
республикалық



журнал



республиканский

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

* 2 (59)
2015

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет



Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

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

*Журнал зарегистрирован в Комитете свя-
зи, информатизации и информации при
Министерстве по инвестициям и разви-
тию Республики Казахстан (регистра-
ционное свидетельство № 15375-ж от
27.05.2015 г.)*

МЕНШІК ИЕСІ

Қазақстан Республикасы Білім және ғы-
лым министрлігінің «Қарағанды мемле-
кеттік техникалық университеті» шаруа-
шылық жүргізу құқығы негізіндегі Респуб-
ликалық мемлекеттік кәсіпорны (Қара-
ғанды қаласы)

СОБСТВЕННИК

Республиканское государственное пред-
приятие на праве хозяйственного ведения
«Карагандинский государственный техни-
ческий университет» Министерства обра-
зования 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>
Фешин Б.Н.	<i>профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)</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, академик МАИН, КазНАЕН, РАПО, д-р пед. наук, проф.</i>
Ермолов 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>и.о. президента АО «Национальная компания «Казахстан гарыш сапары», академик НИА РК, 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, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ	5
ГОЛОВАЧЁВА В.Н., АБАЕВА Н.Ф., КОККОЗ М.М. К вопросу о качестве математической подготовки студентов технического вуза	5
САРСЕНБЕКОВ Н.Ж., КУСАЙНОВА М.А. Актуальные вопросы системы высшего образования	8
ЕРАХТИНА И.И., ЖАРКЕВИЧ О.М., ГЕЙДАН И.А. Результаты внедрения полиязычного обучения на примере специальностей «Машиностроение» и «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)»	11
НУРГАЗИНОВА Г.Ш., МУХАМЕДИЕВА К.М. Онтологическая модель предметной области как фундамент для создания интеллектуальных средств обучения и контроля знаний	14
PAK Yu.N., NASSYRKHANOVA B.K., SHILNIKOVA I.O., PAK D.Yu. Forming Educational Standards Based on Industry Qualification Frames and Professional Standards	19
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	24
ПЛАТОНОВА Е.С., ЖЕТЕСОВА Г.С., ЮРОВ В.М., ГУЧЕНКО С.А. Коррозионная стойкость деталей горно-шахтного оборудования	24
ИСАГУЛОВ А.З., КВОН Св.С., ОМАРОВА А.Е. Повышение износостойкости рельсовой стали	27
КРИВЦОВА О.Н., ИБАТОВ М.К., САМОДУРОВА М., ЛЕЖНЕВ С.Н., ПАНИН Е.А. Напряженно-деформированное состояние валков стана горячей прокатки	30
АЗБАНБАЕВ Э.М., ИСАГУЛОВ А.З., АЗОТТЕ А., АЙТБАЕВ Н.Б. Влияние асимметричной прокатки в конусообразных валках на механические свойства низкоуглеродистой стали	34
ЧЕРНЫЙ А.В., СМЕРНОВ И.В., БАРТЕНЕВ И.А. Защитные свойства плазменных покрытий на основе плакированных порошков	37
АЗБАНБАЕВ Э.М., ИСАГУЛОВ А.З., ЗАКАРИЯ Н.Б., ЕРМАГАНБЕТОВ Н.З. Перспективные технологии получения ультрамелкозернистых материалов	41
СЛИВИНСКИЙ А.А., КОРОТЕНКО В.В., БОЧЕНИН В.И. Математическое моделирование тепловых процессов импульсной аргондуговой сварки вольфрамовым электродом тонколистовой нержавеющей стали	47
КОСНИКОВ Г.А., ИСИН Д.К., ЖОЛДУБАЕВА Ж.Д., КУСЖАНОВА А., ИСИН Б.Д. Разработка литейных композиционных алюмоматричных сплавов	53
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	57
РОМАНОВ А.А., ПОРТНОВ В.С., МАУСЫМБАЕВА А.Д., САГИНДЫКОВ К.И. Изучение коллекторов Южно-Торгайской впадины	57
ЖАКУПОВ А.А., САПАРОВ Қ.Т., МАЗБАЕВ О.Б., ДЖАНАЛЕЕВА Г.М., МУСАБАЕВА М.Н. Баянауыл ұлттық табиғи саябағында туристік кластерлік жүйені дамытудың рекреациялық-географиялық бағалау негіздері	63
АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ А., ПОНОМАРЕВА М.В., АЙТПАЕВА А.Р. Исследование метаноносности угля пласта К ₇ в районе шахтного поля шахты им. Т. Кузембаева	67
СЫЗДЫКБАЕВА Д.С. Расчет необходимого количества воздуха для проветривания горных выработок при работе горнотранспортного оборудования с дизельным приводом	70
ПАШКОВА М.А., ПОНОМАРЕВА М.В. Петрографическое исследование углей и вмещающих пород месторождения Шубарколь	73
ПОРТНОВ В.С., ЮРОВ В.М., ДАРИБАЕВА А.Р., НҰРТАЗА Ж.Б. Оценка работы диспергирования руд и минералов с использованием геофизических методов разведки	76
АХМЕТОВ А.Б., ЮДАКОВА В.А., КУСАИНОВА Г.Д. О влиянии комплексного раскислителя на механические свойства низколегированной стали	80

АЙМАГАМБЕТОВА Р.Ж., САЙЛАУҚЫЗЫ Ж. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород	85
РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ	88
АХМЕТЖАНОВ Т.Б. Технология изготовления вяжущих веществ низкой водопотребности	88
БАКИРОВ Ж.Б., ТАЖЕНОВА Г.Д., БАКИРОВ М.Ж. Расчет виброзащитных систем при случайных воздействиях	91
ЖОЛМАГАМБЕТОВ С.Р., ҚОЖАС А.К., ЖОЛМАГАМБЕТОВ Н.Р., КОЖАСОВ С.К. Оценка технического состояния строительных конструкций и анализ причин появления и развития дефектов и повреждений галереи конвейера У-45.....	95
ДЕДОВ А.Н., КЕЛИСБЕКОВ А.К., БЕЙСЕМБАЕВ Д.М. К вопросу совершенствования системы ремонта маневровых локомотивов	98
КИМ Ю.М., ТОГАЙБАЕВ К.Б., КУЗНЕЦОВА С.Э. Проблемы строительной отрасли и пути их решения	102
БАЛҒАБЕКОВ Т.К., МАҚСҰТОВА Ж.Қ. Мультимодальді жүк тасымалының тиімділігін арттыруда сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық үлгісін құрастыру	106
РАЗДЕЛ 5. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. УПРАВЛЕНИЕ	111
ИСЕМБЕРГЕНОВ Н.Т., БРЕЙДО И.В., ЗОТОВ Л.Г., ЮГАЙ В.В., РАЗИНКИН В.П. Высокочастотные электронные трансформаторы на основе резонансных структур	111
ИВАНОВ В.М., СЁМКИН Б.В., ИВАНОВА Т.Ю., БАХТИНА И.А. Восстановление гидроэнергетической установки на Колыванском камнерезном заводе	116
БРЕЙДО И.В., КАВЕРИН В.В., ВОЙТКЕВИЧ С.В. Разработка математической модели расчета параметров катодной защиты высоковольтных опор.....	121
ГОЛОВАЧЁВА В.Н., КОККОЗ М.М., АБАЕВА Н.Ф., ТОЙШЫБЕК Ә.Н. Тұлғаны сәйкестендірудің биометриялық құралдары	124
БРЕЙДО И.В., ДРИЖД Н.А., МАРКВАРДТ Р.В. Обзор систем дистанционного управления проходческими комбайнами	127
РАЗДЕЛ 6. ЭКОНОМИКА	131
КАЗАКОВА Г.Н., СОН И.П. Анализ влияния реального сектора экономики на отдельные сегменты рынка недвижимости в Казахстане	131
ТУЛУПОВА С.А., НЕТОВКАНАЯ Н.А. Экономический анализ как инструмент повышения эффективности управления предприятием.....	135
УРАЗБЕКОВ А.К., БОРИСОВА Е.И. Реформирование накопительной пенсионной системы в Республике Казахстан.....	137
ФЕСЕНКО А.А., КАРАКЧИЕВА Л.О. Энергосбережение, энергоэффективность: опыт, проблемы	141
ҚИЗАТ А.Е. Қазақстандағы экономикалық әртараптандырудың қалыптасуы	144
КАН В. Кластерный фактор конкурентоспособности экономики: зарубежный опыт	148
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ.....	152
ШАХАНОВА С.С., АМАНЖОЛОВ Ж.К. Анализ причин наружной коррозии нефтепроводов	152
ШАИХОВА Г.С., МАХМЕТОВА Г.Ш., АЛИМОВА Б.Ш., ТӨЛЕУТАЕВА Ж.М., ҚАСЫМОВА Л.Ж., ШАИХОВА Ж.Ж. Сұйық металдарға арналған корреляциялық функциялардың өзара әрекеттесу потенциалдарын үздіксіз бөлшектер әдісімен зерттеу.....	155
РЕЗЮМЕ	159
Информационное сообщение	173
Правила оформления и представления статей	174

УДК 378.147:51:37.031.4

К вопросу о качестве математической подготовки студентов технического вуза

В.Н. ГОЛОВАЧЁВА, д.п.н., доктор философии PhD, директор УМД,

Н.Ф. АБАЕВА, к.п.н., доцент кафедры ВМ,

М.М. КОККОЗ, к.п.н., доцент, зав. кафедрой ИТнБ,

Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: *технический вуз, математическая подготовка, высококвалифицированный специалист, математические дисциплины, качество, образование, профессиональная деятельность.*

Современный этап модернизации казахстанского образования выдвигает повышенные требования к качеству профессиональной подготовки будущего инженера. Основная цель – подготовка высококвалифицированного специалиста соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного и ответственного.

Это требует новых, более эффективных путей организации учебно-воспитательного процесса в техническом вузе, поиска и разработки эффективных педагогических технологий, оптимизации методик обучения. Решение этой задачи невозможно без совершенствования системы математического образования в вузе.

Математика не только мощное средство решения прикладных задач и универсальный язык науки, но и элемент общей культуры. Без современной математики с ее развитым логическим и вычислительным аппаратом невозможен прогресс в различных областях человеческой деятельности.

Математика играет важную роль в инженерно-технических исследованиях. Она является не только аппаратом количественного расчета, но и методом точного исследования и средством предельно четкой формулировки понятий и проблем.

Рассматривая вопрос о значении математического образования в новом тысячелетии, большинство исследователей отмечают его уникальную роль в формировании личности, в интеллектуальном развитии обучающихся. Так, Л.М. Фридман, определяя цели обучения математике на современном этапе развития информационного общества, утверждает, что «математика и свойственный ей стиль мышления должны рассматриваться как существенный элемент общей культуры современного человека, даже если он не занимается деятельностью в области точных наук и техники; обучение математике, тесно связанное с обучением другим предметам, должно приводить к пониманию роли, которую математика играет в научной и философской концепции современного мира» [1].

Студенту, чтобы с успехом применять математические методы в дальнейшей профессиональной деятельности, моделировать различные технологические процессы, нужно иметь необходимые знания и уметь правильно обращаться с математическим аппаратом. Математические методы играют важную роль в подготовке специалистов, так как позволяют с достаточной степенью достоверности анализировать результаты теоретической и практической деятельности. Они

используются для обработки данных наблюдений и опытов, которые не только подвержены ошибкам измерения и случайным помехам, но и влиянию внутренней изменчивости [2].

В техническом вузе *высшая математика* выступает как особая образовательная дисциплина, так как является фундаментом для изучения других общеобразовательных, инженерных и специальных дисциплин.

