Ti-Si и Ti-Al.

В жидком состоянии в системе Fe-Ti образуются любые сплавы, здесь известны соединения TiFe₂, TiFe, а также возможно существование Ti₂Fe. В системе Ti-Si образуются силициды TiSi₂, Ti₅Si₃, TiSi и Ti₃Si, из них наиболее устойчивым в жидком состоянии является Ti₅Si₃ ($\Delta H_{0298} = -581,2$ кДж/моль). Растворимость кремния в твердом титане не превышает 3%. С алюминием титан образует ряд алюминидов, из которых наиболее прочный TiAl₃. Известны TiAl и Ti₂Al, имеющие область гомогенности.

Диаграммы состояния служат основной базой для разработки эффективных составов сплавов с определением способов их получения. Расшифровка диаграмм состояния с получением термодинамических функций расплавов и равновесных с ними твердых растворов относится к типу обратных задач и называется обратной задачей Дж. Гиббса.

Реализация данной задачи фактически зависит от решения двух проблем: математического описания диаграмм состояния и дальнейшего преобразования этих аналитических моделей на термодинамические функции равновесных фаз. Анализ изученного материала по проблеме извлечения термодинамической информации из диаграмм состояния показывает, что решение обратной задачи Гиббса в целом зависит от вида унифицированных функций, пригодных для описания всех видов систем.

На основе анализа многочисленных бинарных металлических, оксидных, солевых и водных систем вдоль кривых моновариантного фазового равновесия «твердое-жидкость» была установлена закономерная связь между осмотическим коэффициентом Бьеррума-Гуттенгейма (Φ_i) и активностью (a_i) кристаллизующего компонента в жидкой фазе:

$$\Phi_i = \frac{\ln a_i}{\ln X_i} = A_i + B_i \cdot X_{i,id}, \quad (1)$$

где X_i и $X_{i,id}$ – мольные доли ликвидусного компонента в реальном и идеальном расплаве;

A_i и B_i – константы определяемые природой взаимодействий компонента в расплаве.

Мольная доля ($X_{i,id}$), численно равная активности (a_i) i -го компонента в реальном расплаве, вычисляется по уравнению Шредера-Ле-Шателье:

$$\ln a_i = \frac{\Delta H_{m,i}}{R} \left(\frac{1}{T_{m,i}} - \frac{1}{T} \right),$$

$$X_{i,id} = a_i = \exp \left(\frac{\Delta H_{m,i}}{R} \left(\frac{1}{T_{m,i}} - \frac{1}{T} \right) \right), \quad (2)$$

где $\Delta H_{m,i}$, $T_{m,i}$ – энтальпия и температура плавления ликвидусного компонента;

R – универсальная газовая постоянная;

T – температура ликвидуса.

Обнаруженные закономерности вдоль линий ликвидус и солидус, которые были обозначены в виде зависимостей [1]:

$$\Phi'_i = \frac{\ln a_i^L / a_i^S}{\ln X_i^L / X_i^S} = A_i + B_i \cdot \frac{a_i^L}{a_i^S}, \quad (3)$$

$$\Phi''_i = \frac{\ln a_i^L / a_i^S}{\ln X_i^L} = M_i + N_i \cdot \frac{a_i^L}{a_i^S}, \quad (4)$$

позволяют вывести полуэмпирические зависимости для расчета линий ликвидуса и солидуса каждой кристаллизующей фазы рассматриваемой системы:

$$\ln X_i^L = \frac{\Delta H_{m,i}}{R} \left(\frac{1}{T_{m,i}} - \frac{1}{T} \right); \quad (5)$$

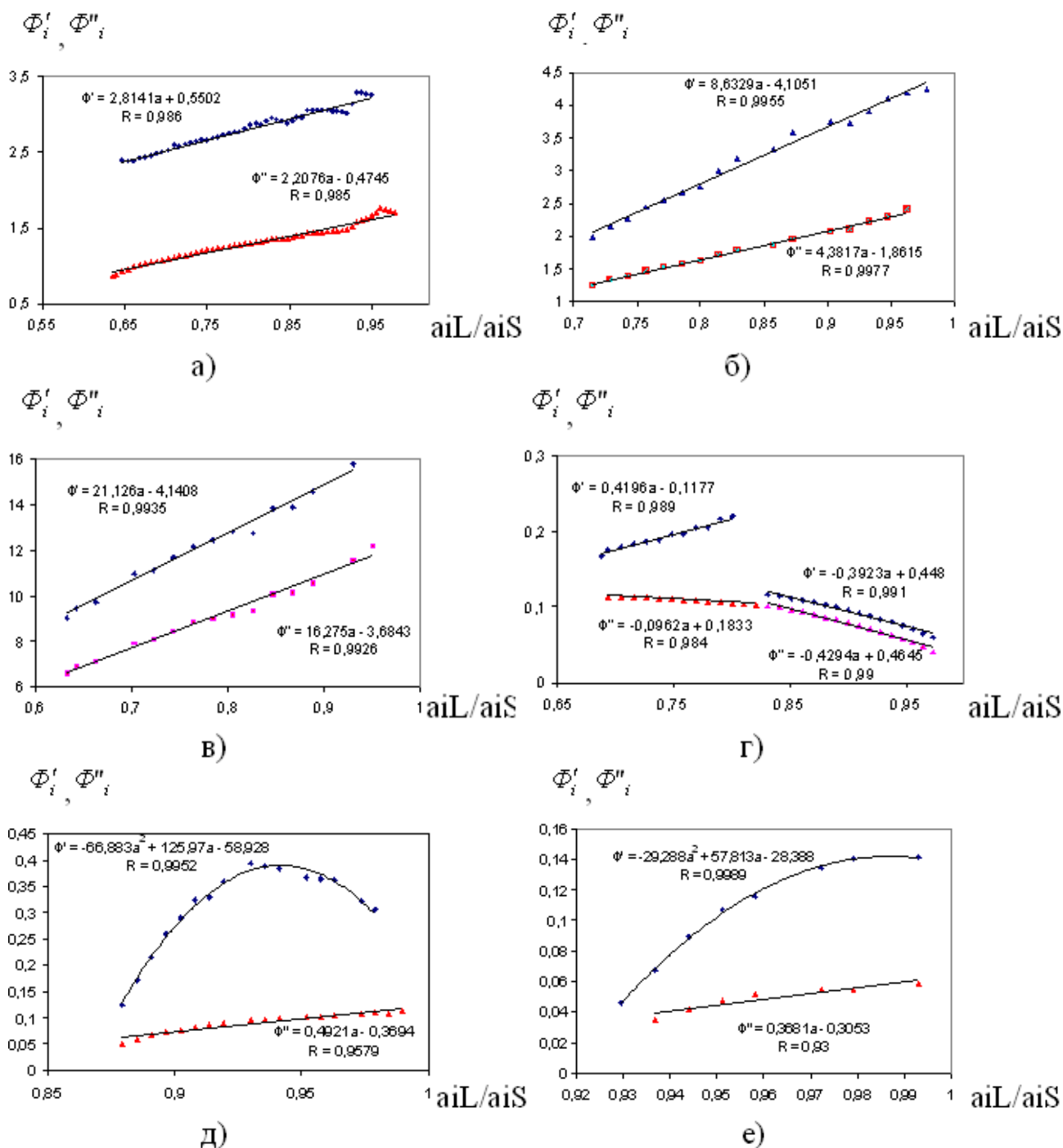
$$\ln X_i^S = \frac{\Delta H_{m,i}}{R} \left(\frac{1}{T_{m,i}} - \frac{1}{T} \right) \cdot \left(\frac{1}{\Phi''_i} - \frac{1}{\Phi'_i} \right). \quad (6)$$

Когда в расплавах будет иметь место образование различных группировок (ассоциатов) из исходных элементов или, наоборот, диссоциация изучаемого соединения, то коэффициент Бьеррума-Гуттенгейма описывается полиномиальной зависимостью второго порядка:

$$\Phi_i = A_i + B_i \cdot a_i^{L(s)} + C_i \left(a_i^{L(s)} \right)^2. \quad (7)$$

Для зависимостей (3), (4) и (7) коэффициенты уравнений вычисляются методом наименьших квадратов, после чего вычисляется коэффициент корреляции Rxy.

С целью математического описания линий моновариантных фазовых равновесий и выяснения истинного их положения проведен анализ диаграмм плавкости систем: Ti-Fe, Ti-Si, Ti-Al, представляющих важное значение для технологии производства ферротитана. Для тех веществ, у которых отсутствовали данные о таковых, последние нами были найдены расчетным путем. Графики зависимости Φ' и Φ'' от отношения aiL/aiS для бинарной системы Ti-Fe, Ti-Si, Ti-Al показаны на рисунке 1.



- а) Область кристаллизации Ti на участке Ti-TiFe₂; б) Область кристаллизации TiFe₂ на участке TiFe₂-Fe;
 в) Область кристаллизации Ti на участке Ti-Ti₅Si₃; г) Область кристаллизации Ti₅Si₃ на участке Ti₅Si₃-TiSi₂;
 д) Область кристаллизации Ti на участке Ti-TiAl; е) Область кристаллизации TiAl на участке TiAl-TiAl₃;

Относительно систем: Ti-Fe (а, б), Ti-Si (в, г), Ti-Al (д, е)

Рисунок 1 – Графики зависимости Φ'_i и Φ''_i от отношения aiL/aiS для бинарных систем

Для получения данных о характере межчастичного взаимодействия в расплавах и математических выражениях линий ликвидус и солидус были обработаны экспериментальные данные по составу жидкой и твердой фаз с интервалом 10-20°C от температуры плавления титана до стабильной эвтектики для указанных систем. Были сформированы исходные данные об энтальпии и температурах плавления простых и сложных компонентов.

Были проведены лабораторные эксперименты по получению низкопроцентного ферротитана. В качестве технологической оснастки для осуществления опытов использовали высокотемпературную печь Таммана с графитовым нагревателем. Для контроля технологической температуры процесса в печь под дно графитового тигля устанавливали вольфрам-рениевую термопару типа ВАР-5/20, укрытую керамическим чехлом.

Шихту для выплавки составляли из ильменитового концентрата, ферросиликоалюминия, алюминиевого порошка и CaO. Процесс восстановления характеризуется высокой интенсивностью.

В результате проведенных серий экспериментов был получен сплав, средний химический состав которого представлен следующими данными, в % по массе: Ti – 26,5; Si – 14,0; Al – 4,3; Fe – остальное. Качество полученного сплава удовлетворяет предъявляемым требованиям ГОСТ 4761-91 (ферротитан). Результаты экспериментальных данных и теоретических расчетов шихт имели хорошую сходимость.

Использование в качестве восстановителя кремнийалюмосодержащего комплексного сплава (ФСА) позволяет снизить угар алюминия и повысить его полезное действие.

В интервале температур 1300-1600°C образуются твердые растворы муллита и диоксида титана, предельная концентрация TiO₂ в решетке муллита не превышает 4% [2]. Установлена принципиальная возможность окускования шихты для получения ферротитана методом ее брикетирования. Процесс основан на совместном прессовании ильменитового концентрата со смесями мелочи алюминиевого порошка (или отходов) и ферросиликоалюминия.

Оптимально рассчитанную и тщательно смешанную шихту прессовали на лабораторном гидравлическом прессе под давлением 150-170 кгс/см². В качестве связующего вещества использовали 50%-ный раствор жидкого стекла, который задавали в количестве 3-5% от массы шихты. Геометрические параметры полученных брикетов: $d = 20$ мм, $h = 20$ мм.

Определены избыточные термодинамические параметры (изменение свободной энергии Гиббса, энтальпии и энтропии) смешения α -Fe в металлических бинарных системах на основе титана с позиции термодинамики сплавов. Показана применимость коэффициента Бьеррума-Гуттенгейма для области кристаллизации титана, алюминия и кремния от активности железа. Построены графические зависимости в координатах термодинамические параметры – активность компонента.

Решение обратной задачи Гиббса, заключается в извлечении термодинамической информации, зало-

женной на диаграмме состояния при условии корректного решения математической проблемы фазовых равновесий.

Первый этап обратной задачи Гиббса нами решен, т.е. получено модифицированное уравнение Шредера-Ле-Шателье, позволяющее аналитически описать линии ликвидус и солидус. В связи с этим рассмотрим вывод аналитических выражений парциальной избыточной энтальпии (ΔH^E) и энтропии (ΔS^E) смешения ликвидусного компонента в системах с соотношением $\Phi_i = A_i + B_i \cdot a_i$.

Разность между термодинамической функцией смешения G_m для реального раствора и значением этой функции для идеального раствора G_{id}^m при тех же T и p называется избыточной термодинамической функцией. Таким образом

$$\Delta G_i^E = RT \ln j_i. \quad (8)$$

Связь между коэффициентом активности и коэффициентом Бьеррума-Гуттенгейма устанавливается следующим образом:

$$\Phi_i = \frac{\Delta G_{m,i}^{S \rightarrow L}}{\Delta G_{m,i}^{id}} = \frac{\Delta \mu_i^L - \Delta \mu_i^S}{\Delta \mu_{i,id}^L - \Delta \mu_{i,id}^S} = \frac{\ln(a_i^L / a_i^S)}{\ln(x_i^L / x_i^S)} = 1 + \frac{\ln \gamma_i^L / \ln \gamma_i^S}{\ln x_i^L / \ln x_i^S}, \quad (9)$$

где $\Delta G_{m,i}^{S \rightarrow L}$ – энергия Гиббса плавления компонента к ее идеальной составляющей

$$= \Delta G_{m,i}^{S \rightarrow L} = RT \ln X_i^L - RT \ln X_i^S.$$

Выразим коэффициент активности через осмотический коэффициент Бьеррума-Гуттенгейма. В физико-химической литературе данный коэффициент называется осмотическим коэффициентом [1] и он устанавливает связь между активностью и концентрацией компонента в растворе:

$$\ln a_i = \Phi_i \ln X_i. \quad (10)$$

Поскольку мы рассматриваем изменение величины Φ_i вдоль линии фазовых равновесий, следовательно, она зависит и от температуры, и от состава равновесных фаз. В то же время, как видно из выражения (9), эта величина является безразмерной величиной. Идентичность ее с общеизвестным осмосом показана ниже.

Термодинамическая классификация растворов основана на характере уравнений для химических потенциалов компонентов раствора. В идеальном растворе для каждого компонента справедливо выражение:

$$\mu_i^{id}(T, P, X) = \mu_i^0(T, P) + RT \ln X_i, \quad (11)$$

где μ_i^0 – стандартный химический потенциал i -го вещества в стандартном состоянии;
 X_i – молярная концентрация i -компонента в данном растворе;
член $RT \ln X_i$ – соответствует изменению химического потенциала в результате смешения (при образовании идеального раствора).

По аналогии с уравнением (11) зависимость химических потенциалов неидеального раствора от концентрации можно записать, согласно работе [3], в виде:

$$\mu_i(T, P, X) = \mu_i^0(T, P) + RT \ln \gamma_i X_i, \quad (12)$$

где γ_i – коэффициент активности.

Общее условие идеальности заключается в том, что для идеального раствора во всей области концентраций выполняется условие:

$$\gamma_i(T, P, X_1, \dots, X_{k-1}) = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, k).$$

Преимущество использования коэффициента активности состоит в том, что он позволяет сохранить формальное сходство выражений термодинамических свойств реальных растворов с уравнениями для неидеальных растворов. Коэффициент активности растворителя в противоположность коэффициентам активности растворенных компонентов из чисто арифметических соображений не является наиболее подходящей функцией для измерения отклонений от идеальности. Поэтому для растворителя удобнее вместо коэффициента активности использовать другой поправочный фактор, называемый осмотическим коэффициентом Бьеррума-Гуггенгейма, который вводят следующим образом:

$$\mu_1(T, P, X) = \mu_1^0(T, P) + \Phi_1 \cdot RT \cdot \ln X_1, \quad (13)$$

где Φ_1 – осмотический коэффициент Бьеррума и Гуггенгейма растворителя $\Phi \rightarrow 1$ при $X_1 \rightarrow 1$ и $X_{2,3} \dots \rightarrow 0$.

Сопоставляя это выражение с уравнением (12), найдем, что

$$\Phi - 1 = \frac{\ln \gamma_i}{\ln X_i}, \quad \Phi = \frac{\ln a_i}{\ln X_i}. \quad (14)$$

Следовательно, коэффициент активности можно выразить следующим образом: $\ln \gamma_i = (\Phi - 1) \ln X_i$.

Тогда имеем исходные данные для расчета парциальных избыточных термодинамических функций смешения ликвидусного компонента:

$$\Phi_i = A_i + B_i \cdot a_i; \quad (15)$$

$$a_i = \exp\left[\frac{\Delta H_{m,i}}{R} \left(\frac{1}{T_{m,1}} - \frac{1}{T}\right)\right], \quad (16)$$

$$\ln x_i = \frac{\Delta H_{m,i}}{R \cdot \Phi_i} \cdot \left(\frac{1}{T_{m,1}} - \frac{1}{T}\right); \quad (17)$$

$$\left(\frac{d\Delta G_i^E}{dT}\right)_{x,p} = -\Delta S_i^E;$$

$$\Delta G_i^E = \Delta H_i^{E(M)} - T \Delta S_i^E. \quad (18)$$

При дифференцировании функции ΔG_i^E по T при $x = \text{const}$

$$(\Delta G_i^E)' = -\Delta S_i^E = \left[RT(\Phi_i - 1) \ln X\right]' = R \cdot \ln X (\Phi_i - 1 + T \cdot \Phi_i') = R \ln X \left(\Phi_i - 1 + T \cdot B_i \cdot a_i \cdot \frac{\Delta H_{m,i}}{R} \cdot \frac{1}{T^2}\right); \quad (19)$$

$$\Delta S_i^E = -R \ln X \left(\Phi_i - 1 + B_i \cdot a_i \cdot \frac{\Delta H_{m,i}}{RT}\right); \quad (20)$$

$$\Delta H_i^{E(M)} = -B_i \cdot a_i \cdot \Delta H_{m,i} \cdot \ln X_i. \quad (21)$$

Для рассматриваемой системы Fe-Ti были вычислены термодинамические характеристики железа.

Исходные данные: ΔH_{nl} , Fe = 15190,384 Дж/моль; T_{nl} , Fe = 1811 К.

Входные параметры для расчета термодинамических данных в системе Fe-Ti представлены в таблице 1.

Область кристаллизации α -Fe описывается уравнением:

$$\Phi_{Fe}'' = -1,8615 + 4,3817 \cdot a_i.$$

При расчете линий фазовых равновесий в системах с различным характером взаимодействия компонентов установлено, что коэффициент Бьеррума-Гуггенгейма может служить в качестве оценочного параметра, характеризующего роль обменных сил между атомами и по его размерности можно качественно судить о характере межмолекулярного взаимодействия в системе и степени отклонения от регулярности.

Термодинамические характеристики железа в расплаве Fe-Ti, вычисленные по уравнениям (19-21), представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

Показана применимость коэффициента Бьеррума-Гуггенгейма для области кристаллизации железа от активности железа идеального α - γ раствора для расчета парциальных термодинамических функций смешения жидкого железа на базе диаграмм состояний бинарной системы Fe-Ti.

Результаты расчетов позволили корректно решить прямую задачу Гиббса, а именно получить аналитическую зависимость составов фаз от температуры при фазовых равновесиях на основе закономерностей формирования фаз. Показано, что с помощью осмотического коэффициента Бьеррума-Гуггенгейма (Φ_i) детально может быть определено реальное равновесие в изучаемой системе и получено их корректное аналитическое выражение.

Таблица 1 – Входные параметры для расчета термодинамических данных в системе Fe-Ti

№ п/п	T , К	$X_{Lon. Fe}$	$\ln XL Fe$	$\Phi' Fe$	$\Phi'' Fe$	$aL Fe$	$1/T \cdot 10^4$
1	1811	1	0	4,5278	2,5202	1	5,52181
2	1783	0,984536	-0,013609	4,411107	2,460972	0,986482	5,60852
3	1763	0,969214	-0,025233	4,312686	2,411017	0,975082	5,6721
4	1743	0,951754	-0,037124	4,213183	2,360513	0,963556	5,73723
5	1723	0,933107	-0,049291	4,112587	2,309455	0,951903	5,80383
6	1703	0,913146	-0,061744	4,010888	2,257837	0,940123	5,87199
7	1683	0,887255	-0,074493	3,908076	2,205654	0,928213	5,94177
8	1663	0,858974	-0,087548	3,80414	2,152901	0,916174	6,01322
9	1643	0,827957	-0,100922	3,699072	2,099572	0,904003	6,08642
10	1613	0,764706	-0,121603	3,539326	2,018492	0,885499	6,19962

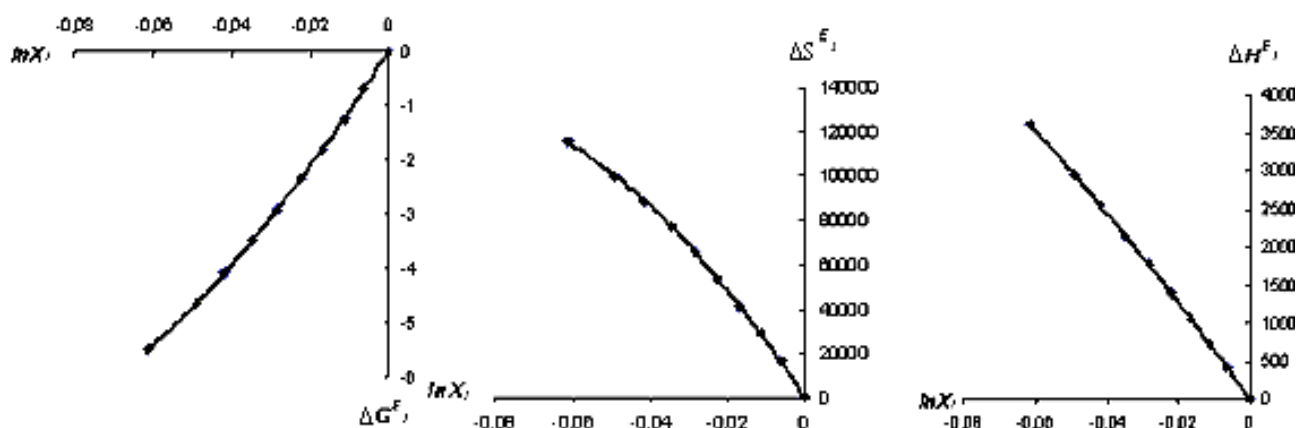


Рисунок 2 – Парциальная избыточная энтропия, энтальпия и энергия Гиббса смешения ликвидусных компонентов в системе Fe-Ti

Таблица 2 – Вычисленные термодинамические характеристики α -Fe в расплаве Fe-Ti

№ п/п	T, K	ΔH кДж/г-ат.	ΔS кДж/г-ат·K	ΔG кДж/моль
1	1811	0	0	0
2	1783	422,6884	15932,79	-0,66649
3	1763	739,3679	28872,54	-1,22496
4	1743	1069,333	41500	-1,78596
5	1723	1413,551	53810,04	-2,34922
6	1703	1773,095	65797,46	-2,91445
7	1683	2149,153	77457,02	-3,48133
8	1663	2543,047	88783,38	-4,04953
9	1643	2956,254	99771,17	-4,61864
10	1613	3615,953	115606,2	-5,47313

Учитывая результаты глубоких теоретических исследований энергии смешения жидкого железа на базе диаграммы состояния бинарных металлических систем, нами были осуществлены лабораторные эксперименты по выплавке ферротитана с применением брикетированной шихты.

Предварительные испытания проводились на лабораторной высокотемпературной печи Таммана. Температуру в печи измеряли вольфрам-рениевой термопарой типа ВАР-20/5, установленную под дном тигля. Просушенные брикеты загружали в графитовый тигель и устанавливали в печь сопротивления, разогретую до температуры 1650-1700°C.

Состав брикетов, на 100 г концентрата:

Материал	
Ильменитовый концентрат	100,0
Алюминиевый порошок (отходы)	22,0
Ферросиликоалюминий	32,0
Связующее вещество	5,0

Процесс восстановления характеризовался высокой интенсивностью. Следует отметить, что начиная с температуры 700°C процесс протекал самопроизвольно. Опытным путем установлено, что выдержка пробы в печи при температуре 1700°C более 15 минут неэффективна, так как расплав начинает взаимодействовать с материалом тигля. После проплавления шихты и выдержки, тигель извлекали из печи и остужали на воздухе.

В результате проведенных серий экспериментов был получен сплав, средний химический состав которого представлен следующими данными, в % по массе: Ti – 30,0; Si – 11,5; Al – 3,6; Fe – остальное. Содержание титана в сплаве было в пределах 25-35%, что для лабораторных условий вполне удовлетворительно.

Изменение химического состава сплава от времени выдержки пробы при температуре 1700°C приведено в таблице 3 в % по массе:

Таблица 3 – Изменение химического состава

	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	25 мин
Ti	22-25	27-30	25-33	15-25	13-19
Si	14,6	12,4	11,5	11,1	10,3
Al	6,3	5,1	3,7	2,3	1,9

Качество сплава удовлетворяет ГОСТ 4761-91 (ферротитан) и соответствует маркам ФТi25, ФТi30 и ФТi35С8. Результаты экспериментальных данных и теоретических расчетов шихт хорошо согласовываются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байсанов С.О., Абдулабеков Е.Э., Нарикбаева Г.И., Корсукова И.Я. Закономерности формирования линий моновариантных фазовых равновесий в оксидных системах с участием оксида хрома // В кн. Прогрессивные энерго- и ресурсосберегающие технологии и оборудование электротермии ферросплавов: Материалы межд. науч.-практ. конф. – Запорожье, 2003. С. 189-194.
2. Матвеева Ф.А., Досик М.М., Меркулов А.Г. Твердый раствор муллита-диоксида титана // Сб. «Физико-химическое исследование алюмосиликатных и цирконийсодержащих систем и материалов» / СО АН СССР. – Новосибирск, Изд-во. «Наука». – 1972.
3. Толоконникова В.В., Байсанов С.О., Куликов И.С. Обобщенные уравнения линии солидуса и ликвидуса в двойных системах на основе железа // Металлы. – 1989. – № 2. – С. 34-37.
4. Shayakhmetova R.A. Chlorine Technology of Obtaining titanium and Vanadium from Ilmenite Melting Slags in Kazakhstan: Diss. ... Cand. of eng. Almaty: IM&O, 2003. 29 p.

5. Abdibekov E.K., Grinenko V.I., Essenzhulov A.B. et al. Complex Developing of Titanium-Zircon Deposit Shokash // Steel, 2003. № 6. 50-51 p.
6. Vassiyutinskiy N.A. Titanium Slags. – M.: Metallurgy, 1972. – 208 p.
7. Povolotskiy D.Ya., Roshchin V.Ye., Malkov N.V. Steel and Ferroalloy Electric Metallurgy. M.: Metallurgy, 1995. 592 p.
8. Gassik M.I., Lyakishev N.P. Theory and Technology of ferroalloy Electric Metallurgy: Textbook for Higher Schools. M.: JV «Internet Engineering», 1999. 764 p.

УДК 621.74

Эффективность технологии литья в условиях ТОО «Производственное объединение литейных заводов»

О.Н. КРИВЦОВА, к.т.н., доцент кафедры ОМД,

З.С. ГЕЛЬМАНОВА, к.э.н., профессор кафедры ЭиМ,

В.А. ТАЛМАЗАН, к.т.н., доцент кафедры ОМД,

Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау

Ключевые слова: литье, производство, способ, модель, модернизация, цех, затраты, материал, качество, продукция.

В последние годы в литейном производстве повсеместно внедряются специальные способы литья, имеющие ряд преимуществ по сравнению с традиционным литьем в разовые песчано-глинистые формы. Удельный вес отливок, получаемых специальными способами, неуклонно увеличивается. Специальные способы литья позволяют получать отливки более точных размеров с хорошим качеством поверхности, что способствует уменьшению расхода металла и трудоемкости механической обработки, повысить механические свойства отливок и уменьшить потери от брака, значительно снизить или исключить расход формовочных материалов; сократить производственные площади; улучшить санитарно-гигиенические условия и повысить производительность труда.

К наиболее распространенным специальным способам литья относят: литье в кокиль, литье под давлением, центробежное литье, литье в оболочковые фор-

мы, литье по выплавляемым моделям, литье по газифицируемым моделям, литье в гипсовые формы, литье под регулируемым давлением, литье в керамические формы, электрошлаковое литье, а также литье в формы, полученные вакуумированием [1].

Рассмотрим различные способы литья и остановимся на одном из способов для модернизации технологии литья на ТОО «Производственное объединение литейных заводов». Показатели основных способов литья приведены в таблице 1.

Рассмотрев различные способы литья для модернизации технологии литья на ТОО «Производственное объединение литейных заводов», пришли к выводу, что выбранный способ литья должен соответствовать следующим требованиям: снижать затраты на последующую механическую обработку, обеспечивать стабильное качество литья и компактность производства.

Таблица 1 – Показатели основных способов литья

Способ литья	Максимальное значение		Минимальная толщина стенки, мм	Выход годного, %	КИМ, %	Минимальная серийность, шт.	Основное преимущество
	массы, т	размеров, мм					
ПФ	до 200	различные	> 3,0	30-60	60-70	без ограничений	универсальность, низкая стоимость
ОФ	до 0,15	до 1500	> 2,0	50-60	80-95	200-500	высокая чистота поверхности
ВМ	0,01-0,15	до 1000	>0,75	30-60	90-95	1000	высокая точность сложной отливки
К	до 7,0	до 2000	>3,0	40-60	70-80	400-800	точность и улучшенная структура
Д	до 0,1	до 1200	1,0-6,0	50-65	90-95	1000	точная, высокая производительность
ЖШ	до 0,3	до 1500	6,0-8,0	90-100	70-85	200-500	высокая плотность
Ц	до 40	до 60000	3,0	90-100	70-90	100-1000	высокая производительность
НЛ	-	-	13-25	100	90-95	5000	то же
ЛГМ	до 10	различные	0,75	85-90	80-98	без ограничений	универсальность, высокая точность сложной отливки

Обозначения: ПФ, ОФ и К – литье в песчаные, оболочковые формы и кокиль; Ц, Д и ВМ – литье центробежное, под давлением и по выплавляемым моделям; ЖШ – жидкая штамповка, ЛГМ – литье по газифицированным моделям; НЛ – непрерывное литье.

ТОО «Производственное объединение литейных заводов» включает заводы по ремонту техники и горношахтного оборудования Корпорации «Казахмыс». В состав объединения входят: Карагандинский литейный завод (КЛЗ), г. Караганда; Ремонтно-механический завод (РМЗ), г. Балхаш; Литейно-механический завод (ЛМЗ), г. Жезказган.

На литейных производствах Корпорации «Казахмыс» используются устаревшие технологии литья в песчано-глинистые формы. Данная технология требует больших трудозатрат при низкой производительности и высокой себестоимости, не позволяет получать высокоточного качественного литья, в связи с этим литейные производства не в состоянии на 100 % удовлетворить спрос Корпорации в высококачественном литье. Зачастую на основных структурных подразделениях происходит простой основного технологического оборудования из-за отсутствия литья. Корпорация вынуждена приобретать часть дорогостоящего литья в сторонних организациях и за рубежом.

В настоящее время планируется строительство опытно-промышленного участка литья по газифицируемым моделям (ОПУ ЛГМ) на базе Карагандинского литейного завода.

Метод ЛГМ позволяет производить качественное литье сложных корпусных деталей без использования токсичных смол и материалов, является универсальным как для черных металлов, так и для цветных сплавов.

Литье по газифицируемым моделям чаще всего используется при изготовлении:

- средних и крупных массивных отливок в условиях опытного и мелкосерийного производства;
- сложных отливок из черных и цветных сплавов, массой до 50 кг, с повышенной точностью размеров в условиях серийного и крупносерийного производства. К таким отливкам можно отнести, например, отливку типа «блок цилиндров» для автомобильного двигателя.

Литье по газифицируемым моделям (ЛГМ) является одним из новейших способов производства отливок, появившихся в результате научно-технической революции во второй половине XX в., наряду с такими технологическими процессами, как вакуум-пленочная формовка, непрерывное литье, литье под низким давлением, импульсная формовка и др.

Однако наибольший интерес у литейщиков вызвал способ литья по моделям, которые не удаляются из формы, а остаются в ней и газифицируются под действием тепловой энергии металла, заливаемого в форму. Такая технология, названная литьем по газифици-

руемым моделям, решает важнейшую задачу литейного производства – повышение точности отливок до уровня литья по выплавляемым моделям при издержках производства литья в песчано-глинистые формы [2, 3].

Основоположником ЛГМ является американский архитектор Ф. Шроер, который в 1956 г. применил модели из пенополистирола для получения художественной отливки. В 1958 г. он получил патент США на способ Cavityls Castings Mold and Method for Making Same. В том же году архитектор А. Дука в лаборатории Массачусетского технологического института получил первую художественную отливку из бронзы скульптуры «Пегас» массой 150 кг. В 1961 г. английский архитектор Кларк применил данный способ для получения отливки чугунной мачты массой 3500 кг для колокола. Однако промышленное применение ЛГМ-процесса началось только спустя четыре года после его изобретения. В развитии ЛГМ-процесса можно условно выделить четыре периода (таблица 2).

Выбор способа литья и оформление технологического процесса изготовления отливки определяются следующими факторами:

- типом сплава, его температурой плавления, литейными свойствами;
- зависимостью его обрабатываемости от способа литья;
- серийностью производства литой детали;
- конструкцией литой детали, ее сложностью, габаритными размерами, массой, толщиной стенок и т.п.;
- особыми требованиями к механическим, химическим и специальным свойствам литой детали (прочность, термостойкость, герметичность и т.п.);
- требованиями к параметрам точности литой детали и соответственно к параметрам точности отливки;
- производственными возможностями литейного цеха (наличие определенного литейного оборудования, формовочных машин, плавильных агрегатов и т.д.) – этот фактор очень часто определяет выбор технологического процесса.

Литье по газифицируемым моделям (ЛГМ) – процесс, отличающийся более высокой производительностью, структурой, оборудованием, материальным обеспечением, специализацией и количеством обслуживающего персонала.

Практика эксплуатации организованных производств показывает, что низкие затраты на материалы экономят не менее 100 \$ США на тонну литья, а размещение отливок по всему объему контейнера сокращает

Таблица 2 – Этапы развития технологии литья по газифицированным моделям

Технологическое развитие ЛГМ	Год	Характеристика периода
Первый период	1960	Характеризуется внедрением данной технологии для производства единичных отливок массой от нескольких килограмм до 10 т и более.
Второй период	1970	Характеризуется накоплением опыта изготовления сложных отливок, технологической и технической подготовкой их серийного производства.
Третий период	1980	Внедрение данной технологии в серийном производстве широкой номенклатуры отливок в различных отраслях машиностроения.
Четвертый период	1990	Характерны дальнейшее расширение объема производства отливок ЛГМ, появление крупных фирм и объединений, комплексно решающих вопросы внедрения технологии и оборудования, создание новых технологий на основе ЛГМ.

расход шихты металла на 150-250 кг, электроэнергии на 100-150 кВт·ч. Расход на 1 тонну годного литья состоит из четырех модельно-формовочных материалов: кварцевый песок – 50 кг, противопригарные покрытия – 25 кг, пенополистирол – 6 кг, пленка полиэтиленовая – 10 кв.м.

Технология литья по пеномоделям имеет следующие технико-экономические показатели, отличающиеся в лучшую сторону от традиционного литья в песчаную опочную форму: коэффициент использования металла – 80-98%, выход годного – 65-80%, повышение механических характеристик материала отливок на 10-15%, снижение массы отливок на 15-25%, снижение расхода шихтовых материалов и ферросплавов на 15-25%, снижение расхода формовочных и стержневых материалов на 80-90%, снижение капитальных затрат – в 2-2,5 раза, уменьшение производственных площадей – в 3-4 раза, уменьшение трудозатрат – на 30-50%.

Трудоемкость конечных операций сокращается на 10-20% при единичном и на 40-60% при серийном производстве. Особенно крупная экономия наблюдается при литье сложных отливок из износостойких сталей (шнеки для машин производства кирпича, била, молотки и детали дробилок), т.к. резко снижаются затраты на их механообработку. Также отливают без ограничений колеса, звездочки, корпуса, сантехнику, головки и блоки цилиндров бензиновых и дизельных двигателей, художественные, парковые и другие отливки.

Для проектирования и изготовления пресс-форм все шире применяют компьютеры, когда по чертежу литой детали с экрана компьютера, благодаря программному обеспечению, в котором заложены нормы и типовые решения проектирования, сразу вырезают из блока на обрабатывающем центре пенопластовую модель пресс-формы, т.е. продолжительность операции занимает буквально часы. Затем по этой модели отливают алюминиевую пресс-форму, часто не требующую механической обработки.

При модернизации литейного цеха ЛГМ-технология является лучшим вариантом для повышения качества выпускаемой продукции. ЛГМ-технология относится к высоким литейным технологиям, ломающим стереотип их отношения к сложным малодоступным производствам. Использование ЛГМ-технология позволяет опередить на «шаг» конкурентов в направлении укрепления собственного машиностроения.

Проблемы экологической безопасности производств, утилизации отходов, экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов не обошли стороной и литейное производство. Образуется значительное количество отходов, негативно влияющих на состояние окружающей среды. В частности, при использовании перспективного способа литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) образуются отходы при производстве моделей:

- обрезки плит строительного пенополистирола, применяемого в основном, для изготовления моделей литников и крупных моделей мелкосерийных партий отливок;

- бракованные модели, полученные путем спекания подвешенных гранул пенополистирола в пресс-формах.

Эти отходы перерабатывают различными способами. В условиях единичного производства их используют для склеивания отдельных частей моделей. При получении массивных отливок для улучшения газопроницаемости, выбиваемости, податливости форм в формовочные смеси вводят измельченные отходы пенополистирола.

При сушке форм или при заливке сырых форм пенополистирол подвергается деструкции, что увеличивает газопроницаемость формы и позволяет:

- повысить скорость заливки при ЛГМ до величин, близкой к скорости при литье в пустотелые песчано-глинистые формы;

- уменьшить в 2-4 раза производственные затраты на выбивку форм и стержней.

Авторы работ [2-3] предлагают использовать отходы модельного производства для получения стержней, для чего пенополистирол растворяют в живичном скипидаре, замешивают с кварцевым песком в определенной пропорции, формуют и сушат.

Экологическая безопасность технологического процесса с использованием ЛГМ-технологии обеспечивается исключением из применения токсичных связующих, большого объема формовочных и стержневых смесей, транспортировки их и выбивки отливок. Образующиеся вредные газы при заливке металла в форму и в период его затвердевания эвакуируются непосредственно из формы (контейнера) в вакуумную систему и поступают для обезвреживания в систему термо-каталитического дожигания, где они окисляются до уровня 98 % и, в виде воды и двуокиси углерода выбрасываются в атмосферу. Формовочный (кварцевый) песок по закрытой системе пневмотранспорта поступает в установку терморегенерации, где освобождается от накопившихся в нем конденсированных продуктов термодеструкции пенополистирола.

Таким образом, рассмотрен вариант внедрения современного способа литья по газифицированным моделям (ЛГМ) на Кировском участке Карагандинского литейного завода ТОО «Производственное объединение литейных заводов», обеспечивающий высокое качество литья. Внедрение ЛГМ-технологии в условиях этого производства позволит производить стальное, чугунное и цветное литье любых марок; увеличить коэффициент использования металла до $0,90 \div 0,98$; производить отливки весом от нескольких граммов до нескольких тонн; уменьшить производственные площади в 3÷4 раза; снизить затраты выпускаемой продукции на 25÷50%; снизить расход шихтовых материалов и ферросплавов на 20÷30%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуляк В.С. Литье по газифицируемым моделям. – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 408 с.
2. <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/71/razdel71.php>

Технология получения чистого триоксида молибдена с использованием метода хлорирования

А.Б. АЛЬКЕНОВА¹, м.т.н., докторант кафедры ММиН,

А.З. ИСАГУЛОВ¹, первый проректор,

Д.Б. БАХРИДЕНОВА¹, м.т.н., ассистент,

К.Ж. ЖУМАШЕВ², д.т.н., профессор,

¹Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН,

²Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

лаборатория «Физика-химия комплексного использования конденсированных отходов»

Ключевые слова: молибден, хлорирование, огарок, триоксид молибдена, концентрат.

Молибден относится к важным стратегическим металлам и находит широкое применение в различных отраслях металлургического производства. В связи с этим производство и потребление молибдена всегда будет неуклонно возрастать.

Главной технологической задачей в производстве редких металлов, к которым относится молибден, является концентрирование металла, его отделение от сопутствующих компонентов. Существующие в настоящее время классические (традиционные) приемы переработки ориентированы, в основном, на богатое сырье. Бедные и труднообогащаемые молибденовые руды почти не перерабатываются, так как до сих пор нет для них рациональной технологии.

Лабораторные и опытно-полупромышленные испытания на обогатимость показали низкую эффективность их флотационного обогащения, особенно на стадиях доводки [1].

Минералы молибдена рассеяны, и промышленной переработке подлежат молибденовые руды, содержащие 0,2 % Мо (а иногда и менее). В результате флотационного обогащения или гидрометаллургического передела получают концентраты, содержащие (применительно к различным маркам) не менее 45-58% Мо при содержании других примесей, составляющих соответственно не более: SiO₂ 12-0,3%; 0,07-0,04% As; 0,07-0,01% Sn; 0,05-0,01% P; 2,5-0,01% Cu. В молибденовом концентрате с высоким содержанием молибдена (не менее 53-58%) не допускается содержание более 1,0-0,8% NaO; 3,5-1,5% WO₃; 0,01% Sb.

Молибденовый концентрат – продукт обогащения полезных ископаемых, в котором содержание ценных минералов выше, чем в исходном сырье. В большинстве случаев получаются без особых трудностей черновые молибденовые концентраты с содержанием молибдена 1,5-2% при извлечении 90-95%. При дальнейшей доводке указанных концентратов резко увеличиваются потери молибдена.

В связи с этим актуальной проблемой остается переработка бедных и труднообогащаемых молибденовых руд. Одним из направлений в решении данной проблемы является разработка химико-металлургических технологий, основанных на селективном разделении

компонентов сырья. Примером такого подхода к проблеме является разработка процессов получения искусственного сырья, удовлетворяющего требованиям сложившихся технологических схем переработки рудных концентратов. Такое направление позволит сократить обогатительный передел за счет вывода нестандартных промпродуктов при небольших потерях металла и сконцентрировать его методом хлорирования [2].

Авторами рассмотрен новый метод переработки молибденовых концентратов с использованием метода хлорирования.

Хлорирование – перспективный метод переработки низкосортных огарков, окисленных концентратов и промежуточных продуктов обогащения окисленных руд, содержащих молибден. Хлорирование может также применяться для получения чистых хлоридов с целью выработки из них металлического молибдена методами диссоциации или металлотермии. Хлорировать можно хлором, летучими хлоридами (например, S₂C₁₂, CC₁₄), твердыми хлоридами. Хлорирование низкосортных концентратов, содержащих сульфиды, целесообразно применять к обожженным «огаркам» таких концентратов. Ректификацией продуктов хлорирования могут быть получены соединения высокой чистоты [3].

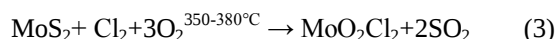
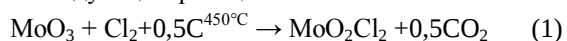
Проводились исследования по переработке молибденовых концентратов, с использованием метода хлорирования в Химико-металлургическом институте им. Абишева (г. Караганда).

Хлорные способы получения MoO₃ высокой чистоты из молибденовых огарков или непосредственно из молибденовых концентратов основаны на взаимодействии этих материалов с хлором в таких условиях, когда продуктом хлорирования является легколетучий диоксидхлорид молибдена MoO₂Cl₂. Диоксидхлорид имеет низкую точку сублимации (159°C) и устойчив в широком интервале температур. Схема хлорного способа получения чистого MoO₃ из молибденовых концентратов и огарков приведена на рисунке 1.

Была проведена серия опытов (10 опытов) с использованием хлорного способа переработки молибденовых концентратов. Приготовлены навески массой

5 г MoO_3 , 200 г/л Cl_2 и 0,5С, после чего помещены в лабораторную трубчатую шахтную печь при температуре 450°C , проводя хлорирование. Длительность опыта составила 5 часов. Масса навески MoO_2Cl_2 после опыта составила 7. В результате переработки некондиционных молибденовых концентратов выщелачиванием растворами Cl_2 извлеклось от 40 до 90% триоксида молибдена, что было подтверждено химическим анализом. Схема лабораторной трубчатой шахтной печи приведена на рисунке 2.

Диоксидхлорид молибдена получают в результате низкотемпературного хлорирования MoO_3 или MoS_2 по следующим реакциям:



В варианте, основанном на реакции (1), исходным материалом служили молибденовые огарки, которые хлорировали в смеси с углеродистым материалом (шубаркульский уголь). Во втором варианте [реакция (2)] хлорировали огарок в смеси с молибденитом. При молярном соотношении $\text{MoS}_2:\text{MoO}_3=1:6$ хлорирование протекало при низкой температуре в отсутствие углерода. В результате переработки извлеклось от 40 до 90 % триоксида молибдена, что было подтверждено химическим анализом.

Поскольку MoS_2 реагирует с MoO_3 при температурах выше 400°C с образованием MoO_2 , хлорирование смеси MoS_2 с MoO_3 можно представить протекающим в две стадии:

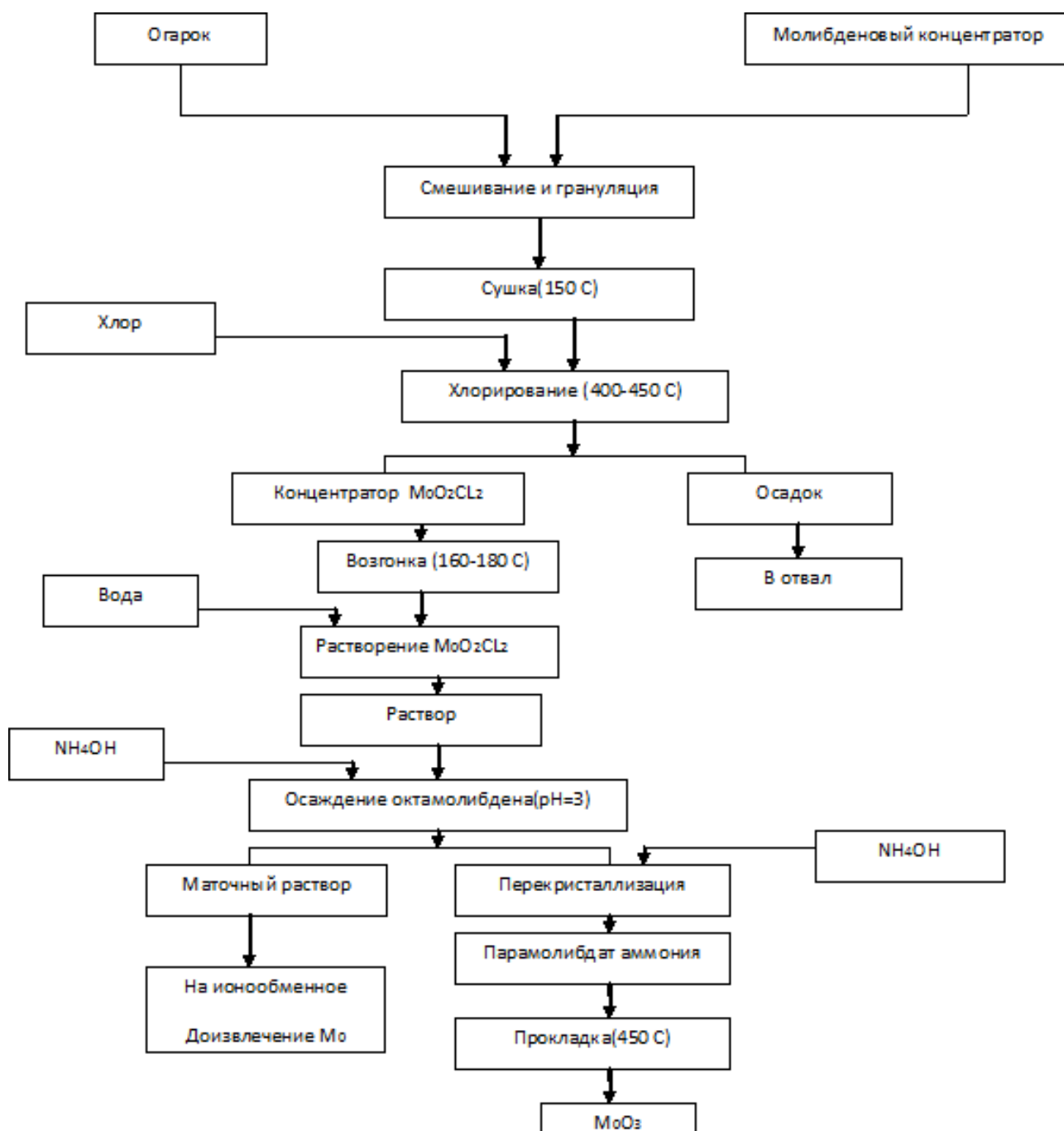


Рисунок 1 – Схема хлорного способа получения чистого MoO_3 из молибденовых концентратов и огарков



Третий вариант [реакция (3)] состоит в хлорировании молибденита хлорокислородной смесью при мольном соотношении $\text{C}_{12}:\text{O}_2 = 1:3$.

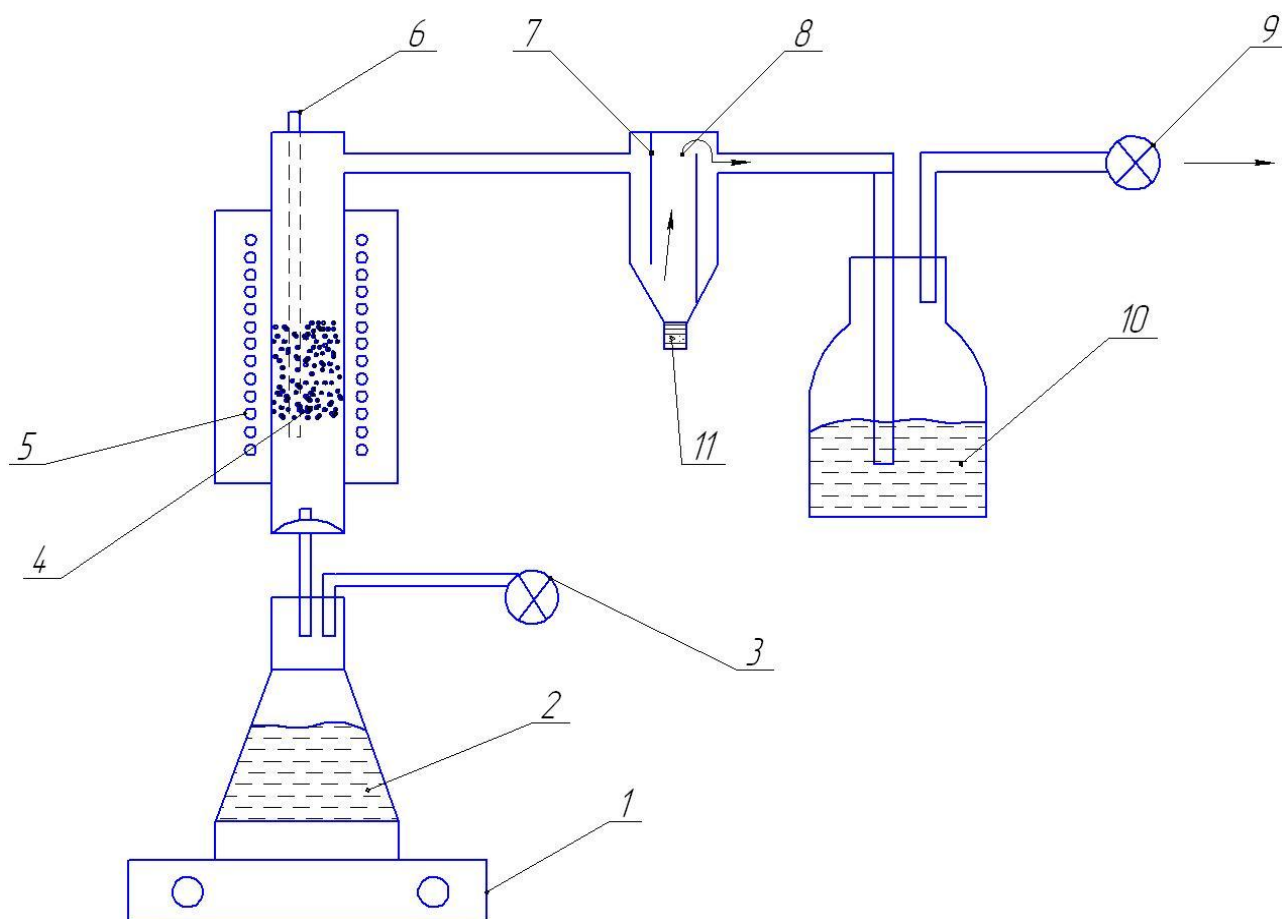
Реакции (4)-(5) при указанных выше оптимальных температурах протекают с высокой скоростью.

Наибольший для практики интерес представляет второй вариант, хлорирование огарка в смеси с молибденитом [реакция (2)].

Шихту, состоящую из огарка и молибденитового концентрата, брикетировали на чашевом грануляторе. Брикетты хлорировали хлором в шахтной печи при 400°C с молибденитом. Использовался огарок, в котором в результате неполного обжига в печи кипящего слоя остается MoS_2 в необходимом соотношении. Уловленный в конденсаторе MoO_2Cl_2 очищали однократной возгонкой при $170\text{--}180^\circ\text{C}$ и затем превращали

в триоксид при 450°C . Из раствора нейтрализацией аммиаком до $\text{pH}=3$ выделяют октамолибдат, превращаемый перекристаллизацией в парамолибдат аммония. Обеспечивается получение MoO_3 высокой чистоты. Глубокая очистка от всех примесей, включая вольфрам, достигается в результате низкотемпературной перегонки MoO_2Cl_2 .

Вывод: Изучая процесс переработки молибденовых концентратов с использованием метода хлорирования, установили несколько вариантов получения триоксида молибдена. Наибольший для практики интерес представляет второй вариант, в котором проводили хлорирование огарка в смеси с молибденитом, извлеклось от 40 до 90 % триоксида молибдена. Данный метод может быть использован как простой способ получения чистого триоксида молибдена. Хлорный метод использовался в исследовании, так как хлор является дешевым и доступным веществом, что является немаловажным фактором в производстве.



1 – плита; 2 – вода 100°C ; 3 – компрессор 0,8 м/с; 4 – гранулы концентрата; 5 – кварцевальная трубка диаметром 50 мм; 6 – термопара; 7 – перегородка; 8 – водоохлаждаемый камерный конденсатор; 9 – вакуум-насос; 10 – вода; 11 – сульфиды мышьяка (порошок)

Рисунок 2 – Лабораторная трубчатая шахтная печь

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеликман А.Н., Тараканов Б.М., Евдокимов В.И. // Изв. вузов. Цветная металлургия. 2000. № 2. С. 77-81.
2. Металлургия вольфрама, молибдена и ниобия. – М.: Наука, 2002. – 219 с.
3. Фишман М.А., Соболев Д.С. Практика обогащения цветных металлов. Т IV. Обогащение руд редких металлов. – М.: Госгортехиздат, 2001. – 712 с.

ӘОЖ 622.807

Бастапқы тау-кен массасын ұсақтау процесіндегі шаң бөліну динамикасы

Г.К. САПАРОВА¹, т.ғ.к., КА және ЕҚ кафедрасының доценті,
Н.А. МЕДЕУБАЕВ¹, т.ғ.к., Д және ҚӨ кафедрасының доценті,
И.А. БАЗАНОВА², т.ғ.д., ТЭҚ және Э кафедрасының профессоры,
Р.К. КАМАРОВ¹, т.ғ.к., ОТ және ИЭ орталығының директоры, профессор,
¹Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті,
²М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы

Кілт сөздер: ұсақтаушы-реттеуші фабрикасы, тау-кен массасы, ұсақтау, тарсылдату, участік, тасы-малдау, еңбек жағдайы, пневмокониоз, микроклимат.

Ұсақтаушы-реттеуші фабрикаларында үлкен мөлшерде пайдалы қазбалар ұсақталып, іріктеліп, тасымалданып, өндірістік жұмысшы қоймаларға едәуір көлемде шаң бөледі. Ол адам организміне кері әсерін тигізіп, кәсіптік ауру – пневмокониозды тудырады.

Пневмокониоз – шаңмен демалудың салдарынан пайда болатын тыныс органдарының ауыр созылмалы кәсіптік ауру. Өндірістік шаң адам организміне ғана зиянын тигізіп қоймай, сонымен қатар жабдықтарды бұзып, шығарылатын өнімнің сапасын төмендетіп, санитарлы-гигиеналық жұмыс жағдайларын төмендетіп, өртқауіпті және жарылуқауіпті ортаны қалыптастырады [1].

Ұсақтаушы-реттеуші фабрикалары әр түрлі технологиялық схемалар бойынша жұмыс жасайды. Ұсақтаушы тау-кен массасы бірнеше стадияларда ұсақталады.

Ұсақтаушы-реттеуші фабрикаларында технологиялық жабдықтар бір біріне қатысты бір (павильонды сызба) немесе әртүрлі (каскадты сызба) деңгейлерде

орналастырылады [2].

Павильонды жүйе кезінде жабдықтар жеке-жеке 12 метрге дейін биіктігі бар корпустарда орналасады. Олар өзара көлбеу галереялармен қосылған.

Каскадты жүйе кезінде технологиялық жабдықтар биіктігі 26 метрден астам ұсақтаушы корпусында әр түрлі биіктікте жабдықтар жанында жұмысшы аландар орналасады.

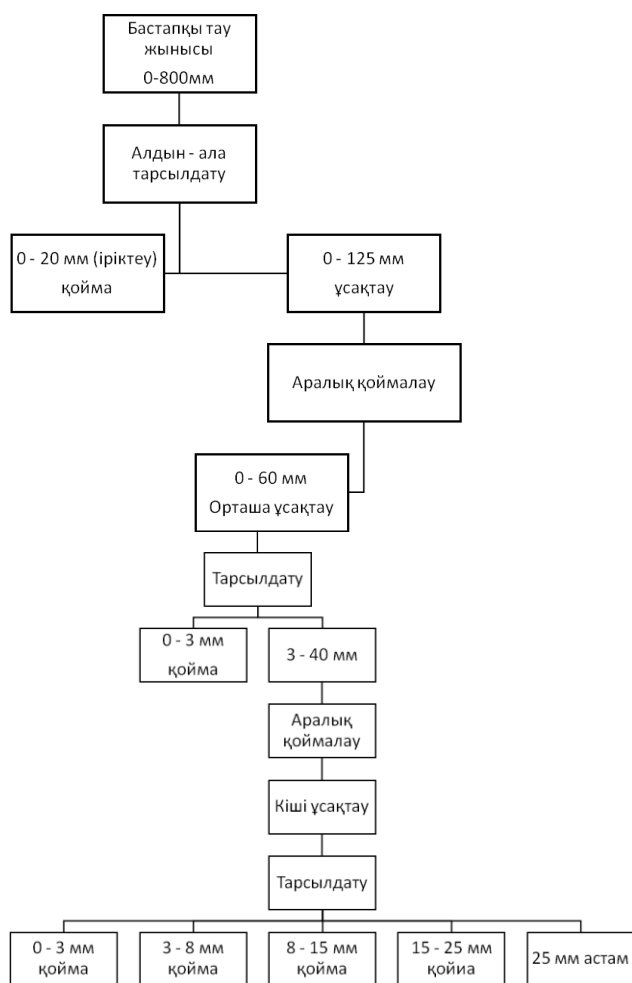
«Қараганданеруд» АҚ Қарабас өндірісі жағдайында павильонды жүйесінің аппараттар тізбегін қарастырайық (1 – сурет).

«Қараганданеруд» АҚ Қазақстан Республикасындағы құрылыс тасының өндірісі, өңдеуі және басқа да құрылыс материалдарын өңдеудегі ірі өндірістердің бірі болып табылады.

Кәсіп үш өндірістік алаңға ие: Майқұдық, Қарабас және өндірістік база.

Қарабас ұсақтаушы-реттеу фабрикасы Қарабас поселкісі территориясында орналасқан. Қарабас ұсақтаушы-реттеуші фабрикасына үлкендігі 800 мм тау жы-

ныстары кен орналасқан жерден жүк көтергіштігі 30 тонна БелАЗ 7540 автокөтергіштерімен көлемі 140 м³ бункерге бірінші реттік ұсақтауға келіп түседі.



1 – сурет – Қарабас өндірісіндегі ұсақ тастың технологиялық ұсақтау схемасы

Бұл жерден тау жынысы PF 1540-1222 вибротартушымен Free Flo FF 1624G тарсылдатқышына келіп түседі. 0-20 мм үлкендіктегі материал ленталық конвейерге келіп, негізгі техникалық циклдан ашық конустық қоймаға апарылады.

Тазартылған 20-800 мм фракциялы тау жынысы өнімділігі 130 м³/сағ Jaw Master 1211 HD ұсақтаушына келіп түседі.

Келіп түсетін материалдардан, аз мөлшерде материал бөлінділерінің ұсақталуы, жұмысшы органдардың қозғалысынан және басқа да салдардан жұмысшы шанапта (қабылдаушы бункер) сырттан тыс қысым пайда болады. Соның есебінен ірі ұсақтаушы участіктері шаңдану ықпалына тиеді.

Ірі ұсақтау учаскесі екі тасымалдау түйіннен және аралық қойма құрылысынан тұрады. Сонымен қоса, осы учаскеде кен қабылдаушының жұмыс орны, ұсақтау машинасының машинистінің жұмыс орны, пластиналы коректендіргіш және ленталы конвейерлер орналасқан.

Бірінші реттік тазартудан кейін 0-125 мм фракциялы тау жынысы ленталық конвейер арқылы аралық қоймаға түседі. Туннельдік түйін арқылы материал 2

ленталық конвейер арқылы өнімділігі 130м³/сағ Superior S 4800 конустық ұсақтаушының жинаушы шанабына келіп түсіп тау жыныстарының ұсақтау процесі жүреді.

Орташа ұсақтаушы учаскесінде ленталы конвейер, тарсылдатқыш, дайын өнімнің қоймасы және де коректендіргіш машинистерінің жұмыс орны, конвейерлер, ұсақтағыштар орналасады.

Келесі кезекте тау жынысы ленталы конвейер арқылы Master Flo CS 144 III вибротарсылдатушыға келіп түседі. 40-60 мм фракциялы тау жынысы 2 ленталық конвейер арқылы орташа ұсақтаушыға келеді. 0-3 мм фракция екі ленталық конвейер арқылы дайын өнім қоймасына келіп түседі. Ұсақталған өнім ленталық конвейер арқылы аралық шанапқа келіп, сол жерден ленталық конвейер арқылы майда ұсақтаушы түйініне Merlin VSI RP 109 ұсақтаушыға келіп түседі. Келесі кезекте Master Flo CS 144 IV тарсылына келіп түседі. Тарсылдан ұсақталған тас төрт фракциямен шығады.

Кіші ұсақтаушы учаскесі ленталық конвейер, бақылау тарсылдатқышы және дайын өнім қоймасын қамтиды. Бұл учаскеде вибротарсылдатқыштар машинистерінің жұмыс орны, ұсақтатқыш және ленталық конвейер орналасқан.

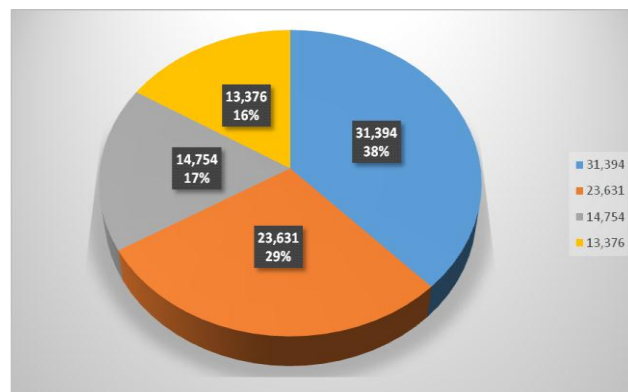
25 мм фракциялы ұсақталған тас ленталық конвейер арқылы қайталанатын ұсақтаушы RP 109 ұсақтағышқа келіп түседі.

15-25 мм, 5,8-15 мм, 3-8 мм, 0-3 мм фракциялы ұсақталған тас ленталық конвейер арқылы дайын өнім қоймасына келіп түседі. Дайын өнімді қоймадан тасымалдау туннельдік түйіндер арқылы қажет фракция теміржол вагондарына тиеледі.

Қарабас ұсақтаушы-реттеуші фабрикасындағы ауаның ластану деңгейі жайында мәліметтер 1 – кесте мен 2 – суретте берілген. Олар шаңдану жағдайының аса нашар екенін көрсетеді.

1 – кесте – Қарабас ұсақтаушы-реттеуші фабрикасында шаң шығу көзі және көлемі

Шаң шығу көзі	Шаң шығу көлемі	
	т/жыл	%
Тарсылдату	31,394	37,8
Ұсақтау	23,631	82,4
Тасымалдау түйіндері	14,754	17,4
Ұсақ тасты қоймалау	13,376	16,1
Барлығы	83,155	100



2 – сурет – Шаң шығудың интенсивтілігі

Қарабас ұсақтаушы-реттеуші фабрикасы жағдайы үшін шаңның санын мына формула бойынша анықтаймыз [3]:

$$q_n = \frac{3 \sum V_3(i-1) \rho_n}{d_1^3}, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

мұндағы q_n – тозаңның үлесі шығысы, кг/м^3 ;

$\sum V_3 / d_1^3$ – тұқым тілімдерінің екіге бөлініп

бұзылуы кезіндегі үлесті тозаңдануы, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$\sum V_3$ – тұқым өлшеміндегі тілімдердің екіге бөлініп бұзылуы кезіндегі тозаң саны;

i – ұсақталу дәрежесі;

ρ_n – бұзылушы тұқымның тығыздығы, кг/м^3 .

Болжамды шешімдерді қабылдау үшін өңделген тілімдердің модальді мәнін орташа арифметикалық мәнге тең деп аламыз.

Сондықтан порфиттер үшін $\rho_n = 2,73 \text{ г/см}^3$, $\sum V_3 / d_1^3$ -ға тең болады [3], ал порфирит беріктік коэффициенті: $f = 0,01 G_{\text{сж}} = 0,01 \cdot 1200 \text{ кг/см}^2 = 10$ осыдан:

СМД-111 беттік ұсақтау құралы, біріншілік ұсақтау:

$$q_n = 3 \cdot 0,0020 \left(\frac{375}{35} - 1 \right) \cdot 2730 = 158,9 \text{ кг/м}^3;$$

КСД-1750 конустық ұсақтау, екіншілік ұсақтау:

$$q_n = 3 \cdot 0,0020 \left(\frac{55}{23} - 1 \right) \cdot 2730 = 22,79 \text{ кг/м}^3;$$

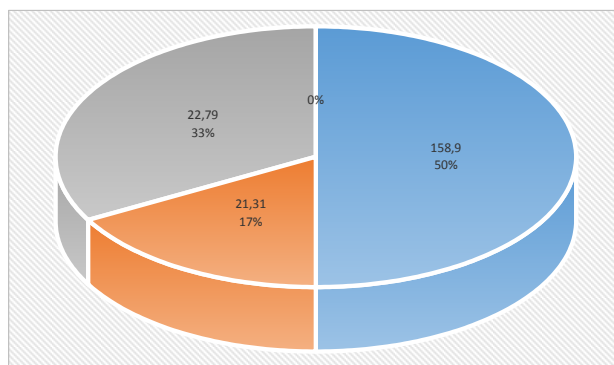
ДЦ-1,6 орташа ұсақтау:

$$q_n = 3 \cdot 0,0020 \left(\frac{23}{10} - 1 \right) \cdot 2730 = 21,31 \text{ кг/м}^3.$$

Есепте көрсетілгендей тозаң шығарушы бөлшектердің көбісі бірінші реттік ұсақтауда пайда болады, ол өте жоғары ұсақталу дәрежесіне тең $i = 10,7$. Тоzaңдану деңгейін жоғарылату үшін өңделетін тау жыныстары ұсақтау көмегімен 0-100 мм өлшемде бөлінуі керек. Бұл тапсырманың шешімі тозаң бөлшектерінің құрамын азайтып және белгілі технологиялық операцияларды орындағанда қоршаған ортаға бөлінетін тозаңды қалыпты сақтауды қамтамасыз етеді. Бірақ та, тау жыныстарын ылғалдандыру бір қатар кемшіліктерге ие. Оларға ленталық конвейерлердің тазартуға қатысты жұмыс істемей тұрып қалуы және де ылғалдандыруды тек қана оң мәнді температуралар кезінде жүзеге асыруға болады.

Жалпы жағдайда, үш реттік ұсақтау процестерінен кейін шаң тәріздес бөліктер барлық тау жыныстарының массасының 7,4 % құрайды. Тоzaңның көп бөлігі ауаға тау жыныстарын беттік ұсақтау құралынан ленталық конвейерге ауыстырғанда түседі. Арнайы зерттеулерге сүйенсек [3] $H = 1$ метр биіктіктегі жүк тасуда атмосфераға жалпы ұсақталған тұқымнан 0-100 мм өлшемдегі 1 % шаң бөлшектері түсуі мүмкін. Ал бұл жағдайда, бірінші реттік ұсақтаудан кейін ауаға 1 м^3 өңделген жыныстардан 1,6 кг -ға дейін тозаң бөлшектері түседі. Үшінші суретте көрсетілгендей, диаграммаларда ұсақтау аппараттарынан шығатын тозаң құраушы және тозаң бөлу жоғарғы үш нүктеде белгіленген.

Әр түрлі технологиялық процестерді орындағанда ауаның тозаңдануын бағалау үшін сол параметрлерге сандық баға берілген.



3 – сурет – Бірінші реттік ұсақтау (158,9), екінші реттік ұсақтау (22,79), центрге тартқыш ұсақтау (21,31 %) кезіндегі түйіндердегі шаңдану

Ұсақтаушы-реттеуші фабрикаларындағы өндірістік жұмысшы зоналарында ауадағы зиянды заттардың шекті концентрациялары Қазақстан Республикасының санитарлы нормаларына сай бекітілген [4].

Зиянды заттар сияқты микроклимат параметрлері (ауа ылғалдылығы, температурасы, ауа қозғалу жылдамдығы) де адам организмінің термокалыптауын бұзады.

Микроклиматтың оптималды жағдайлары дегеніміз адам организміне термокалыптаушы реакциялардың кернеуі ұзақ уақытты және систематикалық әсер ететін микроклимат параметрлерінің бір-біріне сай келуі.

Микроклиматтық оптималды нормалары жыл мезгіліне және жұмыс сарабына сай орнатылады.

Жұмысшылар организмінің сырттан тыс жылынып кетуі ауаның жоғары температурасы және ылғалдығынан болады. Әсіресе ауыр жұмыс атқаратын уақытта. Ауаның төменгі температуралары кезінде организм жылуды жоғалтып, суық тию ауруларына шалдығады.

«ЮГОК» АҚ және «НГОК» АҚ фабрикалары ұсақтау корпустарындағы ауалық ортаның мәліметтеріне сүйене отырып, конустық ұсақтаушының басқару пульт алаңындағы температура кең шамада ауытқуын көреміз (2-кесте). Ол шамамен 5-8°C бастап 26-28°C дейін. Суық және ауыспалы жыл мезгілі кезінде (сыртқы ауалық температурасы $\leq 10^\circ\text{C}$) ауыр жұмыстар үшін микроклиматтың оптималды нормалары келесідей: ауа температурасы 14-17°C, ылғалдылығы 75% дейін. Ал жылы жыл мезгілі кезінде (сыртқы ауалық температурасы $\geq 10^\circ\text{C}$) сырттағы температурадан 5°C-тан, ылғалдылығы 55% аспауы керек [5,6].

Келтірілген кесте мәліметтері және ұсақтау-реттеуші фабрикаларының суреттері шаң шығу ошақтарындағы шаң деңгейінің жоғары екендігін және санитарлы-гигиеналық жағдайлардың нормаға сай емес екендігін анық көрсетеді. Шаңданудың жоғары мәндері тау жыныстарын тарсылдату, ұсақтау кезінде және салыстырмалы түрде төмен мәндері дайын өнімді қоймалау кезінде байқалады. Оның себебі, технологиялық процестің соңғы кезеңінде өңделуші материал құрамындағы шаң азаяды.

Ұсақтаушы-реттеуші фабрикасында ұсақ тасты өңдеу барысында шаң шығуды азайту үшін дымқылдату қолданылады. Тау-кен массасын дымқылдату

шанды азайтудың әдістерінің бірі болып табылады. Алайда, таулы массаны дымқылдатуының бірқатар кемшіліктері бар, олардың ішіндегі конвейер асты

кеңістікте тазалаумен, қоршаған ортаның тек жылы кезеңінде дымқылдатуды қолдану және т.б. байланысты болады.

2 – кесте – «ЮГОК» АҚ және «НГОК» АҚ фабрикаларының ұсақтау корпустарындағы ауалық ортаның жағдайы

Көрсеткіштер	«ЮГОК» АҚ			«НГОК» АҚ		
	Ірі ұсақтау	Орташа ұсақтау	Кіші ұсақтау	Ірі ұсақтау	Орташа ұсақтау	Кіші ұсақтау
Ауа температурасы	14-28	8-26	15-26	5-30	10-18	15-22
Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы	63-88	61-76	53-75	53-70	60-65	57-65

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Горная энциклопедия / Гл. редактор Е.А. Козловский. – М.: Сов. Энциклопедия. Т. 4. 1989. – С. 623.
2. Афанасьев И.И., Данченко Ф.И., Пирогов Ю.И. Обеспыливание на дробильных и обогатительных фабриках: Справочное пособие. – М.: Недра, 1989. – С. 197.
3. Цай Б.Н. Исследование и совершенствование аспирационного обеспыливания воздуха в дробильно-сортировочных цехах горнорудных предприятий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Караганда, 1978. – С. 20.
4. РК 3.02.036-99. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере воздуха населенных мест. 1999.
5. Руденко К.Г., Калмыков А.В. Обеспыливание и пылеулавливание при обработке полезных ископаемых. – М.: Недра, 1981. – С. 352.
6. Калмыков А.В., Журбинский Л.Ф. Борьба с шумом и пылью на обогатительных фабриках. – М.: Недра, 1984. – С. 222.

УДК 622.81

Применение статистических фильтров в автоматизированных системах аэрогазового контроля

Л.А. АВДЕЕВ, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

Ключевые слова: шахта, метан, выброс, автоматика, защита, диапазон, фильтр, вероятность, превышение, статистика, моделирование.

Специфические особенности подземной технологии выемки угля делают проблему автоматизации аэрогазового контроля одной из наиболее сложных в горном деле. В последние годы на шахтах Карагандинского бассейна находят широкое распространение автоматические системы контроля рудничной атмосферы (АСК РА). Внедрение этой аппаратуры позволяет существенно повысить безопасность труда.

Однако применение таких систем в условиях добычных участков труднопроветриваемых газовых шахт приводит зачастую к неоправданным отключениям электроэнергии, подаваемой к механизмам участка. Это нежелательное явление объясняется тем, что в современной аппаратуре практически отсутствует выдержка времени на срабатывание, в то время как процесс изменения концентрации метана на исходящей струе участка $c(t)$ носит случайный характер [1] и отличается наличием различных по длительности и амплитуде выбросов (термин математической статистики), превышающих допустимое по нормативной документации [2] значение концентрации метана. Такие выбросы, если их деятельность превышает не-

значительную выдержку времени аппаратуры газовой защиты (АГЗ), вызывают отключение электроэнергии, даже если они кратковременны и невелики по амплитуде.

В [1] было показано, что вероятность появления угрожающей ситуации пропорциональна площади выброса превышения процесса $c(t)$, в связи с чем естественно принят в качестве идеального метод принятия решения, основанный на оценке величины этой площади, реализуемый с помощью непрерывного интегрирующего статистического фильтра (СФ). Возможны, однако, и другие методы принятия решения, основанные, например, на оценке амплитуды и длительности выброса или только его длительности, осуществляемые с помощью дискретных СФ, построенных на базе однотипных пороговых элементов и реле времени с различными настройками порогов и выдержек времени.

Рисунок 1 иллюстрирует принцип построения такого дискретного СФ. Вся область возможных ситуаций в интервале от $c_{доп}$ до $c_{пр}$ разбивается на ряд подобластей. Каждой подобласти соответствует свой

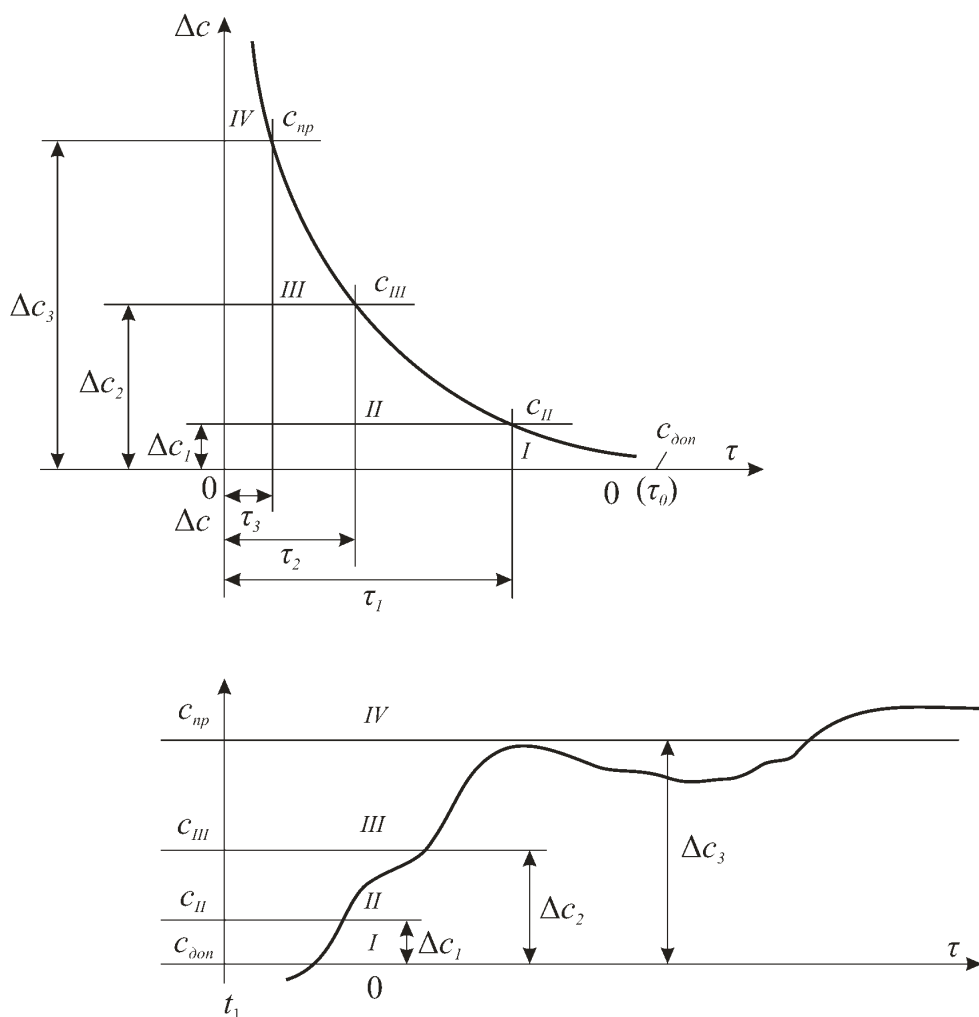


Рисунок 1 – Области настроек дискретной многопороговой защиты

таймер с соответствующим пороговым элементом. Например, если $c_{доп} < c < c_{II}$, то срабатывает первая группа контактов с порогом $c_{доп}$ и выдержкой времени на срабатывание $\tau_p = \tau_0$, если $c_{II} < c < c_{III}$, то дополнительно срабатывает вторая группа контактов с порогом c_{II} и выдержкой $\tau_p = \tau_1$ и т.д.

Ввиду сравнительно небольшого диапазона изменения концентрации метана в интервале от $c_{доп}$ до c_{np} , практический интерес представляет двухпороговый вариант дискретного СФ, состоящего из порогового элемента на уровне $c_{доп}$ с реле времени и второго порогового элемента, обеспечивающего мгновенное срабатывание на уровне c_{np} . Для сравнения дискретных СФ с идеальным интегратором необходимы объективные критерии, которые могут быть получены на основании следующих рассуждений.

Любой неидеальный с точки зрения предложенной выше гипотезы метод осуществления вероятностной защиты характеризуется тем, что он не позволяет избежать как ложных срабатываний защиты (исключений выбросов с площадью, меньшей $S_{кр}$), так и опасных несрабатываний защиты (исключений опасных выбросов с площадью, большей $S_{кр}$).

В первом случае срабатывание защиты приведет к уменьшению производительности технологического участка, во втором случае несрабатывание защиты понижает уровень безопасности ведения горных работ.

В соответствии с этим эффективность вероятностной защиты предлагается оценивать с помощью соответствующего коэффициента:

$$K_{\Sigma} = 1 - (n_{лс} + n_{он})n_o^{-1}, \quad (1)$$

где $n_{лс}$ – количество ложных срабатываний защиты (отключений при выбросах превышения с площадью, меньшей $S_{кр}$);

$n_{он}$ – количество опасных неотключений (пропущенных при выбросах с площадью, большей $S_{кр}$);

n_o – общее количество выбросов превышения.

При принятых ранее допущениях:

$$n_o = (\sqrt{2\pi})^{-1} \alpha_c \exp\left(-\gamma^2/2\right). \quad (2)$$

Так как величина K_{Σ} учитывает только количество выбросов, то дополнительно введем еще один коэффициент для учета простоев по фактору газовыделения при различных способах защиты – коэффициент простоев:

$$K_{II} = 1 - T_3(T_{\Sigma})^{-1}, \quad (3)$$

где T_{Σ} – суммарное время простоев по фактору газовыделения при защите без выдержки времени;

T_3 – суммарное время простоев, предотвращенных при вероятностной защите с различными фильтрами.

Из зависимости (1) следует, что у интегрирующего СФ величина $K_3 = 1$. В случае двухпорогового СФ величина $n_{ЛС}$ складывается из выбросов, у которых $S_6 < S_{кр} < \tau_6 < \tau_{кр}$ и $\Delta c_6 < \Delta c_{нр}$ ($\Delta c_{нр} = c_{нр} - c_{оон}$), а величина $n_{ОН}$ соответствует количеству выбросов, для которых

$$S_6 > S_{кр}; \tau_6 < \tau_{кр} \text{ и } \Delta c_6 < \Delta c_{нр}.$$

Для установления зависимости K_3 двухпорогового СФ от различных значений уставок $S_{кр}$, $\tau_{кр}$ и $c_{нр}$ в рамках принятых допущений необходимо иметь совместный закон распределения выбросов по параметрам S_6 , τ_6 и Δc_6 .

Используя этот закон, можно было бы найти интересные нас значения $n_{ЛС}$ и $n_{ОН}$ по формулам (индексы «в» при параметрах выбросов далее опускаются):

$$n_{ЛС} = n_0 \int_0^{S_{кр}} \int_{\tau_{кр}}^{\infty} \int_0^{c_{нр}} \omega(S, \tau, \Delta c) d\Delta c d\tau dS, \quad (4)$$

$$n_{ОН} = n_0 \int_{S_{кр}}^{\infty} \int_0^{\tau_{кр}} \int_0^{c_{нр}} \omega(S, \tau, \Delta c) d\Delta c d\tau dS. \quad (5)$$

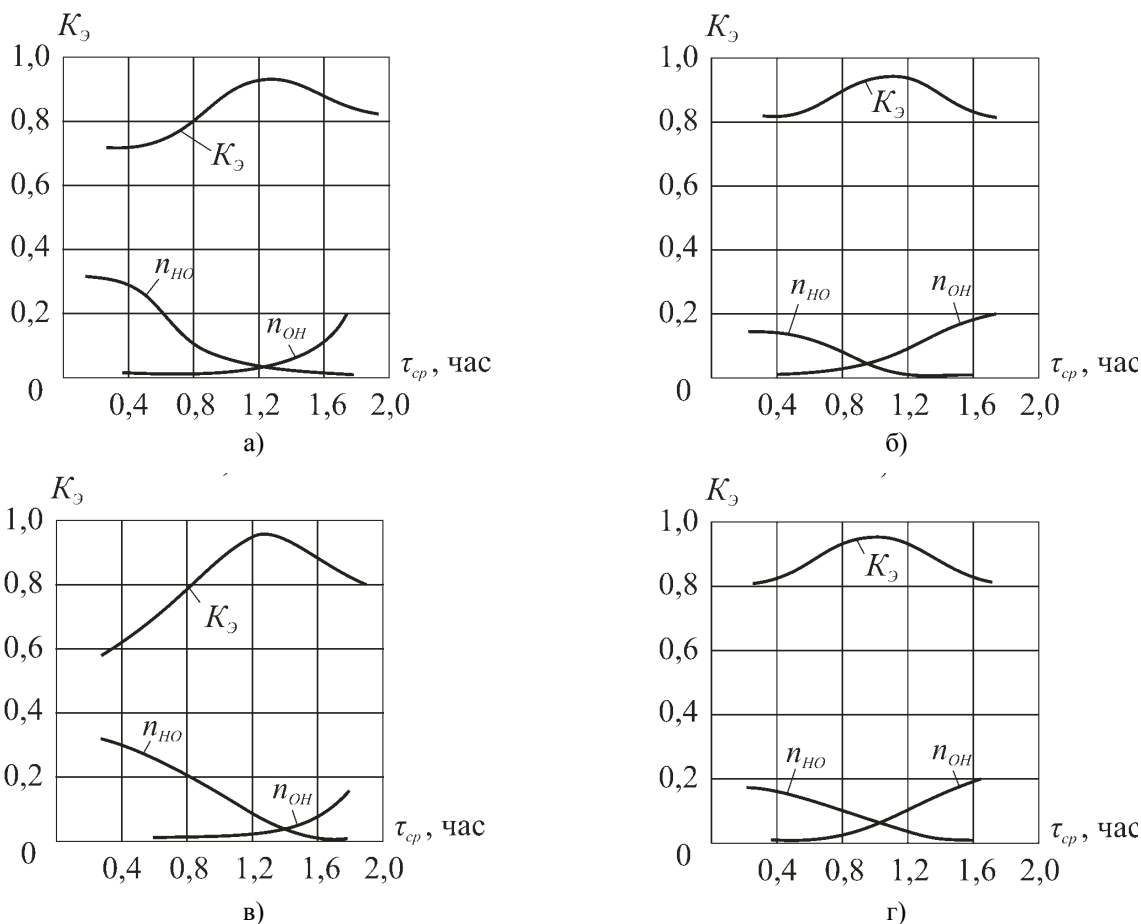
Однако из-за сложности получения аналитической

зависимости для трехмерной дифференциальной функции совместного распределения $\omega(S, \tau, \Delta c)$ была разработана методика определения значений $n_{ЛС}$ и $n_{ОН}$, основанная на детерминированной связи между основными параметрами выброса S , τ и Δc и соответствующем подборе пределов двукратного интегрирования по S и τ двумерной функции совместного распределения выбросов, полученной в аналитически обозримой форме.

По полученным зависимостям был построен (численным способом с использованием пакета MATLAB) ряд кривых для различных значений $\tau_{кр}$, $S_{кр}$, α_c и Δc . На рисунке 2 в качестве примера приведены эти кривые для K_3 двухпорогового СФ (кривые «в» и «г») и СФ только с выдержкой времени, без второго повышенного порога (кривые «а» и «б»).