Обязательными требованиями в техническом вузе являются [3]:

- непрерывность изучения и применения математики;
- фундаментальность математической подготовки;
- ориентированность курса математики на практику;
- равноценность математической подготовки для всех форм обучения по одной и той же специальности;
- преемственность математической подготовки на всех ступенях образования.

Математические дисциплины стали составной частью любой технической специальности. Поэтому математическое образование является обязательным компонентом инженерного образования и играет решающую роль в подготовке будущих инженеров.

Перечень специальных дисциплин создает впечатление их достаточности для той профессиональной деятельности, которую выполняет большинство выпускников технического вуза. Однако специальные знания могут обеспечить лишь узкую и специфическую деятельность с жесткими рамками. Фактически же человек, в какой бы области он ни работал, вынужден реагировать на изменения, которые в ней непрерывно происходят. Тогда и начинается работа запас теоретических знаний.

Фундаментальные знания, обеспечивающие теоретическую базу, должны давать понимание проблем, которые специалисту приходится решать. Но, к сожалению, заканчивая высшее техническое учебное заведение, инженеры часто, даже умея производить такие формально различные математические операции, как дифференцирование, интегрирование и т.п., не имеют нужного представления о роли математических методов при решении технических задач, о возможности использования математического аппарата [4].

Это обусловлено тем, что формирование математического аппарата в недостаточной степени ориентировано на его дальнейшее использование в профессиональной деятельности. Необходимо, чтобы студенты знали, что математика является тем инструментом, который будет им необходим на протяжении всей последующей учебы и работы. Поэтому, кроме формирования у студентов математических понятий и соответствующих умений, целесообразно развивать у них правильное представление о роли математики вообще и различных ее методов при решении новых научных и технических задач.

Поскольку математика является важнейшей частью профессиональной подготовки будущего инженера, преподаватели математики в технических вузах должны знать содержание общепрофессиональных и специальных дисциплин, чтобы понять, в каких мате-

матических знаниях нуждаются специалисты данной отрасли высшего технического образования. Это поможет сблизить преподавание математики с требованиями практики, улучшить систему математической и профессиональной подготовки, а также наполнить курсы такими примерами и задачами, которые будут наиболее близки и интересны студентам.

Анализ практики обучения математике студентов технических вузов показывает, что качество математической подготовки сегодня не отвечает требованиям современного производства и ее необходимо совершенствовать. Совершенствование математической подготовки студентов технических вузов является многогранной задачей, решение которой требует глубокого освоения основ математической науки, умения видеть и использовать внутриспредметные и междисциплинарные связи, прикладную направленность курса высшей математики, вооружения студентов умениями и навыками применять математическую теорию для решения практических задач, моделировать процессы и явления, происходящие на производстве и в природе.

Недостаточная математическая подготовка вызывает определенные трудности у студентов первого курса при изучении текущего курса математики в вузе. Однако эти трудности студентов первого курса связаны не только с уровнем их начальной подготовки, но и с уровнем их социальной и психологической готовности к обучению в вузе.

Лекции, семинары, коллоквиумы, практические занятия, лабораторные работы требуют от вчерашних школьников максимального использования ранее полученных навыков и экстренного приобретения новых, позволяющих усваивать текущий учебный материал согласно требованиям высшей школы.

Например, в таких зарубежных странах, как Германия, Франция, Япония при чтении математических курсов учитывается тот факт, что студенты первого курса пришли в вуз из средних учебных заведений различного типа и имеют различный уровень математической подготовки.

В колледжах США, например, существуют многочисленные курсы, позволяющие студентам корректировать математические знания в соответствии с требованиями высшей школы. Один из таких курсов называется «Уничтожение страха перед математикой». Уже в названии заложена психологическая значимость улучшения начальной математической подготовки студентов первого курса.

С учетом вышесказанного задача повышения качества математической подготовки студентов в современных условиях приводит к необходимости переосмысления психолого-педагогических основ обучения математике в техническом вузе. На наш взгляд, качество современного математического образования студентов технического вуза зависит не только от эффективного отбора содержания математического образования, но и от выбора адекватных инструментов его передачи студентам, значит, необходим комплексный подход в применении методов обучения, их гибкость и динамичность.

Студентов с разным уровнем готовности к учеб-

ной деятельности в техническом вузе нельзя учить одинаково. К каждому из них следует подбирать необходимую для него систему педагогических воздействий на основе личностно-ориентированного подхода с учётом адаптации к индивидуальным механизмам усвоения информации, личного опыта и склонностей к профессиональной деятельности.

Одним из путей повышения качества подготовки будущих специалистов является обеспечение прикладной направленности в преподавании ряда таких общеобразовательных дисциплин, как математика, информатика и другие. Это приводит к необходимости усиления прикладной направленности курса математики и повышения уровня фундаментальной подготовки будущих специалистов в целом.

В связи с этим нами рассмотрены дисциплины, составляющие математический фундамент в процессе подготовки будущих ИТ-специалистов в отечественной и зарубежной практике, на примере учебных планов технических специальностей Computer Science университета Warwick (Англия) и Информационные системы (Казахстан) [5].

Математические дисциплины специальности Computer Science (Англия):

- Mathematics for Computer Scientists I;
- Mathematics for Computer Scientists II;
- Discrete Mathematics;
- Mathematical Programming I;
- Mathematical Programming II;
- Mathematical Programming III;
- Numerical Analysis;
- Combinatorics.

Математические дисциплины специальности Информационные системы (Казахстан):

- Алгебра и геометрия;
- Математический анализ;
- Дискретная математика;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Вычислительная математика;
- Численные методы.

По разнообразию и значительности приложений как в математике, так и в кибернетике *алгебра и геометрия* остаются важной частью математики и являются фундаментом математического образования специалиста.

В современной науке и технике математические методы исследования и проектирования играют все большую роль. Широко внедряется вычислительная техника, благодаря которой существенно расширяются возможности успешного применения *математического анализа* при решении конкретных задач. Быстрые темпы развития науки, техники делают невозможной подготовку специалистов, имеющих готовые рецепты для решения всех задач, с которыми им пред-

стоит столкнуться.

Новые требования, предъявляемые к математическому образованию современных инженеров, выдвигают на первый план следующие задачи в процессе преподавания математического анализа:

- повышение уровня фундаментальной математической подготовки; усиление прикладной направленности курса математики;
- ориентация на обучение студентов использованию математических методов при решении прикладных задач;
- развитие у студентов логического и алгоритмического мышления, умение самостоятельно расширять и углублять математические знания.

Предметом *теории вероятностей* является изучение вероятностных закономерностей массовых однородных случайных событий. Методы теории вероятностей широко применяются в различных отраслях естествознания и техники: в теории надежности, теории массового обслуживания, в теоретической физике, геодезии, астрономии, теории стрельбы, теории ошибок наблюдений, теории автоматического управления, общей теории связи и во многих других теоретических и прикладных науках.

Теория вероятностей служит для обоснования математической и прикладной статистики, которая в свою очередь используется при планировании и организации производства, при анализе технологических процессов, предупредительном приемочном контроле качества продукции и для многих других целей.

Математическая статистика решает задачи оценивания отдельных параметров и структуры в целом той или иной вероятностной модели по статистическим данным, дает методы получения необходимых статистических данных. Методы теории вероятностей и математической статистики все шире проникают в различные области науки и техники, способствуют их прогрессу.

Студенты, к сожалению, недооценивают роль математики в будущей профессиональной деятельности, а фундамент программирования составляет именно математика. Это влечет за собой небрежное отношение к изучению математики.

Математическое образование в процессе подготовки профессиональных кадров в области информационных технологий должно быть представлено не только в логике математической науки, но и в логике будущей профессиональной деятельности студента.

Целью учебной деятельности обучающихся является не только овладение математическим аппаратом как целостной научной системой, а формирование профессионально значимых качеств личности на основе логики математики. Именно такой подход прослеживается в подготовке зарубежных ИТ-специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фридман Л.М. Теоретические основы методики обучения математике // Пособие для учителей, методистов и педагогов высших учебных заведений. – М.: Моск. псих.-соц. институт: Флинта, 1998.
2. Абаева Н.Ф., Мустафина Л.М. Профессиональная ориентация математики как фактор повышения качества знаний // Вестник АПН Казахстана. – 2014. – № 6(62). – С. 22-25.
3. Гиль Л.Б. Качество математической подготовки студентов технического вуза: проблемы и пути их решения // Успехи

современного естествознания. – 2007. – № 5 – С. 49-50.

4. <http://centeroko.fromru.com/timss/timss.htm>. «Третье международное исследование по оценке качества математического и естественно-научного образования». – Интернет-ресурс: Сайт Центра оценки качества образования.
5. Головачёва В.Н. О математической подготовке специалистов информационного профиля // Научно-теоретический и практический журнал. Белгород. Россия. Современный научный вестник: Сер. педагогика и психология. – 2008. – № 20(46). – С. 44-50.

УДК 378.1(574)

Актуальные вопросы системы высшего образования

Н.Ж. САРСЕНБЕКОВ, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра СГД,

М.А. КУСАЙНОВА, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный медицинский университет

Ключевые слова: бакалавриат, магистратура, докторантура Phd, полисубъектность, гуманизация.

Образование является приоритетным направлением и основным индикатором развития во всех цивилизованных странах. Они конкурируют не только товарами и услугами – они конкурируют системами общественных ценностей и системой образования. Задача вхождения Республики Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира может быть решена в том случае, если у страны будут высококвалифицированные специалисты, обладающие знаниями наукоемких технологий, управленческими навыками, умеющие ориентироваться в рыночной экономике, т.е. будет создана эффективная система образования, удовлетворяющая потребности мировой рыночной экономики.

Президент РК Нурсултан Назарбаев в своем выступлении «Стратегия вхождения Казахстана в число 50-ти конкурентоспособных стран мира» определил главными направлениями дальнейшую модернизацию социальной сферы, развитие системы современного образования и подготовку высококвалифицированных кадров.

Концепция развития системы образования Республики Казахстан определила новую модель школьного, довузовского, вузовского и послевузовского образования. Как показывает практика, кредитная система обучения, распространенная в университетах США и большинства стран Европы, является наиболее гибкой и эффективной. Она обеспечивает академическую мобильность и востребованность выпускников в стремительно меняющихся условиях рынка труда. Во многом это обеспечивается: гибким планированием академических программ, ориентированных на запросы рынка труда; элективностью 50 % дисциплин учебного плана; повышением качества преподавания, так как возникает конкуренция; интенсификацией учебного процесса, внедрением информационных систем; повышением роли самостоятельной работы студента.

От современного специалиста требуются профес-

сиональная компетентность и способность принимать решения в нестандартных ситуациях, умение работать в команде, самостоятельно добывать, анализировать и эффективно использовать информацию, рационально работать в быстроизменяющемся мире. Эти качества студенты приобретут, обучаясь в условиях использования активных форм, работая в парах, группах, принимая решения в конкретных жизненных ситуациях самостоятельно, в диалоговом режиме с компьютером и др. При этом приоритет отдается самостоятельной работе.

Современное образование основано на индивидуализации и дифференциации образования, альтернативности образовательных систем и учебных заведений, гибкости и динамичности учебно-программной документации, адаптивности к изменяющимся условиям социально-экономической среды.

В быстро меняющемся мире происходит скорейшее обновление содержания образования, это сказывается на сроках действия образовательных стандартов.

Система образования в Казахстане должна стать динамично развивающейся и способной адекватно реагировать на ускоряющиеся мировые процессы глобализации и информатизации.

Казахстан успешно внедрил признанную и самую распространенную в мире бакалаврско-магистерскую модель подготовки специалистов и полностью перешел на трехуровневую систему обучения: бакалавриат, магистратура, докторантура Phd. О приверженности отечественных вузов общепринятым принципам университетского образования свидетельствует факт подписания нашими вузами Великой хартии университетов. С 2007 года ведется целенаправленная работа по внедрению программы двойного диплома. Это новое начинание. По международной программе «Болашак», которая инициирована Главой государства, ежегодно 3000 студентов обучается за рубежом.

За рубежом системы высшего образования производят качественный человеческий капитал, профессиональный, востребованный в отраслях экономики. Востребованность – это показатель, поэтому там высшее образование – конкурентная отрасль, часть рыночной экономики, бизнес. У нас изначально неверный прицел искажает все реформы, отсюда неэффективные бизнес-модели вузов, менеджмент, маркетинг, бизнес-процессы. Важное место должно занимать управление человеческими ресурсами, потому что ключевой актив вуза – это преподаватели. Преподаватели, которые дают интересные знания и навыки, создают технологии и научные разработки, делают образовательный процесс насыщенным, интересным. Тогда на выходе мы получаем профессионального, интеллектуального, мыслящего специалиста.

Высшее образование в современный период вошло в число основных государственных приоритетов многих стран, при этом ведущую роль в современной ситуации мирового сообщества приобретает человеческий фактор, от которого зависит перспектива развития общества в целом, и именно специфика развивающейся информационной цивилизации породила новую закономерность – глобализацию.

Глобализация стала характерной чертой современного общественного, экономического и культурного пространства и ориентирует его на «свободное развитие человека», на творческую инициативу, самостоятельность, конкурентоспособность, мобильность будущих специалистов.

Высшее профессиональное образование представляет собой социальный институт, который характеризуется общедоступностью, многообразием условий, непрерывностью, практической направленностью, адекватностью, международным характером. Это позволяет рассмотреть сущность образования с позиции гуманистического подхода, когда высшим смыслом социального развития становится утверждение отношения к человеку как высшей ценности бытия.

Сегодня гуманизация образования рассматривается как важнейший социально-педагогический принцип, отражающий современные общественные тенденции построения и функционирования системы образования.

Основным смыслом образования в этом становится развитие личности, соответственно гуманизация выдвигает перед образованием другую задачу – способствовать всеми возможными способами развитию личности, что переводит субъект-объектные отношения в субъект-субъектные, исследование которых позволяет выделить в качестве субъектов системы высшего образования личность в лице студентов и преподавателей, общество в лице работодателей и государство в лице высших учебных заведений и управленческих учреждений.

Полисубъектность обеспечит открытость системы высшего образования как государственно-общественной системы, переход к взаимной ответственности, к расширению участия и усилению роли всех субъектов образовательной политики в выработке, принятии и реализации правовых и управленческих решений в системе высшего образования.

Процесс реформирования системы образования по принципам рыночной экономики привел к поиску эффективных путей управления системой высшего образования путем: решения проблем высшего образования на уровне государственной и региональной политики; привлечения к решению проблем высшего образования различных социальных институтов, а также пересмотра роли учебных заведений и самих обучающихся.

При этом вопросы управления системой высшей школой необходимо выделить особой группой, несмотря на то, что главенствующую роль играет государство, тогда как в управлении должны быть задействованы все заинтересованные субъекты различного уровня – личность, общество.

Управление системой высшего образования – это, прежде всего, регулирование процесса образования. Процесс трансформации общества привел к постановке проблемы взаимоотношений органов управления образованием с образовательными субъектами, поэтому под управлением системой высшего образования понимается взаимодействие субъектов управления различного уровня, обеспечивающее оптимальное функционирование и развитие управляемой системы, и полагается, что управление системой высшего образования должно быть полисубъектным.

Использование процессного подхода позволяет детально рассмотреть проблему управления системой высшего образования, выявить участие всех заинтересованных субъектов образования в управлении и дает возможность разработать модель управления полисубъектной системой высшего образования.

Исследование проблемы управления системой высшего образования предполагает необходимость рассмотрения опыта проведения образовательных реформ и, прежде всего, осмыслить исторический опыт его развития.

Началом становления системы образования в советский период послужила культурная революция, которая привела к ликвидации неграмотности взрослого населения, подготовке кадров, к совершенствованию письменности на родных языках, созданию сети культурно-просветительных учреждений. В этот период принимается ряд документов, которые послужили началом формирования высшей школы и положили начало созданию системы управления высшими учебными заведениями. В дальнейшем осуществлен комплекс организационно-нормативных мероприятий, связанных с вопросами ресурсного обеспечения и кадрового комплектования системы высшего образования. Но вместе с тем возникли проблемы, приведшие к кризису образования, причинами которого явились административное, распорядительное управление вузами, подавляющее инициативу и вариативность, обособленность высшего образования, отсутствие обратной связи вузов с производством, с органами территориального управления и населением. Это и вызвало объективную потребность реформирования.

Сложившаяся система международного сотрудничества во всех сферах общественной жизни привела к необходимости интеграции национальной системы образования в единое образовательное пространство.

Вызывает интерес политика европейских стран в области высшего образования, позволившая сформировать наднациональные институты координации и управления и законодательную базу по взаимному признанию документов о высшем образовании и учебных степеней.

Анализ европейской системы демонстрирует положительный результат проведенных реформ, а пути дальнейшего совершенствования управления системой высшего образования позволяют говорить о целесообразности заимствования ряда позитивных аспектов: система образования является децентрализованной, где основную регулирующую роль играет общество; многоступенчатость образования обеспечивает преемственность уровней, самостоятельность и автономность вузов, системы обеспечения, контроля и оценки функционирования системы высшего образования основаны на применении внутреннего и внешнего механизмов контроля.

К настоящему времени практически все европейские страны провели реформы национальных систем высшего образования, ввели системы, основанные на образовательных кредитах, разработаны и используются национальные системы оценки качества образования. При этом прослеживается стремление к сближению национальных систем высшего образования, их взаимопризнания.

Как видим, процессы глобализации, происходящие в современном мире, имеют положительные стороны в части универсализации содержания, технологии образования и управления системой высшего образования, когда ведущей идеей самого образования становится признание индивидуальности личности обучающегося, реализация гуманистического подхода в системе высшего образования, а управление системой высшего образования строится на основе субъект-субъектных отношений, путем достижения баланса между интересами личности, общества и государства.

Приоритетной задачей реформирования системы высшего образования Республики Казахстан является интеграция в мировое образовательное пространство

путем приведения управления казахстанской системой высшего образования в соответствие с общепризнанными международными нормами и стандартами. Это повлекло существенные изменения в организационном, структурном планах, обновление содержания образования и совершенствование качества подготовки специалистов в соответствии с современными социально-экономическими и политическими условиями развития республики и прогрессивным опытом высокоразвитых стран.

Образовательное пространство Республики Казахстан включает региональное высшее образование, которое представляет собой систему, подверженную влиянию региональных экономических, демографических, научно-технических, природно-ресурсных и нормативно-правовых процессов. При этом управление региональной системой высшего образования ориентировано на повышение уровня профессиональных знаний и навыков регионального населения на основе сочетания многоуровневой профессиональной подготовки, преемственности и интеграции образовательных структур к соответствующим экономическим и социальным потребностям региональных рынков труда.

Система высшего образования на сегодняшний день является сферой взаимодействия интересов государства и общества в лице их институтов и граждан, что предполагает обязательное участие субъектов образовательных правоотношений в управлении и возможность влиять на функционирование и развитие системы высшего образования, а также нести ответственность за создание условий, необходимых для выполнения системой высшего образования своих социальных и образовательных функций. В связи с этим возникает необходимость пересмотра роли и функций государства в обеспечении деятельности образовательных структур, привлечения к решению проблем образования различных социальных институтов, а также пересмотра роли учебных заведений и самих обучающихся в организации процесса образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова Н.М. Сравнительные исследования в высшем образовании за рубежом / Н.М. Абросимова. М.: ЦКПС, 1994. – 250 с.
2. Алшанов Р. Пути интеграции Казахстана в мировое образовательное пространство / Р. Алшанов // Столичное образование. 2003. – № 3-4-5.
3. Артамонова М.В. Реформа высшей школы и Болонский процесс в России / М.В. Артамонова. – М.: Изд-во Экономика, 2008. 279 с.
4. Аттестация, аккредитация высших учебных заведений / Под ред. Аврамова Ю.С. – М., 1993.
5. Ахметова Г.К. Современное образование Казахстана в поисках идеала / Г.К. Ахметова // Кредитная система обучения: опыт внедрения и перспективы. Алматы: Казак университеті, 2004. – 90 с.

УДК 323.1(574):811(574)

Результаты внедрения полиязычного обучения на примере специальностей «Машиностроение» и «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)»

*И.И. ЕРАХТИНА, к.п.н., доцент,**О.М. ЖАРКЕВИЧ, к.т.н., доцент,**И.А. ГЕЙДАН, ст. преподаватель,**Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТМ*

Ключевые слова: образование, обучение, полиязычие, интеграция, актуальность, языковая подготовка, конкурентоспособность.

Актуальность поликультурного и полиязычного обучения определяется всеобщей мировой тенденцией к интеграции в экономической, культурной и политической сферах. Полиязычное обучение понимают как целенаправленный процесс приобщения к мировой культуре средствами нескольких языков, когда изучаемые языки выступают в качестве способа постижения сферы специальных знаний, усвоения культурно-исторического и социального опыта различных стран и народов.

Полиязычное образование – основа становления полиязычной личности, уровень сформированности которой во многом обуславливает позитивный характер личностной самореализации человека в современных условиях общественных отношений, его конкурентоспособность и социальную мобильность.

Целью образования на современном этапе становятся не просто знания, но и формирование ключевых компетенций, которые должны вооружить молодежь для дальнейшей жизни в обществе. Советом Европы выделено пять базовых компетенций, необходимых сегодня любому специалисту. Среди них – умение устно и письменно общаться, что, естественно, предполагает владение несколькими языками.

В настоящее время в разных странах накоплен определенный опыт билингвального образования. Это имеет место в регионах с естественной двуязычной средой (Канада, Бельгия, Швейцария и др.), а также в государствах, где происходит приток иммигрантов, вынужденных вживаться, вращаться в чужую культуру (США, Германия и др.) [1]. В этих странах функционируют разного рода билингвальные курсы, на которых языки изучаются не столько как средство коммуникации, сколько как способ приобщения к культуре страны изучаемого языка, ознакомления с ее историей.

Согласно законодательству об образовании, в Республике Казахстан все организации образования независимо от форм собственности должны обеспечить соответствующий уровень знаний обучающимися казахскому, русскому языку и одному из иностранных языков в соответствии с государственным общеобязательным стандартом соответствующего уровня образования.

Важное место занимает обучение иностранным языкам для того, чтобы выпускник вуза мог активно и целенаправленно пользоваться достижениями науки и практическим опытом зарубежных специалистов. Этого требуют как непосредственные задачи обучения в стенах вуза, так и развиваемая способность к последующему самостоятельному расширению знаний, совершенствованию умений и навыков в соответствии с индивидуальными интересами, притязаниями и ценностными ориентациями специалистов [2].

В современном мире в связи с процессами самоопределения наций, образования многонациональных государств, активной миграцией населения весьма важной государственной задачей стало правовое решение вопросов языка в обществе. В первую очередь проблемы касаются законодательного обеспечения применения языков в официальном и неофициальном общении, в обучении языкам в школе и вузе, во взаимоотношениях между народами.

В Казахстане полиязычие развивается на государственном уровне в соответствии с задачами, поставленными Президентом Республики Казахстан Н.А. Назарбаевым. Реализуется инициатива Главы государства – проект «Триединство языков». Полиязычие как стратегически важная задача образования поставлено и в Государственной программе развития образования на 2011–2020 годы. К 2020 году 100% населения Казахстана должны владеть казахским языком, 95% – русским и 25% – английским, но есть и промежуточные точки отсчета.