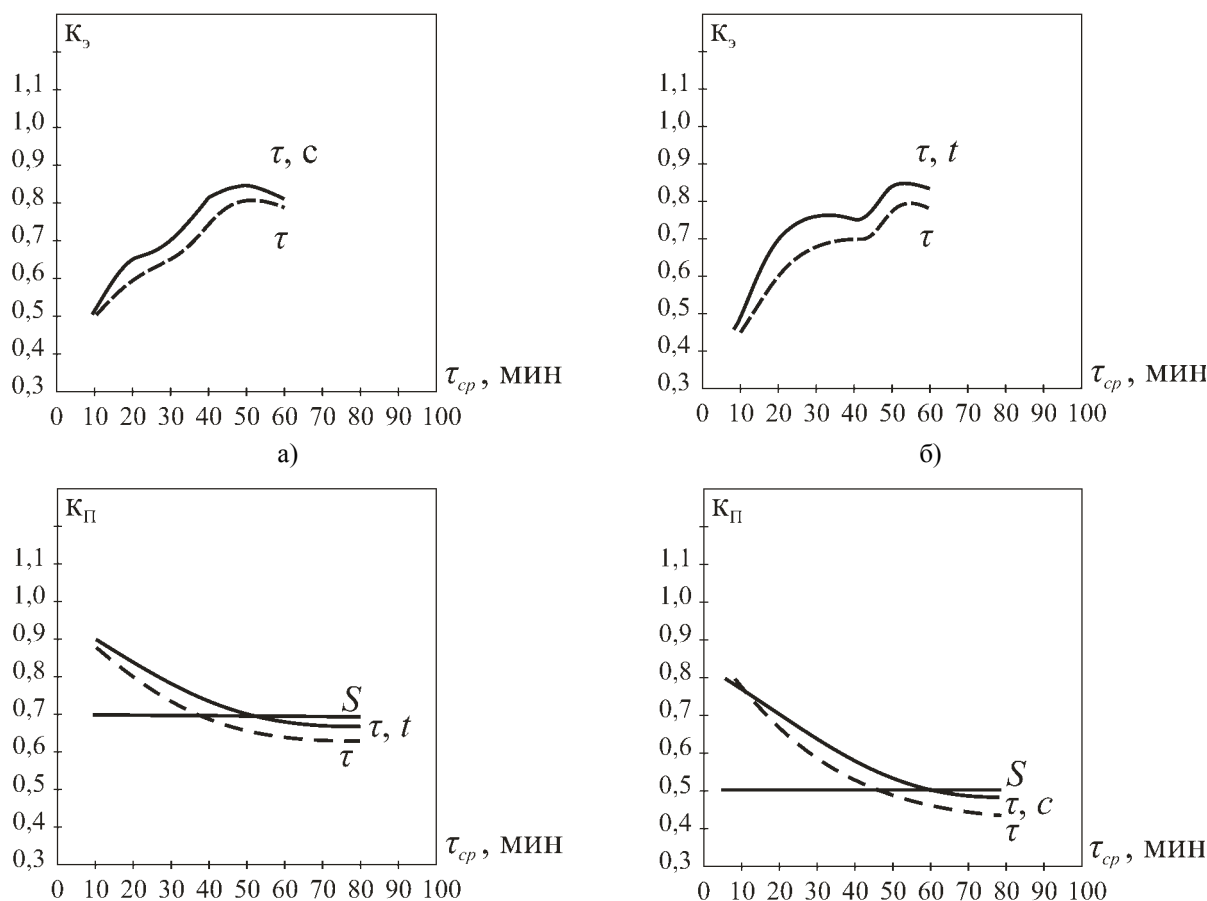
В связи со сложностью получения аналитических зависимостей для $K_{Л}$ даже в рамках принятых допущений и упрощений, сравнительный анализ по этому критерию был выполнен методом статистического моделирования.

Одновременно определялись и значения K_3 . На рисунке 3 для примера показаны соответствующие зависимости для K_3 и $K_{Л}$ (пунктирные кривые соответствуют СФ с выдержкой времени без второго порога).



- а – однопороговый СФ с выдержкой времени при $S_{кр} = 0,1\%$ CH_4 в час; $\gamma = 1$; $\alpha = 0,7 \text{ час}^{-1}$;
б – однопороговый СФ с выдержкой времени при $S_{кр} = 0,05\%$ CH_4 в час;
в – двухпороговый СФ с выдержкой времени при $S_{кр} = 0,1\%$ CH_4 в час; $\gamma = 1$; $\alpha = 0,7 \text{ час}^{-1}$;
г – двухпороговый СФ с выдержкой времени при $S_{кр} = 0,05\%$ CH_4 в час; $\gamma = 1$; $\alpha = 0,7 \text{ час}^{-1}$; $\tau_{кр} = 0,15 \text{ час}$.

Рисунок 2 – Аналитические зависимости K_3 , n_{HO} и n_{OH} от $S_{кр}$



а – при $S_{кр} = 0,1 \text{ \% CH}_4$ в час; $M[c(t)] = 1,05 \text{ \% CH}_4$; б – при $S_{кр} = 0,1 \text{ \% CH}_4$ в час; $M[c(t)] = 0,95 \text{ \% CH}_4$.

Рисунок 3 – Зависимости K_3 и K_{II} от τ_{cp} и математического ожидания процесса, полученные при статистическом моделировании

Сравнительный анализ интегрирующих и дискретных СФ позволяет сделать следующие выводы:

1) зависимость K_3 от τ_{cp} дискретных СФ имеет явно выраженный максимум, который на 15-25 % меньше, чем K_3 интегрирующего СФ;

2) оптимальное значение τ_{cp}^0 , соответствующее $K_3^{\max}$ дискретных СФ уменьшается с уменьшением $S_{кр}$ и увеличением α_c ;

3) добавление второго повышенного порога мгновенного срабатывания практически мало влияет на эффективность дискретных СФ. Этот порог может в основном служить для повышения общей надежности СФ при условии, если он выполнен в схемном и конструктивном отношении, независимым от нижнего порога с выдержкой времени;

4) продолжительность простоев из-за срабатывания обычной газовой защиты в 1,5-2 раза больше, чем при вероятностной АГЗ, имеющей СФ;

5) значения K_{II} интегрирующего и дискретных СФ одинаковы при оптимальной выдержке времени дискретных СФ;

6) повышение выдержки времени срабатывания τ_{cp} у дискретных СФ приводит к сокращению простоев, однако при этом резко возрастает количество пропущенных (неотключаемых) опасных выбросов;

7) для оптимальной настройки интегрирующего СФ необходимо иметь лишь два параметра, в то время как для дискретных СФ необходимо дополнительно

произвести расчет оптимальной выдержки τ_{cp}^0 .

Полученные выводы свидетельствуют о том, что интегрирующий СФ ненамного эффективнее дискретных СФ, в отношении же технической реализации выполненных в рамках специализированных контроллеров, равноценны по надежности, искробезопасности и габаритам.

В связи с наличием как у интегрирующих, так и у дискретного СФ элемента выдержки времени, не удастся достаточно простыми средствами обеспечить автоматический самоконтроль СФ при обоих типах отказов (обрыв, короткое замыкание). Таким образом, если на первом этапе освоения вероятностной защиты целесообразно ограничиться установкой заранее рассчитанной выдержки времени в локальные контроллеры, то в дальнейшем возможен расчет параметров защиты в поверхностном диспетчерском вычислительном комплексе, с использованием базы данных о значениях концентрации метана для каждого объекта, что значительно повысит эффективность и безопасность производства.

Принцип вероятностной автоматической газовой защиты имеет не только самостоятельное значение с точки зрения дальнейшего совершенствования методов и средств автоматического газового контроля и защиты.

Наличие СФ в аппаратуре АГЗ, исключающего отключение электроэнергии выбросами высокока-

стотной составляющей процессов $c(t)$ и $Q(t)$, значительно упрощает задачу автоматической стабилизации концентрации на исходящей благодаря резкому уменьшению требуемого быстродействия системы регулирования, а при оперативном безопасном управ-

лении вероятностная защита необходима для предотвращения неоправданных отключений в периоды прогнозирования выбросов, предшествующих очередному акту резкой «продувки» выработанного пространства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев Л.А., Шильникова А.А. Вероятностный подход к повышению эффективности функционирования автоматических систем контроля и защиты / Караганд. гос. техн. ун-т // Труды ун-та. – 2008. – № 4.
2. Правила безопасности в угольных шахтах (ПОТ РК 0-028-99). – Караганда, 2001.

УДК 550.83

Измерение в скважинах сейсмоакустической эмиссии и концентрации гелия

А.К. ТРОЯНОВ¹, к.т.н., ст. научный сотрудник,

В.С. ПОРТНОВ², д.т.н., профессор, начальник управления послевузовским образованием,

А.К. ЮРКОВ¹, к.г.-м.н., ст. научный сотрудник,

¹Институт геофизики Уро РАН,

²Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: трещиноватость, гелий, эмиссия, аномалия, концентрация, проницаемость, нарушение.

Зоны тектонической нарушенности горных пород (трещиноватости и дробления) в скважинах отмечаются аномальными значениями амплитуд сейсмоакустической эмиссии (САЭ) [1,2]. Эти зоны также могут выделяться по комплексу известных геофизических методов исследования скважин [3,4] и характеризоваться пониженным выходом керна и наличием каверн. Аномалии САЭ можно рассматривать как индикаторы современных динамических процессов, противостоящих консолидации верхней части земной коры. Различие в амплитудном уровне САЭ по стволу скважины служит диагностическим признаком, позволяющим дифференцировать геологический разрез по новому геофизическому параметру – динамической активности среды [1]. Излучать сигналы САЭ могут как проницаемые хрупкие нарушенные зоны, так и зоны, расположенные в околоскважинном пространстве на разном удалении от ствола скважины и характеризующиеся изолированными трещинами. Поэтому аномалии САЭ не всегда связаны с проницаемыми интервалами пород, вскрытыми скважиной, и вопрос об их выделении остается открытым.

С целью повышения эффективности интерпретации аномалий САЭ и изучения природы источников САЭ был привлечен метод скважинных исследований концентраций гелия [5]. Следует отметить, что концентрация гелия, измеряемая в единицах $\text{см}^3/\text{л}$, минимальна у дневной поверхности, где происходит выделение гелия в атмосферу, и довольно низкая в интервалах малопроницаемых пород. Изучение распределения концентрации гелия на глубоких горизонтах скважин показало, что с помощью «гелиевого каротажа» можно уверенно выделять в геологическом разре-

зе проницаемые зоны тектонических нарушений, по которым происходит фильтрация подземных вод. Так, в Кольской сверхглубокой скважине СГ-3 в подошве Лучломпольского разлома (4839-4869 м) отмечены концентрации гелия $10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^3$ ($1 \text{ см}^3/\text{л}$) [6]. Привлечение данных «гелиевого каротажа» открывает новые возможности применения САЭ для выделения проницаемых зон.

Для измерения САЭ в скважинах использовалась цифровая аппаратура, разработанная в Институте геофизики Уро РАН [7]. Аппаратура обладает чувствительностью, позволяющей регистрировать акустический отклик геосреды на деформации порядка 10^{-8} - 10^{-11} м. Регистрация САЭ диапазоне частот (0.1-5.0 кГц) осуществляется тремя ортогонально расположенными датчиками-акселерометрами типа ДНЗ (преобразователь пьезоэлектрический виброизмерительный). В скважинном приборе установлены датчики с коэффициентами преобразования по напряжению не менее $6\text{-}10 \text{ мкВ} \cdot \text{с}^2/\text{мм}$. Амплитудный уровень сигналов САЭ в разных полосах частот представляется в виде диаграмм, оцифрованных в единицах регистрируемых ускорений ($\text{мм}/\text{с}^2$). Измерения САЭ в скважинах проводились по точкам на заданных глубинах при остановке прибора. Шаг измерений варьировал от 1 до нескольких метров. Время наблюдений на точке составляло 20-30 секунд. При интерпретации использовались измеренные и расчетные информативные параметры сейсмоакустических сигналов, в частности, сигналы X_1 и Y_1 с двух горизонтальных датчиков и расчетный параметр $M_1=X_1/Y_1$. В однородной изотропной среде сигналы с двух горизонтальных датчиков, не ориентированных в пространстве, должны

быть одинаковы. Если отношение сигналов $X1$ и $Y1 \neq 1$, то имеет место анизотропия физических свойств объема геосреды. На практике отношение сигналов с горизонтальных датчиков отличается от единицы в интервалах кавернозных зон, где поперечное сечение ствола скважины может принимать форму эллипса.

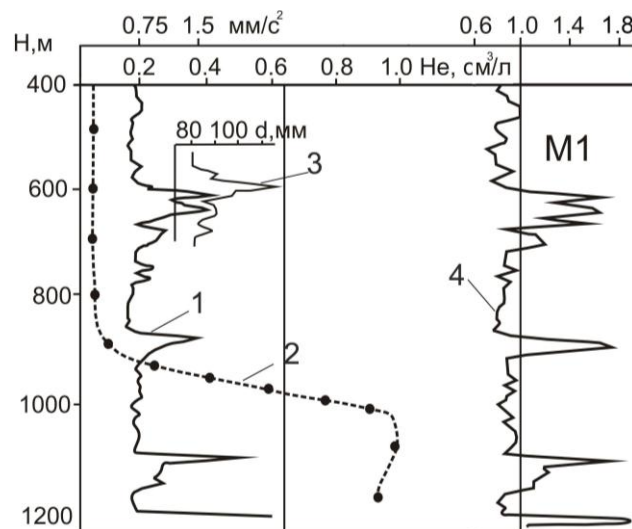
При проведении скважинных исследований концентрации гелия для поинтервального отбора проб применяли специальный пробоотборник, исключаящий потерю газовой фазы. Прибор – цельнометаллический (диаметр 45 мм, объем камеры 2 литра), работает на принципе предварительного вакуумирования камеры. На заданной глубине прокалывали металлическую прокладку пробоотборника, вода заполняла камеру и одновременно дегазировалась. При подъеме на поверхность газ и часть жидкости вакуумным способом переводились в стеклянную ампулу. Содержание гелия определяли в лаборатории на гелиевом течискателе типа ПТИ-7а с хроматографической приставкой, обеспечивающей чувствительность $5 \cdot 10^{-5}$ об. % гелия в 1 см^3 газовой фазы.

На рисунке 1 представлены результаты измерений САЭ и концентраций гелия в скважине на Южном Урале. На диаграмме сейсмоакустической эмиссии в диапазоне частот 100-500 Гц выделяются аномалии на глубине 620, 890, 1100 м. Пространственно аномалия на глубине 620 м совпадает с кавернозным участком ствола скважины, концентрация гелия здесь минимальна. Можно сделать вывод, что аномалия САЭ связана с процессами микроразрушений в зоне каверны, на эллипсовидность которой указывает аномалия расчетного параметра $M1$, достигающая величины > 1.4 . Нижерасположенные аномалии САЭ пространственно совпадают с зоной аномальной концентрации гелия, возрастающей от 0.1 до $1.0 \text{ см}^3/\text{л}$, и также сопровождаются изменением параметра $M1$. Таким образом, комплексный анализ данных САЭ и «гелиевого каротажа» позволил выделить проницаемые зоны на глубине 890 м и 1100 м мощностью $\approx 50 \text{ м}$.

На рисунке 2 приведены данные, указывающие на увеличение концентрации гелия с глубиной в интервале динамически активной зоны (с 500 м до забоя скважины). Концентрации гелия изменяются от 0.15 до $1.5 \text{ см}^3/\text{л}$. О вскрытой скважиной динамически активной зоне в указанном интервале глубин свидетельствуют аномалии параметров САЭ. На диаграммах измеренных параметров САЭ в диапазонах частот 100-500 Гц и 500-5000 Гц выделяются аномалии, характеризующие активность динамических процессов в разрезе скважины (рисунок 2, диаграммы 1,3 соответственно). По расчетному параметру $M1$, отличающемуся от единицы, выделяется зона движения флюида по пластам (рисунок 2, диаграмма 4). Проницаемость выделенных по САЭ пластов, по которым поступает вода в ствол скважины, отражается в изменении концентрации гелия. Таким образом, комплексные измерения САЭ и концентраций гелия позволяют выделить не только динамически активные пласты, но и подтвердить их проницаемость.

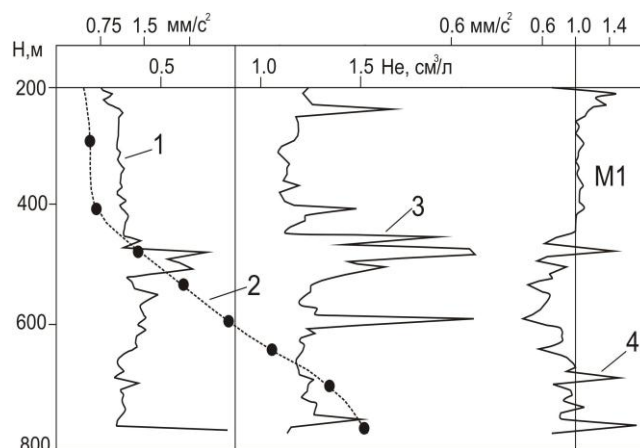
По разрезам отдельных скважин по геологическим данным были выявлены аномалии САЭ в интервалах без видимых признаков нарушенности среды. Иссле-

дование амплитудно-частотных характеристик зарегистрированных сигналов показало, что основной вклад в интегральный уровень аномалий вносят сигналы частотой 100-500 Гц. Анализ результатов геологической и геофизической изученности вскрытого скважиной разреза дал основание для поиска источников сейсмоакустических аномалий в околоскважинном пространстве. Для этих целей были проведены исследования в скважинах, расположенных вблизи известных тектонических нарушений (разломов) земной коры.



- 1 – диаграмма амплитудного уровня САЭ диапазона частот 100-500 Гц (горизонтальный датчик);
2 – распределение концентраций гелия;
3 – диаграмма кавернометрии;
4 – диаграмма распределения информативного параметра $M1=X1/Y1$

Рисунок 1 – Распределение параметров САЭ и концентраций гелия в скважине (Южный Урал)



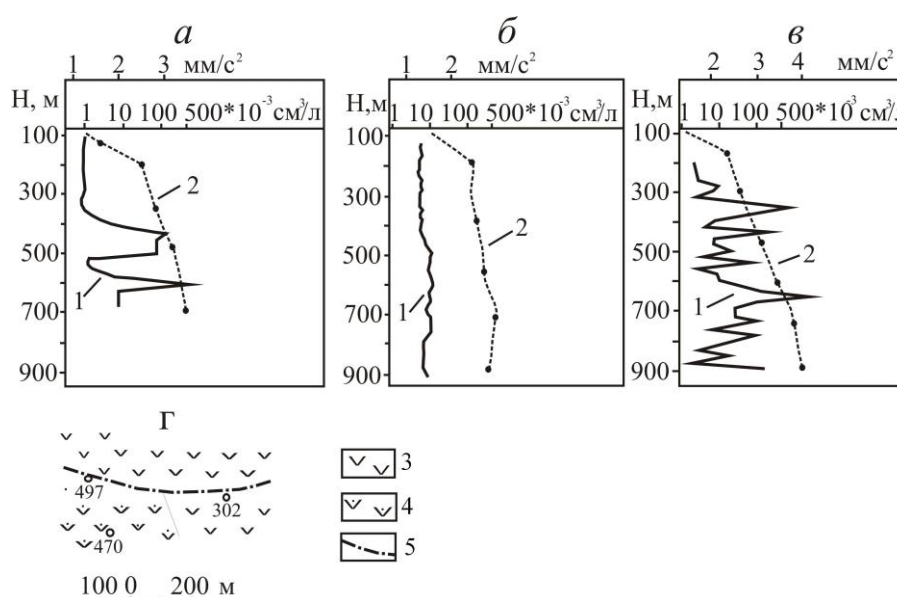
- 1 – диаграмма амплитудного уровня САЭ диапазона частот 100-500 Гц (вертикальный датчик);
2 – распределение концентраций гелия;
3 – диаграмма распределения САЭ в диапазоне частот 500-5000 Гц;
4 – диаграмма распределения информативного параметра $M1=X1/Y1(100-500 \text{ Гц})$

Рисунок 2 – Распределение параметров САЭ и концентраций гелия в скважине (Южный Урал)

На рисунке 3 приведены результаты измерений САЭ и концентраций гелия в скважинах 497, 470 и 302. Наибольшие уровни сигналов сейсмоакустической эмиссии зарегистрированы по скв. 302 (рисунок 3в), несколько ниже уровень сигналов в скв. 497 (рисунок 3а), минимальный уровень САЭ наблюдается в скв. 470 (рисунок 3б). План расположения скважин относительно разлома показан на рисунке 3г. Сква. 497 и 302 находятся вблизи разлома, скв. 470 удалена от границы на 170 м. Распределение концентраций гелия показывает, что наибольшая наблюдается на забое скв. 302 ($> 1000 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3/\text{л}$), наименьшая на забое скв. 470 ($< 500 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3/\text{л}$), максимальная величина концентраций гелия по скважине 497 составляет $500 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3/\text{л}$. Учитывая, что повышенные концентрации гелия в подземных водах однозначно связаны с проницаемыми глубинными разломами [7], можно говорить о динамической активности разлома [8].

Как видно, в данном случае наблюдается согласованное изменение уровня САЭ и концентраций гелия: вблизи разлома они больше, чем в удаленной на 170 м скважине 470. Данное распределение уровней сейсмоакустических сигналов указывает на возможность обнаружения тектонических нарушений в околоскважинном пространстве и дистанционном их трассировании. Выявление тектонических нарушений в околоскважинном пространстве по их динамической активности и проницаемости является одной из основных практических задач при изучении тектоники рудных месторождений.

Таким образом, комплексирование измерений сейсмоакустической эмиссии и концентраций гелия позволяет выделять проницаемые тектонически нарушенные зоны. Это открывает новые возможности в использовании сейсмоакустической эмиссии геосреды при изучении земных недр.



а, б, в – диаграммы САЭ (100-500 Гц) и концентраций гелия по скважинам 497, 470 и 302 соответственно;
 г – схема расположения скважин и разлома; 1 – диаграмма распределения САЭ;
 2 – диаграмма распределения концентраций гелия; 3 – андезитовые порфириты; 4 – туфы; 5 – разлом
 Рисунок 3 – Результаты измерений САЭ и концентраций гелия в скважинах вблизи разлома
 (Ломоносовское железорудное месторождение, Северный Казахстан)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дьяконов Б.П., Троянов А.К., Фадеев В.А. Деформационные процессы и сейсмоакустический шум в земной коре. В сб.: Современные проблемы ядерной геофизики и геоакустики. – М.: ВНИИ геоинформсистем, 1990. – С. 230-234.
- Троянов А.К., Дьяконов Б.П., Мартышко П.С., Астраханцев Ю.Г., Начапкин Н.И., Гаврилов В.А., Белоглазова Н.А. Сейсмоакустическая эмиссия и электромагнитное излучение трещиноватых пород в скважинах // ДАН. 2011. Т. 436. № 1. С. 118-120.
- Вайтекунас К.А., Ахметов Р.Т., Кудеков Т.К. Опыт изучения трещиноватости и зон ослабления пород медно-порфировых месторождений геофизическими методами // Сб. науч. тр. Изучение инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых геофизическими методами. – М., 1989. – С. 53-59.
- Сидоров В.А., Колташев С.А., Коротченко А.Г., Гизатуллин Р.Н. Комплексирование геофизических методов при изучении скважин с целью выделения зон интенсивной трещиноватости // Там же. С. 340.
- Карташов Н.П., Юрков А.К. Применение гелиевого метода для изучения тектоники рудных полей // Сб. Исследование гелиевых полей Урала. – Свердловск, 1980. С. 64.
- Писарницкая Т.Ф. Результаты исследования газовых компонентов во флюидах разреза Кольской сверхглубокой скважины по данным газометрии // НТВ «Каротажник». Выпуск 11(188). Тверь, 2009. С. 3-37.
- Астраханцев Ю.Г., Троянов А.К. Пат. 2123711 РФ, МКИ: G01V1/40/ Устройство для измерения геоакустических шумов в скважине // Бюл. изобр. 1998. № 35.
- Булашевич Ю.П. Закономерности распределения разломов по Свердловскому и Ишим-Барабинскому геолого-геофизическим профилям. В сб. Исследование гелиевых полей Урала. – Свердловск, 1980. С. 64.

УДК 622.281(574.32)

Технологические схемы проведения выемочных выработок с учетом схем развития горных работ

В.Ф. ДЕМИН, д.т.н., профессор,

А.Е. СУДАРИКОВ, к.т.н.,

Т.В. ДЕМИНА, к.т.н., ст. преподаватель,

Ю.Ю. СТЕФЛЮК, докторант,

А.Д. КАРАТАЕВ, докторант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра РМПИ

Ключевые слова: технология, подземные работы, углепородный массив, контур, моделирование, натурные наблюдения, исследование, деформация, процесс.

В последнее время в связи с усложнением горно-геологических условий разработки, обусловленных ростом глубины горных работ и первоначальной отработкой пластов с благоприятными условиями залегания, увеличивается себестоимость добычи; на низком уровне находится производительность в очистных и подготовительных забоях, растет трудоемкость при проведении, поддержании и ремонте горных выработок, значительна зольность добываемого угля на очистных (33 и более %) и подготовительных работах (37-41 %) и негативной тенденцией их роста.

В последнее время в связи с усложнением горно-геологических условий разработки, обусловленных ростом глубины горных работ и первоначальной отработкой пластов с благоприятными условиями залегания, увеличивается себестоимость добычи; на низком уровне находится производительность в очистных и подготовительных забоях, растет трудоемкость при проведении, поддержании и ремонте горных выработок, значительна зольность добываемого угля на очистных (33 и более %) и подготовительных работах (37-41 %) и негативной тенденцией их роста.

Одним из ограничений для более широкого внедрения анкерной крепи на шахтах Республики Казахстан, в Карагандинском угольном бассейне является отсутствие нормативной базы, позволяющей с учетом конкретной геомеханической ситуации, схем развития горных работ и опыта использования анкерной крепи, обоснованно принимать параметры крепления горных выработок. Этапом для реализации в создании типовых схем проведения горных выработок является формирование технологических схем крепления выработок с использованием анкерной крепи. Системный анализ паспортов крепления выработок шахт Карагандинского угольного бассейна с использованием анкерной крепи позволил сформировать некоторые следующие паспорта крепления выработок анкерами для различных схем развития горных работ и их назначения.

Технологические схемы проведения и крепления горных выработок во многом зависят от сложности горно-геологических условий разработки и возникающих горнотехнических факторов в условиях шахт

Карагандинского угольного бассейна.

В процессе эксплуатации горной выработки присутствуют проявления различных опасных факторов, проявляющихся в виде:

- зоны повышенного горного давления от выше- или нижележащего пласта, что обуславливает возможное осложняющее влияние в виде усиления давления на крепь, образования куполов, обрыва и отслоения кровли и боков выработки, ухода груди забоя, усиления выделения газа метана;

- опасной зоны у геологоразведочной скважины, что влечет местное ослабление пород, усиление притока воды;

- встречи мелких непрогнозируемых нарушений, что может повлечь вероятность образования куполов, обрывов и отслоения кровли, ухода груди забоя, возникновения гипсометрии пласта, замещения части угля породой.

Ниже представлен ряд паспортов крепления горных выработок в зависимости от условий их эксплуатации.

Технология проведения выработки с применением металлоарочной податливой крепи представлена на рисунке 1. Эти выработки подвержены интенсивным деформациям и поэтому часто перекрепляются и производится подрывка пород почвы.

Ввиду того, что в процессе эксплуатации выработки встречаются нарушенные и неустойчивые зоны горных вмещающих приконтурных пород, применяются паспорта проведения выработок с комбинированным креплением (рисунок 2).

В зонах влияния очистных работ дополнительно производится крепление канатными гибкими анкерами, устанавливаемыми впереди зоны проявления повышенного горного давления (рисунок 3). Канатные анкера монтируются рядами один метр с опережением 80-100 м.

Технология крепления выработок в чистом виде с анкерным креплением, в том числе со стеклопластиковыми анкерами для повышения устойчивости боков представлена на рисунке 4.

Достаточное применение находит технология анкерного крепления сопряжений выработок.

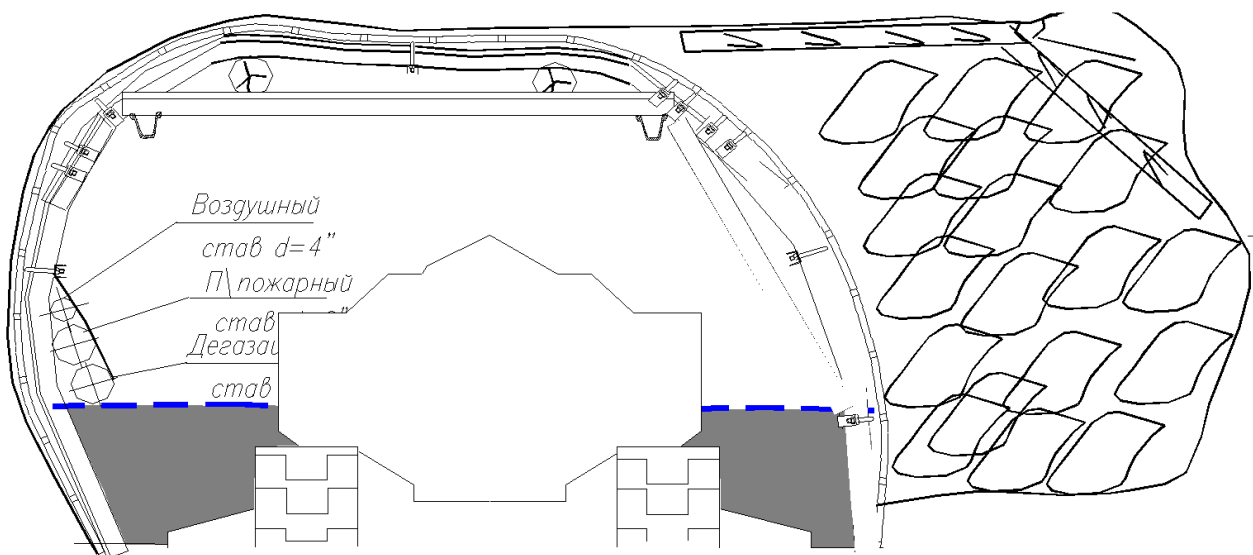


Рисунок 1 – Эксплуатационный паспорт проведения, крепления и подрывки при эксплуатации конвейерного штрека 33к_{8.7-13} в условиях шахты им. Кузубаева Карагандинского угольного бассейна

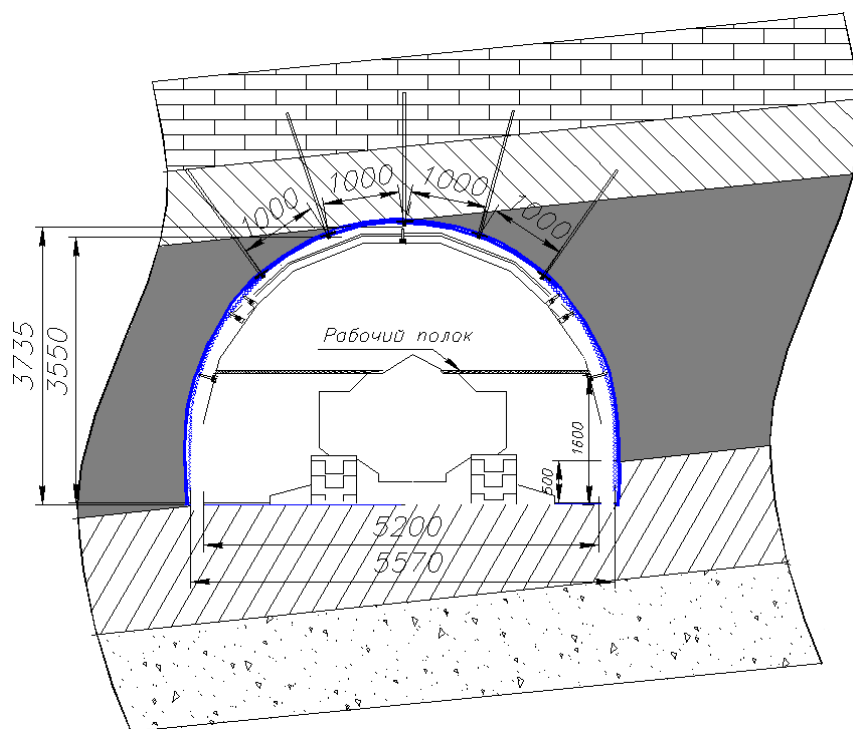


Рисунок 2 – Дополнительный паспорт проведения крепления конвейерного штрека 34к_{8.7-3} в условиях шахты им. Кузубаева Карагандинского угольного бассейна

Технология анкерного крепления последние два года реализуется для крепления монтажных камер для очистных комплексов. Плотность установки анкерного крепления в зависимости от площади поперечного сечения горной выработки для Карагандинского угольного бассейна увеличивается пропорционально ее росту. Подготовительные выработки прямоугольной (см. таблицу), применяемой преимущественно (ширина 5,0 м и высота 3,0-3,3 м), и арочной формы (высота 3,5-3,7 м и ширина 4,7х3,3 м) поперечного сечения.

При комбинированной крепи выработки (конвейерные штреки и бремсберги) закреплены также анкерной крепью с 12-14 сталеполимерными кровельными с шагом установки 0,5 между рядами (через один под

штрипс) и 0,65 м в рядах и 4-6 стеклопластиковыми боковыми анкерами, преимущественно под штрипс (швеллер № 10, полосу 150х5 мм) с сетчатой затяжкой типа ММ для поддержания контуров. Кровельные анкеры типа АМВ длиной 2,4 м, а боковые типа АМ длиной 1,6 м под углом 35-40° к напластованию устанавливаются по сетке 1х1 м для полного заполнения шнура на 4 химические ампулы АМК-М. При арочной форме выработок применяется комбинированная крепь, состоящая из металлоарочной крепи из арок типа СВП 27 и устанавливаемая через 0,5 м и анкерной через 0,5 м в количестве 9 кровельных и 2 боковых (длина 1,8 м) анкеров или без них, с затяжкой межрамного пространства металлической сеткой.

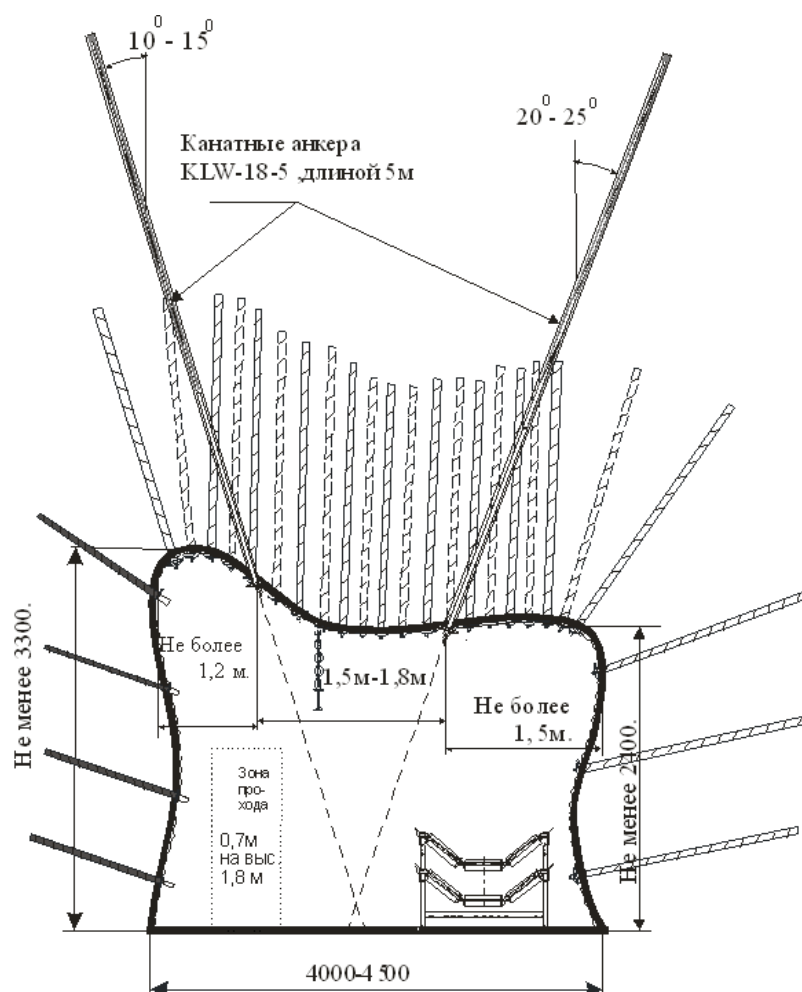


Рисунок 3 – Технология крепления конвейерного штрека 61к₁₂₋₃ и сопряжения с лавой в условиях шахты «Саранская» Карагандинского угольного бассейна

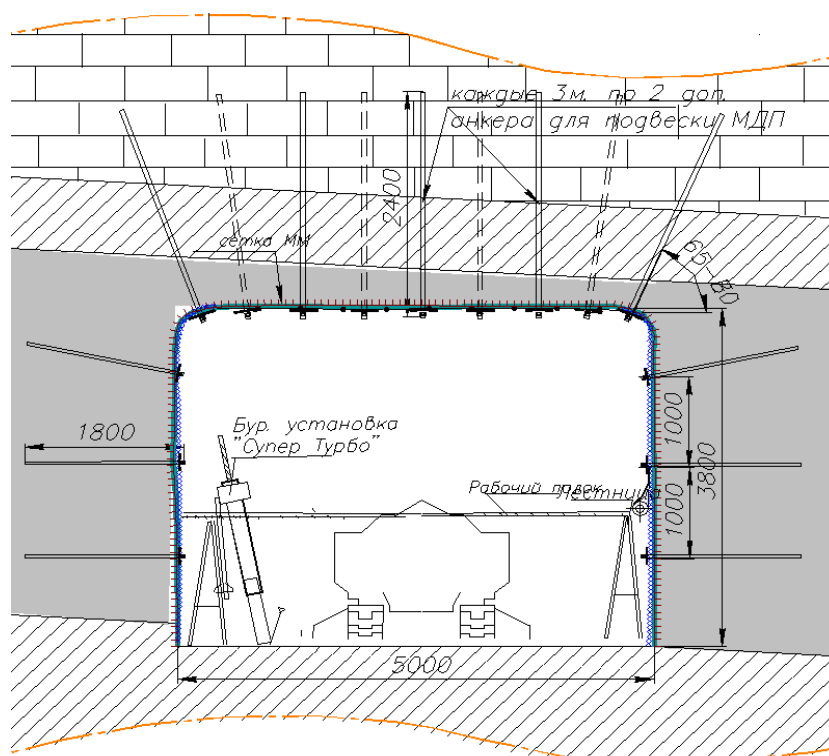


Рисунок 4 – Технология проведения и крепления монтажного ходка 34к₈₋₇₋₃ в условиях шахты им. Куздебавеа Карагандинского угольного бассейна

Плотность установки анкерного крепления в зависимости от площади поперечного сечения горной выработки шахт Карагандинского угольного бассейна

Площадь сечения выработки в свету, м ²	Количество анкеров на м ² , анк/м ²	1,0	1,25	1,35	1,5	1,75	1,85	2,0
	Расстояние между анкерами в ряду / рядами анкеров, анк/м	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75	0,72	0,7
12,8	анкеров в ряду / анк на 1 пог. м	4,0 / 4,0	4,2 / 4,4	5,0 / 5,9	5,2 / 6,2	5,0 / 6,7	6,0 / 8,4	6,2 / 8,6
14,4	анкеров в ряду / анк на 1 пог. м	5,0 / 5,0	5,2 / 5,6	5,4 / 5,9	6,0 / 7,5	6,2 / 8,0	7,0 / 9,7	7,2 / 10,0
17,6	анкеров в ряду / анк на 1 пог. м	5,0 / 5,0	6,0 / 6,7	6,2 / 7,0	6,4 / 7,5	7,0 / 9,4	7,2 / 9,7	7,4 / 10,0
20,3	анкеров в ряду, / анк на 1 пог. м	6,0 / 6,0	6,3 / 6,7	7,0 / 7,9	7,2 / 8,8	8,0 / 10,6	8,2 / 11,1	8,4 / 11,4

В ослабленных зонах или с неустойчивыми боковыми породами дополнительно устанавливаются боковые стойки из специальных профилей типа СВП 27 с закреплением анкерами к бокам выработки через один метр. Прочность пород кровли изменяется от 20 до 40 МПа. Объем крепления составляет при проведении при крепление анкерной крепью в чистом виде полевых выработок 100-140 м/мес., пластовых 130-200 м/мес. – по углю на невыбросоопасных забоях и 90-120 м/мес. – по углю на выбросоопасных забоях, 120-180 м/мес. – по смешанным забоям. Объем крепления составляет при проведении при крепление смешанной крепью полевых выработок 60-100 м/мес., пластовых 140-200 м/мес. Для разрезных печей (размеры: ширина – 6,5 м, высота – 2,5 м) темпы проходки 50-80 м/мес. при сроке службы выработок 3-4 года.

В статье обобщены паспорта, применяемые при крепление выработок с использованием анкеров на шахтах Карагандинского угольного бассейна при различных схемах развития горных работ и представлены типовые паспорта крепления выработок с использованием анкерного и смешанного крепления и включают паспорта выработок монтажных камер (разрезные печи) и сопряжений и подготовительных выработок, примыкающих к выемочным столбам.

Представленные обобщенные паспорта крепления выработок позволяют сформировать базу данных, которую можно рассматривать в качестве основы и предпосылки для создания прогрессивных типовых технологических схем проведения выработок и обоснования параметров крепления и поддержания выработок.

УДК 622.271

Наблюдения за обрушениями на карьере «Западный Каражал» по данным дистанционного зондирования

А.Д. КАРАНЕЕВА, магистрант, гр. ГДЗМ-13-1,

Д.В. МОЗЕР, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра МДиГ

Ключевые слова: спутник, мониторинг, аэросъемка, обрушение, деформация, параметр, программа, кровля, массив, воронка

В последние десятилетия вопрос о постоянных изменениях, происходящих как на поверхности Земли, так и в ее глубинах, обращает на себя особое внимание. Причем эти изменения связаны не только с естественными преобразованиями земной поверхности, но и с техногенной деятельностью человека, способной радикально изменить состояние земной коры и вызвать серьезные катастрофы искусственного происхождения [1].

Актуальность проблем сдвижения горных пород сохраняется на протяжении всей истории развития горного дела и обусловлена опасностью разрушения от воздействия процесса сдвижения как сооружений горных предприятий, так и окружающих промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений, а также природных объектов, попадающих в зону влияния открытых и подземных разработок.

С увеличением глубины подземных горных работ и усложнением горно-геологических условий повышается риск ошибки в выборе параметров очистных выработок или самой технологии добычи, поскольку организация и проектирование разработки полезных ископаемых производится на основе геологоразведочных данных, содержащих информацию о морфологии, трещиноватости, запасах, качестве полезного ископаемого и лишь ограниченные сведения о геомеханическом состоянии горного массива. В ходе ведения горных работ геомеханические исследования обычно вовсе не ведутся, и прогноз последствий добычи не осуществляется, в лучшем случае ведется лишь редкая эксплуатационная разведка, что нередко приводит к серьезным ошибкам [2].

Одним из примеров является разрушение кровли одной из камер залежи «Быструшинская» 11-го гори-

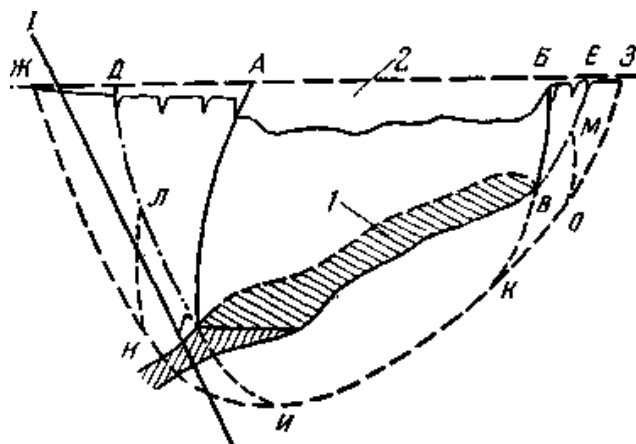
зонта шахты Риддер-Сокольного рудника, в результате чего произошло обрушение 05.04.2014 г. земной поверхности (рисунок 1) [3].



Рисунок 1 – Воронка, образовавшаяся вследствие обрушения на Риддер-Сокольном руднике

Характер процесса сдвижения и величина его параметров зависят в первую очередь от строения и состава вмещающих пород, формы выработок и глубины их залегания.

При выемке залежи, залегающей согласно с вмещающими слоистыми породами, по мере увеличения размера выработки происходит перераспределение напряжений в окружающем массиве. Породы в почве и кровле частично освобождаются от напряжений и оказываются в зоне разгрузки АГИКВВ (рисунок 2).



АВВГ – обрушения; АГЛД и БВМЕ – сдвижения с разрывом сплошности пород (трещин); ЖНИГД и ЗОКВЕ – плавных сдвижений; АГИИВБ – разгрузки; ЛНИГ, МОКВ – опорного давления;

1 – отработанная часть рудного тела; 2 – провал

Рисунок 2 – Зоны сдвижения горных пород

Массив по контуру выработки в плане воспринимает вес зависших пород и подвергается дополнительным нагрузкам, в результате чего образуются зоны опорного давления ЛНИГ и МОКВ. В зоне разгрузки возникают напряжения и деформации растяжения, а в зонах опорного давления-сжатия по нормали к напластованию. Подобная картина перераспределения напряжений характерна для начального этапа разработки всех залежей и в общих чертах сохраняется на любой стадии их разработки.

По достижении выработкой предельного пролета прогибающиеся слои кровли обрушаются. Величина предельного пролета, при котором происходит обрушение пород, для наиболее простых условий может быть рассчитана, но обычно определяется экспериментально [4].

На сегодняшний день существует несколько методов мониторинга для точного и достоверного выявления оседаний земной поверхности. Одним из этих методов является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ).

Дистанционное зондирование Земли – это наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Какой же из этих средств лучший? Могут ли космические снимки заменить аэрофотосъёмку?

Дело в том, что аэроснимки, как и много лет назад, успешно конкурируют с космическими снимками и превосходят их по многим параметрам. Если говорить о пространственном разрешении, то первенство, несомненно, за аэроснимками. Современные камеры и фотограмметрические сканеры позволяют получить изображение с разрешением до 5 см, а разрешающая способность в 15-20 см является абсолютно обычной для современных аэросъёмочных систем. Цифровые модели рельефа (ЦМР), получаемые при фотограмметрической обработке данных самолётной съёмки также являются более точными.

И все-таки аэросъёмка имеет свои минусы и проигрывает космической. Во-первых, космические снимки дешевле. Цена архивных снимков с космического аппарата составляет от 9 до 12,5 USD/км². Цена на аэросъёмку колеблется от 30 до 100 USD/км². На стоимость аэрофотосъёмки также влияет тип самолёта, дальность перелёта до объекта съёмки и цена на топливо.

Во-вторых, работа с аэроснимками в стереорежиме требует и наличия цифровых фотограмметрических станций, и обученных специалистов. Ортоформирование же космических снимков вполне можно провести самостоятельно – необходимы лишь надёжная ЦМР и программное обеспечение (ERDAS, ENVI, PCI и т.п.).

В настоящее время существуют два основных способа дистанционного получения информации о поверхности Земли: оптические системы, использующие солнечный свет, и радарные системы с собственным источником излучения. Цветное изображение более информативно, чем черно-белое, поэтому с оптического снимка, можно получить цвето-синтезированное изображение с дополнительной информацией для анализа.

Преимущества космических оптических снимков следующие:

- относительная дешевизна;
- глобальный охват, возможность работы с изображением на любой район страны, Европы и вообще мира;
- менее строгие режимно-секретные ограничения (например, в Украине вся космическая съёмка не секретна с 1995 г.);

– возможность использования ценной информации, которую дают изображения в узких спектральных каналах, в инфракрасном диапазоне, в радиодиапазоне (например, тип почвы, влагосодержание в ней, состав горных пород и т.д.);

– простота обработки снимков по сравнению с аэроснимками, легкая интеграция с ГИС [5].

Цель нашего исследования состоит в определении сдвижения земной поверхности Западно-Каражальского месторождения по данным дистанционного зондирования. Обработка месторождения Западный Каражал предусмотрена системами этажного принудительного обрушения и подэтажных штреков, при этом высота этажа составляет 60 м. Производительность рудника – 2,4 млн т.

При выемке полезного ископаемого на Западно-Каражальском месторождении кровля выработанного подземного пространства поддерживается межкамерными целиками горных пород. Естественно, такой объем подземных пустот вызывает различные по амплитуде смещения и деформации земной поверхности.

Исходными материалами для нашего исследования послужили оптические космические снимки Западно-Каражальского карьера с пространственным разрешением 30 м, полученные со спутника LandSat 7. LandSat 7 – американский спутник, который выведен на орбиту в 1999 году. Основной целью спутника является обновление глобального архива спутниковых фотографий. Данные съемок обрабатываются и распространяются Геологической службой США [6].

Обработка снимков проводилась в программе ENVI, приобретенной в рамках гранта Министерства образования и науки Республики Казахстан №1596 [7]. В результате обработки снимков были определены деформации земной поверхности близлежащей территории Западно-Каражальского месторождения с 2007. по 2013 г. (рисунок 3).

На снимке, сделанном спутником LandSat 7 в 2007 году, красным цветом выделены муьды сдвижения с указанием диаметра, а большей окружностью (синяя), отмечена площадь, где вследствие выемки пород в 2010 году появятся новые муьды сдвижения (рисунок 4).



Рисунок 3 – Зоны деформаций земной поверхности на карьере Западный Каражал, 2007 год

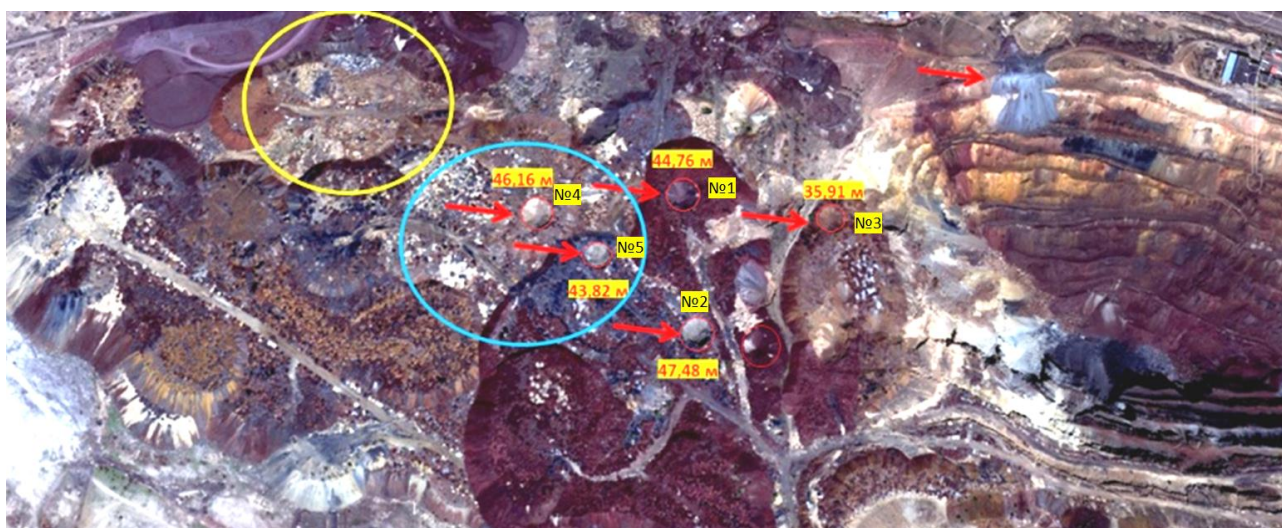


Рисунок 4 – Увеличение зон деформаций земной поверхности на карьере Западный Каражал, 2010 год

На рисунке 4 видно, что параметры мульд сдвижения сильно увеличились и появились новые мульды сдвижения и деформации, окружностью, расположенной в верхней части снимка, выделена площадь, где с дальнейшими разработками появятся новые деформации земной поверхности (на рисунке 5 представлен снимок за 2013 год).

На основании анализа временной динамики, выполненного с применением программы ENVI 5, по оптическим космическим снимкам определены мульды сдвижения земной поверхности, которые возрастали в диаметре в течение семи лет.

После обработки снимков были построены графики, по которым можно увидеть динамику увеличения параметров мульд (рисунки 6,7).

На основании полученных графиков можно сделать следующие выводы:

1. Начиная с 2007 по 2010 гг. происходило равномерное увеличение зон деформаций земной поверхности (до 1,5 м за 3 года).

2. С 2011 по 2013 гг. произошло резкое увеличение зон деформаций до 3,0 м. По всей вероятности, это связано с активизацией добычи полезных ископаемых в этих зонах на тот период.



Рисунок 5 – Увеличение зон деформаций земной поверхности на карьере Западный Каражал, 2013 год

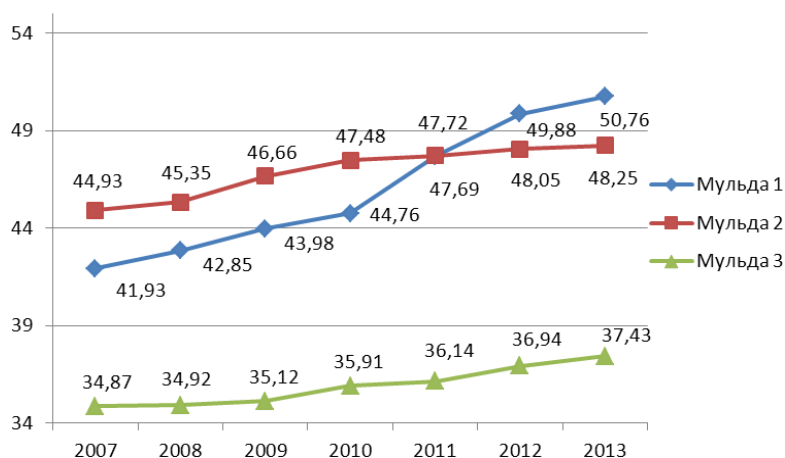


Рисунок 6 – Динамика увеличения параметром мульд 1,2 и 3

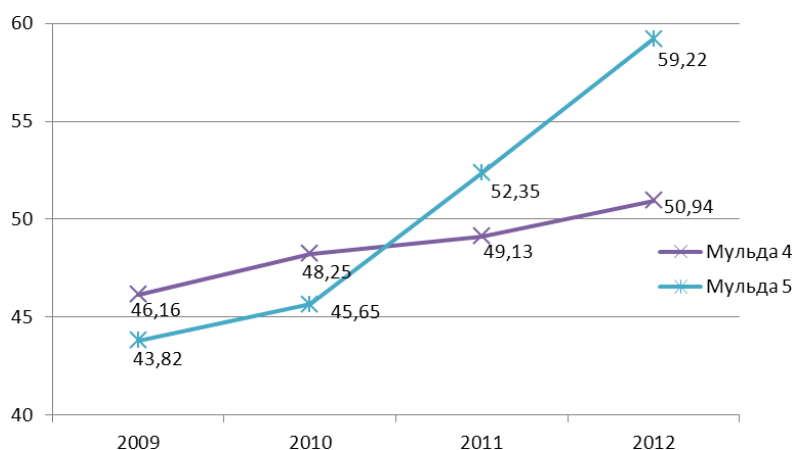


Рисунок 7 – Динамика увеличения параметром мульд 4,5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цычуева Н.А. Изучение изменений растительного покрова горных пастбищ по данным дистанционного зондирования // X Международная научная конференция «Устойчивое развитие и эффективная ресурсная политика». Казахстанско-Немецкий Университет – Алматы, 2013. – 368с.
2. Порцевский А.К. Геомеханический подход к выбору технологии освоения месторождения, горно-геологический аудит // Журнал «Безопасность труда в промышленности». – 2006. – № 7. – С. 32-35.
3. <http://newtimes.kz/>
4. Оглоблин Д.Н. Маркшейдерское дело / П.П. Бастан, Г.И. Герасименко, С.И. Никольский, и др. – М.: Недра, 1972. – С. 584.
5. http://internetgeo.ru/uploads/journals/internetgeo0511/kosmo_vs_aero
6. <http://glcfapp.glcf.umd.edu>
7. Мозер Д.В., Толеубекова Ж.З., Сатбергенова А.К. Возможности применения программного комплекса NEST 4С при обработке спутниковых радарных снимков / Караганд. гос. техн. ун-т // Труды университета. – 2013. – № 1. – 79 с.

УДК 631.416.847(574.42)

Содержание цинка в почвах и растениях Алакольской впадины

Ж.Т. МУКАЕВ, PhD докторант,

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

Ключевые слова: почва, растение, цинк, химический элемент, тяжелые металлы, валовое содержание, подвижная форма, фоновое содержание.

Введение. Почва – специфический компонент биосферы, полифазная, многокомпонентная, полидисперсная и полифункциональная открытая система, обладающая в силу совокупности природных свойств значительной буферностью, в том числе по отношению к химическому загрязнению тяжелыми металлами [1]. Одной из экологических характеристик тяжелых металлов является знание нормального (фонового) содержания в почвах и параметры его возможного техногенного загрязнения. Знание уровня фонового содержания тяжелых металлов, в том числе цинка в почвах имеет большое практическое значение, для разработки стратегии рационального природопользования и совершенствования организации почвенно-геохимического мониторинга. Цинк выполняет в живых организмах многие биохимические функции. Наиболее существенные из них – участие в составе разнообразных ферментов в метаболизме углеводов, белков и фосфатов.

Дефицит цинка у растений ведет к нарушению углеводного, фосфорного и белкового обмена, ухудшению репродуктивной функции, снижению устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды [2].

Источники поступления цинка в почву очень разнообразны, и в небольших количествах цинк может встречаться практически повсеместно [3].

Содержание тяжелых металлов в почвообразующих породах, почвах и растениях Восточно-Казахстанской области рассмотрены в работах М.С. Панина (1999) [1,4] и др.

Почвенный и растительный покров Алакольской впадины весьма разнообразен, но элементно-химический состав изучен слабо и требует эколого-геохими-

ческого исследования, поскольку территория имеет хозяйственно-ценное и рекреационное значение. Почвы Алакольской впадины преимущественно используются как земли для пастбищ и сенокосов.

Цель данного исследования – изучение внутри-профильного и пространственного распределения цинка и его подвижной формы в почвах и растениях Алакольской впадины.

Объекты и методы исследований. Алакольская впадина занимает межгорную озерную впадину между горными системами Тарбагатай, Барлыка и Жетысуского (Джунгарского) Алатау в восточной части Казахстана. На западе впадина примыкает к восточной части озера Балхаш, на юго-востоке к котловине озера Эбинор, расположенной в Китае.

Объекты исследований – растения, почвообразующие породы и наиболее распространенные почвы Алакольской впадины: бурые, лугово-бурые и серо-бурые почвы, сероземы, солончаки луговые, также были исследованы пески грядово-бугристые полузакрепленные, плавнево-болотные (пойменные болотные) почвы, залегающие на низменных берегах озера Алаколь. Почвенный покров Алакольской впадины представлен главным образом пустынными типами.

Изучение концентрации элементов проводилось по профилям почв. Содержание валового и концентрацию подвижной формы цинка в почвах и растениях определяли атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометра «ААС КВАНТ-2А», подвижные (обменные) формы извлекали из почв ацетатно-аммонийным буферным раствором pH 4,8. Физико-химические свойства почв определяли общепринятыми в почвоведении методами.

Статистическая обработка полученных в ходе ис-

следования данных проводилась по Н.А. Плохинскому [5] с использованием программы Microsoft Excel.

При обработке данных использовали следующие статистические показатели: n – число проб; $\bar{x} \pm S\bar{x}$ – средняя арифметическая и её ошибка; (мг/кг); C_v – коэффициент вариации (%); $\lim$ – пределы колебаний (мг/кг); σ – стандартное отклонение (мг/кг); r – коэффициент корреляции.

Результаты и их обсуждение. Поверхность аллювиальной равнины Алакольской впадины сложена: глинами, суглинками, песками и реже щебенисто-галечниковым материалом. Предгорная равнина хребтов Барлык и Майли состоит в основном валунно-галечниковыми отложениями, перемешанными со щебенистыми песками, также в Алакольской впадине имеют распространение пески; массивы песков сложены обычно отсортированными средне- и мелкозернистыми кварцево-полевошпатовыми песками.

Валовое содержание цинка в почвообразующих породах Алакольской впадины изменяется от 26,97 до 92,91 мг/кг, среднее содержание исследуемого элемента во всей совокупности почвообразующих пород составляет $52,51 \pm 7,38$ мг/кг., что ниже его кларка в литосфере (83 мг/кг) [6]. Низкие уровни содержания цинка обнаружены почвообразующих породах легко-суглинистого и песчаного состава – в среднем 31,97 мг/кг и 36,99 мг/кг соответственно. Наибольшие содержания цинка свойственны суглинистым и тяжело-суглинистым отложениям. В суглинистых отложениях содержание цинка равно 85,38 мг/кг.

Большинство авторов высказывают единое мнение о том, что валовое фоновое содержание тяжелых металлов зависит от физико-химических свойств почвы (физическая глина, гумус, сумма поглощенных оснований и др.) и от ближнего и дальнего переноса веществ [1].

Как показали результаты исследования в почвах Алакольской впадины, среднее содержание гумуса в горизонте (А) составляет 1,52 %; колеблется в пределах 0,10-3,41 %. Содержание карбонатов в гумусовых горизонтах колеблется в пределах 0,53-18,55 %. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах сильнощелочная, (рН водный в пределах 8-9,8). Среднее содержание илистой фракции по всему профилю почв составляет 12,82 % и колеблется в пределах 0,16-30,86 %.

Валовое содержание цинка в почвах в гумусово-аккумулятивном горизонте колеблется от 39,94-92,41 мг/кг, в среднем составляя 61,74 мг/кг. Коэффициент вариации валового цинка в почвах Алакольской впадины составляет 28,45 %. Найденное среднее содержание цинка близко по содержанию к ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) песчаных и супесчаных почв. Содержание цинка в почвах России регламентируется следующими нормативами (мг/кг): ОДК (валовое) в разновидностях почв песчаных и супесчаных – 65, в суглинистых и глинистых (кислых) – 110, в суглинистых и глинистых (нейтральных) – 220, [2]. Валовое содержание цинка в гумусовом слое почв исследуемой территории ниже, чем в почвах Западной Сибири, близко к содержанию цинка в почвах сухостепной и полупустынной и пустынной зон бывшего СССР (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее валовое содержание цинка в литосфере, в почвах земного шара, в почвах некоторых регионов [1] мг/кг.

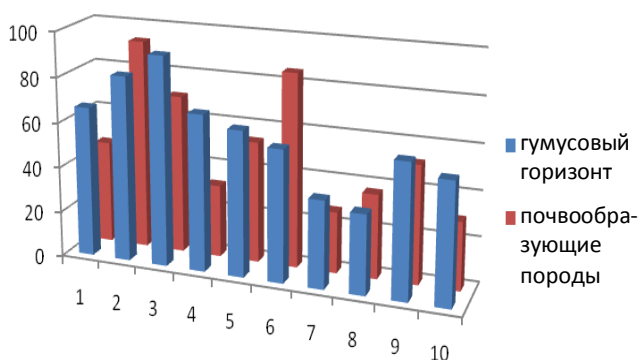
№	Регион	Zn
1	Литосфера	83
2	Почвы мира	50
3	Русская равнина	52,5
4	Европейская часть России	40,0
5	Западная Сибирь	85,5
6	Горный Алтай	–
7	Татарстан	55,2
8	Сухостепная и полупустынная и пустынная зон бывшего СССР	64,6
9	Бывший СССР в целом	51,9
10	Молдавия	50
11	Средняя полоса Восточного Казахстана	38,2*
		44,9**
12	Алакольская впадина	55,61*
		61,74**

Примечание

* – содержание для всей почвенной толщи (совокупность горизонтов А, В, С).

** – содержание в горизонте А₁(А_{max})

В почвенных профилях Алакольской впадины валовой цинк распределяется достаточно равномерно. В большинстве исследуемых почв наблюдается тенденция биогенного накопления. Бурые среднесуглинистые и серо-бурые суглинистые почвы наследуют уровень содержания элементов почвообразующих пород (рисунок).



1 – лугово-бурые легкосуглинистые почвы; 2 – бурые среднесуглинистые почвы; 3 – бурые суглинистые почвы; 4 – сероземы легкосуглинистые; 5 – лугово-бурые супесчаные почвы; 6 – серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы; 7 – плавнево-болотные почвы; 8 – пески грядово-бугристые полужакрепленные; 9 – пески пустынно-степные закрепленные; 10 – солончаки луговые тяжелосуглинистые

Диаграмма содержания валового цинка в гумусовом горизонте (А) и почвообразующих породах горизонт (С) в почвах Алакольской впадины

Среднее валовое содержание и пределы колебаний цинка в почвенном покрове исследуемой территории представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 1, максимальное среднее содержание валового цинка характерно для бурых среднесуглинистых почв, минимальное – для плавнево-болотных почв.

Таблица 2 – Содержание валового цинка в почвенном покрове Алакольской впадины

№	Почва	n	lim	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	C _v , %
			мг/кг			
1	Лугово-бурые легкосуглинистые почвы	5	43,95-69,95	58,14±5,54	12,42	21,36
2	Бурые среднесуглинистые почвы	5	64,91-92,91	80,62±5,70	12,78	15,85
3	Бурые суглинистые почвы	5	70-92,41	81,70±3,87	8,68	10,62
4	Сероземы легкосуглинистые	3	31,97-68,92	46,79±11,29	19,53	41,75
5	Лугово-бурые супесчаные почвы	5	53,42-63,95	55,95±2,02	4,52	8,07
6	Серобурые сильноскелетные суглинистые почвы	3	57,95-86,40	76,58±9,33	16,14	21,07
7	Плавнево-болотные почвы	3	25,79-38,48	29,83±1,83	4,48	15,03
8	Пески грядово-бугристые полужакрепленные	4	34,88-36,99	35,65±0,49	0,99	2,76
9	Пески пустынно-степные закрепленные	5	51,96-58,94	56,35±1,20	2,68	4,75
10	Солончаки луговые тяжелосуглинистые	4	28,97-53,47	36,78±5,70	11,40	30,99

Плавнево-болотные (пойменные болотные) почвы залегают на низменных берегах озер Алаколь, Сасыколь где формируются в пределах тростниковых рогозовых плавней, большую часть года находящиеся под водой. Почвенный профиль слоистый, с поверхности обычно выделяется торфянистый или полуторфянистый горизонт, под которым располагаются в различной степени гумусированные и оглеенные горизонты и слои. Валовой цинк в плавнево-болотных почвах варьирует от 25,79 до 38,48 мг/кг, коэффициент вариации – 15,03%, среднее содержание 29,83 мг/кг.

Бурые почвы на исследуемой территории занимают большую площадь, формируются на пролювиальных отложениях суглинистого и супесчаного механического состава, под покровом полынной и боялычово-полынной растительности. В бурых суглинистых почвах наблюдается уменьшение содержания элемента вниз по профилю с 92,41 до 70 мг/кг, прослеживается взаимосвязь с уменьшением содержания гумуса. На поведение элемента в рассматриваемых почвах большое влияние средней силы оказывает гумус ($r = 0,96$).

Лугово-бурые почвы формируются среди бурых пустынных почв в понижениях рельефа. Среднее содержание цинка в лугово-бурых почвах равно 55,95 мг/кг, коэффициент вариации для лугово-бурых супесчаных почв составляет 8,07 %.

Серо-бурые сильноскелетные почвы приурочены к слабоволнистой наклонной равнине предгорий Барлыка. Формируются они под сильно изреженной бедной в видовом составе, пустынной растительностью на близко залегающих гравийно-галечниковых отложениях. Валовой цинк в серо-бурых сильноскелетных почвах варьирует от 57,95 до 86,40 мг/кг, коэффициент вариации – 21,07 %, среднее содержание 76,58 мг/кг. Содержание элемента уменьшается по профилю, наблюдается обратная сильная корреляция с гумусом ($r = -0,85$).

Сероземы формируются под эфемерно-полынной растительностью на покатых склонах останцев и более возвышенных частях Алакольской впадины на высотах 350-750 метров, где занимают значительные площади. В сероземах валовой цинк варьирует от 31,97 до 68,92 мг/кг, коэффициент вариации равен 41,75%, среднее содержание 46,79 мг/кг.

Пески грядово-бугристые закрепленные приурочены к территориям с полубугристым или бугристым рельефом, покрытым разнотравно-полынной травяни-

стой или травяно-кустарниковой растительностью. Морфологический профиль песков характеризуется слабо обособленными генетическими горизонтами, бесструктурностью, рыхлым сложением. В песках наблюдается равномерное содержание элемента по профилю. Валовой цинк в песках варьирует от 34,88 до 36,99 мг/кг, среднее содержание равно 35,65 мг/кг, коэффициент вариации 2,76 %.

Солончаки формируются под влиянием сильно минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине до 1,5 метра, под покровом солеустойчивой растительности, на средне- и тяжелосуглинистых почвообразующих породах. Содержание валового цинка в солончаках луговых тяжелосуглинистых колеблется от 28,97 до 53,47 мг/кг, среднее содержание 36,78 мг/кг. Концентрация цинка находится в прямой зависимости от гумуса ($r = 0,99$).

По величине коэффициента корреляции между валовым цинком и содержанием гумуса почвы образуют следующий убывающий ряд: солончаки луговые тяжелосуглинистые ($r = 0,99$), сероземы суглинистые ($r = 0,99$), бурые суглинистые ($r = 0,96$), лугово-бурые супесчаные ($r = 0,93$), лугово-бурые легкосуглинистые ($r = 0,89$), плавнево-болотные почвы ($r = 0,73$), пески пустынно степные закрепленные ($r = 0,43$).

Корреляционная связь между цинком и илистой фракцией в большинстве почв обратная слабой, средней и сильной силы. Корреляционная зависимость между цинком и карбонатами в большинстве случаев обратная средней и сильной силы. По Панину М.С. [1], карбонатный горизонт не оказывает существенно влияния на перераспределение цинка в профиле изученных почв, и, надо полагать, функции его как биогеохимического барьера здесь невелики.

Также был проведен анализ по содержанию подвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8. Подвижные формы представляют экологическую опасность, так как обладают высокой миграционной способностью и доступны растениям. Концентрация подвижной формы цинка в почвах колеблется в пределах 0,04-0,70 мг/кг; среднее содержание данной формы составляет 0,29 мг/кг. Средняя концентрация подвижного цинка в почвах исследуемой территории выше, чем в почвах средней полосы Восточного Казахстана, в 1,5 раза. Низкие уровни содержания подвижного цинка обнаружены в песках грядово-бугристых и песках пустынно-степных – в среднем 0,08 мг/кг и 0,16 мг/кг соответственно.

Наибольшие содержания подвижного цинка свойственны лугово-бурным и плавнево-болотным почвам – в среднем 0,51 мг/кг и 0,47 мг/кг соответственно. Почвы легкого механического состава в меньшей степени обеспечены подвижным цинком, чем почвы с более тяжелым механическим составом. По выявленному содержанию подвижной формы цинка почвы Алакольской впадины можно отнести к почвам с очень низким содержанием этого металла, меньше 23 мг/кг для всех исследованных почв [2]. Исследуемый регион можно отнести к биогеохимической провинции с резким дефицитом подвижного цинка. Наименьшие значения содержания подвижной формы цинка обнаружены в песках грядово-бугристых и лугово-бурных супесчаных почвах 0,10 мг/кг. Наибольшие содержания подвижного цинка свойственны лугово-бурным легкосуглинистым 0,51 мг/кг и плавнево-болотным почвам 0,47 мг/кг.

Корреляционная зависимость между подвижной формой цинка и его валовым количеством в большинстве почв (r – от $-0,23$ до $-0,78$), карбонатами (r – от $-0,29$ до $-0,94$) – обратная слабой и сильной силы. Корреляционная связь между подвижным цинком и pH среды в большинстве почв положительная средней и слабой силы (r – от $0,08$ до $0,64$), исключение составляют лугово-бурные супесчаные, где связь средней силы ($r = -0,58$) и плавнево-болотные почвы – связь отрицательная сильной силы ($r = -0,81$). Между гумусом и подвижным цинком наблюдается положительная связь средней силы в лугово-бурных супесчаных ($r = 0,70$) и плавнево-болотных почвах ($r = 0,40$). В остальных случаях связь обратная средней и сильной силы. Содержание подвижного цинка имеет достоверную обратную связь средней значимости с иллитой фракцией в большинстве исследованных почв, за исключением бурых среднесуглинистых ($r = -0,90$), лугово-бурных супесчаных ($r = -0,38$) и плавнево-болотных почв ($r = -0,40$).

Растения, по мнению В.И. Вернадского [Вернадский В.И., 1965], – наиболее могущественная сила биогеохимических процессов трансформации веществ в биосфере. Поглощая химические элементы из почвы, почвообразующих пород, грунтовых вод и атмосферы, растения перемещают их из одних объектов ландшафта в другие, резко изменяя скорость их круговорота в природе.

Содержание цинка в различных видах растений колеблется от 1,04 до 13 мг/кг воздушно-сухого вещества, при среднем содержании 7,18 мг/кг и коэффициенте вариации 41,71 %. Все виды исследованных растений содержат цинк ниже его регионального кларка –

для цинка региональный кларк составляет 29,2 [4]. Небольшие концентрации содержания цинка в растениях связаны с легким гранулометрическим составом и низким содержанием гумуса в почвах при высоком содержании карбонатов и сильнощелочной реакции почв.

Выявлено, что различные виды растений накапливают неодинаковое количество цинка. Наименьшим содержанием свинца характеризуются виды: *Halimodendron halodendron*, *Caragana frutex*, *Artemisia nitrosa*, *Artemisia scoparia*, наибольшим – виды: *Artemisia arenaria*, *Artemisia Lercheana*, *Artemisia Lessingiana*, *Sophora alopecuroides*, *Typha*.

По величине среднего содержания цинка (мг/кг) в общей совокупности растений исследуемые растения располагаются в следующем убывающем порядке: *Artemisia Lessingiana*. (9,97) > *Sophora alopecuroides*. (9,89) > *Artemisia Lercheana* (9,43) > *Typha*. (8,48) > *Artemisia arenaria*. (6,07) > *Caragana frutex*. (4,95) > *Artemisia scoparia*. (5,93) > *Artemisia nitrosa*. (4,78) > *Halimodendron halodendron* (4,0).

Значение коэффициента биологического поглощения цинка у исследованных растений различных семейств колеблется от 0,07 до 0,28. Согласно рядам биологического поглощения элементов, разработанным А.И. Перельманом (1975, 1979), цинк для большинства изученных растений является элементом слабого накопления и среднего захвата.

Выявлено, что содержание цинка в морфологических органах в общей совокупности большинства растений убывает в следующем порядке: корни > листья > стебли. Среднее содержание цинка в надземной части в 1,03 раза выше его содержания в подземной части.

Выводы:

1. Впервые проведены исследования о содержании валового цинка и его обменной формы в почвообразующих породах и почвах Алакольской впадины, дана их эколого-геохимическая оценка.

2. Среднее валовое содержание цинка в почвах исследуемой территории не превышает общепринятую ориентировочно допустимую концентрацию, ниже его кларка в литосфере.

3. Содержание и распределение валового цинка в почвах и корреляционная зависимость от иллитой фракции, карбонатов, pH среды в большинстве случаев имеет обратный характер или имеет связь слабой силы.

4. В мобильном фонде соединений цинка в почвах на долю подвижной формы приходится – 0,53 %, от валового содержания.

5. Среднее содержание цинка в исследованных растениях не превышает его региональный кларк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панин М.С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана. – Семипалатинск, 1999. – 329 с.
2. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
4. Панин М.С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья. – Семипалатинск, 1999. – 309 с.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
6. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – №7. – С. 555-571.

УДК 691.5

Влияние вида и минералогического состава портландцемента на свойства малоклинкерных вяжущих веществ

Т.Б. АХМЕТЖАНОВ, к.т.н., ст. преподаватель,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТСМИ

Ключевые слова: вяжущие материалы, дисперсность, гидратация, водопотребность, механохимическая активация, суперпластификатор.

Механизм действия добавок суперпластификаторов связан с адсорбцией их полимерных молекул на поверхности гидратирующихся цементных частиц, что обуславливает высвобождение воды, иммобилизованной во флоклах в системе «цемент-вода», снижение коэффициента внутреннего трения цементно-водной системы, сглаживание микрорельефа зерен гидратирующегося цемента, а в ряде случаев – увеличение сил электростатического отталкивания частиц за счет их перезарядки адсорбированными молекулами суперпластификатора. При этом процессы гидратации и структурообразования цементного камня не замедляются, и в конечном итоге применение суперпластификаторов практически не сказывается отрицательно на кинетике твердения бетонов.

Однако практикой доказано, что не всегда удается в полной мере реализовать потенциальные возможности суперпластификаторов. Это связано с частичной модификацией активной поверхности зерен цемента. Вследствие физико-химического диспергирования флоккул и агрегатов цемента по мере смешивания и взаимодействия с водой развитая поверхность этих частиц остается незащищенной, что способствует ее

взаимодействию с дополнительной порцией жидкой фазы. С одной стороны, это явление способствует повышению глубины гидратации клинкерных минералов, а с другой – увеличивает водопотребность цементных систем.

Таким образом, для максимального снижения вязкости цементного теста при минимальном расходе воды теоретически необходима модификация активных поверхностей зерен полиминеральных и полидисперсных вяжущих при их тонком измельчении с целью создания диффузионной преграды для их смачивания. Следствием такой модификации является максимальное сближение частиц твердой фазы, создание условий для их диффузионного взаимодействия, резкое повышение когезионной и адгезионной прочности контактных взаимодействий, сведение к минимуму объема крупных капиллярных пор.

Развитие и теоретическое применение вышеизложенных теоретических положений привело к разработке технологии механохимической активации портландцементных клинкеров и цементов в присутствии специальных полифункциональных органических модификаторов и созданию на базе указанной техно-

логии нового класса вяжущих – вяжущие низкой водопотребности, сочетающие в себе ранее несовместимые свойства – высокую степень дисперсности с низкой водопотребностью.

В соответствии с имеющимися данными можно предположить, что механохимическая активация приводит к частичному диспергированию цементов по слабым связям и механодеструкции элементов их структуры. В свою очередь, механодеструкция способствует существенному увеличению количества активных центров в единице объема. Это может быть отнесено также к поверхности зерен кремнезема минерального наполнителя в сложной многокомпонентной системе «вяжущие низкой водопотребности». Вероятно, при этом происходит своеобразное блокирование (капсулирование) образованных в процессе механоактивации высокодисперсных и высокоактивных частиц цемента и активных поверхностей минеральных наполнителей молекулами органического модификатора, что сопровождается своеобразной подготовкой поверхности частиц твердой дисперсной фазы к взаимодействию с дисперсионной средой – водой.

Процесс механохимической активации при изготовлении малоклинкерных вяжущих веществ является более сложным вследствие большего содержания различных минеральных компонентов в процессе совместного измельчения. Наиболее активными с точки зрения связывания суперпластификатора могут быть оксид и гидроксид кальция, а также различные формы гипса. Поэтому нами было решено провести предварительные исследования модельных систем, таких как смеси $\text{CaO} + \text{C} - 3$, $\text{Ca(OH)} + \text{C} - 3$, гипс + $\text{C} - 3$, а также смеси гидроксида и оксида кальция с инертным минеральным компонентом (песок). Введение минеральной добавки позволило не только приблизиться к реальному составу композиций МКВ, но и определить возможность повышения вяжущих свойств МКВ за счет использования продуктов гидратации химической реакции между CaO , Ca(OH) с SiO из минерального компонента.

В данной связи значительный практический интерес представляет рассмотрение вопроса о комплексном использовании технологии механохимической активации и различных техногенных продуктов в качестве минеральных добавок при получении малоклинкерных вяжущих веществ. При этом приготовление вяжущего по технологии вяжущие низкой водостойкости с применением механохимической активации будет способствовать снижению его водопотребности и повышению гидратационной активности клинкерной составляющей, что в совокупности должно привести как к увеличению прочностных свойств, так и к повышению эксплуатационных характеристик малоклинкерных вяжущих и бетонов на их основе.

Известно, что эффективность применения и оптимальные дозировки суперпластификаторов в значительной степени определяются минералогическим составом используемого цемента [1]. Согласно современным представлениям, главным фактором, влияющим на адсорбцию добавки, является содержание трехкальциевого алюмината. Если на силикатной фазе

(алит) адсорбция суперпластификатора в первые часы после затвердения чрезвычайно мала, то алюминатная фаза уже в начальный период сорбирует и прочно удерживает значительное количество добавки, что может быть связано с поверхностной хемосорбцией или химическим взаимодействием между трехкальциевым алюминатом и суперпластификатором [2]. С увеличением адсорбции добавки подвижность бетонных смесей возрастает, следствием чего является необходимость повышения дозировки суперпластификаторов в смесях на цементах с высоким содержанием трехкальциевого алюмината.

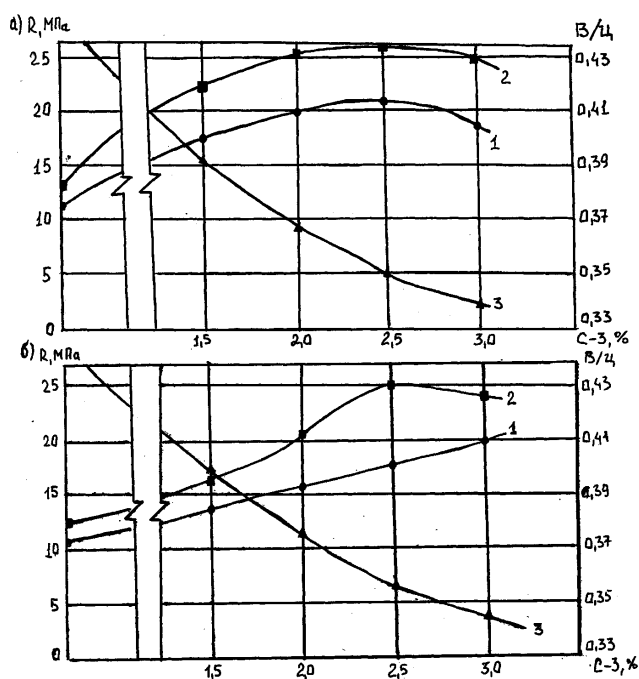
Учитывая ведущую роль суперпластификатора С-3 в технологии получения вяжущих низкой водопотребности методом механохимической активации, были проведены экспериментальные исследования по выявлению возможного влияния минералогического состава цемента на оптимальную дозировку суперпластификаторов С-3 и свойства малоклинкерных вяжущих веществ. В дополнение к приведенным выше результатам исследований малоклинкерных вяжущих на основе воскресенского портландцемента, были проведены исследования вяжущих на основе цементов Белгородского и Карагандинского цементных заводов. Первый отличается от воскресенского цемента сравнительно невысоким содержанием трехкальциевого алюмината и значительно меньшей исходной дисперсностью. Для второго характерно несколько большее содержание трехкальциевого алюмината при несколько меньшей дисперсности и водопотребности, что объясняется меньшей водопотребностью входящего в состав карагандинского цемента доменного гранулированного шлака по сравнению с влагеомким трепелом, являющимся компонентом воскресенского цемента.

В ходе экспериментов изготавливалось вяжущее МКВ-20 на основе белгородского и карагандинского портландцементов с использованием в качестве минеральной добавки золы ТЭЦ-22.

В соответствии с приведенными выше результатами определения оптимальных составов малоклинкерных вяжущих дисперсность вяжущих назначалась равной 6000-6500 кв.см/г при дозировке С-3 в пределах от 1,5 до 3 % от клинкерной части МКВ. В процессе экспериментов определялась водопотребность растворных смесей, соответствующая их нормальной консистенции по ГОСТ 314. 4, и прочность стандартных растворов в возрасте I и 28 сут после пропаривания по режиму 2+3+6+2 ч при температуре изотермического прогрева 80-85°C. В качестве контрольных использовались образцы на тонкомолотом вяжущем (ТМВ), не содержащем добавки С-3, но характеризующемся той же величиной удельной поверхности, что и МКВ.

Результаты испытаний, представленные на рисунке, показывают, что, по сравнению с контрольным тонкомолотым вяжущим (ТМВ-20) без добавки С-3, малоклинкерные вяжущие отличаются на 18-20 % меньшей водопотребностью и повышенной прочностью, значения которой превышают прочность вяжущего контрольного состава (без добавки) в 1,6-1,9 раза. При постоянной дисперсности вяжущих их во-

допотребность закономерно уменьшается с увеличением содержания С-3, а прочность возрастает, при этом следует отметить, что при равных расходах суперпластификатора вяжущие на основе белгородского цемента отличаются несколько меньшей водопотребностью, а их максимальные значения прочности достигаются при меньших расходах С-3. Действительно, если при использовании в качестве исходного карагандинского портландцемента прочность малоклинкерных вяжущих возрастает с увеличением расхода С-3 до 2,5 %, а тенденция к стабилизации и снижению прочности намечается при расходе суперпластификатора 3%, то для малоклинкерных вяжущих на основе Белгородского цемента изменение расхода добавки от 2 до 2,5 % не сопровождается существенным повышением прочности.



1 – $R_{сж}$ (1 сут после ТВО); 2 – $R_{сж}$ (28 сут после ТВО); 3 – $В/Вяз$ раствора нормальной консистенции
Влияние добавки С-3 на водопотребность и прочность стандартных растворов на МКВ-20 на основе белгородского (а) и карагандинского (б) портландцементов

Таким образом, оптимальным условиям завершения процесса механохимической активации при получении МКВ-20 на основе Карагандинского портландцемента соответствует достижение вяжущим дисперсности 6000-6500 кв.см/г при дозировке С-3 в пределах 2,5-3 % от массы клинкерной части вяжущего. При использовании белгородского портландцемента, клинкер которого характеризуется пониженным со-

держанием трехкальцевого алюмината, оптимальная дозировка С-3 может быть уменьшена до 2-2,5 %. Следует отметить, что влияние минералогического состава цемента на оптимальную дозировку С-3 в значительной степени нивелируется вследствие пониженного содержания цемента в малоклинкерных вяжущих (особенно в МКВ-10 – МКВ-20). Тем не менее, введение С-3 в количествах, превышающих оптимальные значения, технически не выгодно и экономически нецелесообразно, так как сопровождается снижением прочности вследствие передозировки суперпластификатора и замедления процессов гидратации. Для устранения этого негативного явления дисперсность вяжущего должна быть увеличена, что влечет за собой дополнительные энергозатраты, снижение производительности помольного оборудования и в сочетании с повышенным расходом дорогостоящего суперпластификатора может привести к увеличению себестоимости продукции.

Выводы:

1. Установлено, что для получения малоклинкерных вяжущих с наибольшими показателями прочностных свойств необходимо достижение в процессе механохимической активации сбалансированного соотношения между дозировкой органического модификатора (суперпластификатор С-3) и дисперсностью вяжущего.

2. Оптимальные дозировки С-3 и дисперсность малоклинкерных вяжущих, которые необходимо обеспечить в результате механохимической активации, возрастают с увеличением содержания минеральной добавки в составе вяжущего и составляют при использовании каменноугольной золы гидроудаления ТЭИ-22 Мосэнерго: для МКВ-20 – МКВ-30 – дозировка С-3 в пределах 2-2,5 % (от массы клинкерной части вяжущего), удельная поверхность 6000-7000 кв. см/г, для МКВ-10 – дозировка С-3 в пределах 2,5-3,0 %, удельная поверхность не менее 7000 кв. см/г. При использовании минеральных добавок с меньшей исходной дисперсностью и водопотребностью (доменный гранулированный шлак, буроугольная зола-унос) соответствующие оптимальные дозировки С-3 следует уменьшить на 0,5%, а величину дисперсности вяжущего – на 500-1000 кв. см/г.

3. Исследовано влияние минералогического состава исходного портландцемента (алюминатности) на оптимальную дозировку С-3. Установлено, что в исследованном диапазоне содержания трехкальцевого алюмината (5-8 %) оно не оказывает существенного влияния на оптимальный расход суперпластификатора, очевидно вследствие пониженного содержания клинкерного компонента (цемента) в составе малоклинкерных вяжущих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика. Россия // Цемент и его применение. – 2013. – № 3. – С. 7.
2. Бабаев Ш.Т. Особенности гидратации многокомпонентных вяжущих низкой водопотребности. Серия 3 // Промышленность сборного железобетона. Вып.4. – М.: ВНИИЭСМ, 1990.