Модернизация системы образования, которая проводится в Республике Казахстан, связана, прежде всего, с обновлением содержания, с обеспечением его деятельного, развивающего, культуросообразного характера, с запросами современного рынка труда на профессионально мобильных, коммуникативно компетентных и творчески мыслящих специалистов.

Одной из важных задач любого высшего учебного заведения является приобщение будущих специалистов к универсальным, глобальным ценностям, формирование у обучающихся умений общаться и взаимодействовать с представителями соседних культур и в мировом пространстве.

«Сегодня мало быть монолингвом, сегодня мало быть билингвом, сегодня необходимо быть человеком, владеющим минимум 3-5 языками» [3]. Полиязычие и полиязычное преподавание иностранных языков – абсолютная необходимость, веление времени, поскольку весь мир полиэтичен, полилингвистичен. И в решении главной проблемы современного мира – согласия и взаимопонимания между людьми, преодоления трудностей межкультурного общения, межкультурной коммуникации может способствовать в большей мере и в большей степени именно сохранение и поддержка ситуации полиязычия в каждом государстве и в отношениях между государствами.

Карагандинский государственный технический университет определил для себя ключевые задачи на пути модернизации высшего образования. Одним из существенных направлений модернизации системы подготовки инновационных кадров является подготовка полиязычных кадров для нашего государства. Для выполнения задач развития полиязычного образования и интеграции в мировое экономическое и образовательное пространство необходимо вовлечение в полиязычное обучение широкого круга обучающихся, подготовка полиязычных специалистов, преподавателей вузов.

В КарГТУ с 2012 года внедрена экспериментальная программа полиязычного образования для студентов нескольких специальностей бакалавриата.

В первую очередь были предприняты следующие меры:

1. Определены специальности полиязычного обучения.
2. С целью выделения полиязычной группы среди студентов 1 курса на знание казахского, русского и английского языков проводится собеседование и тестирование.
3. Определены дисциплины общеобразовательного, базового и профилирующего циклов, которые будут преподаваться на казахском/русском/английском языках.
4. Закреплены преподаватели для проведения занятий на казахском/русском/английском языках.
5. Обеспечен перевод на английский язык рабочих учебных планов специальностей и учебно-методической документации.
6. Проведен анализ и обеспечение заказа учебной литературы на английском языке по соответствующим дисциплинам.
7. Разработаны электронно-обучающие средства по соответствующим дисциплинам на английском языке.
8. Подготовка ППС для проведения занятий на английском языке по выбранным дисциплинам.
9. Обеспечение возможности посещения ППС курсов повышения квалификации по изучению интенсивного технического английского языка.
10. Обеспечение возможности посещения занятий на курсах интенсивного технического английского языка и продолжение изучения языка для студентов экспериментальной группы.
11. Заключение договоров с вузами дальнего зарубежья для реализации академической мобильности

ППС и студентов.

12. Обеспечение обучения и/или прохождения практики студентами в передовых вузах дальнего зарубежья.

Вышеуказанные меры внедрялись при поочередном выполнении следующих шагов:

- выделение дисциплины общеобразовательного, базового и профилирующего циклов, которые будут преподаваться на русском/ казахском/ английском языках;
- подготовка ППС для проведения занятий на английском языке по выбранным дисциплинам экспериментальных специальностей;
- проведение занятий на курсах интенсивного технического английского и казахского языков для ППС выбранных специальностей;
- проведение занятий на курсах интенсивного технического английского и казахского языков и продолжение изучения языка для студентов выбранных специальностей;
- заключение договоров с вузами дальнего зарубежья для реализации академической мобильности ППС и студентов;
- прохождение стажировки ППС в передовых зарубежных вузах;
- обучение и/или прохождение практики студентами в передовых зарубежных вузах.

Одним из эффективных путей первичной подготовки полиязычных кадров является включение в перечень базовых дисциплин рабочих учебных планов таких дисциплин, как «Профессионально-ориентированный иностранный язык», «Профессиональный казахский/русский».

Для полиязычных групп было проведено перераспределение дисциплин по языку обучения (рисунок 1).

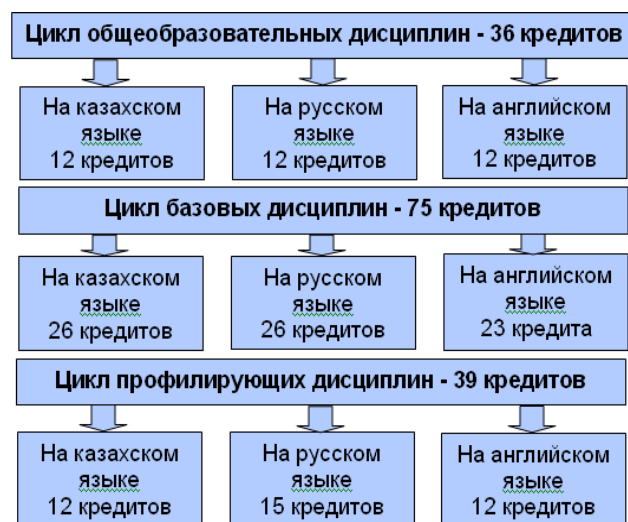


Рисунок 1 – Структура образовательной программы

В результате принятых мер и выполнения вышеуказанных шагов кафедрой «Технология машиностроения» в число полиязычных групп специальностей бакалавриата были включены «Машиностроение», «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)»: СТ-12-1п (11 чел: каз.яз. – 5 чел, рус. яз. – 6 чел.), Маш-12-1п (15 чел), СТ-13-1п (12 чел: каз.яз. –

6 чел, рус. яз. – 6 чел.), Маш-13-1п (17 чел: каз.яз. – 10 чел, рус. яз. – 7 чел.), СТ-14-1п (11 чел: каз.яз. – 4 чел, рус. яз. – 7 чел.), Маш-14-1п (20 чел).

На практике в среднем согласно **программе foundation** для групп специальностей «Машиностроение» и «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)» соблюдается следующее распределение изучения специализированных дисциплин на трех языках:

- ½ на государственном языке, ¼ на русском языке и ¼ на английском языке – для групп с казахской формой обучения;

- ¼ на государственном языке, ½ на русском, ¼ на английском языке – для русскоязычных групп.

Согласно плану мероприятий по развитию полиязычного образования были:

- сформированы авторские коллективы по разработке на английском языке учебников и учебных пособий;

- переведены на английский язык РУПы специальностей «Машиностроение» и «Стандартизация, сертификация и метрология»;

- в 2012-2013 гг. переведены на английский язык УМКД дисциплин названных специальностей;

- согласно плану внутривузовского издания учебно-методической литературы в 2013-2014 гг. с грифом МОН РК изданы 2 учебника «Квалиметрия» и «Основы взаимозаменяемости» на английском языке;

- запланированы разработка и ввод в учебный процесс электронных учебных ресурсов различных модификаций на английском языке.

В то же время проведенный анализ обеспеченности учебной и учебно-методической литературой полиязычных группы названных специальностей показал, что недостаточной является обеспеченность на английском языке (рисунок 2).

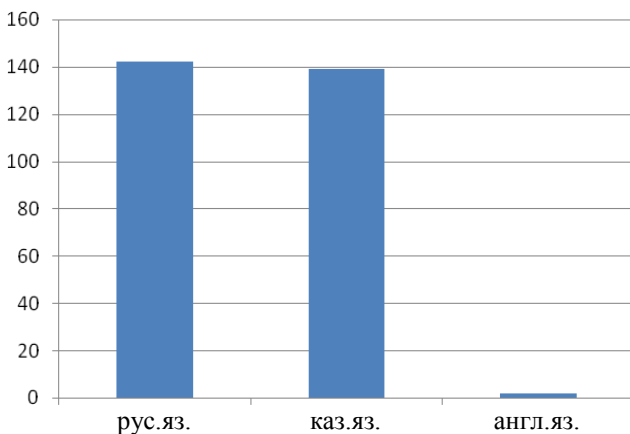


Рисунок 2

В процессе обучения были выявлены проблемы для студентов и преподавателей, ведущих занятия в полиязычных группах.

Для студентов выявлены следующие проблемы:

- недостаточное владение английским языком для понимания преподаваемого материала;

- недостаточное владение государственным языком для русских групп и русским языком для групп с государственным языком обучения в части специали-

зированных технических терминов;

- разный уровень знания языка среди студентов одной группы, их неуверенность при изучении специальной дисциплины на иностранном языке;

- высокий темп лекций, не позволяющий делать записи. Проблемы полиязычного обучения для преподавателя:

- недостаток знаний преподавателя по специально ориентированному английскому;

- несоответствие действующих квалификационных требований и характеристик требованиям полиязычного специалиста;

- недостаточность нормативного и программно-методического сопровождения полиязычного образования (по английскому языку);

- отсутствие единой концепции подготовки полиязычных специалистов на основе компетентного подхода;

- недостаточная изученность опыта зарубежных стран по внедрению полиязычного образования;

- неразработанность механизма оценки результативности труда полиязычного специалиста.

Для преподавателей выявлены следующие проблемы:

- недостаток знаний преподавателя по специально ориентированному английскому;

- несоответствие действующих квалификационных требований и характеристик требованиям полиязычного специалиста;

- недостаточность нормативного и программно-методического сопровождения полиязычного образования (по английскому языку);

- отсутствие единой концепции подготовки полиязычных специалистов на основе компетентного подхода;

- недостаточная изученность опыта зарубежных стран по внедрению полиязычного образования;

- неразработанность механизма оценки результативности труда полиязычного специалиста.

Учитывая вышеизложенное, для развития полиязычного обучения необходимо:

- продолжать приглашение зарубежных ученых для чтения лекций, что позволит совершенствовать разговорные навыки преподавателей и студентов;

- открыть класс-лабораторию (лингвфонный кабинет) с необходимым оборудованием и программным обеспечением на английском языке;

- организовать стажировки преподавателей в зарубежных университетах, ведущих занятия в полиязычных группах, для повышения их квалификации и совершенствования навыков английской речи;

- усилить внешнюю академическую мобильность студентов КарГТУ;

- разработать план по развитию полиязычного обучения.

Необходимо изучить передовой полиязычный опыт ведущих стран (Канада, США, Франция, Швейцария, Бельгия, Финляндия, Сингапур, Малайзия). Систематизация и обобщение мирового опыта полиязычного образования, введение в практику эффективных методов обучения по уровням образования позволит Центру полиязычия:

- выработать детальные предложения по внедрению в процесс полиязычного обучения самых современных методик и технологий обучения;

- обеспечить повышение уровня профессионализма педагогов, что в свою очередь повлияет на качество подготовки полиязычных кадров;

- повысить конкурентоспособность альтернативных языковых образовательных программ.

В заключение следует отметить, что реалии сего-

дняшнего дня таковы, что мы – вузовские работники – ежедневно активно реализуем задачи реформирования системы образования. Поэтому предлагаемые мероприятия позволят повысить конкурентоспособность будущих специалистов, а также улучшить качество полиязычных кадров.

Хорошая языковая подготовка преподавательского состава позволяет развивать полиязычие и в рамках международного сотрудничества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информация о центре ОЭСР – ВШЭ / Приложение «Обзор систем высшего образования стран ОЭСР» / tmeschkova@hse.ru.
2. Газалиев А.М., Жетесова Г.С. Тенденции развития мировой образовательной системы // Труды университета. Вып. 4 / Карагандинский государственный технический университет. – Караганда, 2009. – 107 с.
3. Салми Дж. Создание университетов мирового класса: Пер. с англ. – М.: Весь Мир, 2009. – 132 с.