Шынжыр тәріздес механикалық жүйенің сенімділігін есептеу

Ж.Б. БӘКІРОВ, т.ғ.д., профессор,

А.Ә. ТӘҢІРБЕРГЕНОВА, т.ғ.к., доцент,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, «Механика» кафедрасы

Кілт сөздер: сенімділік, кернеу, таралу функциясы, қирамау ықтималдығы, кездейсоқ шама, таралу заңы, элементтің беріктігі, көтеру қабілеттілігі.

Тізбекті біріккен стержендердің сенімділігін есептеу үшін әдетте «әлсіз буын» үлгісін қолданады. Осы үлгі бойынша статикалық анықталған стержендік жүйе немесе шынжыр есептелінеді, олар m элементтерінен тұрады. Егер $f_i(S) - i$ – элементтегі кернеудің таралу тығыздығы болсын. Шынжыр үшін кернеу барлық элементтерде бірдей болады; стержендік жүйелер үшін кернеулердің таралу заңдары бірдей, бірақ параметрлерімен ажыратылады. Егер де шектік кернеудің таралу функциясын F_R арқылы белгілесек, онда i – элементінің қирамау ықтималдығы, шарт бойынша ондағы кернеу S -ке тең болғанда, $1 - F_R(S)$ болады. Бұл өрнекті кернеулердің барлық мүмкіндік мәндерінде интегралдай отырып, i – элементінің сөзсіз қирамау ықтималдығын табамыз

$$P_i = \int_0^{\infty} f_i(S) [1 - F_R(S)] dS. \quad (1)$$

Жүйелердің тоқтамай жұмыс жасау ықтималдықтары сәйкес ықтималдықтардың көбейтінділерімен анықталатын формула бойынша жүйенің тоқтамай жұмыс жасау ықтималдығын анықтаймыз

$$P = \prod_{i=1}^m \int_0^{\infty} f_i(S) [1 - F_R(S)] dS. \quad (2)$$

Егер кернеу элементтерде кездейсоқ болмаса, онда

$$f_i(S) = \delta(S - S_i), \quad P = \prod_{i=1}^m [1 - F_R(S_i)], \quad (3)$$

мұндағы $\delta(x)$ – Дирактың дельта функциясы.

Егер кернеулер элементтерде бірдей болса, онда (3) орнына аламыз

$$P = [1 - F_R(S)]^m. \quad (4)$$

Кернеулер барлық элементтерде бірдей болсын, бірақ кездейсоқ шама болып табылса, онда (4) өрнегін шартты ықтималдық деп ұғып, оны былай жазуға болады

$$P = \int f(S) [1 - F_R(S)]^m dS. \quad (5)$$

Бұл формуланы (1)-дан оңай аламыз, $P = \min P_i$, $F_R(S) = F_{\min}(S)$ деп, мұнда таңдаманың ең кіші мәнінің таралу функциясы

$$F_{\min}(S) = 1 - [1 - F(S)]^m. \quad (6)$$

Егер шектік кернеу Вейбулл таралуына бағынса

$$F_R(R) = 1 - \exp\left[-(R - R_0)^b / a\right],$$

онда (3)-(5) формулаларының орнына, сәйкесінше, аламыз

$$P = \prod_{i=1}^m \exp\left[-(S_i - R_0)^b / a\right]; \quad P = \exp\left[-m(S - R_0)^b / a\right];$$

$$P = \int_0^{\infty} f(S) \exp\left[-m(S - R_0)^b / a\right] dS. \quad (7)$$

Енді стержендер әртүрлі материалдардан жасалған деп санаймыз. Онда (2) және (3) формулаларының жалпылауымен сәйкесінше келесі өрнек анықталады

$$P = \prod_{i=1}^m \int_0^{\infty} f_i(S) [1 - F_{Ri}(S)] dS; \quad P = \prod_{i=1}^m [1 - F_{Ri}(S_i)]; \quad (8)$$

ал (5) формуланың орнына, аламыз

$$P = \int_0^{\infty} f(S) \prod_{i=1}^m [1 - F_{Ri}(S)] dS. \quad (9)$$

Енді стержендердегі әсер етуші және шектік кернеулер қалыпты заңмен таратылсын. Онда тоқтамай жұмыс жасау ықтималдығы мына формула бойынша анықталады

$$P = \prod_{i=1}^m \Phi(t_i), \quad (10)$$

мұндағы

$$t_i = \frac{m_{Ri} - m_{Si}}{\sqrt{\sigma_{Ri}^2 + \sigma_{Si}^2}} \quad \text{немесе} \quad t_i = \frac{m_R - m_{Si}}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_{Si}^2}}.$$

Егер стержендердегі әсер ететін және шектік кернеулер логарифмді қалыпты таралуға ие болса, онда (10)-ші өрнекті қайта аламыз. Ықтималдықтарды қосып, жүйенің толық сенімділігін анықтау арақатынасын ескеріп, сонымен қоса логарифмді қалыпты таралу параметрлері және кездейсоқ шамалардың сандық сипаттамалары арасындағы тәуелділікпен, табамыз

$$t_i = \left\{ \frac{\ln \frac{m_R}{m_S} - \ln \sqrt{\frac{1 + k_R^2}{1 + k_S^2}}}{\sqrt{\ln[(1 + k_R^2)(1 + k_S^2)]}} \right\}_i,$$

мұндағы k_R, k_S – вариация коэффициенттері.

Көбінесе тізбекті біріккен стерженді жүйенің сенімділігін анықтау үшін (5)-ші формула қолданылады. Ол барлық стержендерде кернеулер бірдей деп жобалайды, бірақ олар кездейсоқ, ал барлық стержендердің көтеру қабілеттіктері бірдей. Осы шарт бойынша шынжырлар, тісті дөңгелектер жұмыс жасайды, оларда буындар мен тістер элементтер болып санала-

ды. Бұл формулалар бойынша сенімділікті анықтау жалпы жағдайда сандық интегралдауды қажет етеді және m көп болғанда тек ЭЕМ қолданылуы керек.

Егер бұл формулаларда кернеу қалыпты заңмен таратылса, онда жүйенің сенімділігін анықтау үшін жуықтау әдісін қолдануға болады, ол [1]-ші жұмыста келтірілген. Әдістің мақсаты жүйенің көтеру қабілеттілігінің таралу заңы қалыпты заңмен былай жуықталады, яғни жүйенің көтеру қабілеттілігінің диапазонындағы төменгі мәндерінің нақтылығына жақын болуы, осы мәндер жүйенің сенімділігін анықтайды.

Бұл идея келесі түрде болады:

1. Бекітілген кернеулердің екі мәнін қабылдаймыз:

$$S_A = (1 + 3k_s) m_s, \quad S_B = (1 + 3k_s) m_s.$$

2. Осы кернеулердегі тоқтамай жұмыс жасау ықтималдығын анықтаймыз

$$P_A = \prod_{i=1}^m [1 - F_{R_i}(S_A)], \quad P_B = \prod_{i=1}^m [1 - F_{R_i}(S_B)];$$

немесе

$$P_A = [1 - F_R(S_A)]^m, \quad P_B = [1 - F_R(S_B)]^m.$$

$P_A = 0,45 \div 0,6$, $P_B = 0,95 \div 0,99$ болуы мүмкін. Егер бұл аралыққа түспесе S_A және S_B -ны сәйкес жағына қарай өзгертеміз.

3. Анықталған ықтималдықтарға сәйкес келетін қалыпты таралудың t_A , t_B квантильдерін табамыз.

4. Жүйенің көтеру қабілеттілігінің таралу заңының параметрлерін m_R , σ_R қалыпты заңмен жуықтаймыз. Сонымен

$$t_A = (m_R - S_A) / \sigma_R, \quad t_B = (m_R - S_B) / \sigma_R.$$

Онда осыдан аламыз

$$m_R = \frac{S_A t_B - S_B t_A}{t_B - t_A}, \quad k_R = \frac{S_A - S_B}{S_A t_B - S_B t_A}. \quad (11)$$

5. Енді жүйенің сенімділігін мына формула бойынша анықтаймыз

$$P = \Phi(t), \quad t = \frac{n-1}{\sqrt{(nk_R)^2 + k_s^2}}, \quad n = \frac{m_R}{m_s}. \quad (12)$$

(9) формула бойынша ЭЕМ-да салыстыру есептері жуықтау әдісімен көрсетіледі, яғни оның дәлдігі жүйенің сенімділігін есептеуде инженерлік есептер үшін жеткілікті, олардың көтеру қабілеттілігінің вариация коэффициенті 0,15-тен аспайды, ал элементтер саны 15-тен аспайды.

Элементтегі шектік кернеудің қалыпты заңмен таралу жағдайында m бірдей элементтен тұратын шынжырдың көтеру қабілеттілігі (6) таңдамасының ең аз мүшесінің таралуына сәйкес келеді. m үлкен болған сайын, бұл заң қалыптыдан көп ажыратылады. m ұлғайған сайын математикалық үмітпен тұрақты кішірейеді. Экстремалды таралу теориясы бойынша дәлелденген бұл таралу, m өскен сайын екі еселенген экспоненциалдыға жақындайды.

Бұл жағдайда жүйенің сенімділігін анықтау үшін басқа дәл және қарапайым әдіс қолдануға болады. Әдістің идеясы жүйенің көтеру қабілеттілігінің таралу заңын қалыпты заңмен жуықтаумен қорытындыланады. Бұл таралулар орта бөлігіндегідей аз ықтималдық облысына да жақын болуы керек, яғни осы облыс жүйенің сенімділігін анықтайды. Сонымен таралуды жуықтайтын параметрлерді анықтаған кезде медианды мәндегі және жүйенің көтеру қабілеттілігінің мәнінің таралу шартының тепе-теңдігі ұсынылады, ол жүйенің тоқтамай жұмыс жасау ықтималдығына сәйкес келеді. Жуықтаудан кейін жүйе сенімділігін (12)-ші формула бойынша анықтайды.

Элемент беріктігінің қалыпты таралуының параметрлерін m_{Re} , σ_{Re} деп белгілейміз. Жүйенің көтеру қабілеттілігінің математикалық үміті мен тұрақтысы элементтерге қарағанда төмен екенін ескеріп, былай жазуға болады

$$m_R = m_{Re} - \mu \sigma_{Re}, \quad \sigma_R = \varepsilon \sigma_{Re},$$

мұндағы $\mu > 0$ және $0 < \varepsilon \leq 1$ – m -ге тәуелді кейбір коэффициенттер, ал ε сонымен бірге, жүйе сенімділігінің квантиліне де тәуелді

$$t = \frac{m_R - m_s}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_s^2}} = \frac{m_{Re} - \mu \sigma_{Re} - m_s}{\sqrt{(\varepsilon \sigma_{Re})^2 + \sigma_s^2}}. \quad (13)$$

μ мен ε мәндері [120] жұмысында есептелген және бұл параметрлердің өзгерулерінің графиктері мен кестелері құрылған. Есептеуді автоматтандырудың қажеттігін ескеріп, оларды өрнекпен жуықтаймыз

$$m \geq 2 \text{ болғанда } \mu = 1,48 \sqrt{\ln m} - 0,69,$$

$$\varepsilon_0 = 0,5 - 0,204 \ln[(\ln m)/3] \quad (14)$$

$\varepsilon_0 \leq 0,5$ болғанда $\varepsilon = \varepsilon_0(1 - 0,102t)$; $\varepsilon_0 > 0,5$ болғанда $\varepsilon = \varepsilon_0 - 0,102(1 - \varepsilon_0)t$.

(13) формуласын вариация коэффициенттері арқылы жазуға болады.

$$m_R = m_{Re} (1 - \mu k_{Re}); \quad k_R = \frac{\varepsilon k_{Re}}{1 - \mu k_{Re}};$$

$$t = \frac{n_e (1 - \mu k_{Re}) - 1}{\sqrt{(\varepsilon n_e k_{Re})^2 + k_s^2}}, \quad (15)$$

мұнда $n_e = m_{Re} / m_s$.

ε t -ға тәуелді екенін ескеріп, (13) және (15) формулалары бойынша есептерді (14) қатынасын ескеріп тізбекті жақындау әдісімен жүргізеді. Бірінші жақындау ретінде $P = 0,9$ сенімділікке сәйкес келетін $t = 1,281$ мәні ұсынылады. (5) формуласының дәлдігін *Matlab* бағдарламалық кешенін қолданып, $m = 5, 10, 100$, $n_e = 1,5$ және $2,0$ әдістерімен және элемент беріктіктерінің әртүрлі вариация коэффициенттері мен кернеулермен жүргізілген есептер көрсетті, яғни бұл әдістің ауытқуы $P = 0,5 \div 0,9$ кезінде $1,2\%$ -тен және $P = 0,9 \div 0,98$ кезінде $0,8\%$ -тен аспайды, ал $P > 0,98$ кезінде $0,1\%$ -ден аз болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Оценка надежности системы типа цепи // Изв. Вузов. Машиностроение. – 1978. – С. 176-179.
2. Көпэлементті жүйелердің сенімділігінің статикалық үлгі негізіндегі есебі // Труды междунар. науч. конфер. «Казахстан 2030». – Караганда, 2010.

УДК 691.5

Оптимизация составов изготовления малоклинкерных вяжущих низкой водопотребности

Т.Б. АХМЕТЖАНОВ, к.т.н., ст. преподаватель,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТСМИ

Ключевые слова: вяжущие материалы, гидратация, малоклинкерные вяжущие, водопотребность, оптимизация.

В данной работе велись исследования процесса механохимической активации составов вяжущих на основе СаО и Са(ОН)₂, представленных в таблице 1. Образцы вяжущих получали путем совместного помола в лабораторной мельнице. Скорость гидратации определяли на образцах камня вяжущих, останавливая ее при необходимости вакуумированием с промывкой абсолютным спиртом [1,2]. Установлено, что скорость гидратации СаО несколько увеличивается при наличии сухого порошкообразного суперпластификатора С-3. Одновременно, хотя и не в столь значительной степени, изменяется состав продуктов гидратации за счет образования большего количества СаСО₃ в продуктах гидратации СаО с С-3.

В системе Са(ОН)₂ + С-3 наличие карбоната кальция в первые 12 часов с начала процесса гидратации несколько выше, чем при гидратации чистого Са(ОН)₂, но затем процесс карбонизации останавливается. Таким образом, воздушное твердение в вяжущих на основе Са(ОН)₂ + С-3 после 12 часов твердения не происходит, что может приводить к уменьшению скорости твердения вяжущего.

При изучении гидратации систем СаО + песок (состав № 7) и СаО + песок + С-3 (состав № 5) установлено, что песок без добавки С-3 практически не вступает во взаимодействие с известью с образованием гидросиликатов кальция.

Наличие С-3 тормозит карбонизацию, но приводит к увеличению содержания Са(ОН)₂ и возникновению некоторого количества гидросиликатов кальция, хотя эти изменения невелики.

Каких-либо значительных изменений при гидратации составов вяжущих № 6 и № 8 не выявлено, процесс карбонизации идет с одинаковой скоростью, наличия гидросиликатов кальция не наблюдается.

Таким образом, можно сделать вывод, что нали-

чие С-3 практически не оказывает влияния на вяжущие свойства СаО и Са(ОН)₂.

Исследование влияния С-3 в составе вяжущих на основе гипса на свойства вяжущих, показало, что наблюдается небольшое увеличение прочности гипсового камня и довольно заметное сокращение сроков схватывания гипсовых вяжущих, содержащих С-3, введенный в процессе совместного измельчения компонентов в оптимальном количестве.

Следует иметь в виду, что сокращение сроков схватывания особенно значительно в случае дегидратации гипса. Поэтому при получении малоклинкерных вяжущих (МКВ), содержащих значительное количество гипса, необходимо следить за составом исходных продуктов (особенно высушенных) и за температурным режимом помола.

В целом можно сделать вывод, что эффекты механохимического взаимодействия исследованных компонентов малоклинкерных вяжущих с С-3 не должны иметь заметное влияние на свойства вяжущих. Главное заключается во взаимодействии портландцемента и С-3.

Известно, что условием получения вяжущих низкой водопотребности является соблюдение технологических параметров изготовления вяжущего и завершение технологического процесса, то есть достижение определенного соответствия между дисперсностью, зерновым составом вяжущего и дозировкой сухого органического модификатора. Так как малоклинкерные вяжущие представляют собой частный случай вяжущих низкой водопотребности с пониженным содержанием клинкерной составляющей, для них, очевидно, также существуют оптимальные дозировки модификатора, обеспечивающие при соответствующей дисперсности достижение максимальных показателей прочностных свойств.

Таблица 1 – Составы вяжущих на основе СаО и Са(ОН)₂

№	Состав вяжущих, мас. %				Примечание
	СаО	Са(ОН) ₂	песок	С-3	
1	100	-	-	5	Повышенное содержание СаСО ₃ в продуктах гидратации
2	-	100	-	5	Прекращение карбонизации через 12 ч после начала гидратации
3	100	-	-	-	Появление Са(ОН) ₂ , уменьшение карбонизации, увеличение Са(ОН) ₂
4	-	100	-	-	
5	50	-	50	5	
6	-	50	50	5	
7	50	-	50	-	
8	-	50	50	-	

С увеличением содержания минеральной добавки естественно возрастает ее роль в формировании свойств вяжущего. Учитывая многообразие видов и свойств минеральных добавок, эксперименты по определению оптимальных составов малоклинкерных вяжущих проводились с использованием как зольных (зола КАТЭК, зола ТЭЦ-22), так и шлаковых отходов (карагандинский доменный шлак).

В ходе экспериментальных работ по оптимизации составов и технологических параметров получения малоклинкерных вяжущих было исследовано влияние на водопотребность и прочность вяжущих основных технологических факторов методом математической статистики и планирования эксперимента.

В качестве основных варьируемых факторов принимались расход суперпластификатора С-3, в % от массы клинкерной части вяжущего, содержание минеральной добавки в составе вяжущего (%) и удельная поверхность вяжущего, полученная в процессе механохимической активации. Факторы и интервалы их варьирования приведены в таблице 2. Эксперименты проводились на растворных образцах состава I в соответствии с требованиями ГОСТ 310.4. В качестве выходов рассматривались водоцементные отношения раствора нормальной консистенции, отражающие влияние исследуемых факторов на водопотребность вяжущих, прочность растворов при сжатии в возрасте 1 и 28 суток после пропаривания по стандартному режиму. В качестве основного объекта исследований рассматривались вяжущие на основе воскресенского портландцемента и золы ТЭЦ-22.

В результате соответствующей математической обработки получены уравнения, отражающие влияние варьируемых факторов на исследуемые показатели свойств малоклинкерных вяжущих после исключения незначимых коэффициентов регрессии (по t -критерию Стьюдента) уравнения имеют вид:

$$R(28) = 16,7 + 8,69 \cdot x_1 - 1,05 \cdot x_2 + 5,95 \cdot x_3 - 1,7 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2,1 \cdot x_1 \cdot x_3; \quad (1)$$

$$R(1) = 11,8 + 6,3 \cdot x_1 - 0,9 \cdot x_2 + 4,3 \cdot x_3 + 1,7 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,5 \cdot x_2 \cdot x_3. \quad (2)$$

Проверка адекватности полученных выражений по коэффициенту Фишера (F) показала их пригодность для описания исходных зависимостей в исследованных пределах изменения факторов (расчетное значение коэффициента Фишера F_p для $R(28)$ составило 4,98, для $R(1)$ – 10,7 при табличном значении $F_t = 19,3$. Таким образом, условие $F_p < F_t$ выполняется.

Анализ полученных выражений показывает, что прочность малоклинкерных вяжущих возрастает с

увеличением содержания клинкерной составляющей цемента и ростом дисперсности вяжущего (коэффициенты регрессии b_1 и b_3 со знаком "+"). Знак "-" перед коэффициентом b_2 свидетельствует о наличии оптимума в дозировке С-3 и снижении прочности малоклинкерных вяжущих при увеличении расхода суперпластификатора свыше оптимальных значений.

С учетом значимости коэффициентов регрессии можно сделать вывод, что взаимное влияние факторов x_1 и x_2 , т. е. содержания клинкерного цемента и расхода суперпластификатора, сказывается прежде всего на величине $R(28)$, причем знак перед коэффициентом регрессии показывает, что с увеличением расхода клинкерной составляющей цемента дозировка С-3 должна быть уменьшена и наоборот.

В возрасте 1 (одних) суток после пропаривания влияние дозировки С-3 на прочность малоклинкерных вяжущих сказывается во взаимодействии с удельной поверхностью вяжущего, причем увеличение дисперсности малоклинкерных вяжущих влечет за собой необходимость повышения расхода С-3 и наоборот. Несбалансированное соотношение между факторами дисперсности и дозировки С-3 приводит к снижению прочности малоклинкерных вяжущих после пропаривания или вследствие замедления темпов гидратации и структурообразования вяжущего (передозировка С-3 при недомоле вяжущего), или вследствие резкого повышения водовязущего отношения (повышение дисперсности малоклинкерных вяжущих без соответствующего увеличения расхода суперпластификатора). Так как передозировка суперпластификаторов или увеличение водовязущего сказывается прежде всего на ранней прочности растворов и бетонов, взаимное влияние указанных факторов в возрасте 28 суток значительно уменьшается.

Исходя из полученных зависимостей можно сделать вывод, что наибольшие значения МКВ-30 достигаются при дисперсности вяжущего 6000-7000 кв.см/г и дозировке С-3 2-2,5 %. Расчетные значения 28-суточной прочности МКВ-30 составляют 28-33 МПа, суточной прочности – 19-24 МПа.

Для МКВ-20 оптимальные значения дозировки С-3 и дисперсности вяжущего находятся в тех же пределах (соответственно 2-2,5 % и 6000-7000 кв.см/г), а расчетные значения прочности составляют: R_{28} – 18-23 МПа, R_1 – 13-16 МПа.

Для МКВ-10 дозировку С-3 следует увеличить до 2,5-3,0 %, а дисперсность МКВ должна составлять не менее 7000 кв.см/г. При этом максимальные расчетные значения 28-суточной прочности МКВ-10 составляют 11,8-12,5 МПа, суточной прочности после пропаривания – 6,7-8,1 МПа.

Таблица 2 – Интервалы варьирования факторов в трехфакторной задаче получения малоклинкерных вяжущих на основе воскресенского ПЦ и золы ТЭЦ-22

Факторы в натуральном выражении	Код	Уровень и код варьирования			Интервал варьирования
		нижний (-)	основной (0)	верхний (+)	
Содержание в вяжущем клинкерной составляющей, %	1	10	20	30	10
Расход С-3, % от массы клинкерной составляющей вяжущих	2	2	2,5	3	0,5
Удельная поверхность, см ² /г	3	5000	6000	7000	1000

С учетом полученных данных были назначены составы вяжущих на основе воскресенского портланд-цемента и золы ТЭЦ-22 для определения их стандартных характеристик по ГОСТ 310.1-ГОСТ 310.4. Результаты испытаний показывают, что прочность вяжущих уменьшается, а водопотребность увеличивается с уменьшением содержания в вяжущем клинкерной составляющей и, соответственно, с ростом содержания минеральной добавки в последовательности: МКВ-30 – МКВ-20 – МКВ-10. В той же последовательности возрастают сроки схватывания вяжущих и замедляются темпы их естественного твердения. Увеличение тонкости помола вяжущих при равном расходе С-3 приводит к некоторому сокращению сроков схватывания и существенному повышению прочности.

Выводы:

1. Проведены исследования по оптимизации со-

ставов и технологических параметров изготовления малоклинкерных вяжущих с использованием различных техногенных продуктов.

2. Установлено, что применение механохимической активации позволяет получать малоклинкерные вяжущие с широким диапазоном прочностных свойств, определяемых видом малоклинкерных вяжущих (т. е. содержанием клинкерного компонента (цемента) и видом минеральной добавки в составе вяжущего).

3. Выявлены общие закономерности изменения прочностных свойств малоклинкерных вяжущих в зависимости от их состава и технологических параметров производства (т.е. дисперсности) вяжущего, установлено, что прочность малоклинкерных вяжущих в условиях тепловлажностной обработки возрастает, а водопотребность снижается с ростом содержания в вяжущем клинкерной составляющей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика. Россия // Цемент и его применение. 2013. – № 3. – С. 7.
2. Бабаев Ш.Т. Сравнительные испытания вяжущих низкой водопотребности в различных зарубежных странах. Серия 3 // Промышленность сборного железобетона. Вып.4. – М.: ВНИИЭСМ, 1990. – С. 30-39.

УДК 621.86.016

Совершенствование весоизмерительного устройства для погрузки угля в железнодорожные вагоны

А.З. АКАШЕВ, к.т.н., доцент,

О.Т. БАЛАБАЕВ, к.т.н., ст. преподаватель,

Т.С. КАТИЕВ, магистрант,

С.Ж. КОСБАРМАКОВ, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПТ

Ключевые слова: весоизмерительное устройство, железнодорожные вагоны, погрузка, груз, погрузочный комплекс, технологическая схема, качество.

На современном этапе развития промышленности большое внимание уделяется проблемам совершенствования погрузочных работ на промышленном железнодорожном транспорте с использованием современного технологического оборудования и улучшению качества технологических процессов.

С увеличением темпов развития перерабатывающей промышленности возникает острая необходимость в сырьевых ресурсах, это приводит к повышению производственных мощностей на разрабатываемых и реконструируемых горнодобывающих предприятиях.

В этих условиях значительную актуальность приобрела задача обеспечения качества погрузочных работ с предъявлением требуемой точности дозирования и взвешивания отгружаемого груза.

Измерение количества груза является важнейшей коммерческой операцией, позволяющей оценивать

результаты работы предприятия. Среди мероприятий по совершенствованию погрузочных процессов главным является усовершенствование погрузочного комплекса с использованием высокоэффективной технологии взвешивания и дозирования сырья.

Технологические схемы погрузки угля в железнодорожные вагоны с весовым дозированием в последнее время находят все более широкое применение в основном благодаря двум преимуществам – улучшается использование грузоподъемности вагонов и повышается точность учета угля. При этом значительную актуальность приобретает задача обеспечения необходимого качества погрузочных работ, причем под качеством понимается достижение требуемой точности дозирования и взвешивания отгружаемого груза [1].

Согласно существующему порядку, учет количества угля при отгрузке и приеме осуществляется по массе, поэтому основным методом учета является

взвешивание. Сегодня в Республике Казахстан учет отгружаемого угля осуществляется с использованием вагонных платформенных весов, на которых взвешивается заполненный углем вагон. Применяемые известные весоизмерительные устройства имеют ряд недостатков:

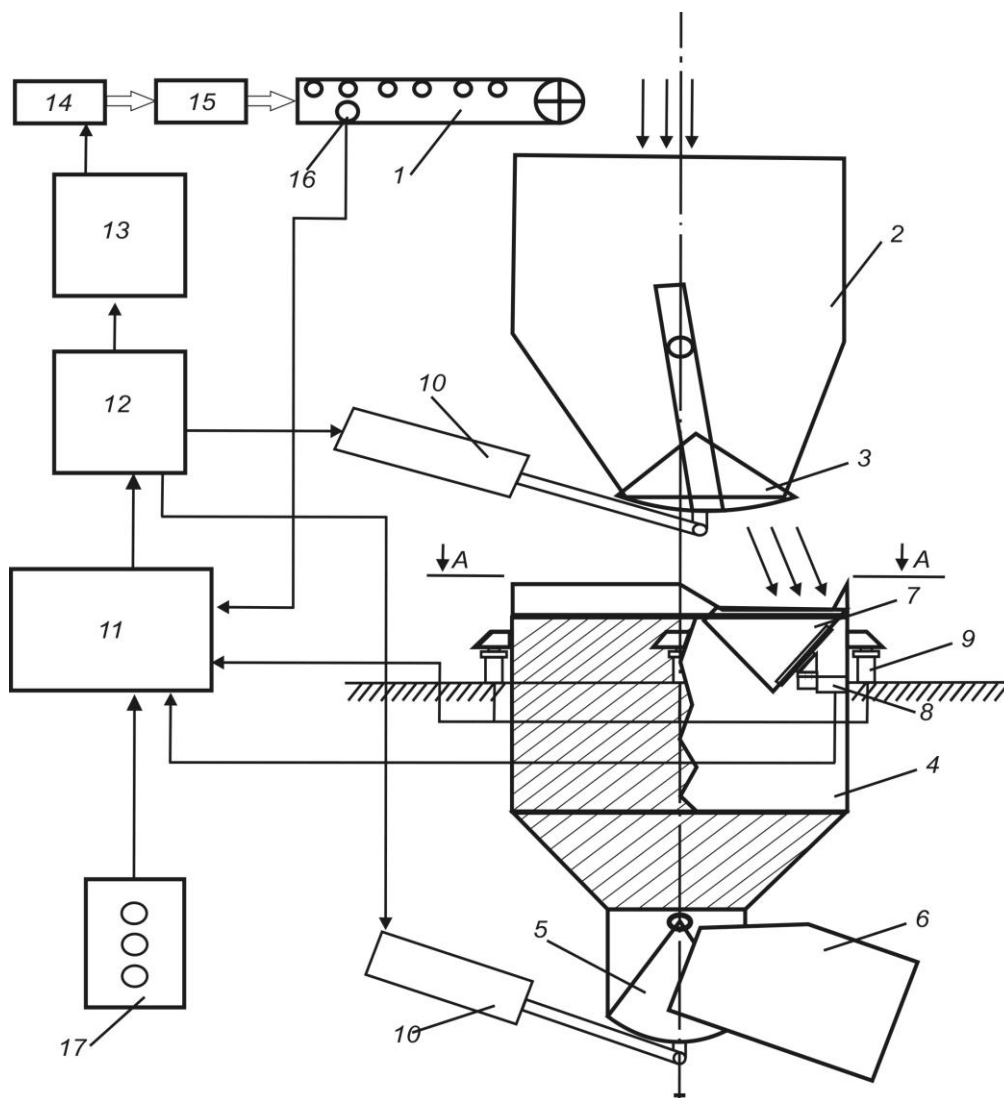
- невозможность точного дозирования и определения веса в непрерывном потоке;
- несовершенство конструкции задвижек, что отрицательно сказывается в системе управления погрузкой сыпучих материалов непрерывным потоком.

Таким образом, указанные несовершенства известных конструкций приводит к снижению надежности в связи с остановкой процесса погрузки сыпучих материалов в бункер-накопитель, а также к возникновению заклинивания и преждевременного износа элементов задвижки бункера-накопителя.

В 2014 году на кафедре «Промышленный транспорт» Карагандинского государственного техническо-

го университета выполнена работа по совершенствованию технологической схемы погрузки угля в железнодорожные вагоны [2]. Была разработана конструкция весоизмерительного устройства, где в весовой бункер встроена дозирующая платформа с тензорезисторным датчиком, позволяющая в непрерывном режиме определять количество проходящего сыпучего материала в весовой бункер.

Работа данного весоизмерительного устройства (рисунок 1) осуществляется следующим образом: сыпучий материал поступает в бункер-накопитель 2 через ленточный транспортер 1. Далее через выходной люк 3 бункера-накопителя груз поступает в весовой бункер 4, при этом попадая в приемную воронку 7, на которой закреплена дозирующая платформа 8. Весовой бункер расположен на тензодатчиках силы 9, сигналы которых поступают в вычислительный блок 11. Вычислительный блок, анализируя данные с дозирующей платформы и тензодатчика силы, подает



- 1 – ленточный транспортер; 2 – бункер-накопитель; 3 – выходной люк с задвижкой; 4 – весовой бункер;
 5 – выходной люк; 6 – направляющий желоб; 7 – приемная воронка; 8 – дозирующая платформа;
 9 – тензодатчик; 10 – гидро- или пневмоприводы; 11 – вычислительный блок;
 12 – управляющий блок; 13 – частотный преобразователь; 14 – двигатель транспортера;
 15 – редуктор транспортера; 16 – датчик скорости; 17 – пульт управления

Рисунок 1 – Весоизмерительное устройство

команду в управляющий блок 12. Управляющий блок по мере заполнения весового бункера, после получения команды с вычислительного блока, снижает скорость транспортера, через частотный преобразователь 13, который изменяет частоту питающего напряжения тока двигателя 14. Информацию о снижении или увеличении скорости ленты транспортера управляющий блок получает от вычислительного блока через датчик скорости 16. При этом выходной люк 3 бункера-накопителя закрывается и груз, поступающий с транспортера, накапливается в данном бункере. Управление приводами 10 выходных люков бункеров осуществляется через управляющий блок. Вычислительный блок, получив информацию с датчиков 8 и 9, подает команду в управляющий блок, который открывает выходной люк 5, снабженный направляющим желобом 6.

При этом происходит разгрузка весового бункера, причем точное значение массы материала, загруженного в бункер, получаем от тензометрических датчиков 9 уже в статическом режиме. Это значение фиксируется в вычислительном блоке. После завершения разгрузки материала из весового бункера, также по показаниям тензометрических датчиков в вычислительном блоке фиксируется значение «ноль», что служит командой для управляющего блока, который закрывает выходной люк весового бункера, при этом открывает люк у бункера-накопителя и увеличивается скорость транспортирующей ленты, далее цикл загрузки и взвешивания повторяется.

В результате совершенствования технологической схемы погрузки угля в железнодорожные вагоны путем улучшения конструкции весоизмерительного устройства подана заявка на инновационный патент Республики Казахстан [3]. Для более высокой точности определения рациональных конструктивных параметров усовершенствованной конструкции необходимы детальные исследования с разработкой цифровой модели в программной среде ANSYS [4, 5], которая позволит проанализировать эффективность работы системы.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в повышении точности дозирования

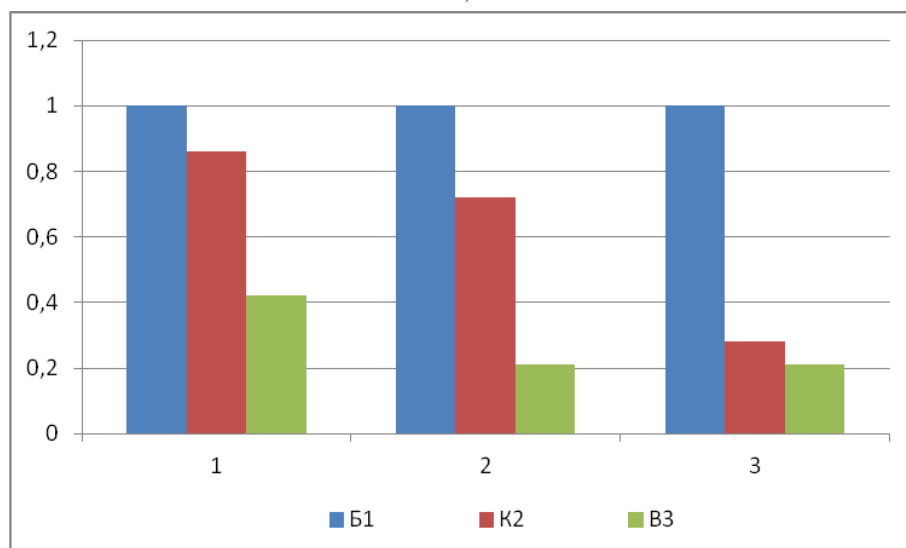
и взвешивания, без остановки процесса погрузки в бункер. Этот технический результат достигается тем, что в рассмотренное весоизмерительное устройство, конструкция которого содержит бункер-накопитель, весовой бункер, с выходными люками и задвижками с пневматическим приводом, силоизмерительные датчики, внесены следующие изменения: в бункере-накопителе установлен выходной люк дугообразной формы, снабженный приводом; на весовом бункере установлена приемная воронка, на которой закреплена дозирующая платформа с тензорезисторным датчиком (типа single point) и выходной люк, выполненный аналогично дугообразной формы с направляющим желобом и снабженный приводом, а на ленточном транспортере, с которого осуществляется подача сыпучего материала в бункер-накопитель, установлен датчик скорости.

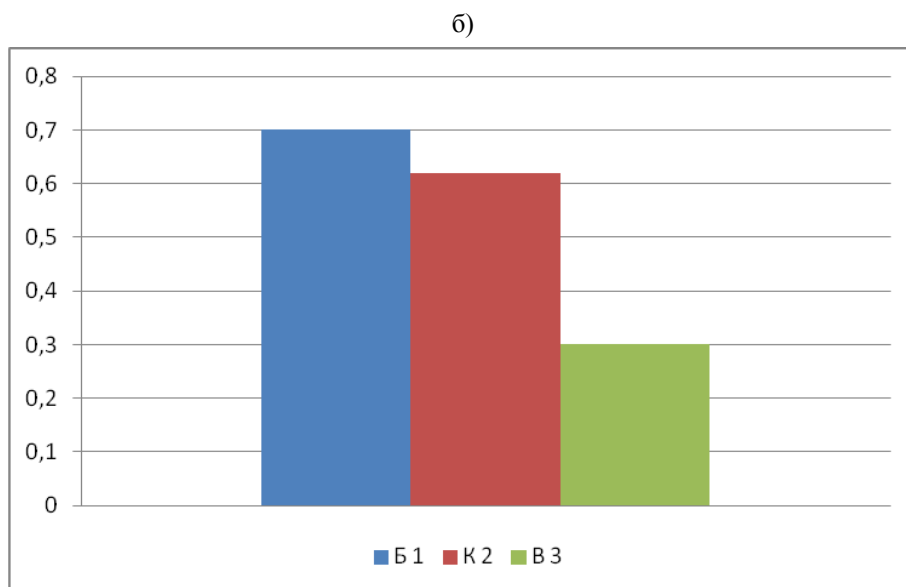
Предлагаемое весоизмерительное устройство имеет следующие преимущества: повышается точность дозирования и взвешивания благодаря использованию дополнительного дозирующего устройства на тензодатчике (типа single point) без остановки процесса погрузки в бункер; устраняется возникновение заклинивания и преждевременного износа устройства за счет предложенных элементов конструкции люков и задвижек.

Проведена качественная и количественная оценка уровня качества разработанного весоизмерительного устройства по методике профессора Солода Г.И. [6]. По данной методике были определены значения базовых показателей весоизмерительных устройств: для разработанного весоизмерительного устройства В1, конвейерных весов К2 и железнодорожных весов В3. Показатели качества пунктов взвешивания заданы абсолютным, относительными и удельными величинами. Результаты расчета уровней качества весомерного оборудования представлены на рисунке 2.

Таким образом, оценка уровней качества по единичным (рисунок 2, а) и комплексным показателям (рисунок 2, б) показывает, что наиболее рациональной конструкцией является разработанное весомерное устройство.

а)





а) уровень качества по единичным показателям; б) уровень качества по комплексному показателю

Рисунок 2 – Оценка уровня качества разработанного весоизмерительного устройства

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левин М.А., Ленский И.А., Перельман Е.И., Штрахман Л.Г. Весодозировочные системы для отгрузки угля потребителям. – М.: Недра, 1984. – 192 с.
2. Акашев А.З., Катиев Т.С. Исследование и совершенствование технологической схемы погрузки сыпучих грузов: Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права. Запись в реестре Комитета по правам интеллектуальной собственности МЮ РК за №257 от 24 февраля 2014 года.
3. Акашев А.З., Балабаев О.Т., Катиев Т.С. Заявление о выдаче инновационного патента Республики Казахстан на изобретение МПК G01G3/12 «Весоизмерительное устройство» №5903 от 17 февраля 2014 г.
4. Малыбаев С.К., Акашев З.Т., Балабаев О.Т. Совершенствование методики прочностного расчета отклоняющих барабанов тяжелых ленточных конвейеров // Горный журнал. Вып. 4. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2012.
5. Малыбаев С.К., Хайбуллин Р.Р., Балабаев О.Т. К вопросу определения рациональной конструкции отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. Вып. 1. – М.: Изд-во МГГУ «Горная книга», 2014.
6. Солод Г.И. Оценка качества горных машин: учебное пособие. – М.: МГИ, 1978. – 72 с.

УДК 629.463.32(574)

Гибкие полимерные резервуары как оптимальное решение перевозки нефтепродуктов

Ж.М. КУАНЫШБАЕВ, д.т.н., профессор, академик КазНАЕН,

Н.К. АЙДИКЕНОВА, магистр наук,

А.Д. КАСЫМЖАНОВА, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПТ

Ключевые слова: тариф, логистика, маршрут, станция, грузоперевозка, нефтепродукт, упаковка, жидкий продукт, резервуар, тенге, транспортировка, упаковочный материал.

Большую долю в грузоперевозках наливной продукции составляют нефть и нефтепродукты. Представим проектирование логистических схем и исследование норм естественной убыли при перевозке массовых грузов на примере нефтепродуктов. Как известно, указанные виды грузов занимают значительное

место в общем объеме перевозок всех грузов по железным дорогам Республики Казахстан. Что касается нефтепродуктов, то в Республике Казахстан имеются три нефтеперерабатывающих завода, которые расположены в г. Шымкенте, г. Павлодаре и г. Атырау. Перевозка нефтепродуктов и продуктов их переработ-

ки имеет стратегическое значение для экономики республики. Часть добываемых продуктов отправляется на внешнюю сеть по системе международного грузового сообщения. Другая часть перевозится по железным дорогам АО «Казахстан Темір жолы» для внутреннего потребления. Также известно, что при транспортировке и складировании грузы теряют определенную массу. Это приводит к большой потере груза и соответственно к денежным расходам. Существуют гибкие полимерные резервуары, так называемые мешки для перевозки жидких пищевых и непивных продуктов. Рассмотрим эффективность применения этих резервуаров для нефтепродуктов на примере продукции BIG Red Flexitank™ [1,2].

Существуют так называемые потери наливных грузов. Потери наливных грузов при перевозке по железной дороге возникают в результате: интенсивного испарения при наливе, сливе и в процессе транспортировки; утечки в неплотности котла цистерны, наливных и сливных устройств; сброса в окружающую среду неутрализованных остатков груза в пунктах очистки недослитых цистерн. Средние потери нефти при перевозках составляют более 0,6 т на вагон, что почти в 20 раз больше установленных норм естественной убыли. Наряду с количественными имеют место и качественные потери. В результате интенсивного вентилирования газозаполненного пространства через неплотности колпака цистерны происходит испарение и вынос в атмосферу легких, наиболее ценных фракций груза.

По результатам проведенной инвентаризации предприятиями списывается естественная убыль. Величина естественной убыли определяется по следующей формуле:

$$Y = T \times H : 100, \quad (1)$$

где Y – величина естественной убыли;

T – количество перевозимых (переданных на склад) товаров за определенный период;

H – установленная норма естественной убыли.

Если рассчитать величину естественной убыли за одну отправку, которая состоит из 50 вагонов, то получим:

$$Y = 2750 \text{ т} \times 0,19 : 100 = 5,225 \text{ т},$$

$$5225 \text{ кг} \times 133 \text{ тг} = 694925 \text{ тг},$$

$$\text{НДС} = 694925 \text{ тг} \times 12\% = 83391 \text{ тг}.$$

То есть за одну отправку мы теряем в среднем 83391 тг, с учетом установленной нормы естественной убыли за перевозку. А если учитывать потери при сливе и наливе нефти, потери при хранении, то очевидно, что плата за потери еще увеличится.

Актуальность статьи заключается в том, что при внедрении предлагаемой системы перевозок, используя полимерные резервуары, можно исключить потери при сливе и наливе нефтепродуктов, обеспечить сохранность груза и бережное отношение к окружающей среде, исключить порожние перегоны пустых цистерн и уменьшить затраты на складские помещения и расходы на хранение.

Компания Environmental Packaging Technologies Ltd. (EPT) – всемирно известная компания с частной

формой собственности, основанная в 2006 году. Производит высококачественный продукт, используемый по всему миру, основной миссией которого является обеспечение рынка самыми качественными и безопасными упаковочными решениями для транспортировки наливных и сыпучих грузов в стандартных контейнерах.

Собственные производственные мощности в США соответствуют международному стандарту качества ISO 9001:2008. Каждый продукт из семейства BIG Red представляет собой высокоэффективное решение, позволяющее существенно снизить стоимость транспортировки и складских расходов и минимизировать негативное влияние на окружающую среду.

География офисов *Environmental Packaging Technologies Ltd.*:

– Головной офис в Хьюстоне, США, штат Техас (Производство в США);

– Региональные офисы: в России, Аргентине, Чили, Нидерландах, Китае, Южной Корее, Южной Африке, Австралии и США;

– Складские помещения и дистрибьюторские центры по всему миру [3,5].