УДК 004.891

Онтологическая модель предметной области как фундамент для создания интеллектуальных средств обучения и контроля знаний

Г.Ш. НУРГАЗИНОВА, докторант 1 курса кафедры «Информатика и информационная безопасность», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
К.М. МУХАМЕДИЕВА, ст. преподаватель кафедры «Информатика», Павлодарский государственный педагогический университет

Ключевые слова: информационная культура, студент, вуз, метод, поиск, электронный каталог, электронная библиотека, формирование, информация.

Введение

Электронное обучение в Казахстане получило в настоящее время широкое распространение. Компьютеры применяются в учебном процессе практически во всех учебных заведениях республики как в среднем образовании, в высшем и послевузовском образовании, так и в сфере повышения квалификации. Создано огромное количество программных средств учебного назначения. Основой таких программных средств является наглядность, которая эффективно реализуется с помощью современных приложений создания анимации. Они носят информационный и демонстрационный характер. Электронные средства обучения оказывают влияние на совершенствование процесса обучения. Но информационные и демонстрационные программы не делают обучение эффективным. Для обеспечения эффективности учебного процесса разрабатываемые программные средства обучения должны принципиально отличаться от текстовых учебников. Отличием является возможность обеспечения интерактивности программного средства и диалога с обучаемым, обеспечение требования адаптивности таких систем, а также обеспечение контроля знаний, основанных на ответе пользователя в произвольной адаптивной форме в терминах предметной области. Это

возможно реализовать, используя современные достижения в области искусственного интеллекта. Таким образом, проблема разработки интеллектуальных средств обучения и контроля знаний актуальна.

Постановка задачи

Современным интеллектуальным средствам обучения необходимо хранить большой объем данных, дополняемых в процессе работы, в связи с чем проблема их эффективного использования и поиска становится актуальной. Для решения проблемы при разработке интеллектуальных средств обучения необходимо уделить внимание организации, структурированию, а также повторному использованию знаний. Ядром современных интеллектуальных средств обучения выступает база знаний. База знаний представляет собой семантическую сеть (онтологию) терминов, понятий предметной области. Семантические сети – это одна из разновидностей моделей представления знаний, на основе которых строятся базы знаний.

В настоящее время особый интерес у исследователей искусственного интеллекта вызывают онтологии. Онтологии могут использоваться для представления знаний о понятиях предметной области. Кроме того, в онтологии можно использовать при построении баз

знаний не только интеллектуальных средств обучения, но также любых других приложений.

Для создания интеллектуальных средств обучения необходим теоретический фундамент в виде модели онтологии предметной области [1].

В настоящее время использование онтологий для моделирования предметных областей современных информационных систем получает все более широкое распространение [2, 3]. Онтологическая модель позволяет разработать модель метаанных, что значительно улучшает использование системы широким кругом пользователей с точки зрения организации взаимодействия и применения семантического поиска. Поэтому задача построения онтологической модели предметной области «Элементарная алгебра» является актуальной и сложной научно-практической задачей.

Целью является разработка и создание экспериментальной онтологической модели предметной области «Элементарная алгебра» для дальнейшего её использования при создании интеллектуального средства обучения и контроля знаний по алгебре.

Создание онтологической модели

Онтологическая модель – это система логических соотношений, каждое из которых имеет смысловое содержание, с которым согласно некоторое сообщество экспертов (специалистов предметной области), а вся система есть явное представление знаний предметной области [4].

Почему возникает потребность в разработке онтологий? Вот некоторые причины:

- для совместного использования людьми или программными агентами общего понимания структуры информации;
- для возможности повторного использования знаний в предметной области;
- для того чтобы сделать допущения в предметной области явными;
- для отделения знаний в предметной области от оперативных знаний;
- для анализа знаний в предметной области.

Онтологии являются моделями данных, обладающих двумя специфическими особенностями [4]:

1. Онтологии строятся на основе совместного понимания предметной области в рамках сообщества. Это понимание представляется соглашением экспертов по поводу понятий и отношений, которые имеются в предметной области.

2. Онтологии используют способ представления, который может обрабатываться компьютерными программами (т.е. записываются с использованием формальных языков), что дает возможность компьютерам работать с онтологиями. К таким действиям относятся передача онтологий между компьютерами, хранение онтологий, проверка согласованности онтологий, выполнение логических выводов на онтологиях и с помощью онтологий.

Онтологии позволяют интегрировать знания в едином пространстве, с последующим выделением учебных курсов и их компонентов – учебных объектов [5], реализующих логику интеллектуальных средств обучения, определяя структуру и процессы в терминах

связанных знаний. Онтологическая модель позволяет унифицировать представление разнородной информации, представить термины и понятия в формализованном (пригодном для машинной обработки) виде, являясь, тем самым, связующим звеном между человеком и интеллектуальными обучающими системами.

Описание предметной области «Элементарная алгебра» включает совокупность терминов и отношений, семантически значимых для данной предметной области, а также правил, согласно которым можно строить утверждения об элементах предметной области. Онтологическая модель предметной области является основой многоуровневой программной системы [4], которая позволяет нам выполнять выборку и управлять знаниями в области элементарной алгебры.

Для построения экспериментальной онтологической модели «Элементарная алгебра» мы рассмотрим обобщенную логическую структуру данной предметной области, опишем основные понятия: числа, одночлены, многочлены, алгебраические выражения (рисунки 1).

На данном шаге для правильного описания как обобщенной логической структуры предметной области, так и для дальнейшей работы привлекаются учителя-предметники. Следующий шаг после описания логической структуры предметной области – составление глоссария, т.е. списка всех терминов, которые имеют отношение к данной предметной области. На данном этапе к работе привлекаются эксперты в предметной области. Как может выглядеть словарь предметной области «Элементарная алгебра» (основные термины) – показано в таблице.

Англоязычное наименование терминов необходимо для дальнейшего использования при разработке графического представления онтологической модели предметной области на платформе Protégé.

Затем необходимо распределить, какие из этих понятий являются классами, какие подклассами, а какие свойствами классов, и на основе таксономических отношений строить деревья классификации понятий. Система онтологий знаний и понятий в области элементарной алгебры является информационной основой для построения базы знаний «Элементарная алгебра».

В онтологической модели предметной области «Элементарная алгебра» рассматриваются следующие основные понятия: *Числа*, *Одночлены*, *Многочлены*, *Алгебраические выражения*, *Уравнения*, *Функции*, *Неравенства*, *Последовательности* и другие понятия, участвующие в структурных описаниях основных понятий.

Далее рассматривается и описывается каждое из перечисленных основных понятий, которое в свою очередь, имеет свою структуру описания основных понятий. В работе [6] рассмотрено построение фрагмента онтологии, для чего иерархически упорядочена и структурирована понятийная область «Функции» и входящая в нее подобласть «Тригонометрическая функция». В центре этой онтологии находятся классы. Класс *Алгебраическое выражение* имеет подклассы *Функции*, *Уравнения*, *Неравенства* и др. Данные подклассы имеют свою иерархическую структуру, напри-



Рисунок 1 – Фрагмент общей логической структуры базы знаний предметной области «Элементарная алгебра»

Фрагмент словаря понятий предметной области «Элементарная алгебра»

Термин предметной области	Значение термина	Англоязычное наименование термина
Алгебраическое выражение	выражение, составленное из букв и чисел, соединенных между собой знаками алгебраических действий (сложения, вычитания, умножения, деления, возвышения в целую степень и извлечения корня с целым показателем) и, возможно, знаками последовательного выполнения действий – скобками	Algebraic expression
Одночлен	целое выражение, которое содержит произведение чисел и букв	Monomial
Многочлен	алгебраическая сумма нескольких одночленов	Polynomial
Функция	правило (закон) соответствия между множествами X и Y , по которому для каждого элемента из множества X можно найти один и только один элемент из множества Y	Function
Неравенство	выражение вида $a < b$, $a \leq b$, $a > b$, $a \geq b$, где a и b могут быть числами или функциями	Inequality
Уравнение	буквенное равенство, которое справедливо (т.е. становится тождеством) только при некоторых значениях, входящих в него букв. Эти буквы называются неизвестными, а их значения, при которых данное уравнение обращается в тождество, – корнями уравнения	Equation
Числовая последовательность	функция натурального аргумента. Числа, образующие последовательность – члены последовательности	Numerical sequence

мер, подкласс Функции представляет собой все виды функций: линейные, квадратичные, рациональные, иррациональные, показательные, тригонометрические, логарифмические и т.д.

Основное применение онтологий: семантический поиск информации, создание баз знаний и др. Для создания и поддержки онтологий разработан ряд программных продуктов, которые выполняют редактирование, просмотр, документирование онтологий, импорт и экспорт онтологий между системами и другие функции управления онтологиями.

Реализация онтологической модели на платформе Protégé

Основная функция любого редактора онтологий состоит в поддержке процесса формализации знаний и представлении онтологии. На сегодняшний день существует большое количество редакторов онтологий: система Ontolingua, Protégé, OntoEdit, WebOnto, KADS22 и др. Проанализировав инструменты построения онтологий, мы остановились на системе Protégé.

Protégé – локальная, свободно распространяемая Java-программа, разработанная группой медицинской информатики Стенфордского университета (первая версия – 1987, последняя Protégé-2.1.1 – июнь 2004). Программа предназначена для построения (создания, редактирования и просмотра) онтологий прикладной области.

Экспериментальная модель онтологии «Элементарная алгебра» была создана в среде Protégé [7], которая является интегрированным инструментальным средством и успешно используется разработчиками систем и экспертами предметных областей знаний.

Основное окно программы Protégé состоит из вкладок, которые отображают различные аспекты модели знаний (рисунок 2).

Используя ранее разработанный словарь понятий предметной области «Элементарная алгебра» на вкладке Classes (Классы), поочередно вводим все понятия, придерживаясь разработанной иерархии классов и подклассов (рисунок 3).

После внесения в систему всех классов и подклассов понятий предметной области в редактор Protégé нами получена следующая онтологическая модель (рисунок 4).

Нами построена экспериментальная онтологическая модель предметной области «Элементарная алгебра», включающая лишь объекты, подклассы и классы. В нашей модели отсутствует механизм для описания всевозможных связей между объектами, необходимыми для моделирования предметной области, который будет описан в следующих работах по разработке онтологии вышеуказанной предметной области.

Для выбранной нами предметной области «Элементарная алгебра» построена структурная схема онтологии (рисунок 4). Структура построенной онтологии соответствует структуре и классификации элементов базы знаний элементарной алгебры.

Заключение

В работе поэтапно разработана онтологическая модель предметной области «Элементарная алгебра». Разработанная модель будет использована для создания RDF хранилища и организации семантического поиска в интеллектуальных средствах обучения и контроля знаний по элементарной алгебре.

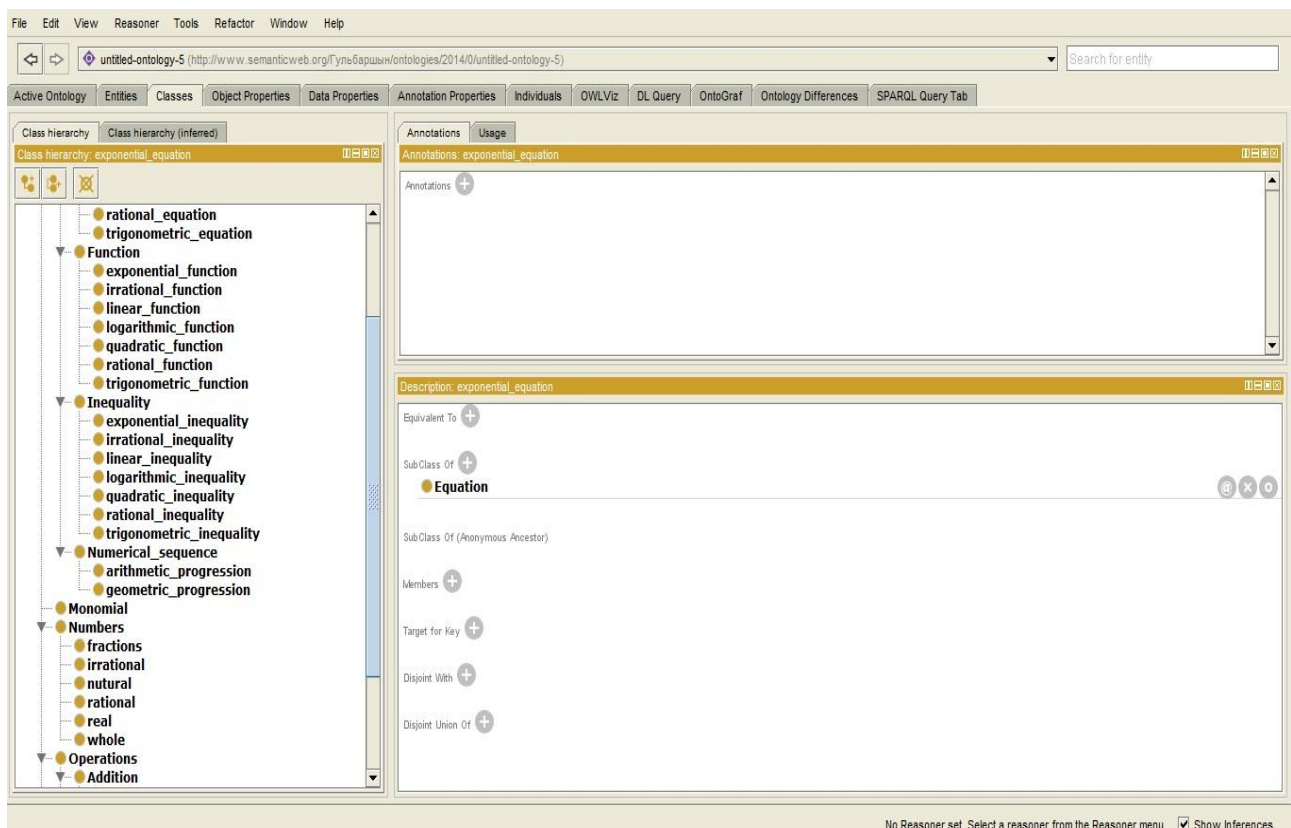


Рисунок 2 – Главное окно системы Protégé

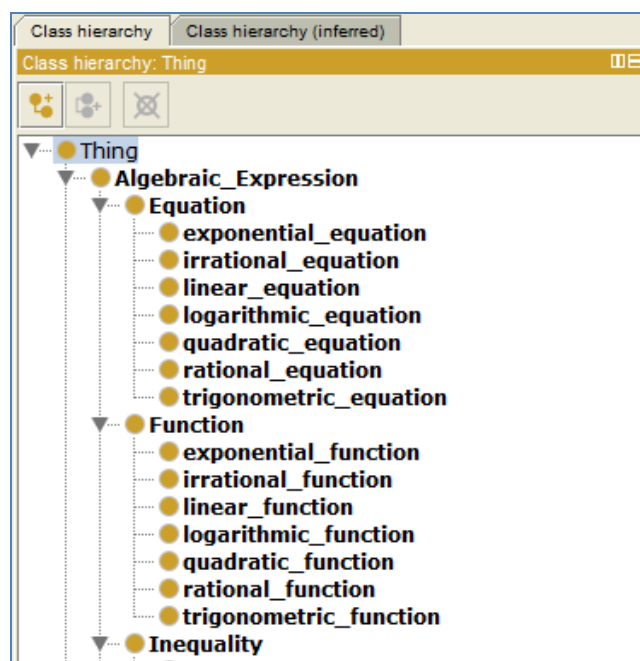


Рисунок 3 – Фрагмент иерархии классов в системе Protégé

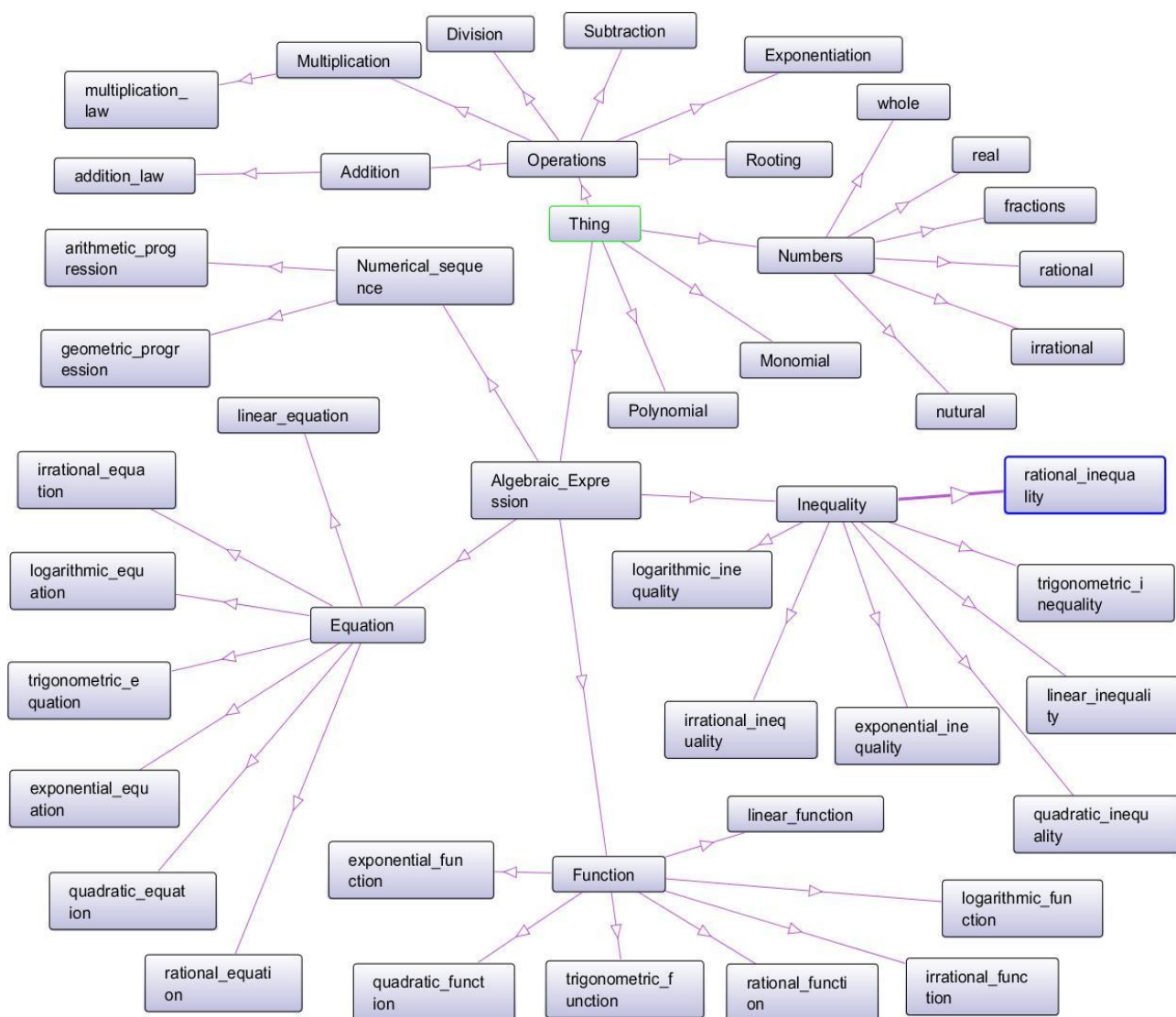


Рисунок 4 – Фрагмент онтологической модели предметной области «Элементарная алгебра», разработанной в системе Protégé

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьева И.Л., Высоцкий В.И., Рештаненко Н.В. Модель онтологии предметной области (на примере органической химии) // Научно-техническая информация. Сер.2. 2005. – № 8. – С. 19-27.
2. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Научный мир, 2010.
3. Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference. J.A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell – eds. Morgan Kaufmann, 1991, 601-602.
4. Онтологический подход к построению базы знаний «Сверхтвердые материалы» / В.Н. Кулаковский, А.А. Лебедева, К.З. Гордашник, Е.М. Чистяков, И.В. Скворцов // Штучний інтелект. – 2008. – № 4. – С. 91-102. – Бібліогр.: 7 назв. – рос.
5. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации: Монография / В.В. Голенков, В.Б. Тарасов, Ю.Ф. Тельнов и др.; Под ред. В.В. Голенкова, В.Б. Тарасова. Минск: БГУИР, 2001. 488 с.
6. Нургазинова Г.Ш. Применение онтологического подхода при описании понятийной области «Функции». Материалы XIX Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы и перспективы развития науки в начале третьего тысячелетия в странах СНГ» // Сборник научных трудов. – Переяслав-Хмельницкий, 2014. – С. 262-264.
7. Наталья Ф. Ной (NatalyaF.Noy), Дэбора Л. МакГиннесс (DeborahL. McGuinness). Разработка онтологий 101: руководство по созданию Вашей первой онтологии. – Стэнфордский университет, Стэнфорд, Калифорния, США. – Режим доступа: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html

UDC 378.014.24(1-87)

Forming Educational Standards Based on Industry Qualification Frames and Professional Standards

Yu.N. PAK¹, Doc. Eng., professor, vice-rector for AMW,B.K. NASSYRKHANOVA², Doc. Biol., chief expert,I.O. SHILNIKOVA¹, sn. methodologist for AMW,D.Yu. PAK¹, Cand. Eng., ass. prof. of GPh chair,¹Karaganda State Technical University,²Committee for Construction Affairs, Municipal Housing and Land Resources Management of the RK Ministry of National Economy

Keywords: national qualification frames, industry qualification frames, professional standard, labor market, sphere of education.

The society transition to the post-industrial stage of the development is followed by changing the structure of economy and increasing demand for qualified labor. Thus, the labor market becomes an important link of the modern economy which efficiency of functioning is defined by the level of its correlation with the education system. The growing requirements to the training level from the sphere of work often do not match professional competences of experts. There is observed a qualitative gap between labor supply and demand. The education system continues to develop in the independent logic which is not interfaced to the requirements of the labor market. The basic reasons are backwardness of the national system of qualifications and feeble interaction of the sphere of work and the education system [1].

The national system of qualifications including the national frame of qualifications, industry frames of qualifications, professional standards, the assessment of professional readiness and confirmation of compliance of qualification of the expert is urged to provide compliance of workers training to the requirements of the labor market. Thus the national frame of qualifications (NFK) and the industry frames of qualifications (IFQ) developed on its

basis play the role of a binding bridge (Figure 1) for information transfer between the labor market and the education system [2].

The national frame of qualifications in the first edition was approved in 2012, and in 2014 there were introduced changes to it (Figure 2) that in turn led to mismatch with the industry frames which have already been developed according to the prototype [3].

According to the Kazakhstan information and legal system of regulations «Adilet» [4], today in the group of specialties «Technical Science and Technologies» there are approved 12 industry frames.

The analysis of industry frames in spheres of power industry and construction in the context of the prototype of the industry frame for the 6th qualification level assuming the existence of higher education showed full identity of the requirements regarding knowledge, as well as skills (Figure 3).