BLT Flexitank – система упаковки для транспортировки жидкой пищевой и неопасной химической продукции в объеме от 10 000 до 24 000 литров в стандартных 20-футовых сухогрузных контейнерах морским, железнодорожным, и автомобильным транспортом (см. рисунок). Флекситанки изготавливаются из полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ). Внутренняя оболочка – 3 ПЭ высокого давления. Внешняя – армированная ПП ткань. Флекситанк является одноразовой транспортировочной тарой. После выгрузки легко утилизируется.

Продукты *BIG Red Flexitank™* – оптимальное решение упаковки наливных жидких продуктов, то есть данный продукт утилизируется, обеспечивает защиту экологии и перерабатывается [3].

С января 2009 г. BIG Red Flexitank™ производится в США на собственном производственном предприятии Environmental Packaging Technologies Ltd. Полностью автоматизированный производственный процесс соответствует международному стандарту ISO 9001:2008.

Для того чтобы показать эффективность применения упаковочного материала, предлагаем логистическую схему для сравнения провозной платы при перевозке нефтяных грузов в первом случае в цистернах, а во втором – с использованием предлагаемого упаковочного материала. Маршрут перевозки: «Актау» – «Караганда». Исходные данные маршрута:

Станция отправления – 663503 «Актау» (КЗХ);

Станция назначения – 673806 «Караганда» – «Майкудук» (КЗХ).

Составляем маршрут следования группы цистерн или маршрута по территории Республики Казахстан:

Актау^{442км} → Бейнеу^{301км} → Макат^{392км} →
 Кандагаш^{135км} → Никельтау^{25км} → Донское^{507км} →
 Арыстансор^{61км} → Тобол^{288км} →
 Есил^{376км} → Астана^{12км} → Сороковая^{197км} →
 Караганда-Сортировочная^{3км} → Майкудук

Общая протяженность маршрута составила 2655 км.

Для расчета провозной платы были использованы данные из технической характеристики вагона-цистерны модели 15-1547-03, которые широко применяются на железных дорогах АО «Казахстан Темир Жолы». Техническая характеристика вагона-цистерны приведена в таблице 1.

Тарифы – система ставок, по которым взимается плата за транспортные услуги. Тарифы формируют доходы транспорта и являются при этом транспортными издержками потребителя товарных услуг [5].

Согласно тарифному руководству №1, схемам 1-2, определяем платы за перевозку груза повагонными отправками по основному направлению. Перевозимый груз – нефть. Повагонная отправка в цистернах для нефтепродуктов. Количество вагонов – 65, грузоподъемность вагона – 66т, вес груза в вагоне 65 т [6].

Станция Актау – станция Майкудук, на расстояние 2655 км за 1 тонну:

1. Тариф по магистральной железнодорожной сети составит:

$$T_{\text{МЖС}} = 7,25 \cdot 729,00 = 5\,285,25 \text{ KZT.}$$

$$\text{Итого за 1 вагон} = 343\,541,00 \text{ KZT.}$$

$$\text{Сумма за все вагоны} = 223\,30165 \text{ KZT.}$$

2. Тариф за локомотивную тягу:

$$T_{\text{ЛТ}} = 6,06 \cdot 955,00 = 5\,787,00 \text{ KZT.}$$

$$\text{Итого за 1 вагон} = 376\,175,00 \text{ KZT.}$$

$$\text{Сумма за все вагоны} = 24\,451\,375 \text{ KZT.}$$

3. Тариф за пользование вагонами:

$$T_{\text{ПВ}} = 2,34 \cdot 732,00 = 1\,712,88 \text{ KZT.}$$

$$\text{Итого за 1 вагон} = 111\,337,00 \text{ KZT.}$$

$$\text{Сумма за все вагоны} = 7\,236\,905 \text{ KZT.}$$

4. Тариф за грузовую и коммерческую работу:

$$T_{\text{ГК}} = 0,176 \cdot 2123,00 = 373,65 \text{ KZT.}$$

$$\text{Итого за 1 вагон} = 24\,287,00 \text{ KZT.}$$

$$\text{Сумма за все вагоны} = 1\,578\,655 \text{ KZT.}$$

5. Провозная плата по территории Республики Казахстан составит:

$$T_{\text{KZ}} = T_{\text{МЖС}} + T_{\text{ЛТ}} + T_{\text{ПВ}} + T_{\text{ГК}} + \text{НДС, KZT,}$$

где НДС = 12 %.

$$T_{\text{KZ}} = 22330165 + 24451375 + 7236905 + 1578655 = 55597100 \text{ KZT} \approx 55,6 \text{ млн тенге.}$$

Этим же методом определения провозной платы рассчитаем тариф за перевозку груза повагонными отправками по тому же маршруту. Перевозимый груз – нефть. Повагонная отправка в контейнерах. Количество контейнеров – 75, грузоподъемность контейнера – 30 т, вес груза в контейнере – 26 т. В итоге провозная плата по территории Республики Казахстан составляет 33,4 млн т.



Конструкция BIG Red Flexitank™ и его установленный вид [3]

Таблица 1 – Техническая характеристика вагона-цистерны модели 15-1547-03:

Грузоподъемность, т	Масса тары, т	Скорость конструкционная, км/ч	Объем котла, м.куб.	Диаметр котла, мм
66,0	27,3	120	85,6	3200
Давление в котле, Мпа	Способ налива	Способ слива	Материал котла	Колея, мм
0,15	верхний	нижний	09Г2С-13	1520

Из таблицы 2 можно увидеть, что провозная плата при перевозке нефтепродуктов в цистернах составляет 55,6 млн т., а в контейнерах с использованием флекситанков 33,4 млн т., то есть в два раза дешевле.

Таблица 2 – Сравнение провозной платы за перевозку нефтепродуктов

Провозная плата за перевозку груза, млн тг.	
1 случай (повагонная отправка в цистернах)	2 случай (повагонная отправка в контейнерах)
55,6	33,4
Выгода за одну отправку, млн тг.	
22,2	

Помимо того, что применение флекситанков дает выгоду при определении провозной платы, флекситанк – единственный в мире упаковочный материал с армированными лентами, вплетенными во внешнюю полипропиленовую оболочку резервуара, для обеспечения дополнительной прочности. Конструкция резервуара состоит из 2-х внутренних слоев из полиэтилена и внешнего слоя из тканного полипропилена. Ни один из слоев не имеет продольных швов, что гарантирует дополнительный запас прочности и износостойчивости. Уникальный дизайн позволяет контролировать колебательные волнения жидкости внутри резервуара и давление на боковые стенки контейнера, тем самым предотвращая его деформацию. Еще одно преимущество надежности BIG Red Flexitank™ – это защитный кожух. Многослойный защитный кожух полностью препятствует миграции запахов. Уникальный материал обеспечивает повышенную износостойчивость и защищает флекситанк с грузом от возможных дефектов контейнера [3,7,8].

Технические характеристики BIG Red Flexitank™:

– внутренняя оболочка резервуара из запатентованной ПЭ пленки в 356 микрон совместима как пищевыми, так и с химическими неагрессивными продуктами;

– растяжимость ПЭ материала достигает 750%;

– при высокой растяжимости внутренних слоев углепластиковые ленты, вплетенные во внешнюю ПП оболочку, образуют прочный каркас, позволяющий контролировать динамику жидкости во время транспортировки;

– загрузочный клапан и фланец выполнены из особого композитного материала, одобренного FDA США (Управление по контролю за продуктами и медикаментами) и полностью совместимы с пищевыми продуктами;

– расширенный трехдюймовый клапан увеличивает скорость загрузки/выгрузки;

– диапазон размеров резервуара флекситанка варьируется от 18000 до 24000 литров.

Способ сокращения издержки на транспортировку жидкого груза при перевозке:

1. Цистерна с завода-поставщика отправляется в порт.

2. Груз перекачивается из цистерны в BIG Red Flexitank™.

3. Контейнер грузится на контейнеровоз и следует в порт назначения.

4. В порту назначения груз контейнеровоз разгружается.

5. А) Контейнер с BIG Red Flexitank™ покидает порт на автоконтейнеровозе;

Б) В порту назначения груз из флекситанка перекачивается в автоцистерну.

Список непищевых продуктов, допустимых к перевозке в BIG Red Flexitank™:

- Лигносульфонат;
- Минеральные удобрения;
- Базовые масла;
- Минеральные масла;
- Рапсовое масло техническое;
- **Биодизель;**
- Жирные кислоты;
- Латекс;
- Глицерин;
- Тиосульфат аммония;
- Эмульсии;
- Чернила;
- Полиол;
- **Трансформаторные масла;**
- Водорастворимые краски;
- Ланолин;
- Фармацевтические вещества;
- Силикатная связка;
- Оптический отбеливатель;
- Шампуни;
- Моющие средства;
- Парафины;
- **Другая неагрессивная химия.**

Мягкие резервуары BIG Red Flexitank™ – это современное емкостное оборудование, широко применяемое во всем мире. Применение флекситанков дает возможность сэкономить огромное количество ресурсов и повысить производственную эффективность. Мягкие резервуары BIG Red Flexitank™ – это залог надежности и качества. Прочные и легкие мягкие резервуары позволяют оперативно организовать склад топлива, воды или химикалий без специального фундамента. Резервуар производится из высококачественных полимерных материалов, специально подобранных для эффективного решения задач заказчика [1,4].

Выводы:

Учитывая количество потери нефти при перевозке и характеристику флекситанка, можно увидеть, что грузоотправители экономят время на погрузку и выгрузку грузов, и все расходы по потере груза минимальны. Также, зная, что утечка нефти приносит значительный вред окружающей среде, можно получить абсолютно чистую упаковку, при производстве которой используются материалы, бережно относящиеся к окружающей среде (без ПВХ) и просто подлежащие переработке. Мультимодальные перевозки наливных и сыпучих грузов по схеме «door to door» (от двери до двери) как наиболее прогрессивный принцип транспортной логистики с максимальной экономической эффективностью позволяет реализовать применение именно флекситанков. Данный резервуар может выдержать температуру до –60 градусов, которая позволяет перевозить грузы в холодную зиму при низкой температуре.

Простота установки, налива и слива, загрузки и выгрузки позволяет производить грузовые операции с флекситанками персоналом, не имеющим специальной подготовки непосредственно в пунктах отправки и получения. Пустые новые и использованные старые

флекситанки просто и дешево транспортируются. Продукт флекситанк является запечатанным продуктом и поэтому нет риска загрязнения, имеет относительно низкие затраты на установку, и это одноразовая тара, которая не имеет затрат возврата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование логистических схем при перевозке нефтеналивных грузов / Куанышбаев Ж.М. // Труды Международной научно-практической конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» (Сагиновские чтения №4). 28-29 июня 2012 г. КарГТУ, 2012. Ч. 3. С. 293-294.
2. Артемов Е. Флекситанки наступают // Деловой журнал «РЖД-Партнер», 2011. № 8 (204).
3. <http://www.ccline.ru/docs/flexitank.pdf>
4. Головина Т. Флекситанки и драйлайнеры для развития контейнеризации // Журнал «Логистика», 2010. № 1 (50).
5. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Л.А. Шадур, И.И. Челноков, Л.Н. Никольский, Е.Н. Никольский, В.Н. Котуратов, П.Г. Проскурнев, Г.А. Казанский, А.Л. Спиваковский, В.Ф. Девятков; Под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.
6. Прейскурант ставки за пользование локомотивной тягой, грузовыми вагонами и контейнерами и тарифы за услуги грузовой и коммерческой работы при перевозке грузов железнодорожным транспортом (правила применения тарифов) Часть I. Астана: АО «НК «КТЖ», 2013.
7. «Резервуар для жидкостей» Инновационный патент №26375 от 01.02.2012 г. Академик КазНАЕН, проф., д.т.н. Куанышбаев Ж.М. (КарГТУ, Караганда), маг. Айдикенова Н.К. (КарГТУ, Караганда), ст. Касымжанова А.Д. (КарГТУ, Караганда).
8. Резервуар для жидкости / Куанышбаев Ж.М., Айдикенова Н.К., Касымжанова А.Д. Инновационный патент №28206 от 09.04.2013.

УДК 622.8

Оптимизация структуры автоматизированных систем контроля в угольных шахтах

Л.А. АВДЕЕВ, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

Ключевые слова: автоматизация, структура, система, уголь, шахта, элемент, узел, иерархия, объект, связность, отказ.

Основной отличительной чертой автоматизированных систем (АС) контроля, охватывающих большие группы территориально распределенных подземных объектов в угольных шахтах являются их иерархическое построение и наличие явно выраженного основного управляющего элемента и направленной системы управления исполнительными элементами. Примерами таких систем могут служить автоматизированные системы контроля рудничной атмосферы (АСК РА), которыми в настоящее время оснащены все шахты АО «АрселорМиттал Темиртау».

Качество функционирования систем такого рода определяется числом нормально функционирующих элементов и наличием исправных каналов связи. Для исследования и расчета числовых характеристик систем с иерархическим построением их изображают в виде совокупности элементов: узлов и линий, их соединяющих. Узлы соответствуют объектам системы, линии со стрелками – ориентированным (симплексным) каналам связи, линии без стрелок – неориентированным (дуплексным) каналам. В этом случае получается древовидная структура, отражающая связность множества объектов, причем этой связностью и определяется вероятность безотказной работы системы.

На рисунке 1 приведена n -ярусная система, называемая системой n -го порядка. Система считается изотропной, когда показатели надежности всех элементов одного яруса управляют одним и тем же числом элементов. В таких n -ярусных системах имеет место и рекуррентность, так как каждый элемент системы (исключая элемент нулевого и n -го ярусов) подчинен одному элементу предыдущего яруса и является управляющим по отношению к определенной группе элементов последующего яруса.

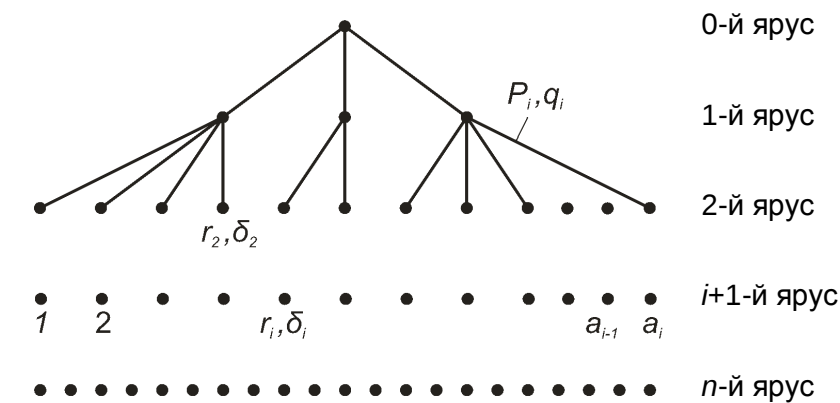
Из структуры графа и условий изотропности следует:

$$r_{ik} = r_i \cdot P_i, \quad N_i = \prod_{j=0}^i a_j, \quad (1)$$

где r_{ik} – вероятность безотказной работы объекта и канала связи.

Если через $P_m(z)$ обозначить вероятность того, что на m -м ярусе нормально функционируют z элементов, тогда моментная производящая функция может быть записана в виде:

$$J_m(x) = \sum_{z=0}^{N_m} P_m(z) e^{xz}. \quad (2)$$



a_i – число элементов $i+1$ -го яруса, подчиненных одному элементу i -го яруса;
 $S_i = 1 - r_i$ – вероятность отказа объекта системы;
 $P_i = 1 - q_i$ – вероятность безотказной работы i -го канала связи;
 N_i – полное число элементов i -го яруса.

Рисунок 1 – Древоидная n -ярусная изотропная и рекуррентная система, имитирующая иерархическую разветвленную АС

Для полученной функции запишем следующее рекуррентное соотношение:

$$J_n(x) = J_{n-1}(x^*), \quad (3)$$

где $x^* = r_{nk}e^* + S_{nk}$, $S_{nk} = 1 - r_{nk}$.

Выражение (3) позволяет вычислять моменты распределения числа нормально функционирующих элементов n -го яруса по числу элементов $n-1$ -го яруса. Например, согласно [1] получено следующее выражение для первого начального момента указанного распределения (n -й ярус):

$$M_n^{(1)} = M_{n-1}^{(1)} \cdot a_n \cdot r_{nk} = r_0 \prod_{i=1}^n a_i \cdot r_{ik}. \quad (4)$$

Полученное выражение достаточно для определения эффективности ветвящихся систем. Будем считать, что элемент системы нормально функционирует, если он сам работоспособен и работоспособны все элементы, необходимые для управления им. Поставим эффективность функционирования системы в зависимость от количества нормально функционирующих выходных элементов, для чего запишем функции:

$$\Phi_1(z) = c_1 \cdot z; \text{ – линейная зависимость; } \quad (5a)$$

$$\Phi_2(z) = c_2 \cdot z^2; \text{ – квадратическая зависимость. } \quad (5b)$$

Согласно выражениям (5 а,в) эффективность системы зависит только от z – числа нормально функционирующих элементов. Для ее определения через $\Phi(z)$ и $M(k)$ выведена следующая формула [2]:

$$E = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{M^{(k)}}{k!} \left. \frac{d^k \Phi(z)}{dz^k} \right|_{z=0}, \quad (6)$$

где $M^{(k)}$ – k -й начальный момент распределения числа нормально функционирующих элементов;
 $\left. \frac{d^k \Phi(z)}{dz^k} \right|_{z=0}$ – k -я производная $\Phi(z)$ по z с последующей подстановкой $z=0$ (при условии, что $\Phi(z)$ дифференцируема, как, например, $\Phi_1(z)$ и $\Phi_2(z)$ в (5 а,в)).

Выберем фрагмент ветвящейся системы любого

порядка, состоящей из подсистемы второго порядка для упрощения расчетов. На рисунке 2 приведены различные варианты такой системы, имеющей 16 входных элементов. В нашем случае входными элементами являются датчики параметров безопасности. Эффективность системы с учетом (4) и (5а) будет равна:

$$E = c_i \cdot r_0 \prod_{i=1}^n a_i \cdot r_{ik}. \quad (7)$$

Так как $\prod_{i=1}^n a_i = N_n$, то имеем:

$$E = c_i N_n \prod_{i=1}^n r_i. \quad (8)$$

Таким образом, независимо от формы разветвления все варианты схем, приведенных на рисунке 2, равноэффективны при линейной функции $\Phi(z)$. Можно предположить, что $\Phi(z)$ при одновременной работе датчиков является функцией более высокого порядка, чем линейная зависимость. Основание для этого предположения следующее: максимальная эффективность системы, имеющая место при полностью работоспособных датчиках и каналах связи, снижается быстрее числа неработоспособных датчиков и каналов передачи информации. Так, например, при 30-40 % работоспособных каналов говорить об эффективности системы не имеет смысла, т.к. полученная при этом информация бесполезна ввиду ее недостоверности.

Допустим, что функция $\Phi(z)$ имеет вид (5б), т.е. эффективность функционирования пропорциональна квадрату числа нормально функционирующих входных элементов. Для такого случая эффективность функционирования равна:

$$E = c_2 \cdot M_n^{(2)}, \quad (9)$$

$$\begin{aligned} M_n^{(2)} &= M_{n-1}^{(2)} (a_n \cdot r_{in})^2 + M_{n-1} \cdot S_{in} \cdot a_n = \\ &= r_0 \prod_{i=1}^n a_i \cdot r_i \left(\prod_{i=1}^n a_i \cdot r_i + \prod_{i=1}^n S_i \prod_{k=i+1}^n a_k \cdot r_{ik} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

При высоких значениях вероятностей работоспо-

собного состояния элементов (т.е. $q_i \ll \frac{1}{N \cdot n}$) формулу начального момента второго порядка приближенно можно записать в виде:

$$M^{(2)} \approx 4N^2n \left[1 - \sum_{i=1}^n q_i \left(1 - \frac{1}{N_i} \right) \right]. \quad (11)$$

При одинаковых значениях q на нулевом, первом и втором ярусах получим для пяти вариантов схем (рисунок 2):

$$E_a = 4c_2N^2n(1-0,94q); \quad E_{\bar{a}} = 4c_2N^2n(1-1,44q);$$

$$E_{\bar{a}} = 4c_2N^2n(1-0,69q); \quad E_{\bar{a}} = 4c_2N^2n(1-1,81q);$$

$$E_{\bar{a}} = 4c_2N^2n(1-1,88q).$$

Таким образом, эффективнее всех являются схемы, у которых обеспечивается по возможности максимальное число каналов на одно управляющее устройство, что обеспечивается при отношении $\frac{a_{i+1}}{a_i} = \max$. Такой является схема (а).

Если в изложенных выше расчетах учесть ограничения (например, по наличию кабельной продукции, дальности передачи информации) топология ветвящейся схемы несколько видоизменится и будет представлять, например, один из вариантов («б» или «в») сети, представленной на рисунке 2.

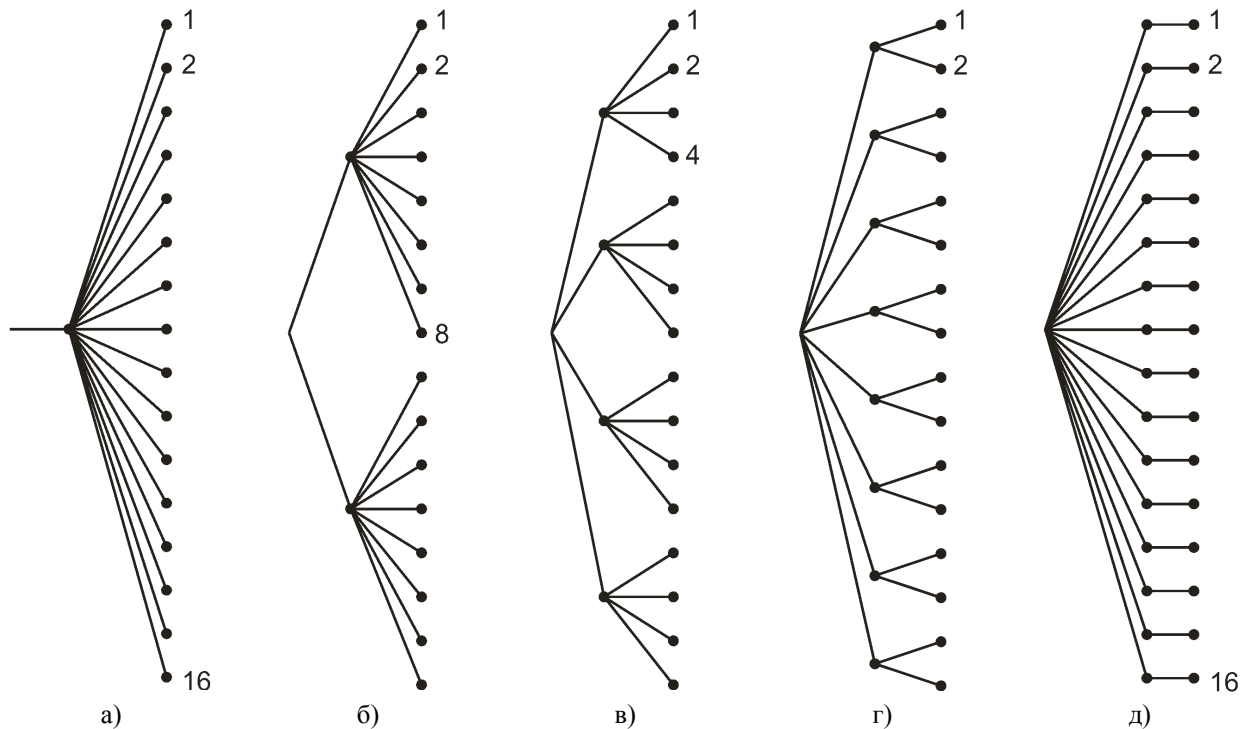


Рисунок 2 – Варианты построения иерархической системы с 16 датчиками

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинин Г.В., Степанов С.В., Шахматова В.Л., Ярыгин Г.А., Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах: уч. пособие – М.: Энергия, 1977.
2. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных систем. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977.

Интеллектуальный интерфейс в информационных системах

М.Б. ИСКАКОВ, к.т.н., ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПС

Ключевые слова: информационная система, интерфейс, пользователь, интеллектуальный элемент, программа, советчик, мастер, агент, самообучение, адаптивность.

Введение. Исторически проблема взаимодействия человека с компьютером существует с момента появления первых человеко-машинных систем и вычислительной техники. Развитие информационных технологий сопровождается широким применением информационных систем во всех сферах управления. Техническое оснащение рабочих мест специалистов в современных условиях требует от представителей разных профессий освоения компьютерных технологий, выступающих в качестве основных орудий труда. Взаимодействие с компьютером становится неотъемлемой частью работы операторов систем контроля и управления технологическими процессами, элементом технологической культуры менеджеров и в конечном счете всего человечества. В этих условиях следует отметить большое значение правильно спроектированного интерфейса в эффективном взаимодействии оператора (пользователя) с компьютером. Повышение эффективности и безопасности функционирования системы «человек-машина» требует всестороннего учёта факторов взаимодействия оператора с машиной и свойств возникающей при этом среды, в которой проявляются эффекты интеллектуального поведения человека и интеллектуальных компонентов, порождаемых технической и программной системами.

В рамках данной работы выполнен анализ достижений в области проектирования интеллектуальных пользовательских интерфейсов. Рассмотрены существующие решения, направленные на повышение эффективности функционирования элементов интерфейса – типовые элементы интеллектуального интерфейса, которые обеспечивают улучшение их приспособляемости к изменениям внешних условий в процессе взаимодействия с пользователем информационной системы. Пользовательский интерфейс – это лицо программного продукта. Именно пользовательский интерфейс может оказаться решающим фактором в выборе того или иного программного продукта. Рассмотрены только основные положения проблемы эффективности пользовательского интерфейса, более подробный и глубокий анализ вопросов, касающихся пользовательского интерфейса, смотрите в работах [1-6].

Понятие интерфейса. В общем случае, под интерфейсом понимают совокупность средств и методов обеспечения взаимодействия между элементами системы. Через интерфейс задаются параметры, характеристики и процессы взаимодействия элементов системы.

В области информационных технологий под термином «интерфейс», как правило, понимается комплекс программных и технических средств, посредством которого осуществляется взаимодействие человека-оператора с вычислительными средствами информационной системы в процессе её функционирования. На основе приведенного определения с учетом реализуемых в интерфейсе функций можно выделить следующие основные виды интерфейса: интерфейс передачи данных, программный интерфейс, аппаратный интерфейс и интерфейс пользователя [4, 5].

Интерфейс передачи данных обеспечивает взаимодействие элементов информационной системы в процессе обмена информацией. В зависимости от способа передачи данных различают последовательный и параллельный интерфейсы.

Программный интерфейс – система унифицированных связей между компонентами программного обеспечения, предназначенных для обмена данными между ними. Программный интерфейс определяет набор необходимых процедур, их параметры и способы обращения.

Аппаратный интерфейс – устройство для преобразования сигналов, которые передаются от одного компонента комплекса технических средств к другому компоненту. Физические параметры аппаратного интерфейса определяются набором электрических связей и характеристиками сигнала.

Интерфейс пользователя (пользовательский интерфейс) – элементы и компоненты программного обеспечения информационной системы, которые оказывают влияние на поведение пользователя в процессе взаимодействия с программными средствами. Кроме программных компонентов, на свойства интерфейса пользователя влияют следующие группы элементов:

- средства отображения информации и отображаемая информация, их форматы и коды;
- режимы работы и язык взаимодействия пользователя с системой;
- устройства ввода данных и их технологий и другие [2].

Интерфейс пользователя должен обладать рядом свойств, которые наделяют его возможностью самостоятельного адаптироваться к требованиям конкретного пользователя и изменениям условий функционирования программного продукта, то есть обладать *интеллектом*. Содержание наиболее важных свойств интеллектуального интерфейса приводится ниже.

Естественность интерфейса – свойство интер-

фейса, которое не вынуждает пользователя существенно изменять привычные для него способы решения задачи, то есть сообщения и результаты, выдаваемые программой, не должны требовать дополнительных пояснений. Для этого необходимо сохранить систему обозначений и терминологию, которые используются в данной предметной области. Использование знакомых пользователю понятий и образов (метафор) обеспечивает интуитивно понятный интерфейс при выполнении его заданий.

Дружественность интерфейса. Пользователи, как правило, изучают особенности работы с новым приложением методом проб и ошибок. Интерфейс должен учитывать этот факт. Интерфейс должен позволять предотвращать ситуации, которые, вероятно, закончатся ошибками. Он также должен уметь адаптироваться к потенциальным ошибкам пользователя и облегчать ему процесс устранения последствий таких ошибок.

Обеспечение обратной связи с пользователем. Каждое действие пользователя должно получать визуальное и звуковое подтверждение того, что приложение восприняло введенную команду; при этом вид реакции должен учитывать специфику выполненного действия. Когда компьютер обрабатывает поступившую команду, необходимо предоставлять пользователю информацию о ходе протекания процесса, а также возможность прервать этот процесс в случае необходимости.

Гибкость интерфейса – его способность учитывать уровень подготовки и производительность труда пользователя. Гибкость предполагает возможность изменения структуры диалога и входных данных. Концепция гибкого (адаптивного) интерфейса в настоящее время является одной из основных областей исследования. Основная проблема состоит не в том, как организовать изменения в диалоге, а в том, какие признаки нужно использовать для определения необходимости внесения изменений [6].

Виды информационных систем с интеллектуальным интерфейсом. Применение ИИ для усиления коммуникативных способностей информационных систем привело к появлению систем с интеллектуальным интерфейсом, среди которых можно выделить следующие типы.

1. *Интеллектуальные базы данных.* Позволяют в отличие от традиционных БД обеспечивать выборку необходимой информации, не присутствующей в явном виде, а выводимой из совокупности хранимых данных. Вывод неявной информации осуществляется путем интерпретации следующих зависимостей: вычислительных зависимостей атрибутов; структурных отношений объектов; логических зависимостей факторов принятия решений.

2. *Естественно-языковой интерфейс.* Применяется для доступа к интеллектуальным базам данных, контекстного поиска документальной текстовой информации, голосового ввода команд в системах управления, машинного перевода с иностранных языков. Для реализации естественно-языкового интерфейса (ЕЯ-интерфейса) необходимо решить проблемы морфологического, синтаксического и семантического

анализа, а также задачу синтеза высказываний на естественном языке. Естественно-языковый интерфейс используется: для доступа к интеллектуальным базам данных; контекстного поиска документальной текстовой информации; голосового ввода команд в системах управления; машинного перевода.

3. *Гипертекстовые системы.* Используются для реализации поиска по ключевым словам в базах данных с текстовой информацией. Интеллектуальные гипертекстовые системы отличаются возможностью более сложной семантической организации ключевых слов, которая отражает различные смысловые отношения терминов. Таким образом, механизм поиска работает, прежде всего, с базой знаний ключевых слов, а уже затем непосредственно с текстом.

4. *Системы контекстной помощи.* Системы контекстной помощи – это частный случай интеллектуальных гипертекстовых и естественно-языковых систем. В обычных гипертекстовых системах компьютерные приложения навязывают пользователю схему поиска требуемой информации. В отличие от обычных систем помощи, навязывающих пользователю схему поиска требуемой информации, в системах контекстной помощи пользователь описывает проблему (ситуацию), а система с помощью дополнительного диалога ее конкретизирует и сама выполняет поиск относящихся к ситуации рекомендаций. Такие системы относятся к классу систем распространения знаний и создаются как приложение к системам документации.

5. *Системы когнитивной графики.* Ориентированы на общение с пользователем посредством графических образов, которые генерируются в соответствии с изменениями параметров моделируемых или наблюдаемых процессов. Когнитивная графика позволяет в наглядном и выразительном виде представить множество параметров, характеризующих изучаемое явление. Применение когнитивной графики особенно актуально в системах мониторинга и оперативного управления, в обучающих и тренажерных системах, в оперативных системах принятия решений, работающих в режиме реального времени.

Виды пользовательского интерфейса. Можно выделить четыре основных стиля пользовательского интерфейса.

Графический пользовательский интерфейс (Graphical User Interface, GUI). В основе этого интерфейса лежат четыре фундаментальных элемента: окна, пиктограммы, меню, указатели (мышь). Используются и другие элементы: списки, переключатели, флажки, кнопки, поля ввода, объекты для отображения табличных значений и др. Особенностью этого интерфейса являются развитые возможности оформления экрана, управление с использованием мыши.

Web-интерфейс (Web User Interface, WUI). Интерфейс напоминает GUI-интерфейс, но изначально был беднее его. В нем, в частности, отсутствовала возможность «перетаскивания» элементов. В последнее время, с развитием языка JavaScript и особенно компонентов Ajax, интерфейс Web-страниц все более и более становится похожим на GUI-интерфейс.

Интерфейс HUI (Human User Interface) – это пользовательский интерфейс карманных устройств. Обычно подобные устройства обладают очень маленьким экраном. HUI-интерфейс обеспечивает некоторые возможности GUI-интерфейса, а именно пиктограммы, меню и аналогичное поведение указателя. В окне устройства, лишенном всяких прикрас, одновременно отображается только один объект.

Объектный стиль интерфейса. Возможности объектного программирования позволяют перенести объектную природу предметной области и в интерфейс пользователя. Объектный подход характеризуется такими возможностями, как перетаскивание, контекстное меню, изменение содержимого интерфейса в зависимости от контекста, всплывающие подсказки и т.п.

Функции интеллектуального интерфейса. Преобразование компьютера в устройство массового использования, в обычный «бытовой прибор» требует наличия специальных средств, облегчающих работу пользователя. Поэтому усилия, которые неподготовленные пользователи должны делать при работе с компьютером, должны быть не намного сложнее тех усилий, которые они затрачивают, применяя многофункциональные бытовые электронные установки или агрегаты. Подобная концепция выдвигает перед создателями новых поколений компьютеров и ее программного обеспечения специфическую проблему – создание интеллектуального интерфейса, который способен обеспечить контакт пользователя с компьютером в условиях его общей профессиональной неподготовленности [2, 3]. Рассмотрим суть и содержание основных функций интеллектуального интерфейса (см. рисунок).

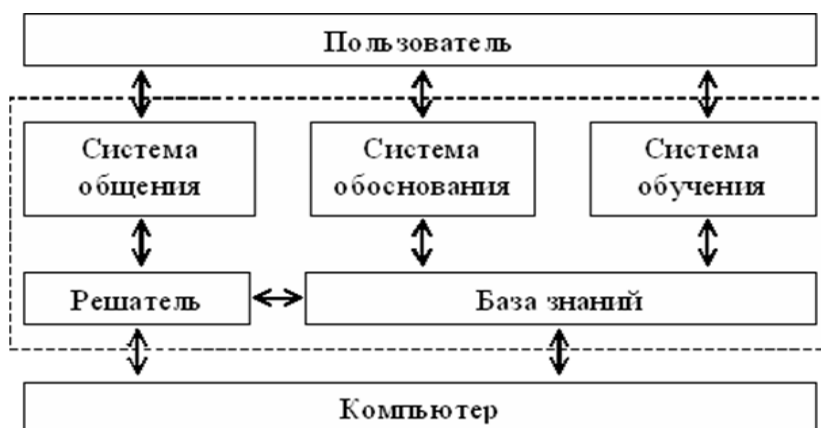
Функция общения. Предполагается, что пользователь будет общаться с компьютером на ограниченном естественном языке. Естественный язык используется для определенной цели – формулировки задач, которые должен решать компьютер. Спектр решаемых задач при массовом внедрении компьютера в различные виды человеческой деятельности может быть достаточно широким. Поэтому естественный язык, который используется на входе интеллектуального интерфейса, не должен быть слишком бедным. При реализации функции общения важную роль играют средства графического отображения информации и

возможность замены текстов совокупностью действий. Поэтому система общения, входящая в интеллектуальный интерфейс, – это не только система общения на основе текстовых сообщений, но и всевозможные системы ввода-вывода речевых сообщений, средства графического взаимодействия и средства типа курсора.

Функция автоматического синтеза программы. Сообщение пользователя должно преобразовываться в программу, которую компьютер может выполнить. Для этого в составе интеллектуального интерфейса должны быть средства для реализации в компьютере процедур, которые умеют переводить исходное сообщение пользователя на некоторый точный язык спецификаций и на основе ее создать рабочую программу (решатель). Подобное преобразование требует специальных знаний (базу знаний), которые должны иметься в памяти компьютера.

Функция обоснования. Пользователь, не разбирающийся или плохо разбирающийся в том, как компьютер преобразует его задачу в рабочую программу и какие методы она использует для получения решения, вправе потребовать от компьютера обоснования полученного решения. Он может спросить у компьютера, как он преобразовал его задачу в программу, какой метод использован для нахождения решения, как это решение было получено и как оно было интерпретировано на выходе. Поэтому в состав функции обоснования входят функция объяснения и функция доверия. В настоящее время функция объяснения имеется во всех современных экспертных системах. Цель функции доверия – это повышение степени доверия пользователя к полученным с помощью компьютера результатам.

Функция обучения. Когда пользователь впервые подходит к ЭВМ, то он вправе ожидать, что сведения о работе с ней он сможет получить достаточно легко. Для бытовых приборов, с которыми он до этого сталкивался, достаточно прочесть несложную и небольшую инструкцию, чтобы сразу понять, как надо обращаться с этим прибором. ЭВМ, конечно, сложнее всех тех приборов, с которыми человек сталкивался в быту. Инструкция, которая позволила бы пользователю овладеть всеми возможностями компьютера, понять основные принципы работы с ней, оказалась бы слишком объемной и неудобной для него. Поэтому



Основные функции интеллектуального интерфейса

компьютеры новых поколений снабжаются специальными обучающими средствами, с помощью которых пользователь постепенно постигает способы работы с компьютером и тонкости успешного общения с ней.

Таким образом, информационные системы с интеллектуальным интерфейсом должны иметь в своем составе элементы, обеспечивающие реализацию функций, рассмотренных выше.

Интеллектуальные элементы пользовательских интерфейсов. В последние годы появилось много новых перспективных элементов пользовательских интерфейсов, привносящих в интерфейс элементы искусственного интеллекта. Выделим среди них следующие типовые элементы интеллектуального интерфейса: мастер, советчик, агент.

Следует отметить, что сделано множество попыток создания социализированного пользовательского интерфейса, в основе которого лежит идея создания персонифицированного, т.е. «имеющего личность» интерфейса. Однако в этой области существуют психологические проблемы и пока попытки создания такой «личности» успеха не имели.

Советчики. Советчики представляют собой форму подсказки. Обычно их можно вызвать с помощью меню справки, командной строки окна или из всплывающего меню. Советчики помогают пользователям в выполнении конкретных задач, но только если пользователь представляет, что ему нужно сделать.

Мастера. Программу-мастер используют для выполнения общераспространенных, но редко выполняемых отдельным пользователем задач, таких как установка программ или оборудования. Выполнение подобных действий требует от пользователя принятия сложных взаимосвязанных решений, последовательность которых и диктует программа-мастер. Интеллектуальные Мастера способны на каждом шаге демонстрировать в окне просмотра результаты ответов пользователя на предыдущие вопросы, помогая ему сориентироваться в ситуации. Мастер реализует последовательный или древовидный сценарий диалога, поэтому его целесообразно использовать для решения хорошо структурированных, последовательных задач. При этом необходимо соблюдать следующие правила их реализации:

- предоставить пользователю возможность возврата на предыдущий шаг;
- предусмотреть возможность отмены работы Мастера;
- нумеровать шаги и сообщать пользователю количество шагов Мастера, особенно, если таких шагов больше трех;

- пояснять пользователю каждый шаг;
- по возможности демонстрировать результат уже выполненных операций на каждом шаге.

Программные агенты. Наибольший интерес на настоящий момент представляют программные агенты, используемые для выполнения рутинной работы. Такой программный агент является элементом программного обеспечения, которому пользователь может передать часть своих обязанностей. Основными функциями программных агентов являются: наблюдение, поиск и управление. Различают следующие виды программных агентов:

- программы-агенты, настраиваемые на выполнение указанных задач;
- программы-агенты, способные обучаться, например, фиксируя действия пользователя (по типу магнитофона). Примером агентов этого типа может служить механизм макросов, который реализован Microsoft Office.

Как следует из всего сказанного, интеллектуальные интерфейсы позволяют решать главную проблему – обеспечивать практически мгновенный выход неподготовленного пользователя на режим решения интересующих его задач.

Интеллектуальные интерфейсы могут обладать различной мощностью. Состав функциональных средств интеллектуального интерфейса будет меняться в достаточно широких пределах. По прогнозам специалистов, интеллектуальные интерфейсы будут набираться из стандартных блоков, образующих целые семейства (классы) унифицированных компонент, которые будут поддерживаться широким кругом языков программирования высокого уровня.

Методы разработки информационных систем с интеллектуальным интерфейсом для генерации алгоритмов решения задач различных классов, зависящих от конкретных информационных потребностей пользователей, возможно, будут использовать основные концепции базы знаний.

В заключение следует отметить следующие характерные признаки информационных систем с интеллектуальным интерфейсом:

- развитые коммуникативные способности;
- решение плохо формализуемых и сложных задач;
- способность к самообучению;
- адаптивность, умение приспосабливаться к изменениям условия функционирования системы.

Таким образом, на современном этапе развития информационных технологий исследования в области разработки элементов и методов интеллектуального интерфейса являются актуальной проблемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник / А.Н. Адаменко, А.Т. Ашероф, И.Л. Бердников и др.; Под общ. ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
2. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем. Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 432 с.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
4. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 108 с.
5. Николаев А.Б. Интеллектуальные системы: учебное пособие / А.Б. Николаев, А.В. Остроух. – М.: МАДИ, 2012. – 271 с.
6. Мандел Т. Разработка пользовательского интерфейса / Пер.с англ. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 416 с.

УДК 61;615.1

Инновационные решения в фармацевтической биотехнологии в мире и Казахстане

С.Н. ДЕРБУШ, к.б.н., доцент,

Л.П. ИВЛЕВА, к.б.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПЭиХ

Ключевые слова: биотехнология, фармакология, антибиотик, ферментный препарат, биотехнологическая продукция, вакцина.

В учебной и научной литературе биотехнология трактуется как направление научно-технического прогресса, использующее биологические процессы и агенты для целенаправленного воздействия на природу, а также в интересах промышленного получения полезных для человека продуктов, в частности лекарственных средств [1]. Значит биотехнология – и наука, и сфера производства.

Родиной биотехнологий по праву можно назвать США. Эта страна внесла решающий вклад в развитие этой отрасли науки и производства. В США, являющихся лидером в области современной биотехнологии, для проведения фундаментальных и прикладных исследований было образовано много специализированных биотехнологических фирм (Genentech, Biogen, Amgen, Genetics Institute, Cetus, Immunex и ряд других), которые, привлекая частный и государственный капитал и лучшие научные кадры, разработали и запатентовали большинство разработанных в мире биотехнологических продуктов.

В XXI в биотехнология стала одним из главных научно-практических направлений, определяющих уровень мировой цивилизации. Она стремительно выдвинулась на передовые позиции научно-технического прогресса. Эта отрасль науки и производства является одним из ключевых направлений качественного технологического развития в целом ряде отраслей экономики. Потенциал возможностей и спектр применения биотехнологии превратил отрасль наряду с нанотехнологиями в ведущий фактор развития экономик отдельных государств и мирового сообщества в целом.

На стыке традиционной фармакологии и биотехнологии возникла новая отрасль – фармацевтическая биотехнология. Ее цель – создание персонализированных лекарственных препаратов, что подразумевает «наиболее эффективное лекарство для данного пациента в данное время».

В настоящее время в мире выделяются немалые средства на развитие этой отрасли биотехнологии. Ежегодный объем продаж биофармацевтических про-

дуктов превышает 156 млрд \$. На заключительной стадии клинических испытаний находится более 370 препаратов и рекомбинантных вакцин против 200 различных заболеваний, в том числе злокачественных новообразований, патологии сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, рассеянного склероза, СПИДа, ревматоидного артрита и др. С использованием биотехнологий производятся сотни медицинских тестов для диагностики болезней, разрабатываются принципиально новые методы лечения (генная терапия, терапия моноклиальными антителами и антисмысловыми РНК) и препараты на основе природных соединений.