As for the requirements to personal and professional competences, the belonging of the industry frame of qualifications to this or that sphere is avariciously tracked regarding complexity and responsibility (Figure 4).

Coincidence of the requirements to knowledge, skills,

as well as insignificant discrepancy in personal and professional competences of industry frames of different spheres of economy calls into question the development of professional standards as the backbone documents for the development of educational programs aimed at the formation of the key competences providing to graduates the demand in the labor market and vigorous activity throughout the life.

Ideally qualification requirements to experts of certain levels and the lists of knowledge, abilities, skills and competences projected in professional standards shall be inter-

faced to the educational purposes and results of training [5].

In September, 2012 the order of the Ministry of Labor and Social Protection of the RK population approved the structure and rules of the development, revising, approbation and application of professional standards.

A distinctive feature of professional standards developed according to this structure (Figure 5) is absence of the requirements to personal and professional competences that obviously does not conform to the requirements of the industry frame of qualifications.

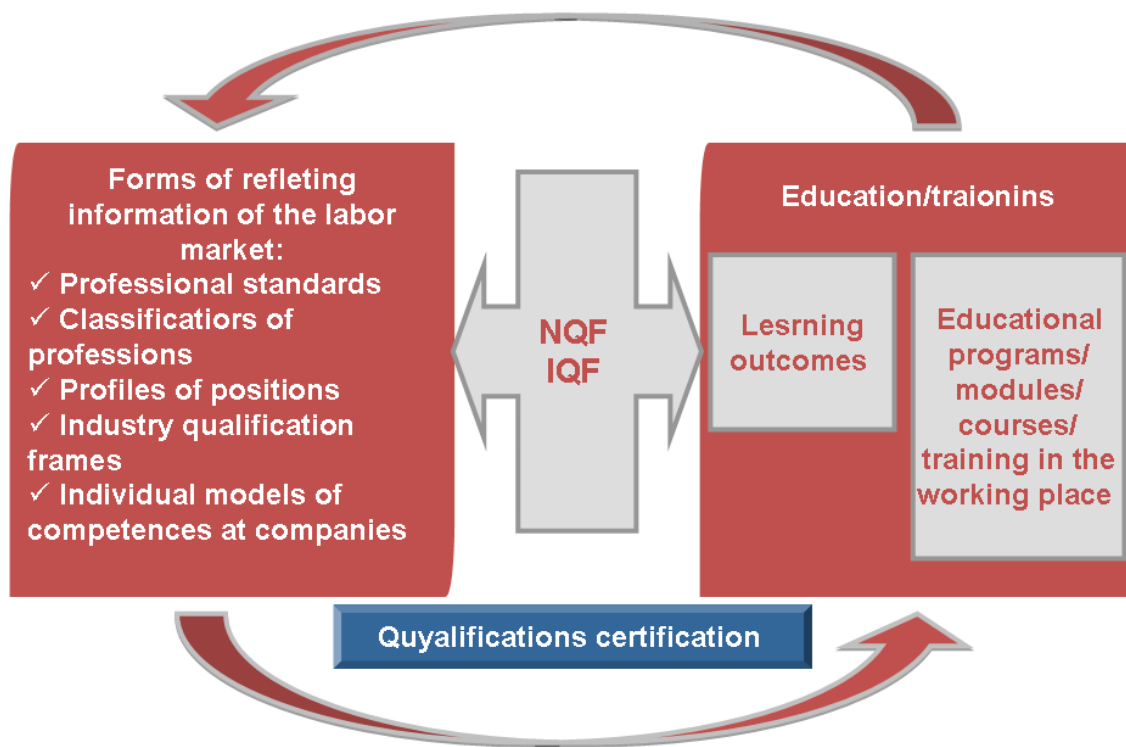


Figure 1

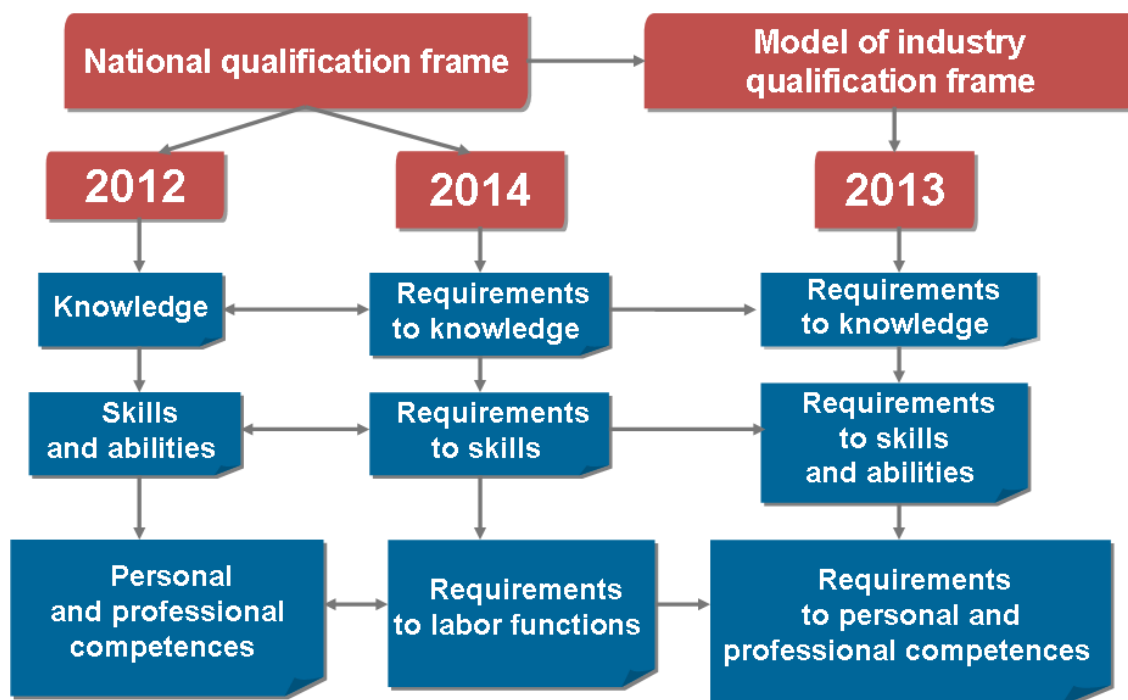


Figure 2

IQF model <i>Order No. 292 of 27.06.2013</i>	IQF in electric power engineering <i>Order No. 419 on 19.12.2013</i>	IQF in Construction <i>Order No. 32 of 10.02.2014</i>
6th level of qualification		
Requirements to knowledge		
Knowledge of methodology of joint analysis, design and taking decisions in complicated social and professional situations, methods of communication and agreement on the points of view, making and presenting analytical and design documentation		
Requirements to skills and abilities		
Demonstrating skills of designing and taking decisions in social and professional situations of high uncertainty, culture of self-regulating, communication organization and agreement of points of view, making and presenting results, using up-to-date software products and technical instruments		

Figure 3

IQF model <i>Order No. 292 of 27.06.2013</i>	IQF in electric power engineering <i>Order No. 419 on 19.12.2013</i>	IQF in Construction <i>Order No. 32 of 10.02.2014</i>
6th level of qualification		
Requirements to personal and professional competences		
Independence: managerial activity within the enterprise activity strategy supposing agreement of works with other participants		Independence: managerial activity within the enterprise activity strategy for producing electricity supposing agreement of works with other participants
Responsibility: for planning and developing the processes of activity that can lead to significant changes or development; responsibility for workers professionalism increase	Responsibility: for planning and developing the processes of activity that can lead to significant changes or development; responsibility for workers professionalism increase; for preparing instruments of production; for producing nonmetallic production, unfinished products	Responsibility: for planning and developing the processes of activity that can lead to significant changes or development; for observing the regulations of technical operation and safety; responsibility for workers professionalism increase
Complexity: activity directed to solving the problems supposing selection and diversity of methods of solution		

Figure 4

According to this structure there was developed a number of professional standards, an example of which there can serve the «Maintenance and Repair of Electric Equipment of Power Stations and Distributing Devices» standard.

In June, 2013 the order of the Ministry of Labor and Social Protection of the RK population approved methodological recommendations and the prototype of the development and design of professional standards. Here it should be noted the appearance of personal and professional competences alongside with some rearrangement of

the structure (Figure 6). According to this structure there was also developed a number of professional standards including the «Production of Construction Products and Structures» standard.

In June, 2014 according to the order of the Ministry of Labor and Social Protection of the RK population the structure of the professional standard underwent changes again. Taking into account the last option of the structure there were changed methodological recommendations on the development and design of professional standards including the prototype.