Активно развивается биофармацевтический сектор США. Так, доход молекулярно-биотехнологической индустрии составлял 6 млн \$ в 1986 г. и на сегодняшний день вырос до 160 млрд \$ в год. Только медицинских и ветеринарных препаратов ежегодно производится на 25 млрд \$. В частности, за последние два года Администрацией США по продовольствию и лекарственным средствам (US Food and drug Administration – ГО А) было зарегистрировано порядка 155 лекарств и вакцин, при производстве которых использовались биотехнологии, эти средства применялись при лечении порядка 325 миллионов человек по всему миру [2].

Если в США прогресс в данной области во многом определяется рыночными тенденциями, то в Европе большое значение имеют правительственные программы поддержки биотехнологических компаний. Основные центры развития биотехнологии в Европе – Великобритания и Германия. Великобритания является лидером по объему привлекаемого в отрасль финансирования – примерно треть объема, инвестируемого всей Европой. Германия опережает другие страны по количеству институтов, исследовательских учреждений и ВУЗов, специализирующихся в биотехнологии.

Япония занимает второе место в мире после США по уровню развития биотехнологии. В Японии государственные ассигнования на осуществление про-

граммы развития биотехнологии в фармацевтическом секторе превышают 2 млрд \$. Из них около 5% приходится на исследования в области генной инженерии. Большое значение для развития биотехнологии Японии имеет тесное сотрудничество между государственным и частным сектором. В реализации отдельных программ участвует ряд министерств. При них созданы исследовательские ассоциации, которые представляют интересы биотехнологических и фармацевтических фирм, занимающихся фундаментальными разработками в данной области.

В ряду ведущих стран мира по уровню развития биотехнологии находится и Китай. В этой стране она на государственном уровне обозначена как стратегический приоритет. Объем инвестиций по доле от ВВП в данную сферу сопоставим с показателями стран – биотехнологических лидеров. В Китае функционирует более 200 научно-исследовательских центров и 500 частных биотехнологических компаний. Работы по их созданию полностью финансируются государством [3]. За последние годы объем государственного финансирования биотехнологии в Китае увеличился более чем в 10 раз.

В последние годы в России проводятся фундаментальные исследования в области биотехнологии, которые постепенно находят свое применение на российских предприятиях. К 2020 г. в России планируется увеличить объем производства биотехнологической продукции в 33 раза [2].

Сегодня биотехнологические науки занимают приоритетное место в области современных высоких технологий. В настоящее время большое внимание уделяется разработке подходов к созданию новых процессов в медицинской биотехнологии. Это различные методы модификации микроорганизмов, растений и животных, в т.ч. культивирование растительных клеток как источника получения новых веществ; конструирование молекул, нанотехнологии, компьютерное моделирование, биокаталитическая трансформация веществ и т.д.

В фармацевтической промышленности достижения биотехнологии применяются для производства антибиотиков, иммунобиологических препаратов, генно-инженерных лечебно-профилактических препаратов, для производства энзимов, биологически активных веществ и других медицинских препаратов. Важным направлением биотехнологий в медицине является использование биотехнологий для реконструкции тканей и органов человека с использованием стволовых клеток.

Одним из перспективных направлений является использование нанотехнологий в медицинских целях, создание новых носителей и средств целевой доставки лекарственных препаратов.

Новые биологические технологии используются в диагностике и лечении сердечно-сосудистых, онкологических, аллергических и эндокринных заболеваний.

Ежегодный прирост мирового рынка биотехнологической продукции составляет 7-10 %. В настоящее время использование биотехнологических разработок позволяет решать многие проблемы диагностики и лечения опасных заболеваний, недостаточного или

несбалансированного питания, повышения качества питьевой воды, обеззараживания опасных для человека и окружающей среды отходов [4].

Одним из актуальных направлений современной фармацевтической биотехнологии является создание и производство собственных вакцин для массовой профилактики заболеваний. Развитие данной отрасли служит элементом национальной безопасности. Однако направление это заведомо убыточно: существует мнение, что изготовление вакцин окупается при численности населения страны не менее 50 млн чел. В Казахстане же доля выпуска вакцин на 1 чел. в общем объеме иммунобиологических препаратов лишь немногим превышает 1 %.

В качестве одного из перспективных направлений, по мнению экспертов, можно было бы рассматривать производство антибиотиков нового поколения. Сегодня отечественные предприятия выпускают довольно ограниченный спектр антибиотиков, востребованных на внутреннем рынке. Между тем в мировой науке в настоящее время изучается возможность перехода от пенициллинов к цефалоспорином с помощью генно-инженерного фермента, что позволит унифицировать биотехнологическую часть производства антибиотиков. Одной из самых серьезных для современной медицины проблем является появление микроорганизмов, устойчивых к действию антибиотиков, в том числе к новым классам препаратов, применяемых для лечения туберкулеза, ВИЧ, других социально значимых заболеваний, и применение биотехнологий, возможно, помогло бы найти ее решение [5].

В некоторых странах (например Японии) биотехнология объявлена «стратегической индустрией», а в других (например Израиле) включена в число научных направлений с указанием «национальный приоритет», в России признана приоритетным направлением развития инновационной экономики. В Казахстане биотехнология является одним из пяти приоритетных направлений индустриально-инновационного развития республики.

В области биомедицины и фармацевтической биотехнологии в Казахстане имеются перспективные научные разработки и внедрения: – отечественная вакцина против птичьего гриппа H5N1 и технология ее производства:

- лекарственное средство для лечения ран и ожогов «Ферим»;
- регламент производства пробиотика «Бифидум-бактерин»;
- способ получения нанокапсулярного трансдермального препарата «Интерферон-альфа» для лечения инфекционного миокардита;
- новые молекулярно-генетические методы диагностики и мониторинга гепатита С, туберкулеза, СПИДа и других социально-значимых заболеваний.

Завершены доклинические испытания микрокапсулированной формы живой коревой вакцины, трехвалентной вакцины против гриппа, рекомбинантного эритропозтина человека в таблетированной форме (проекты выполняются совместно с ГНЦ «Вектор» и ЗАО «Алтайвитамины», Россия). Получены новые штаммы микроорганизмов для нужд микробиологиче-

ской, фармацевтической, пищевой промышленности и охраны окружающей среды. Создана коллекция культур микроорганизмов, предназначенных для производства микробиологических препаратов и биологически активных веществ. Разработаны 26 вакцин для ветеринарии (в том числе вакцина для профилактики птичьего гриппа, оспы, инфекционного бурсита, болезни Ньюкасла, инфекционного ларинготрахеита и ринотрахеита, ящура, чумы и др.) и 28 тест-систем для иммунологической и молекулярно-генетической диагностики опасных болезней животных и птиц. Налажены их производство и реализация [4].

Однако основная проблема для Казахстана – отсутствие оригинальных отечественных биотехнологических лекарственных препаратов при наличии перспективных экспериментальных разработок. По многим биопродуктам страна находится в зависимости от импорта. При этом наблюдается существенная диспропорция развития отрасли биотехнологии. В более массовом порядке промышленное производство биотехнологической продукции представлено в Казахстане в виде производства отдельных видов лекарственных препаратов, спирта и молочных биопродуктов. Вклад Казахстана в мировую биотехнологию ныне составляет сотые доли процента. В стране практически отсутствуют биотехнологические производства фармацевтических субстанций.

По рекомендации Всемирной организации здравоохранения, стратегическая безопасность страны обеспечивается при 20 % доле отечественной фармацевтической продукции на рынке. В Испании, с населением 39 млн человек, она составляет 62 %, во Франции (57 млн) – 53 %, Израиле (6 млн) – 42 %, России (142 млн) – 35 %, Беларуси (10 млн) – 25 %, Грузии (4 млн) – 20 %, Латвии (3 млн) – 15 %. По сравнению с другими странами, отечественная промышленность Казахстана занимает на фармацевтическом рынке страны небольшую долю (8-10 %), в два раза ниже уровня рекомендованного ВОЗ.

В Казахстане имеется значительный научно-технический потенциал в области разработки и производства лекарственных препаратов.

Одним из перспективных регионов для развития фармацевтической отрасли Казахстана, имеющих производственный и научный потенциал, считают г. Караганду. Карагандинские «Научно-производственный центр «Фитохимия», Институт растениеводства и

селекции и Государственная медицинская академия используются для создания новых лекарственных препаратов. Вместе с «Карагандинским фармацевтическим заводом» они позволяют применить комплексный подход к развитию отрасли.

Разработаны и оптимизированы технологии производства таких оригинальных препаратов, как противоопухолевое средство «Арглабин», гепатопротектор «Салсоколлин», противовоспалительные средства «Тополин», «Суттиген», «Алхидин», препараты «Кызылмай» в соответствии с требованиями GMP.

В Казахстане разрабатываются новые препараты в области биотехнологий и 60 % отечественного фармпроизводства уже находится под иностранным контролем, что свидетельствует об интересе иностранных компаний к фармацевтической промышленности Казахстана, несмотря на небольшую емкость фармацевтического рынка. В последнее время компания «Лабор Линкс Америка» проявляет интерес к организации международного химико-фармацевтического холдинга на базе научно-производственного центра «Фитохимия» для привлечения инвестиций американских компаний и компаний других стран в развитие казахстанской фармотрасли по международным стандартам GMP.

Как уже отмечалось выше, в Казахстане имеются перспективные научные разработки в области биотехнологии. Единый системный подход к развитию биотехнологии в стране позволит объединить усилия научных, образовательных учреждений, производственных предприятий, бизнес-структур и ускорить развитие этой отрасли [6].

Для дальнейшего современного развития фармацевтической отрасли требуется особое внимание уделять достижениям биотехнологии. Лишь фармацевтическая биотехнология способна повысить качество жизни людей, применяя свои открытия для блага человечества.

В послании Главы государства Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее» особое внимание уделяется развитию инновационной индустриализации для решения «единой цели – войти в число 30 развитых стран» [7].

Таким образом, у казахстанской фармацевтической биотехнологии имеется достаточный потенциал, чтобы в будущем стать значимым сектором экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биотехнология: Учебное пособие для ВУЗов / Под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высшая школа, 1987. – 159 с.
2. Рыбинцев А.Г. Мировой рынок биотехнологий: тенденции и проблемы становления, развития и регулирования на современном этапе. Перспективы участия России: / Автореф. ... канд. экон. наук. – Москва, 2014. – 180 с.
3. Верхотуров Д. Развитие биотехнологии в России на 2006-2015 гг.: комментарий «Росбалта» [Электронный ресурс]: Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология» <http://cbio.ru/page/44/id/1170/>.
4. Раманкулов Е.М. Биотехнология Тенденции в мире и Казахстане: [Электронный ресурс]: Казахстанский фармацевтический вестник http://pharmnews.kz/news/biotekhnologija_tendencii_v_mire_i_kazakhstan/2008-07-15-2705.
5. Шатерникова А. Для дальнейшего развития фармацевтической отрасли, а также повышения эффективности сельского хозяйства требуется акцентированное внимание на индустрии биотехнологий / <http://www.zakon.kz/58790-dlja-dalnejshego-razvitiya.html>.
6. Айтбаев Е.Е. Состояние и прогноз развития фармацевтической отрасли Казахстана / <http://www.group-global.org/publication/view/6980>.
7. Послание Главы государства Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее» // Казахстанская правда 2014, 18 января №11.

РЕЗЮМЕ

УДК 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., АБЫЛГАЗИ-НА А.Е., ШИЛЬНИКОВА И.О. **К вопросу о компетентностной модели специалиста.**

Рассмотрено понятие «модель». Описаны этапы становления и развития модели специалиста. Анализируется состояние высшей школы и сферы труда в подготовке кадров в контексте компетентностного подхода. Рассматриваются проблемные моменты, сдерживающие реализацию компетентностно-ориентированных образовательных программ. Приведена структурная схема проектирования компетентностной модели. Дифференцирована роль профессиональных и образовательных стандартов в формировании модели специалиста. Обозначен механизм подготовки выпускника в формате компетентностной модели.

УДК 378.014. ШАРАЯ О.А., ДАХНО Л.А., ШАБАНОВ Е.Ж. **Компетентностный подход при обучении в высшей школе.**

Современное индустриально-инновационное развитие страны требует от выпускников вузов формирования ряда таких качеств, как уверенность в себе, способность к аналитическому мышлению, умение работать в конкурентной среде. Чтобы соответствовать таким требованиям, важно обладать компетенциями, которые необходимо формировать и развивать. Компетенции являются базовыми качествами, которые необходимы обучающемуся, чтобы стать современным специалистом. Авторами разработаны компетенции образовательной программы «Металлургия черных металлов и сплавов» для обучающихся в докторантуре по специальности 6D070900 «Металлургия». Составлен модульный справочник дисциплин, показаны пути реализации компетентностного подхода через создание инновационной образовательной инфраструктуры. Рассмотрены недостатки копирования европейской системы обучения без учета национальных особенностей. Намечены пути решения посредством технологического обновления производства при инновационном развитии экономики РК.

УДК 621.83.053. ШЕРОВ К.Т., МАЗДУБАЙ А.В., ШЕРОВ А.К., ТӨЛИЕВА Н.Б., ТӘТТІМБЕК Г. **Существующие способы разработки крупномодульных зубчатых колес (1-обзор).**

Приводятся результаты обзора существующих способов механической обработки зубьев крупномодульных зубчатых колес. Существуют различные виды зубчатых колес и способов их производства. Особо в этом ряду стоит вопрос изготовления зубчатых колес крупного модуля. В настоящее время в машиностроении нашли применение крупногабаритные зубчатые колёса модулем 30 мм и более. Для выполнения научно-исследовательской работы по исследованию термофрикционной обработки зубьев крупномодульных зубчатых колес необходимо решение следующих задач: изучение существующих технологий изготовления зубчатых колес в условиях машиностроительных производств

ӨОЖ 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., ӘБІЛГАЗИ-НА А.Е., ШИЛЬНИКОВА И.О. **Маманның құзіреттілік моделі жайлы мәселе.**

«Модель» түсінігі қарастырылады. Маман моделінің қалыптасу және дамуының кезеңдері сипатталады. Құзіреттілік тәсіл контекстінде жоғары мектеп жағдайы және кадрларды даярлаудағы еңбек саласы талданады. Құзіреттілікке бағдарланған білім беру бағдарламаларын жүзеге асыруды тежейтін мәселелер қарастырылады. Құзіреттілік моделін жобалаудың құрылымдық сұлбасы беріледі. Кәсіптік және білім беру стандарттарының маман моделін қалыптастырудағы ролі сараланады. Түлекті құзіреттілік модель үлгісінде даярлау механизмі көрсетілген.

ӨОЖ 378.014. ШАРАЯ О.А., ДАХНО Л.А., ШАБАНОВ Е.Ж. **Жоғары мектепте оқыту кезіндегі құзіреттілікті тәсіл.** Елдің қазіргі заманғы индустриалдық-инновациялық дамуы ЖОО түлектерінен өз-өзіне деген сенімділік, аналитикалық ойлауға деген қабілеттілік, бәсекелі ортада жұмыс істеу ептілігі сияқты бірқатар қасиеттерді талап етеді. Мұндай талаптарға сай болу үшін қалыптастырып және дамытып отыратын құзіреттіліктерге ие болу қажет. Құзіреттіліктер білім алушыға қазіргі заманға сай маман болуға қажет негізгі қасиеттер болып табылады. Авторлар 6D070900 «Металлургия» мамандығы бойынша докторантурада білім алушыларға арналған «Металлургия черных металлов и сплавов» білім беру бағдарламасының құзіреттерін дайындады. Пәннің модульдік анықтамалығы құрылды, инновациялық білім беру инфрақұрылымын құру арқылы құзіреттілікті тәсілді іске асыру жолдары көрсетілді. Ұлттық құндылықтарды ескермей оқытудың еуропалық жүйесін көшіріп алудың кемшіліктері қарастырылды. ҚР экономикасын инновациялық дамытудағы өндірісті технологиялық жаңарту арқылы шешу жолдары аталды.

ӨОЖ 621.83.053. ШЕРОВ К.Т., МАЗДУБАЙ А.В., ШЕРОВ А.К., ТӨЛИЕВА Н.Б., ТӘТТІМБЕК Г. **Ірі модульді тісті доңғалақтарды дайындаудың қолданыстағы тәсілдері (шолу-1).**

Машинажасау саласында басым бағыттарды дамытуда қабылданған бағдарламаға байланысты машинажасау өнімі өндірісінің жаңа технологияларын терең зерделеу және жасау маңыздылығы қарастырылған. Тісті доңғалақтардың және оларды өндіру тәсілдерінің алуан түрлері бар. Осы қатарда ерекше тұрған мәселе – ірі модульді тісті доңғалақтар дайындау. Қазіргі кезде машинажасауда модулі 30 мм және одан астам ірі габаритті тісті доңғалақтар қолданыс тапты. Ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін термофрикциялық өңдеуді зерттеу бойынша ғылыми-зерттеу жұмысын орындау үшін алдыңғы уақытта келесі жұмыстарды орындау керек деп есептейміз: ҚР және ТМД машина жасау өндірістері

UDC 378.014.24(1-87). PAK YU.N., ABYLGAZINA A.YE., SHILNIKOVA I.O. **The Issue of Specialist's Competence-Based Model.**

There is considered the concept of a «model». There are described the stages of establishment and development of a specialist's model. There are analyzed the state of higher school and labor sphere in the personnel training in the context of the competence-based approach. There are considered the problem moments restricting implementation of competence-oriented educational programs. There is presented a structural diagram of designing a competence-based model. There is differentiated the role of professional and educational standards in forming a specialist's model. There is shown the mechanism of graduate training in the format of the competence-based model.

UDC 378.014. SHARAYA O.A., DAKHNO L.A., SHABANOV YE.ZH. **Competence Approach when Studying at Higher School.**

Modern industrial and innovative development of the country requires from university graduates the formation of a number of such qualities, as self-confidence, ability to analytical thinking, ability to work in the competitive environment. To conform to such requirements, it is important to possess competences which need to be formed and developed. Competences are basic qualities which are necessarily trained to become a modern expert. The authors developed competences of the educational program «Metallurgy of ferrous metals and alloys» for those trained in doctoral studies in specialty 6D070900 «Metallurgy». There is made a modular reference book of disciplines, there are shown ways of realization of competence-based approach through developing an innovative educational infrastructure. There are considered shortcomings of copying the European system of training without accounting national features. There are planned solutions by means of technological updating of production in the innovative development of the RK economy.

UDC 621.83.053. SHEROV K.T., MAZDUBAY A.V., SHEROV A.K., TULIYEVA N.B., TATTIMBEK G. **Existing Methods of Designing Large-Module Cog-wheels.**

There are given the results of the review of the existing ways of machining the teeth of the large-module cogwheels. There are different types of cogwheels and ways of their production. In this row there is a special problem of producing cogwheels of the large module. Now in mechanical engineering large-module cogwheels of 30 mm and more found application. Studying thermo-frictional processing of teeth of the large-module cogwheels requires the solution of the following tasks: studying the existing manufacturing techniques of cogwheels in the conditions of machine-building productions of the RK and the CIS countries; the analysis of labor input, prime cost, accuracy and quality of machining cogwheels; the development and calculation of a design of a special frictional tool

РК и СНГ; анализ трудоемкости, себестоимости, точности и качества механической обработки зубчатых колес; разработка и расчет конструкции специального фрикционного инструмента для обработки впадин зубьев зубчатых колес; организация и проведение экспериментальных исследований термофрикционной обработки зубьев крупномодульных зубчатых колес; экспериментальные исследования влияния режимов обработки на качественные показатели термофрикционного резания зубьев.

УДК 622.012.7:777.214. ЖЕТЕСОВА Г.С., НИКОНОВА Т.Ю., СМАКОВА Ж.Т., ОСИПОВА О.В. **Покрyтия на основе карбида вольфрама как альтернатива гальваническому хромированию для защиты деталей горно-шахтного оборудования.**

Статья посвящена вопросу применения метода высокоскоростного газопламенного напыления для нанесения покрытий на основе карбида вольфрама на штоки гидростоек механизированных крепей. Данный метод является наилучшей альтернативой гальваническому хромированию ввиду его простоты и надежности. Покрытия на основе карбида вольфрама полностью соответствуют всем требованиям, предъявляемым к коррозионностойким покрытиям. Также покрытия на основе карбида вольфрама обладают высокой прочностью сцепления, стойки к высоким удельным нагрузкам и практически беспористы. Проведен сравнительный анализ гальванического хромирования и высокоскоростного газопламенного напыления карбида вольфрама. Выявлены преимущества и недостатки метода высокоскоростного газопламенного напыления. Даны рекомендации для практического применения данного покрытия в качестве коррозионностойкого для защиты штоков гидростоек механизированных крепей.

УДК 669.141.246. ИСАГУЛОВ А.З., АКБЕРДИН А.А., СУЛТАНГАЗИЕВА А.Б. **Литые шестерни из борсодержащей стали.**

Рассматриваются литые шестерни из борсодержащей стали. Литые шестерни – детали, предназначенные для передачи крутящего момента вдоль своей оси и для поддержания вращающихся деталей машин. Приведены борсодержащие стали следующих систем легирования: C-Mn-B, Fe-Si-B, Fe-Si-Mn-B. Рекомендуются мало- и среднеуглеродистые с содержанием углерода до 0,40% и бора 0,004% подвергаемые цементации стали 20ГР 40Г2Р, 20Р, 30ГР, 35ГР. Подведены итоги о том, что достижение одинаковых результатов в стали необходимо в 100-300 раз меньше, чем молибдена, хрома, ванадия и других легирующих элементов. Поэтому марка стали должна одновременно в максимальной степени способствовать достижению высоких и стабильных механических и эксплуатационных свойств деталей. Другими словами, бор является экономно легирующим элементом и по этой причине привлекает к себе внимание.

УДК 621.92:532.528. САГИТОВ А.А. **Применение программы STAR-CCM+ для анализа и расчета кавитационных воздействий.**

Рассматривается процесс применения воздействия кавитации при обработке глубокого отверстия в деталях. Обработка отверстий с помощью воздействия кавитации является одним из развивающихся методов в области современного машиностроения. Определение нужного состояния обработки отверстий с помощью кавитационного воздействия на практике является весьма трудным процессом. В первую очередь, проведение такого

жагдайларында тісті доңғалақтар дайындаудың қолданыстағы технологияларын зерделеу; тісті доңғалақтарды механикалық өңдеудің еңбек көлемділігін, өзіндік құнын, дәлдігін және сапасын талдау; тісті доңғалақтар тістерінің ойықтарын өңдеу үшін арнайы фрикциялық аспап конструкциясын әзірлеу және есептеу; ірі модульді тісті доңғалақтардың тістерін термофрикциялық өңдеуге эксперименттік зерттеу ұйымдастыру және өткізу; өңдеу режимдерінің тістерді термофрикциялық кесуде сапалы көрсеткіштеріне әсерін эксперименттік зерттеу.

ӘОЖ 622.012.7:777.214. ЖЕТЕСОВА Г.С., НИКОНОВА Т.Ю., СМАКОВА Ж.Т., ОСИПОВА О.В. **Тау-кен шахта жабдықтарының тетіктерін қорғауға арналған гальваникалық хромдауға балама ретінде вольфрам карбиді негізіндегі жабын.**

Мақала штоктағы механикаландырылған бекіткіш гидротірегі вольфрам карбиді негізінде жабынды жабу үшін жоғары дыбысты газ балқытылған шаңдату әдісін қолдану сұрақтарына арналған. Берілген әдіс ең жақсы гальваникалық хромдау түрінде оның қарапайымдылығы мен сенімділігі болып табылады. Вольфрам карбидінің негізінде жабын тозуға төзімді жабындармен көрсетілген барлық талаптарға толығымен сәйкес келеді. Сондай-ақ жабын вольфрам карбид негізінде жабысудың жоғары беріктігіне, жоғары жүктемелерге тұрақты тәжірибелерге ие. Гальваникалық хромдаудың және вольфрам карбидінің жоғары жылдамдықтағы газ балқытылған шаңдатуды салыстыруды талдау келтірілді. Жоғары жылдамдықтағы газ балқытылған шаңдату әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктері енгізілді. Штоктағы механикаландырылған бекіткіш гидротіректі қорғау үшін тозуға төзімділік сапасында берілген жабындарды тәжірибелік қолдану үшін ұсыныстар берілген.

ӘОЖ 669.141.246. ИСАҒУЛОВ А.З., АКБЕРДИН А.А., СҰЛТАНҒАЗИЕВА А.Б. **Бор мөлшерлі болаттан құйылған тегершіктер.**

Бор мөлшерлі болаттан құйылған тегершіктер қаралады. Құйылған тегершіктер – өз осі бойында айналу моментін беруге арналған және машиналардың айналым тетіктерін қолдап тұруға арналған бөлшектер. Келесі қоспалау жүйелерінің бор мөлшерлі болаттары берілген: C-Mn-B, Fe-Si-B, Fe-Si-Mn-B. Болаттың цементтелуі 20ГР 40Г2Р, 20Р, 30ГР, 35ГР көміртек мөлшері 0,40% және бор мөлшері 0,004% дейінгі аз және орташа көміртек жүйелер ұсынылады. Болаттағы бордың бірдей нәтижелеріне қол жеткізу молибден, хром, ванадий және басқа да қоспаланған элементтерге қарағанда 100-300 есе аз екендігі туралы қорытынды жасалды. Сондықтан болат белгісі максимум дәрежеде бір уақытта тетіктердің жоғары және тұрақты механикалық және эксплуатациялық қасиеттеріне қол жеткізуге септесуі керек. Басқаша айтқанда, бор тиімді қоспаланған элемент болып табылады және осы себепті өзіне назар аудартады.

ӘОЖ 621.92:532.528. САГИТОВ А.А. **STAR-CCM+ бағдарламасын кавитация әсерін талдау және есептеу үшін қолдану.**

Мақала тетіктері терең тесікті өңдеуде кавитация әсерін қолдану процесін қарастырады. Кавитация әсерін қолданып тесікті өңдеу қазіргі заманғы машинажасау саласындағы дамушы әдістердің бірі болып табылады. Кавитациялық әсерін қолданып тесікті өңдеудің шынайы тәжірибемен қажетті жағдайларын анықтау өте қиын процесс болып табылады. Алдымен, бұндай тәжірибені өткізу жаңа аспаптарды талап етсе, сосын, шынайы тәжірибе ойлағандай нәтиже көрсетпейі мүмкін.

for processing hollows between the teeth of cogwheels; organization and carrying out pilot studies of thermo-frictional processing of teeth of the large-module cogwheels; pilot studies of impact of the modes of processing on quality indicators of thermo-frictional cutting of teeth.

UDC 622.012.7:777.214. ZHETESSOVA G.S., NIKONOVA Y.YU., SMAKOVA ZH.T., OSSIPOVA O.V. **Coatings Based on Tungsten Carbide as Alternative to Galvanic Chromium-Plating for Protection of Mining Equipment.**

The article deals with the problem of using the method of high-speed gas-flame dusting for placing coverings based on tungsten carbide on the rods of the hydro-racks of powered supports. This method is the best alternative to galvanic chromium plating in view of its simplicity and reliability. Coverings on the basis of tungsten carbide conform completely to all requirements imposed to corrosion-resistant coverings. Coverings on the basis of tungsten carbide possess high durability of coupling, they are practically pore-free, are resistant to high specific loadings. There was carried out the comparative analysis of galvanic chromium plating and high-speed gas-flame dusting of tungsten carbide. Advantages and shortcomings of the method of high-speed gas-flame dusting are revealed. There are made recommendations for practical application of this covering as corrosion-resistant for protection of rods of powered supports.

UDC 669.141.246. ISSAGULOV A.Z., AKBERDIN A.A., SULTANGAZIYEVA A.B. **Cast Gear Wheels Made of Boron-Containing Steel.**

Cast gear wheels from boron-containing steel are considered. Cast gear wheels are the parts intended for torque transmission along the axis and for supporting the rotating parts of machines. There are presented boron-containing steels of the following systems of alloying: S-Mn-B, Fe-Si-B, Fe-Si-Mn-B. There are recommended low- and medium-carbon steels with the content of carbon to 0,40% and boron to 0,004% subjected to cementation: 20GR 40G2R, 20P, 30GR, 35GR. There was summed up that the achievement of identical results of boron in steel is needed 100-300 times less than of molybdenum, chrome, vanadium and other alloying elements. Therefore the steel grade is to promote at the same time in the maximum degree to the achievement of high and stable mechanical and operational properties of parts. In other words, boron is a saving alloying element and for this reason draws attention to itself.

UDC 621.92:532.528. SAGITOV A.A. **Using STAR-CCM+ Program for Analyzing and Designing Cavitation Impacts.**

In the article the process of application of impact of cavitation when machining a deep opening in parts is considered. Machining openings by means of impact of cavitation is one of the developing methods in the field of modern mechanical engineering. Definition of the necessary condition of machining openings by means of cavitation influence in practice is very difficult process. First of all, carrying out such experiment demands new devices, and also the real experiment cannot give the ex-

эксперимента требует новых приборов, а также настоящий эксперимент может и не дать ожидаемых результатов. Исследование настоящего эксперимента при помощи компьютерного моделирования сложных процессов является удобным и простым способом. Предложена краткая методика применения программного комплекса STAR-CCM+ для определения кавитационных явлений в жидкости.

УДК 669.017.12:669.168. ТОЛЫМБЕКОВ М.Ж., БАЙСАНОВ С.О., ИСИН Д.К., БАЙСАНОВ А.С., ИСИН Б.Д. **Исследование диаграмм состояния бинарных металлических систем для получения ферротитана.**

Диаграммы состояния являются основной базой для разработки эффективных составов сплавов с определением способов их получения. С целью математического описания линий моновариантных фазовых равновесий и выяснения истинного их положения проведен анализ диаграмм плавкости систем: Ti-Fe, Ti-Si, Ti-Al, представляющих важное значение для технологии производства ферротитана. Определены избыточные термодинамические параметры (изменение свободной энергии Гиббса, энтальпии и энтропии) смешения α -Fe в металлических бинарных системах на основе титана с позиции термодинамики сплавов. Показана применимость коэффициента Бьеррума-Гуттенгейма для области кристаллизации титана, алюминия и кремния от активности железа. Построены графические зависимости в координатах термодинамические параметры – активность компонента. Учитывая результаты исследований диаграмм состояния бинарных металлических систем, были осуществлены эксперименты по выплавке ферротитана с применением брикетированной шихты.

УДК 621.74. КРИВЦОВА О.Н., ГЕЛЬМАНОВА З.С., ТАЛМАЗАН В.А. **Эффективность технологии литья в условиях ТОО «Производственное объединение литейных заводов».**

В последние годы в литейном производстве повсеместно внедряются специальные способы литья, имеющие ряд преимуществ по сравнению с традиционным литьем в разовые песчано-глинистые формы. К наиболее распространенным специальным способам литья относят и литье по газифицируемым моделям – процесс, отличающийся более высокой производительностью, структурой, оборудованием, материальным обеспечением, специализацией и количеством обслуживающего персонала. Практика эксплуатации организованных производств показывает, что низкие затраты на материалы при использовании процесса литья по газифицируемым моделям экономит не менее 100\$ США на тонну литья, размещение отливок по всему объему контейнера сокращает расход шихты металла на 150-250 кг, электроэнергии на 100-150 кВт·ч. При модернизации литейного цеха на Кировском участке Карагандинского литейного завода ТОО «Производственное объединение литейных заводов» рассмотрен вариант внедрения современного способа литья по газифицированным моделям (ЛГМ), обеспечивающий высокое качество литья. Внедрение ЛГМ-технологии в условиях этого производства позволит производить стальное, чугунное и цветное литье любых марок; увеличить коэффициент использования металла до 0,90÷0,98; производить отливки весом от нескольких граммов до нескольких тонн; уменьшить производственные площади в 3÷4 раза; снизить затраты выпускаемой продукции на 25÷50 %; снизить расход шихтовых материалов и ферросплавов на 20÷30 %.

Осындай шынайы тәжірибенің зерттелуі қиын процестерді компьютерлік үлгілеу көмегімен зерттеу қолайлы және қарапайым болып келеді. Сұйықтықтағы кавитация құбылысын анықтау үшін STAR-CCM+ бағдарламалық комплексін қолданудың қысқаша әдістемесі көрсетілген.

ЭОЖ 669.017.12:669.168. ТОЛЫМБЕКОВ М.Ж., БАЙСАНОВ С.О., ИСИН Д.К., БАЙСАНОВ А.С., ИСИН Б.Д. **Ферротитан алуға арналған бинарлы металл жүйелер жағдайының диаграммаларын зерттеу.**

Жағдай диаграммасы алу тәсілдерін анықтау арқылы қоспалардың тиімді құрамдарын алуға арналған негізгі база болып табылады. Мононұсқалы фазалық тепе-теңдіктер желісін математикалық сипаттау және олардың шынайы күйін анықтау мақсатында ферротитан өндіру технологиясы үшін маңызды мәнге ие Ti-Fe, Ti-Si, Ti-Al жүйелерінің балқығыштық диаграммаларына талдау жасалды. Қоспалар термодинамикасы тұрғысынан титан негізінде металл бинарлы жүйелердегі α -Fe орын бауының (Гиббстің еркін энергиясының, энтальпияның және энтропияның өзгеруі) артық термодинамикалық параметрлері анықталды. Темір белсенділігінен титан, алюминий және кремнийді кристалдау саласы үшін Бьерру-ма-Гуттенгейм коэффициентінің жарамдылығы көрсетілді. Термодинамикалық параметрлердің – компонент белсенділігінің графикалық тәуелділіктері координаттармен құрылды. Металл бинарлы жүйелер жағдайының диаграммаларын зерттеу нәтижелерін ескере отырып, брикеттелген шихталарды қолдану арқылы ферротитанды қорыту бойынша эксперименттер жүзеге асырылды.

ЭОЖ 621.74. КРИВЦОВА О.Н., ГЕЛЬМАНОВА З.С., ТАЛМАЗАН В.А. **«Құю зауыттарының өндірістік бірлестігі» ЖШС жағдайында құю технологиясының тиімділігі.**

Соңғы уақытта дәстүрлі құмды-сазды пішінде бірілі құю тәсілімен салыстырғанда бірқатар артықшылығы бар арнайы құю тәсілдері қолданылады. Кеңінен таралған арнайы құю тәсіліне газданылу моделдерімен құю тәсілі – өнімділігі өте жоғары, құрылыммен, жабдықтармен, материалды жабдықталуымен, мамандануымен және жұмыс жасайтын жұмысшылармен ерекшеленетін үрдіс. Ұйымдастырған өндірісте қолдану тәжірибесінен байқалғандай, газданылу моделдері бойынша құю үрдістерін қолдану кезінде материал шығыны төмен, бір тонна құймада АҚШ 100\$ үнемделген, контейнердің барлық көлемі бойынша құйманың орналасуы шихталы материалдың шығынын 150-250 кг, электрэнергияны 100-150 кВт·сағ. қысқартады. «Құю зауытының өндірістік бірлестігі» ЖШС Қарағанды құю зауытының Киров учаскесіндегі құю цехын жаңарту кезінде құюдың жоғарғы сапасын қамтамасыз ететін газданылу моделдері (ГМК) бойынша заманауи құю тәсілдерін енгізу нұсқасын қарастырамыз. ГМК енгізу – осы өндіріс жағдайындағы бұл технологиямен әртүрлі маркалы болат, шойын және түсті металдарды құю; металдың қолдану коэффициенті 0,90÷0,98 дейін жоғарылайды; бірнеше грамнан бірнеше тоннаға дейінгі салмақты құймалар өндіріледі, өндірістік алаңдар 3÷4 есе қысқарады; өндірілетін өнім шығыны 25÷50 % төмендейді, шихталы материалдар және ферроқорытпалар шығыны 20÷30 % қысқарады.

pected results. Studying the real experiment by means of computer modeling of difficult processes is a convenient and easy way. In article a short methodology of application of the program STAR-CCM+ complex for definition of the cavitation phenomena in liquid is proposed.

UDC 669.017.12:669.168. TOLYMBEKOV M.ZH., BAYSSANOV S.O., ISSIN D.K., BAYSSANOV A.S., ISSIN B.D. **Studying State Diagram of Binary Metal Systems for Obtaining Ferrotitanium.**

State diagrams are the basis for the development of effective structures of alloys with definition of ways of their obtaining. For the purpose of the mathematical description of lines of a monovariant equilibrium phase and clarification of their true situation there is carried out the analysis of charts of the systems fusibility: Ti-Fe, Ti-Si, Ti-Al representing the importance for the production technology of ferrotitanium. There are determined the excess thermodynamic parameters (changing free energy of Gibbs, enthalpy and entropy) of α -Fe mixture in the metal binary systems based on titanium from the position of thermodynamics of alloys. Applicability of coefficient of Bierrum-Huggenheim for the area of crystallization of titanium, aluminum and silicon from the activity of iron is shown. There are built graphic dependences in coordinates of thermodynamic parameters: the activity of the component. Considering the results of studying the state diagrams of binary metal systems, there were carried out experiments on smelting of ferrotitanium with use of the briquetted furnace charge.

UDC 621.74. KRIVTSOVA O.N., GELMANOVA Z.S., TALMAZAN V.A. **Casting Technique Efficiency at «Production Association of Foundries» LLP.**

In recent years in foundry production there are everywhere introduced special ways of molding having a number of advantages in comparison with traditional molding in single sandy-argillaceous forms. The most widespread special way of molding is molding on gasifiable models – the process differing in more high efficiency, structure, equipment, material security, specialization and number of the service personnel. The practice of operation of organized productions shows that low costs of materials when using the process of molding on gasifiable models will be saved by not less than \$100 for one ton molding ton, the placement of castings on the entire volume of the container reduces metal furnace charge consumption by 150-250 kg, electric power consumption by 100-150 kW·h. When modernizing a foundry shop at the Kirovski site of the Karaganda foundry of «Production Association of Foundries» LLP there was considered the option of introduction of the modern way of molding on gasifiable models (MGM) providing high quality of molding. The introduction of MGM-technology in the conditions of this production will permit to make steel, iron and color casting of any grades; to increase metal efficiency to 0,90÷0,98; to make castings weighing from several grams to several tons; to reduce floor spaces by 3÷4 times; to lower products expenses by 25÷50 %; to reduce the consumption the charge materials and ferroalloys by 20÷30 %.

УДК 669.28. АЛКЕНОВА А.Б., ИСАГУЛОВ А.З., БАХРИДЕНОВА Д.Б., ЖУМАШЕВ К.Ж. **Технология получения чистого триоксида молибдена с использованием метода хлорирования.**

Рассмотрен процесс хлорирования молибденовых концентратов или огарков. Данный метод является инновационным, так как до этого не использовался. Бедные и труднообогатимые молибденовые руды почти не перерабатываются, так как до сих пор нет для них рациональной технологии. В связи с этим был разработан предлагаемый в статье метод хлорирования. Данный процесс обеспечивает получение MoO_3 высокой чистоты, очищая от всех примесей. По полученным проведенным экспериментальным данным была достигнута цель исследования, заключающаяся в разработке новой технологии переработки молибденовых концентратов с использованием хлорирования и получении триоксида молибдена.

УДК 622.807. САПАРОВА Г.К., МЕДЕУБАЕВ Н.А., БАЗАНОВА И.А., КАМАРОВ Р.К. **Динамика пылевыведения в процессе дробления первичной горной массы.**

В статье дана оценка состояния воздушной среды при дроблении горной массы на Карабасской дробильно-сортировочной фабрике. Приведена технологическая схема дробления исходной горной массы. Определены источники и величины пылевыведения. Определено ожидаемое количество пыли при первичном, вторичном и центробежном дроблении горной массы. Дан анализ состояния микроклимата на участках мелкого, среднего и крупного дробления АО «ЮГОК» и «НГОК». Приведены нормы микроклимата в зависимости от периода года. Приведены диаграммы интенсивности пылевыведения и дробления горной массы.

УДК 622.81. АВДЕЕВ Л.А. **Применение статистических фильтров в автоматизированных системах аэрогазового контроля.**

Рассмотрены вопросы повышения эффективности применения автоматизированных систем аэрогазового контроля в угольных шахтах. Предлагается использование двухпорогового варианта дискретного статистического фильтра при обработке непрерывно поступающей информации от датчиков концентрации метана, позволяющего сократить число ложных срабатываний автоматической газовой защиты. Показано, что продолжительность простоев технологического объекта контроля из-за срабатывания обычной газовой защиты выше, чем при вероятностной защите, имеющей статистический фильтр.

УДК 550.832.19. ТРОЯНОВ А.К., ПОРТНОВ В.С., ЮРКОВ А.К. **Измерение в скважинах сейсмоакустической эмиссии и концентрации гелия.**

Представлены результаты выделения проницаемых тектонически нарушенных зон. Используются комплексные измерения сейсмоакустической эмиссии и концентрации гелия. Установлена возможность выявления тектонических нарушений в окоскважинном пространстве. Проведена оценка их динамической активности и проницаемости флюидов. Определена возможность подтверждения проницаемости с помощью комплексных измерений САЭ и концентрации гелия. Выявлены аномалии САЭ в интервалах без видимых признаков нарушения сложности геологической среды. Проведена интерпретация разрезов отдельных скважин Южного Урала, Северного Казахстана.

ЭОЖ 669.28. АЛКЕНОВА А.Б., ИСАГУЛОВ А.З., БАХРИДЕНОВА Д.Б., ЖУМАШЕВ К.Ж. **Хлорлау әдісін пайдалану арқылы молибденнің таза триоксидін алу технологиясы.**

Молибден концентраттарын немесе тұқылдарын хлорлау процесі қарастырылды. Берілген әдіс инновациялық болып табылады, себебі бұған дейін пайдаланылмаған. Кенеусіз және қиын байытылатын молибден кендері өңделмейді, себебі әлі күнге дейін оларға арналған тиімді технологиялар жоқ. Осыған байланысты мақалада ұсынылатын хлорлау әдісі әзірленді. Берілген процесс барлық қоспалардан тазартылған тазалығы жоғары MoO_3 алуды қамтамасыз етеді. Алынған жүргізілген эксперименттік деректер бойынша молибден концентраттарын хлорлауды пайдалану арқылы қайта өңдейтін жаңа технологияларын әзірлеумен және молибден триоксидін алумен шектелетін зерттеу мақсатына қол жеткізілді.

ЭОЖ 622.807. САПАРОВА Г.К., МЕДЕУБАЕВ Н.А., БАЗАНОВА И.А., КАМАРОВ Р.К. **Бастапқы тау-кен массасын ұсақтау процессіндегі шаң бөліну динамикасы.**

Мақалада Қарабас ұсақтау-сұрыптау фабрикасындағы тау-кен массасын ұсақтау кезіндегі әуе ортасының жағдайына баға берілді. Бастапқы тау-кен массасын ұсақтаудың технологиялық сұлбасы берілген. Тозаң бөліну көздері мен шамалары анықталды. Тау-кен массасын бірінші, екінші және центрден тепкіш ұсақтау кезінде тозаң бөлінуінің күтілетін шамасы анықталды. «ЮГОК» және «НГОК» АҚ-ның майда, орташа және ірілеп ұсақтау учаскелеріндегі микроклимат жағдайының талдауы берілді. Жыл мезгіліне байланысты микроклимат нормалары берілген. Тау-кен массасын ұсақтау және тозаң бөліну қарқынының диаграммалары келтірілген.

ЭОЖ 622.81. АВДЕЕВ Л.А. **Аэрогаздық бақылаудың автоматтандырылған жүйелерінде статикалық сүзгілерді қолдану.**

Көмір шахталарында аэрогаздық бақылаудың автоматтандырылған жүйелерін қолдану тиімділігін арттыру мәселелері қаралған. Автоматты газ қорғанысының жалған іске қосылу санын қысқартуға мүмкіндік беретін метан концентрациясының датчиктерінен үздіксіз түсетін ақпараттарды өңдеу кезінде дискретті статикалық сүзгінің екі деңгейлі нұсқасын пайдалану ұсынылды. Техникалық бақылау объектісінің әдеттегі газ қорғанысының іске қосылу себебінен іркілу ұзақтығы статикалық сүзгі бар ықтимал қорғаныс кезіндегіден жоғары екендігі көрсетілген.

ЭОЖ 550.832.19. ТРОЯНОВ А.К., ПОРТНОВ В.С., ЮРКОВ А.К. **Ұңғымалардағы сейсмоакустикалық эмиссияны және гелий концентрациясын өлшеу.**

Өткізгіш тектоникалық бұзылған аймақтарды анықтау нәтижелері берілген. Сейсмоакустикалық эмиссия және гелий концентрациясын кешенді өлшеу пайдаланылды. Ұңғыма жанындағы кеңістіктің тектоникалық бұзылуларын анықтау мүмкіндігі нақтыланды. Олардың динамикалық белсенділігі мен флюидтердің өткізгіштігі бағаланды. САЭ мен гелий концентрациясын кешенді өлшеу көмегімен өткізгіштікті растау мүмкіндігі анықталды. Геологиялық орта күрделілігінің бұзылуының көрінетін белгілерінсіз уақыт аралықтарындағы САЭ аномалиялары анықталды. Оңтүстік Оралдың, Солтүстік Қазақстанның жеке ұңғымаларының қималарын түсіндіру жүргізілді.

UDC 669.28. ALKENOVA A.B., ISSAGULOV A.Z., BAKHRIDENOVA D.B., ZHUMASHEV K.ZH. **Technology of Obtaining Pure Molybdenum Trioxide Using Chlorination Method.**

There is considered the process of chlorination of molybdenum concentrates or scoria. This method is innovative as it was not used earlier. Poor and hard-clearing molybdenum ores are almost not recycled as there is still no rational technology for them. In this regard there was developed the chlorination method proposed in the article. This process provides obtaining high purity MoO_3 with clearing of all impurities. By the obtained carried-out experimental data there was achieved the research objective consisting in the development of a new technology of processing molybdenum concentrates with use of chlorination and obtaining trioxide of molybdenum.

UDC 622.807. SAPAROVA G.K., MEDEUBAYEV N.A., BAZANOVA I.A., KAMAROV R.K. **Dust Emission Dynamics in Primary Mining Weight Crushing.**

In the article there is given an assessment of the condition of the air environment when crushing mining weight at the Karabas crushing and sorting factory. The technological scheme of crushing of initial mining weight is provided. Sources and sizes of the dust emission are defined. The expected amount of dust at primary, secondary and centrifugal crushing of mining weight is defined. The analysis is given to the condition of microclimate on sites of small, middle and large crushing of JSC «YUGOK» and «NGOK». There are presented norms of microclimate depending on the period of year. There are shown the charts of intensity of dust emission and crushing of mining weight.

UDC 622.81. AVDEYEV L.A. **Using Statistical Filters in Automated Systems of Aero-Gas Control.**

There are considered the problems of increasing the efficiency of using the automated systems of aero-gas control at coal mines. The use of two-threshold option of the discrete statistical filter when processing continuously arriving information from sensors of concentration of the methane allowing to reduce number of false operations of automatic gas protection is proposed. It is shown that the duration of idle times of technological object of control due to the operation of usual gas protection is higher than at the probabilistic protection having a statistical filter.

UDC 550.832.19. TROYANOV A.K., PORTNOV V.S., YURKOV A.K. **Measuring in Wells Seismic Acoustic Emission And Helium Concentration.**

There are presented the results of allocation of the permeable tectonically broken zones. There are used complex measurements of seismic acoustic emission and concentration of helium. The possibility of identification of tectonic violations in the near-well space is established. The assessment of their dynamic activity and permeability of fluids is carried out. The possibility of confirmation of permeability is defined by complex measurements of SAE and concentration of helium. Anomalies of SAE in intervals without visible signs of violation of complexity of the geological environment are revealed. Interpretation of cuts of separate wells of South Ural, Northern Kazakhstan is carried out.

УДК 622.281(574.32). ДЕМИН В.Ф., СУДАРИКОВ А.Е., ДЕМИНА Т.В., СТЕФЛЮК Ю.Ю., КАРАТАЕВ А.Д. **Технологические схемы проведения выемочных выработок с учетом схем развития горных работ.**

Одним из ограничений для широкого внедрения анкерной крепи на шахтах является отсутствие нормативной базы. Технологические схемы проведения и крепления горных выработок зависят от сложности горно-геологических условий разработки. Представлены обобщенные паспорта крепления выработок, типовые паспорта крепления выработок с использованием анкерного и смешанного крепления монтажных камер, сопряжений подготовительных выработок. Технологические схемы позволяют сформировать базу данных. Она рассматривается в качестве основы для создания прогрессивных типовых технологических схем проведения выработок. Также позволяют обосновать параметры крепления и поддержания выработок.

УДК 622.271. КАРАНЕЕВА А.Д., МОЗЕР Д.В. **Наблюдения за обрушениями на карьере «Западный Каражал» по данным дистанционного зондирования.**

Рассмотрен метод исследования сдвижения земной поверхности Западно-Каражальского месторождения на основе использования технологии дистанционного зондирования Земли. В настоящее время существуют два основных способа дистанционного получения информации о поверхности Земли: оптические системы, использующие солнечный свет, и радарные системы с собственным источником излучения. Для проведения космического исследования использовалась серия оптических космических снимков с 2007 по 2013 гг. со спутника Landsat-7. Цветное изображение более информативно, чем черно-белое, поэтому с оптического снимка можно получить цвето-синтезированное изображение с дополнительной информацией для анализа. Обработка снимков проводилась в программе ENVI. На основании анализа временной динамики были построены графики. В результате были определены деформации земной поверхности близлежащей территории Западно-УДСаражальского месторождения, которые увеличились в среднем на 30 процентов в течение семи лет.

УДК 631.416.847(574.42). МУКАЕВ Ж.Т. **Содержание цинка в почвах и растениях Алакольской впадины.**

Статья посвящена определению концентрации валового содержания и подвижной формы цинка в почвах и растениях Алакольской впадины, изучению характера внутри-профильного распределения цинка и расчету корреляционной зависимости содержания цинка от показателей физико-химических свойств. Проведена работа по определению концентрации валового содержания цинка и его подвижной формы в почвообразующих породах, почвах, растениях исследуемого региона. В почвах в гумусово-аккумулятивном горизонте оно колеблется от 39,94–92,41 мг/кг, в среднем составляя 61,74 мг/кг. Также был проведен анализ по содержанию подвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8. Концентрация подвижной формы цинка в почвах колеблется в пределах 0,04–0,70 мг/кг; среднее содержание данной формы составляет 0,29 мг/кг. Среднее валовое содержание цинка в почвах исследуемой территории не превышает общепринятую ориентировочно допустимую концентрацию, ниже его кларка в литосфере. Содержание цинка в различных

ЭОЖ 622.281(574.32). ДЕМИН В.Ф., СУДАРИКОВ А.Е., ДЕМИНА Т.В., СТЕФЛЮК Ю.Ю., КАРАТАЕВ А.Д. **Тау-кен жұмыстарының даму сұлбасын ескере отырып, қазбаларды жүргізу мен бекітудің технологиялық сұлбасы.**

Шахталарға анкерлі бекітпені кеңінен енгізуге кедергі келтіретін шектеулердің бірі нормативтік базаның болмауы болып табылады. Тау-кен қазбаларын жүргізу және дамытудың технологиялық сұлбалары қазбаның күрделі тау-кен технологиялық жағдайларына байланысты. Қазбаларды бекітудің жалпыланған паспорты берілген. Монтаждау камераларын, дайындау қазбаларының кернеулерін анкерлі және аралас бекітуді пайдалану арқылы қазбаларды бекітудің типтік паспорттары. Технологическая сұлбалар мәліметтер базасын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Ол қазбаларды жүргізудің прогрессивтік типтік технологиялық сұлбаларын жасауға негіз ретінде қаралады. Сонымен қатар қазбаларды бекіту мен қолдау параметрлерін негіздеуге мүмкіндік береді.

ЭОЖ 622.271. КАРАНЕЕВА А.Д., МОЗЕР Д.В. **Қашықтықтан зондпен тексеру мәліметтері бойынша «Батыс Каражал» аршығындағы опырылуларды бақылау.**

Жерді қашықтықтан зондпен тексеру технологиясын пайдалану негізінде Батыс Каражал кен орнының жер бетінің жылжуын зерттеу әдісі қаралды. Қазіргі уақытта Жер беті туралы ақпаратты қашықтықтан алудың екі негізгі тәсілі бар: күн сәулесін пайдаланатын оптикалық жүйелер және өзінің сәулелену көздері бар радарлық жүйелер. Ғарыштық зерттеу жүргізу үшін Landsat-7 спутнигі бойынша 2007–2013 жж. алынған оптикалық ғарыштық суреттер топтамасы пайдаланылды. Түрлі-түсті бейне қара-аққа қарағанда анағұрлым ақпараттық, сондықтан оптикалық суреттен талдауға қажет қосымша ақпаратпен түрлі-түсті синтезделген сурет алуға болады. Суреттер ENVI бағдарламасының көмегімен өңделді. Уақыттық динамикасын талдау негізінде графиктер құрылды. Нәтижесінде соңғы жеті жыл ішінде орта есеппен 30 пайызға артқан Батыс Каражалға жақын жатқан жер бетінің деформациясы анықталды.

ЭОЖ 631.416.847(574.42). МҰҚАЕВ Ж.Т. **Алакөл ойпатындағы топырақ және өсімдік құрамындағы сынап мөлшері.**

Мақала Алакөл ойпатындағы топырақ пен өсімдік құрамындағы сынаптың жалпы мөлшерінің концентрациясы мен орын ауыстырып тұратын формасын анықтауға, сынаптың іштей-профильдік бөліну сипатын зерттеуге және сынап мөлшерінің физикалық-химиялық қасиеттер көрсеткішінен корреляциялық тәуелділігін есептеуге арналған. Зерттелетін өңірдегі топырақ жасаушы жыныстардағы, топырақтағы, өсімдіктердегі сынаптың жалпы мөлшерінің концентрациясы мен орын ауыстырып тұратын формасын анықтау бойынша жұмыстар жасалды. Гүмүстік-аккумулятивтік деңгейжиекте ол 39,94–92,41 мг/кг аралығында өзгереді, орташа есеппен 61,74 мг/кг құрайды. Сонымен қатар, 4,8 pH бар ацетат-аммонийлы буфер арқылы алынатын орын ауыстырып тұратын формалар мөлшері бойынша талдау жүргізілді. Топырақтағы сынаптың орын ауыстырып тұратын формасының концентрациясы 0,04 – 0,70 мг/кг аралықта өзгереді; бұл форманың орташа мөлшері 0,29 мг/кг құрайды. Зерттелетін аумақ топырағындағы сынаптың орташа жалпы мөлшері көпшілік мақұлдаған болжалды кон-

UDC 622.281(574.32). DYOMIN V.F., SUDARIKOV A.YE., DYOMINA T.V., STEFLYUK YU.YU., KARATAYEV A.D. **Technological Schemes of Workings Driving and Supporting taking into Account Mining Operations Development Schemes.**

One of restrictions for widespread introduction of roof bolting at mines is the absence of a regulatory base. Technological schemes of driving and supporting of workings depend on the complexity of mining-and-geological conditions of the working. The generalized passports of workings are submitted, as well as standard passports of workings supporting with the use of roof bolting and mixed supporting of assembly cameras, interfaces of development workings. Technological schemes permit to develop a database. It is considered as a basis for the development of progressive standard technological schemes of driving workings. It also permits to prove the parameters of supporting and repairing workings.

UDC 622.271. KARANEYEVA A.D., MOZER D.V. **Observing Collapse at «West Karazhal» Open Pit According to Remote Sensing Data.**

There is considered the method of studying the displacement of the terrestrial surface of the West Karazhal field based on the use of technology of remote sensing of the Earth. Now there are two main ways of remote obtaining information of the Earth surface: optical systems using sunlight, and radar systems with own source of radiation. For carrying out space research there was used a series of optical space pictures from 2007 to 2013 from the Landsat-7 satellite. The color image is more informative than black-and-white, therefore from an optical picture it is possible to obtain the color-synthesized image with additional information for the analysis. Processing the pictures was carried out in the ENVI program. On the basis of the analysis of temporary dynamics there were constructed schedules. As a result there were defined the deformations of the terrestrial surface of the nearby territory of the West Karazhal field which increased on the average by 30 percent within seven years.

UDC 631.416.847(574.42). MUKAYEV ZH.T. **Zinc Content in Soils and Plants of the Alakol Hollow.**

The article deals with determination of concentration of the gross contents and a mobile form of zinc in soils and plants of the Alakolsky hollow, to studying of nature of intra profile distribution of zinc, and calculation of correlation dependence of the content of zinc on indicators of physical and chemical properties. Work on determination of concentration of the gross content of zinc and its mobile form in the soil-forming rocks, soils, plants of the studied region is carried out. In soils in the humic and accumulative horizon it fluctuates from 39.94–92.41 mg/kg, averaging 61.74 mg/kg. The analysis according to the content of the mobile forms taken by acetate ammonia buffer with pH 4.8 was carried out. The concentration of a mobile form of zinc in soils fluctuates within 0.04 – 0.70 mg/kg; the average content of this form makes 0.29 mg/kg. The average gross content of zinc in soils of the studied territory doesn't exceed the standard approximately admissible concentration, is lower than its clark in the lithosphere. The content of zinc in different types of plants fluctuates from 1.04 to 13 mg/kg of air solid, at the average content 7.18

видах растений колеблется от 1,04 до 13 мг/кг воздушно-сухого вещества, при среднем содержании 7,18 мг/кг и коэффициенте вариации 41,71 %. Выявлено, что по величине среднего содержания цинка (мг/кг) в общей совокупности растений исследуемые растения располагаются в следующем убывающем порядке: *Artemisia Lessingiana*. (9,97) > *Sophora alopecuroides*. (9,89) > *Artemisia Lercheana*. (9,43) > *Typha*. (8,48) > *Artemisia arenaria*. (6,07) > *Caragana frutex*. (4,95) > *Artemisia scoparia*. (5,93) > *Artemisia nitrosa*. (4,78) > *Halimodendron halodendron*. (4,0).

УДК 691.5. АХМЕТЖАНОВ Т.Б. **Влияние вида и минералогического состава портландцемента на свойства малоклинкерных вяжущих веществ.**

Проведены экспериментальные исследования по выявлению возможного влияния минералогического состава цемента на оптимальную дозировку суперпластификатора С-3 и свойства малоклинкерных вяжущих. В данной связи значительный практический интерес представляет рассмотрение вопроса о комплексном использовании технологии механохимической активации и различных техногенных продуктов в качестве минеральных добавок при получении малоклинкерных вяжущих. В ходе экспериментов изготавливалось вяжущее МКВ-20 на основе белгородского и карагандинского портландцементов с использованием в качестве минеральной добавки золы ТЭЦ-22. Установлено, что для получения малоклинкерных вяжущих с наибольшими показателями прочностных свойств необходимо достижение в процессе механохимической активации сбалансированного соотношения между дозировкой органического модификатора (суперпластификатор С-3) и дисперсностью вяжущего. Оптимальные дозировки С-3 и дисперсность малоклинкерных вяжущих возрастают с увеличением содержания минеральной добавки в составе вяжущего. В работе также исследовано влияние минералогического состава исходного портландцемента на оптимальную дозировку суперпластификатора С-3. Установлено, что в исследованном диапазоне содержания трехкальциевого алюмината (5-8%) оно не оказывает существенного влияния на оптимальный расход суперпластификатора.

УДК 621.01.531.3. БАКИРОВ Ж.Б., ТАНИРБЕРГЕНОВА А.А. **Расчет надежности механических систем типа цепи.**

Рассмотрена задача расчета прочностной надежности механических систем с последовательно соединенными элементами. Получены общие соотношения для расчета надежности с учетом случайного характера действующих и предельных напряжений. При различных законах распределения случайных факторов выведены конкретные выражения для расчета надежности. Для сложных случаев сочетания законов распределения предложены приближенные методы расчета с оценкой их точности.

УДК 691.5. АХМЕТЖАНОВ Т.Б. **Оптимизация составов изготовления малоклинкерных вяжущих низкой водопотребности.** Проведены исследования процесса механохимической активации в модельных системах на основе СаО и Са(ОН)₂. Показано, что эффекты механохимического взаимодействия исследованных компонентов малоклинкерных вяжущих с С-3 не имеют заметного влияния на свойства вяжущих. Главное заключается во взаимодействии портландцемента и С-3. В ходе экспериментальных работ по оптимизации составов и технологических параметров получения малоклинкерных вяжущих было

центрациядан аспайды. Өсімдіктердің әр түріндегі сынап мөлшері 1,04-13 мг/кг шегінде өзгереді, орташа мөлшері 7,18 мг/кг және вариация коэффициенті 41,71 %. Өсімдіктердің жалпы жиынтығындағы сынаптың орташа мөлшерінің шамасы (мг/кг) бойынша зерттелетін өсімдіктер мынадай кемімелі тәртіппен орналасатыны анық болды: *Artemisia Lessingiana*. (9,97) > *Sophora alopecuroides*. (9,89) > *Artemisia Lercheana*. (9,43) > *Typha*. (8,48) > *Artemisia arenaria*. (6,07) > *Caragana frutex*. (4,95) > *Artemisia scoparia*. (5,93) > *Artemisia nitrosa*. (4,78) > *Halimodendron halodendron*. (4,0).

ӨОЖ 691.5. АХМЕТЖАНОВ Т.Б. **Портландцемент түрінің және минералогиялық құрамының шағын клинкерлі тұтқыр заттардың қасиеттеріне әсері.**

Цементтің минералдық құрамының С-3 суперпластификаторының оңтайлы мөлшерлеу мен аз клинкерлі тұтқыр заттар қасиеттеріне ықтимал әсерін анықтау бойынша эксперименттік зерттеу жүргізілді. Бұл байланыста механикалық-химиялық активтеу және әртүрлі техногенді өнімдерді аз клинкерлі тұтқыр заттарды алу кезінде минерал қоспалар ретінде кешенді пайдалану туралы сұрақты қарастыру айтарлықтай қызығушылық тудырды. Эксперименттер барысында минерал қоспа ретінде ТЭЦ-22 күлін пайдалану арқылы белгородтық және карағандылық портландцемент негізінде МКВ-20 тұтқыр заттары дайындалды. Беріктік қасиеттерінің көрсеткіштері анағұрлым жоғары аз клинкерлі тұтқыр заттарды алу үшін механикалық-химиялық активтеу процесінде органикалық модификатор (С-3 суперпластификаторы) мен дисперсті тұтқыр зат арасындағы теңдестірілген қатынасқа қол жеткізу қажет. С-3-ті оңтайлы мөлшерлеу мен аз клинкерлі тұтқыр заттардың дисперстігі тұтқыр зат құрамындағы минерал қоспа құрамының артуымен өседі. Жұмыс барысында бастапқы портландцементтің минералдық құрамының С-3 суперпластификаторын оңтайлы мөлшерлеуге әсері анықталды. Зерттелген ауқымда үш кальцийлі алюминат (5-8%) құрамы суперпластификатордың оңтайлы шығынына айтарлықтай ықпал етпейтіні анықталды.

ӨОЖ 621.01.531.3. БӘКІРОВ Ж.Б., ТӘНІРБЕРГЕНОВА А.Ә. **Шынжыр тәріздес механикалық жүйенің сенімділігін есептеу.**

Ретті байланысқан элементтері бар механикалық жүйе сенімділігінің орнықтылығын есептеу мәселесі қаралды. Әрекеттегі және шектік кернеулердің кездейсоқ сипатын ескере отырып, сенімділікті есептеуге арналған жалпы арақатынастар алынды. Кездейсоқ факторларды бөрудің әртүрлі заңдарында сенімділікті есептеуге арналған нақты өрнектер шығарылды. Бөлу заңдары үйлесімінің күрделі жағдайлары үшін олардың дәлдігін бағалау арқылы жуықтатылған есептеу әдістері ұсынылды.

ӨОЖ 691.5. АХМЕТЖАНОВ Т.Б. **Суды аз қажет ететін аз клинкерлі тұтқыр заттарды дайындау құрамын оңтайландыру.** СаО және Са(ОН)₂ негізінде модельдік жүйелердегі механикалық-химиялық активтендіру процесіне зерттеу жасалды. С-3 бар аз клинкерлі тұтқыр заттардың зерттелген компоненттерінің механикалық өзара әрекетінің әсері тұтқыр заттардың қасиеттеріне айтарлықтай ықпал етпейтіні көрсетілген. Портландцемент пен С-3 өзара әрекет ең бастысы болып табылады. Аз клинкерлі тұтқыр заттардың құрамы мен техникалық параметрлерін оңтайландыру бойынша эксперименттік

mg/kg and the coefficient of variation 41.71 %. It is revealed that, by the value of the average content of zinc (mg/kg) in the general set of plants the studied plants settle down in the following decreasing order: *Artemisia Lessingiana*. (9.97) > *Sophora alopecuroides*. (9.89) > *Artemisia Lercheana*. (9.43) > *Typha*. (8.48) > *Artemisia arenaria*. (6.07) > *Caragana frutex*. (4.95) > *Artemisia scoparia*. (5.93) > *Artemisia nitrosa*. (4.78) > *Halimodendron halodendron*. (4.0).

UDC 691.5. AKHMETZHANOV T.B. **Portland Cement Type and Mineralogical Composition Impact on Low-Clinker Binders Properties.**

There are carried out pilot studies on identification of possible impact of mineralogical composition of cement on the optimum dosage of super-plastifier C-3 and the properties of low-brick binders. In this connection considerable practical interest represents consideration of the issue of complex use of technology of mechanochemical activation and various technogenic products as mineral additives when obtaining the low-brick binders. In the course of experiments there was made a binder MKV-20 on the basis of the Belgorod and Karaganda Portland cement with use in quality of a mineral additive of ashes CHPP-22. It is established that obtaining the low-brick strength properties binders with the greatest indicators requires achievement in the process of mechanochemical activation of the balanced ratio between a dosage of the organic modifier (s-3 supersoftener) and dispersion knitting. Optimum dosages of s-3 and dispersion of the low-brick knitting increase with increase in the maintenance of a mineral additive as a part of the knitting. In work there is also studied the impact of the mineralogical structure of the initial Portland cement on the optimum dosage of C-3 superplastifier. It is established that in the studied range of the content of three-calcic aluminate (5-8%) it has no essential impact on the optimum expense of the super-plastifier.

UDC 621.01.531.3. BAKIROV ZH.B., TANIRBERGENOVA A.A. **Designing Reliability of Mechanical Systems of Chain Type.**

The problem of calculation of the strength reliability of mechanical systems with connected in series elements is considered. The general ratios for calculation of reliability taking into account casual character of the operating and limit tension are received. At various laws of distribution of random factors concrete expressions for reliability calculation are removed. For difficult cases of a combination of the laws of distribution there are proposed approximate methods of calculation with an assessment of their accuracy.

UDC 691.5. AKHMETZHANOV T.B. **Optimizing Compositions of Low-Brick Binders of Low Hydrogen Demand.**

There have been carried out studies of the process of mechanochemical activation in model systems on the basis of СаО and Са(ОН)₂. It is shown that effects of mechanochemical interaction of the studied components of low-brick binders with C-3 have no noticeable impact on properties of the binding. The main thing consists in the interaction of the Portland cement and C-3. During experimental works for optimization of structures and technological parameters of obtaining the low-brick binders

исследовано влияние основных технологических факторов на водопотребность и прочность вяжущих методом математической статистики и планирования эксперимента. Результаты испытаний показывают, что прочность вяжущих уменьшается, а водопотребность увеличивается с уменьшением содержания в вяжущем клинкерной составляющей. С учетом полученных данных были назначены составы вяжущих на основе Воскресенского портландцемента и золы ТЭЦ-22. С ростом содержания минеральной добавки возрастают сроки схватывания вяжущих и замедляются темпы их естественного твердения.

УДК 621.86.016. АКАШЕВ А.З., БАЛАБАЕВ О.Т., КАТИЕВ Т.С., КОСБАРМАКОВ С.Ж. **Совершенствование весоизмерительного устройства для погрузки угля в железнодорожные вагоны.**

Исследованы технологические схемы погрузочных комплексов. Произведено сравнение весового оборудования для совершенствования или реконструкции погрузочного пункта. Для повышения эффективности работы технологических схем погрузочных комплексов осуществлена разработка конструкции весового оборудования для погрузки угля в железнодорожные вагоны. Конструкция повышает точность дозирования и взвешивания благодаря использованию дополнительного дозирующего устройства на тензодатчике. Это позволяет осуществлять взвешивание без остановки погрузки в бункер. Проведена оценка уровней качества разработанного весомерного устройства по единичным и комплексным показателям. На разработанную конструкцию подана заявка на инновационный патент РК.

УДК 629.463.32(574). КУАНЫШБАЕВ Ж.М., АЙДИКЕНОВА Н.К., КАСЫМЖАНОВА А.Д. **Гибкие полимерные резервуары как оптимальное решение перевозки нефтепродуктов.**

Известно, что большую долю в грузоперевозках наливной продукции составляют нефть и нефтепродукты. В статье предложен упаковочный материал BIG Red Flexitank™ как инструмент оптимизации логистики балкерных грузов и гарант сохранности их качества. Приведя информация о резервуарах, которые производятся из высококачественных полимерных материалов, специально подобранных для эффективного решения задач заказчика. Учитывая приведенные количества потерь и характеристики флекситанка, можно увидеть, что можно сэкономить время на погрузку и выгрузку груза, все расходы на потери равняются нулю. Зная, что утечка нефти приносит значительный вред на окружающую среду, мы получаем абсолютно чистую упаковку, при производстве которой используются материалы, бережно относящиеся к окружающей среде (без ПВХ) и просто перерабатываются. Основное внимание уделяется применению флекситанков, которые позволяют исключить порожние перегоны пустых цистерн, стальных танк-контейнеров и вагон-хопперов. Получая одновременно экономически выгодную и экологически чистую тару, мы уменьшаем затраты на складские помещения и расходы на хранение.

УДК 622.8. АВДЕЕВ Л.А. **Оптимизация структуры автоматизированных систем контроля в угольных шахтах.**

Приводятся исследования структуры автоматизированных систем контроля рудничной атмосферы, применяемых на угольных шахтах Карагандинского бассейна. Предлагается методика исследования и расчета числовых характеристик систем с иерархическим

жұмыстар барысында негізгі технологиялық факторлардың тұтқыр заттардың су қажеттілігі мен беріктігіне әсері математикалық статистика және экспериментті жоспарлау әдісімен зерттелді. Сынақтар нәтижесі тұтқыр затта клинкерлі құраушының мөлшері кеміген сайын олардың беріктігі кеміп, суға деген қажеттілігі артатынын көрсетті. Алынған мәліметтерді есепке ала отырып, Воскресенский портландцемент пен ТЭЦ-22 күлдері негізінде тұтқыр заттар құрамы белгіленді. Минерал қоспалар құрамының артуымен тұтқыр заттардың ұстау мерзімдері ұзарып, олардың табиғи қатаю қарқыны баяулайды.

ӨОЖ 621.86.016. АКАШЕВ А.З., БАЛАБАЕВ О.Т., КАТИЕВ Т.С., КОСБАРМАКОВ С.Ж. **Салмақ өлшеуіш құрылғыларды теміржол вагондарына көмір тиеу үшін жетілдіру.**

Жүк тиеу жиынтығының технологиялық сызбасының зерттелгені туралы және жүк тиеу бекетін қайта құру және жетілдіру мақсатында салмақ құралын салыстыру жүргізілгендігі айтылған. Жүк тиеу жиынтығының технологиялық сызбасын тиімді пайдалану мақсатында, теміржол вагондарына көмірді тиеуге арналған салмақ өлшемі құралын құру үшін зерттеме жұмыстары жүргізілді. Салмақ өлшегіш құрылғыда қосымша тензодатчикті қолдану барысында құрылымның өлшегіштің дәлдігін арттырады. Бұл бункерге жүгі тигенде үздіксіз оның салмағы өлшенеді. Сапа деңгейінің бағалануына байланысты салмақ өлшемі құрылғысының жеке және жиынтықты көрсеткіші көрсетілген. Құрастырылған құрылымға Қазақстан Республикасы инновациялық патентке мәлімдеме тапсырылды.

ӨОЖ 629.463.32(574). КУАНЫШБАЕВ Ж.М., АЙДИКЕНОВА Н.К., КАСЫМЖАНОВА А.Д. **Иілмді полимер сұйыққоймалар мұнай өнімдерін тасымалдаудың оңтайлы шешімі ретінде.**

Құймалы өнімдердің жүк тасымалының үлкен үлесін мұнай және мұнай өнімдері құрайтыны белгілі. Мақалада массалы жүктер логистикасының және олардың сапасының сақталуының кепілі ретінде BIG Red Flexitank™ материалы ұсынылған. Тапсырыс берушінің тапсырмаларын тиімді шешуге арнайы таңдалған, жоғары сапалы полимерлі материалдардан дайындалатын резервуарлар жайлы ақпарат берілген. Келтірілген шығын мөлшерлерін және де флекситанк сипаттамасын ескере отырып жүктердің тиеп-түсіру уақытын үнемдеуге болатынын көруге болады, барлық шығындар нөлге теңестіріледі. Мұнайдың ағып кетуі қоршаған ортаға айтарлықтай зиян тигізетінін біле отырып, біз дайындалу кезінде қоршаған ортаға жағымсыз әсерін тигізбейтін (ПВХ-сыз) және оңай қайта өңделетін таза қаптамаға қол жеткіземіз. Бас назар цистерналар, болат танк-контейнерлер және вагон-хопперлердің бос жүрісін болдырмауға мүмкіндік беретін флекситанктердің қолданысына аударылады. Бірауқытта экономикалық тиімді және экологиялық таза тараға қол жеткізе отырып, қойма кеңістігіне және де сақтауға кететін шығындарды азайтамыз.

ӨОЖ 622.8. АВДЕЕВ Л.А. **Көмір шахталарындағы автоматтандырылған бақылау жүйелерінің құрылымын оңтайландыру.**

Қарағанды бассейнінің көмір шахталарында қолданылатын кеңіш атмосферасын автоматтандырылған бақылау жүйесінің құрылымына зерттеу жүргізілді. Иерархиялық түрде құрылған жүйелердің сандық сипаттамаларын

impact of the major technology factors on water requirement and durability was investigated by the knitting method of mathematical statistics and planning of experiment. The results of tests show that durability of the binding decreases, and the water requirement increases with the reduction in the binders the content of a brick component. Taking into account the obtained data there are appointed binders structures on the basis of the Voskresensky Portland cement and ashes of the CHPP-22. With the growth of the content of a mineral additive there increase the terms of a binders solification and the rates of their natural curing are slowed down.

UDC 621.86.016. AKASHEV A.Z., BALABAYEV O.T., KATYEV T.S., KOSBARMANOV S.ZH. **Improving Weight-Measuring Device for Coal Loading into Railway Cars.**

Technological schemes of loading complexes were investigated. Comparison of the weight equipment for improvement or reconstruction of loading point is made. For increasing the overall performance of technological schemes of loading complexes there was developed a design of the weight equipment for loading coal into railway cars. The design increases the accuracy of dispensing and weighing thanks to the additional portioning device on the strain gage. It allows to carry out weighing without stopping of loading in the bunker. The assessment of levels of quality of the developed weight measuring device by single and complex indicators is carried out. For the developed design there was sent an application for the RK innovative patent.

UDC 629.463.32(574). KUANYSHBAYEV ZH.M., AYDIKENOVA N.K., KASSYMZHANOVA A.D. **Flexible Polymer Reservoirs as Optimal Decision for Oil Products Transportation.**

It is known that the big share in a cargo transportation of bulk production is made by oil and oil products. In article the packing material of BIG Red Flexitank™ as the instrument of optimization of logistics the bulk freights and the guarantor of safety of their quality is offered. Having brought information on tanks which are made from the high-quality polymeric materials which are specially selected for the effective solution of tasks of the customer. Considering the given number of losses and the characteristic of Flexitank, it is obvious that it is possible to save time for loading and unloading the freight, all expenses for losses are equal to zero. Knowing that leak of oil does considerable harm on environment, we receive absolutely pure packing by which production the materials which are making thrifty use of environment are used (without PVC) and are simply processed. The main attention is paid to application of Flexitanks which permit to exclude empty stages of empty tanks, steel tank containers and car hoppers. At the same time obtaining economic and environmentally friendly container, we reduce costs of warehouse and expenses for storage.

UDC 622.8. AVDEYEV L.A. **Optimizing Structure of Automated Control Systems at Coal Mines.**

There are presented studies of the structure of automated monitoring systems of the mine atmosphere used at coal mines of the Karaganda basin. The technique of studying and designing the numerical characteristics of systems with hierarchical construction is offered. It is shown

построением. Показано, что эффективность системы зависит только от числа нормально функционирующих элементов. При этом максимальная эффективность системы, имеющая место при полностью работоспособных датчиках и каналах связи, снижается быстрее числа неработоспособных датчиков и каналов передачи информации. Эффективнее всех являются схемы, у которых обеспечивается по возможности максимальное число каналов на одно управляющее воздействие.

УДК 002.52/54. ИСКАКОВ М.Б. **Интеллектуальный интерфейс в информационных системах.**

Взаимодействие с компьютером – это неотъемлемая часть деятельности пользователя программных средств. Повышение эффективности и безопасности функционирования системы «человек-машина» требуют 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 интерфейса 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 61;615.1. ДЕРБУШ С.Н., ИВЛЕВА Л.П. **Инновационные решения в фармацевтической биотехнологии в мире и в Казахстане.**

Фармацевтический рынок является стратегически важным сектором экономики, основой безопасности здоровья населения, его лекарственного обеспечения. Развитие отечественной фармацевтической биотехнологии будет способствовать социально-экономическому развитию экономики, повышению качества жизни населения. Согласно «Государственной программе форсированного индустриально-инновационного развития РК на 2010-2014 годы» фармацевтическая промышленность определена одной из приоритетных отраслей казахстанской экономики. Для достижения важнейших целей, которые сегодня ставит перед собой цивилизация, необходимы современные эффективные, безопасные и доступные лекарства, а также инновационный способ их производства. Для Республики Казахстан развитие биотехнологии является одним из приоритетов научно-технической политики. В соответствии со Стратегией индустриально-инновационного развития Республики Казахстан до 2050 года биотехнология определена как приоритетная область развития экономики государства. Проанализировано состояние фармацевтической биотехнологии в мире на примере таких стран, как США, Япония, Китай, страны Европы и Россия. Сделан вывод о необходимости и достаточных возможностях для развития фармацевтической биотехнологии в Казахстане.

зерттеу және есептеу әдістемесі ұсынылады. Жүйе тиімділігі қалыпты қызмет істейтін элементтер санына байланысты екені көрсетілді. Бұл ретте барлық қадағалар мен байланыс арналары толықтай жұмысқа қабілетті болған жағдайда орын алатын жүйенің максимум тиімділігі жұмысқа қабілетсіз қадағалар мен ақпарат беру арналарының санынан жылдам төмендейді. Ең тиімдісі мүмкіндік бойынша бір басқарушы әсерге максимум арналар саны қамтамасыз етілетін сұлбалар болып табылады.

ӨЖ 002.52/54. ЫСҚАҚОВ М.Б. **Ақпараттық жүйелердегі зияткерлік интерфейс.**

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 интерфейстерінің түрлері бөліп шығарылған. Ақпараттық жүйелер интерфейстері түрінің сипаты берілген. Ақпараттық жүйе қолданушысының интеллектуальды интерфейс элементтерін жасау әдістері мен түрлері қарастырылған. Интеллектуальды ақпараттық жүйелердің негізгі түрлері келтірілген. Қолданушы интерфейсінің міндеттері мен оларға қойылатын талаптар сипатталған.

ӨЖ 61;615.1. ДЕРБУШ С.Н., ИВЛЕВА Л.П. **Әлемдегі және Қазақстандағы фармацевтикалық биотехнологиядағы инновациялық шешімдер.**

Фармацевтикалық нарық экономиканың маңызды секторы, тұрғындар денсаулығы қауіпсіздігінің негізі, дәрімен қамсыздандыру болып табылады. Отандық фармацевтикалық биотехнологияның дамуы экономиканың әлеуметтік-экономикалық дамуына, тұрғындардың өмір сүру сапасын жақсартуға септеседі. «ҚР 2010-2014 жылдарға арналған мемлекеттік жеделдетілген индустриалдық-инновациялық бағдарламасына» сәйкес фармацевтикалық өнеркәсіп Қазақстандық экономиканың басым салаларының бірі ретінде анықталды. Бүгінгі таңда өркениет алдына қоятын маңызды мақсаттарға қол жеткізу үшін қазіргі заманғы тиімді, қауіпсіз және қолжетімді дәрілер, сонымен қатар оларды өндірудің инновациялық тәсілдері қажет. Қазақстан Республикасы үшін биотехнологияларды дамыту ғылыми-техникалық саясаттың басымдықтарының бірі болып табылады. Қазақстан Республикасының 2050 жылға дейін индустриалдық-инновациялық даму стратегиясына сәйкес биотехнология мемлекет экономикасы дамуының басым саласы ретінде анықталды. АҚШ, Жапония, Қытай және Еуропа елдері мен Ресей сияқты елдер үлгісінде әлемдегі фармацевтикалық биотехнология жағдайы талданды. Қазақстанда фармацевтикалық биотехнологияны дамыту қажеттілігі мен жеткілікті мүмкіндіктер туралы қорытынды жасалды.

that the system effectiveness depends only on the number of normally functioning elements. At this the maximum efficiency of the system taking place at completely efficient sensors and communication channels decreases faster than the number of disabled sensors and channels of information transfer. The most effective are the schemes at which whenever possible maximum number of channels on one operating influence is provided.

UDC 002.52/54. ISKAKOV M.B. **Intellectual Interface in Information Systems.**

Interaction with a computer is an integral part of the software user's work. Increasing the efficiency and safety of functioning the «man-machine» system require all-sided accounting the factors impacting this process. In this connection in the article there is considered the present day state of the problem of the operator (user) and the computer interaction. There are shown the main types of man-machine systems. There are given descriptions of present day types of information systems interface. There are considered methods of developing and standard intellectual elements of the information system user's interface, presented the main types of intellectual information systems, described the user's interface functions and requirements to them.

UDC 61;615.1. DERBUSH S.N., IVLEVA L.P. **Innovation Decisions in Pharmaceutical Biotechnology in the World and in Kazakhstan.**

The pharmaceutical market is a strategically important sector of economy, a basis of safety of health of the population, its provision with medicines. The development of domestic pharmaceutical biotechnology will promote social and economic development of economy, improvement of quality of life of the population. According to «State program of the forced industrial and innovative development of RK for 2010-2014» pharmaceutical industry is defined as one of priority branches of the Kazakhstan economy. For the achievement of the major purposes which are set today before itself by a civilization, modern effective, safe and available drugs, and also an innovative way of their production are necessary. For the Republic of Kazakhstan development of biotechnology is one of priorities of scientific and technical policy. According to the Strategy of industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan till 2050, biotechnology is defined as a priority area of the development of economy of the state. The condition of pharmaceutical biotechnology in the world on the example of such countries as the USA, Japan, China, the countries of Europe and Russia is analyzed. There is made a conclusion of the necessity and sufficient opportunities for the development of pharmaceutical biotechnology in Kazakhstan.

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, двудипломным образованием, множественностью траекторий обучения бакалавров, магистров и PhD-докторантов, развитием системы дистанционного образования, положительно влияют на все сферы жизни университета, в том числе и на содержание статей в журнале.

Проблемы высшей школы в рамках Болонского процесса, инновационное развитие профессионального образования на базе специализированных программно-аппаратных комплексов и телекоммуникационных средств, с последующим созданием систем дистанционного образования, не ограниченных в географических границах, стали платформой, объединяющей ученых и преподавателей высших учебных заведений Республики Казахстан, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Примерами являются международные контакты ученых, преподавателей, студентов, магистрантов и докторантов с коллегами из России, Германии, Чехии, Японии, Китая и других стран, участие КарГТУ в международных программах «Синергия», «ТЕМПУС», УШОС.

Практический опыт получения двудипломного 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: академик НАН РК Газалиев А.М, 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: профессора Егоров В.В., 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 2010 г., который по казахстанской базе цитирования составил величину, равную 0,092. Для дальнейшего повышения рейтинга журнала выпускается англоязычная версия, доступная широкому кругу ученых в электронном, а в последующем и твердом вариантах.

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. Экономика.
5. Автоматика. Энергетика. Информатика. Управление.
6. Научные сообщения.

Собственник журнала: Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «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, Бульвар Мира, 56,

тел: (8-7212)-56-51-92; факс: (8-7212)-56-03-28.

Журнал выходит 4 раза в год – ежеквартально.

Адрес редакции:

100027, Караганда, Бульвар Мира, 56, IV корп., ауд. 107, ответственный секретарь редакционного совета журнала «Университет еңбектері – Труды университета» д.т.н., профессор кафедры АПП КарГТУ Фешин Борис Николаевич.

E-mail: b.feshin@kstu.kz, bfeshin@mail.ru

Тел.: (8-7212)-56-53-25

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакцию в двух экземплярах, указывается индекс УДК, приводится аннотация на русском, казахском и английском языках. Статья, распечатанная в 2 (двух) экземплярах, дополняется резюме содержащим не менее 7 предложений, ключевыми словами – не более 15 слов (но не словосочетаний), сведениями об авторах. Распечатанные статьи не возвращаются. 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. Полный комплект сдаётся в Редакционно-издательский отдел КарГТУ (IV корп., ауд. 208). Объем статьи не должен быть менее 6-ти и не более 10 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через один интервал, с одной стороны бумаги форматом А4, поля со всех сторон по 2 см, страницы нумеруются. Текст необходимо набирать в редакторе Word 2003, 2007 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 97, Word 2003, Word 2007, т.е. CDR, JPG, PCD, 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 MathType или Equation. В статье не должно быть сложных и громоздких формул и уравнений, особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. 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 (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, служебного и домашнего адресов и телефонов. Публикация неверно оформленных статей задерживается.

Статья должна носить авторский характер, т.е. принадлежать лично автору или группе авторов, причем количество последних не должно быть более пяти. В одном номере журнала может быть напечатано не более одной статьи одного автора. В исключительных случаях, по решению редакционного совета, может быть опубликовано более одной статьи одного автора.

Предпочтение отдается статьям, имеющим исследовательский характер и содержащим элементы научной новизны. Рекомендуется аналитические результаты научных исследований подтверждать экспериментальными данными или результатами имитационного моделирования.

Статья должна иметь законченный характер, то есть в ней рекомендуется отобразить кратко историю рассматриваемого вопроса, поставить задачу, определить методику ее решения, привести результаты решения задачи, сделать выводы и заключение, привести список литературы. Не допускается использование в статьях фрагментов текстов, рисунков или графиков из работ других авторов (или из Internet) без ссылки на них.

Статья направляется на рецензию одному из членов редакционного совета журнала и при положительном результате будет опубликована в порядке очереди (обычно в ближайшем или следующем номере журнала).

Для публикации статьи необходимо произвести оплату в сумме 1800 тг. с получением одного экземпляра в руки. Если количество авторов в одной статье 2 и более человек, то оплата за публикацию производится не менее двух экземпляров номера. По электронной почте статьи не принимаются.

Адрес редакции:

100027, Караганда, Бульвар Мира, 56, IV корп., ауд. 107, ответственный секретарь редакционного совета журнала «Университет еңбектері – Труды университета», д.т.н., профессор кафедры АПП КарГТУ Фешин Борис Николаевич.

E-mail: b.feshin@kstu.kz, bfeshin@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-53-25

Реквизиты КарГТУ:

РГП на ПХВ КарГТУ

Расчетный счет: Карагандинский филиал АО Банк ЦентрКредит БИН 000240004524

ИИК KZ638560000000147366

БИК KСJBKZKX

РНН 301700030344

E-mail: kargtu@kstu.kz



УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ❖ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

2014. № 4. 90 с.

№ 1351-ж тіркеу куәлігін 2000 жылдың 4 шілдесінде Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген

Регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 года выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан

Әдеби редакторлар — Литературные редакторы
Р.С. Искакова, К.К. Сагадиева, Б.А. Асылбекова

Аудармашылар — Переводчики
Д.С. Байменова, Н.М. Драк

Компьютерлік ажарлау және беттеу — Компьютерный дизайн и верстка
М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева

Жарыққа шыққан күні	05.12.2014	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	11,5	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	263	Заказ
Индексі	74379	Индекс

Е-mail редакции: rio_kstu@mail.ru

Отпечатано в типографии Карагандинского государственного технического университета
Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, б. Мира, 56.