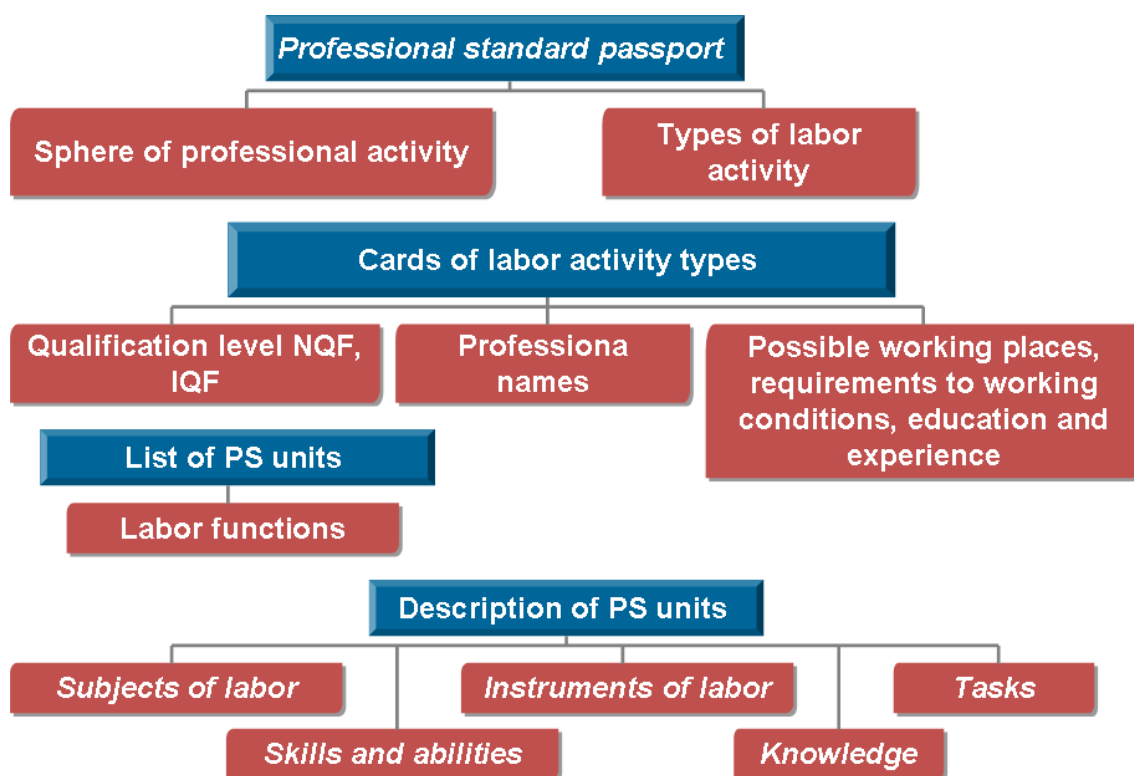


Figure 5

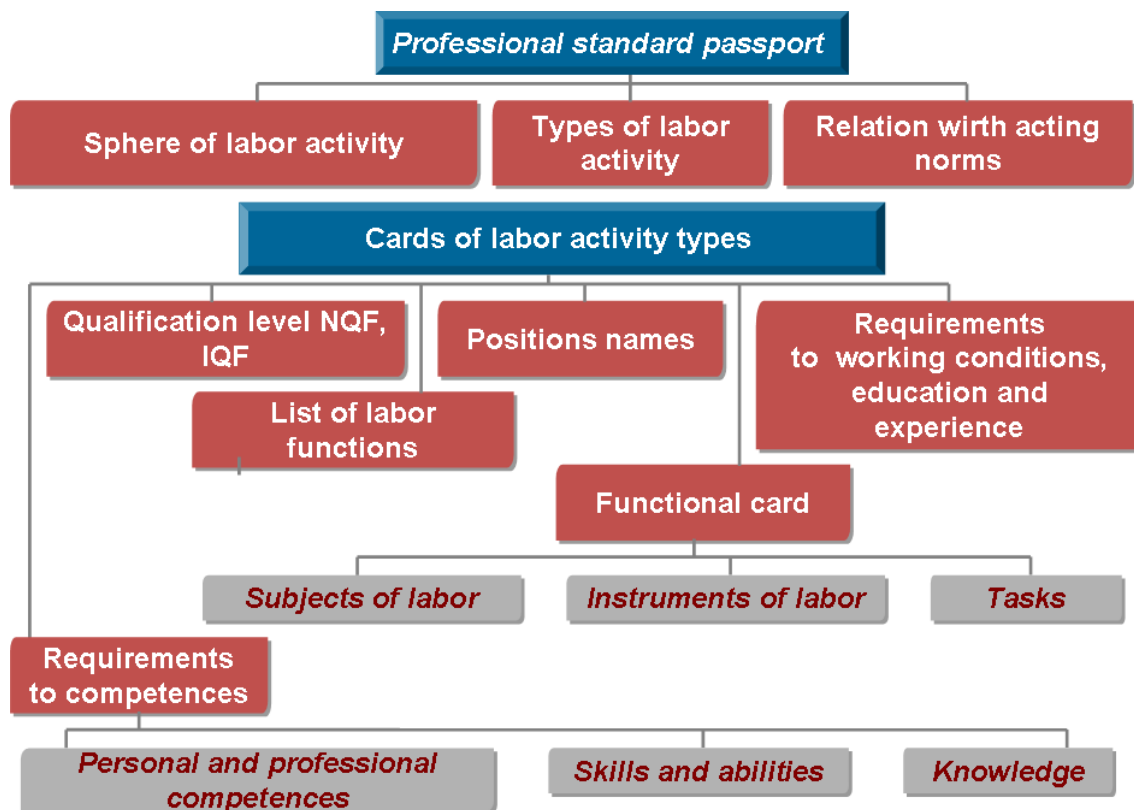


Figure 6

The new structure of the professional standard is more compact (Figure 7).

To the positive moments there can be referred splitting of labor functions into separate connected components (labor function 1, labor function 2, etc.) that in turn promotes more accurate structuring of the needed

knowledge, skills and abilities. It is this way that the professional standard «Remote Control in Chemical Production» has been developed.

The problem of the development of professional standards is staticized by refusal in 2012 from state standards of specialties and introduction of GOSO-2012 having

a frame character and ordering to develop special competences in each specialty of higher and postgraduate education on the basis of professional standards taking into account requirements of employers and social request of the society.

If in the system of higher education standards have been used for nearly 20 years, in the sphere of work the processes of standardization are at the formation stage in connection with the development of the national system of qualifications.

The developed industry frames of qualifications in most cases duplicate the national frame of qualifications and poorly consider specifics of the branch that effects negatively the quality of professional standards.

The main shortcomings of the approved professional standards are:

- poorly expressed requirements to professional competences of workers which are substituted for the criteria defining the level of independence, responsibility and complexity of the performed works;

- in the majority of professional standards absence of the qualification levels providing higher and postgraduate education.

By 2018 in the RK there will be introduced about 1 000 professional standards. It is important that the processes of formation of the national system of qualifications, in particular professional standards, would not turn into a promotional campaign for simulation of active actions, but become a dialogue site of the main stakeholders for the enhancement of the normative-and-legal and methodological support of conjugation of the requirements of the sphere of work and the education system.

It is necessary to involve experts from professional associations of employers and from higher school in the development of professional standards, in particular educational and methodological associations of the RK higher education institutions.

The development of professional standards is a consensus between professional associations of employers and the university community. Only professional standards accepted on the basis of parity interaction of professional associations of employers and the academic public of higher education institutions, with thorough expert examination, can become an innovative basis for updating the educational standards and programs of higher education.

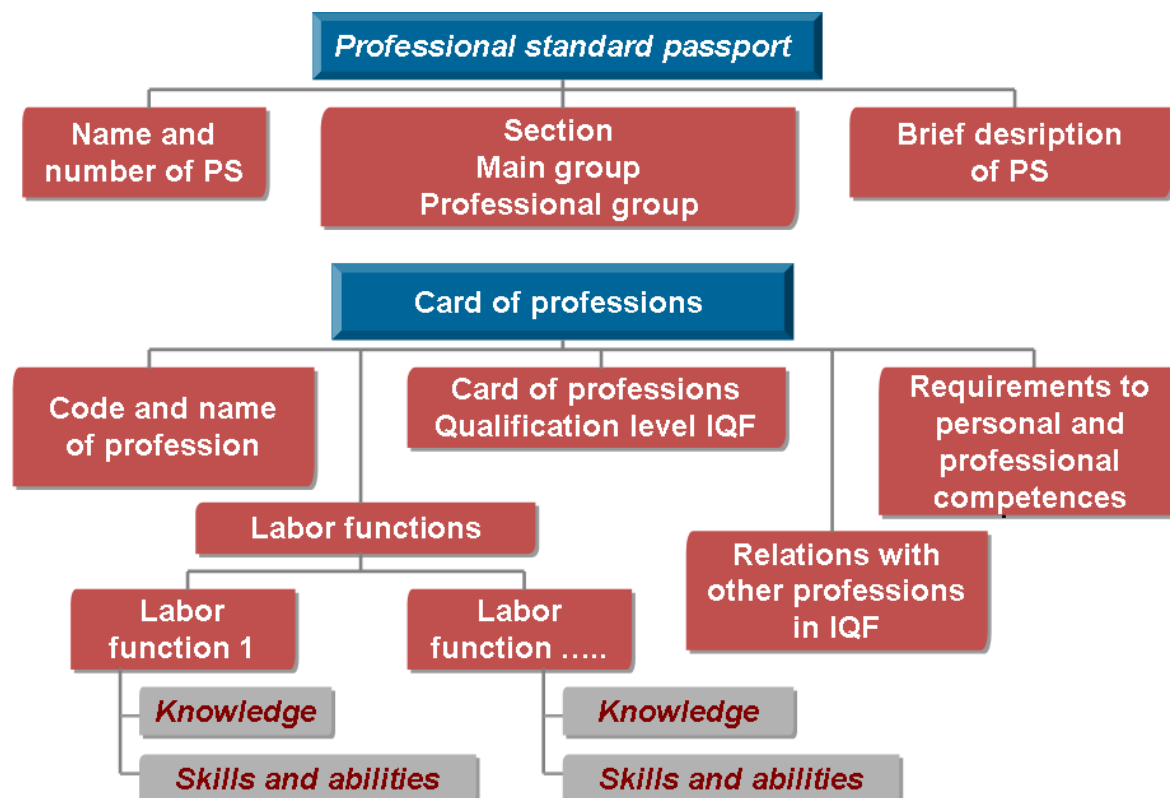


Figure 7

LITERATURE

1. Gazaliyev A.M, Pak Yu.N. Will Professional Standards Become the Basis for Formation of Educational Standards of New Generation? // Present Day Education. – 2014. – No. 3 (95). – P. 20-29.
2. Chernyshenko S.V. Professional Standards as a Reference Point for Educational Programs / Learning Seminar-Training «Strategy of Development of National Systems of Qualifications». – SAS n.a. I. Altynsarin. – April 6-7, 2015.
3. Pak Yu.N., Shilnikova I.O., Pak D.Yu. Formation of National System of Qualifications and its Conjugation to Educational Standards // Alma Mater. – 2014. – No. 11. – P. 51-58.
4. [URL]: <http://adilet.zan.kz/rus>.
5. Pak Yu.N., Shilnikova I.O., Pak D.Yu. National System of Qualifications as Mechanism of Integration of Labor Market and Market of Education // Univ.Proc. – 2015. – No. 1. – P. 14-19.

УДК 544.33; 544.34

Коррозионная стойкость деталей горно-шахтного оборудования

Е.С. ПЛАТОНОВА¹, докторант PhD,

Г.С. ЖЕТЕСОВА¹, д.т.н., профессор,

В.М. ЮРОВ², к.ф.-м.н, директор НИЦ,

С.А. ГУЧЕНКО², магистр,

¹Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТМ,

²Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова

Ключевые слова: коррозия, нитрид-титановые покрытия, горношахтное оборудование, азотирование, ионно-плазменный метод, прочность.

Введение

Агрессивные свойства шахтных вод связаны с наличием серы, сульфатов железа, магния, алюминия и др. в угольной массе [1]. Это характерно для всех угольных бассейнов мира, включая и Карагандинский угольный бассейн [2].

Откачка шахтных вод из горных выработок приводит к коррозии металлических частей насосов, трубопроводов, арматуры и т.д. [3]. Значительной коррозии подвергаются и шахтные крепи, несмотря на значительные усилия по повышению их коррозионной стойкости [4].

Как показала практика, на настоящий момент около 80 % действующих на угольных шахтах водоочистных сооружений находятся в неудовлетворительном техническом состоянии, а срок службы до капитального ремонта используемого на них технологического оборудования значительно ниже нормативного и составляет от 2 до 8 лет. Анализ случаев преждевременного выхода из строя конструкций и оборудования показал, что объективной причиной тому в большинстве случаев является коррозия, интенсивное образование которой обусловлено несоответствием условий эксплуатации водоочистных сооружений,

основным конструкционным материалом которых является углеродистая сталь и железобетон, степени коррозионной активности шахтных вод. Антикоррозионная защита таких сооружений либо вовсе отсутствует, либо не обладает требуемыми защитными свойствами. В результате преждевременный выход из строя технологического оборудования и конструкций приводит к нарушению рабочего режима водоочистки и значительным экономическим потерям, связанным с их ремонтом и заменой.

Вопросам коррозии металлов посвящено огромное количество работ, из которых отметим лишь работы [5-7], в которых приводится обширная библиография. Уже в 80-х годах прошлого столетия стало понятно, что необходимо идти не по пути создания специальных жаростойких и антикоррозионных сплавов, а создавать различные технологии нанесения коррозионно-стойких покрытий на детали механизмов и машин, работающих в экстремальных условиях [6].

В настоящее время разработано достаточное количество методов коррозионного контроля деталей механизмов и машин, технологического оборудования [2]. Однако большинство из них трудоемки и требуют значительного времени.

В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований коррозионно-стойких покрытий на некоторых деталях горношахтного оборудования.

Объекты и методы исследования

В настоящей работе при нанесении покрытий ионно-плазменным методом на установке ННВ-6.6И1 использовались композиционные катоды, полученные методом индукционного плавления, и титановые катоды марки ВТ-1-00 по ГОСТ 1908. Количественный анализ элементного состава композиционных катодов проводился на электронном микроскопе JEOL JSM-5910.

Азотирование деталей проводилось с помощью многоамперного источника ионов с полым катодом. Ток в дуге составлял 1 А, а потенциал на подложке поддерживался равным 300 В.

Определение скорости коррозии в различных технологических средах проводилось по ГОСТ 9.908-8512.

Для определения коррозионной стойкости покрытий нами использовался метод анодного поляризации с иницированием дефектов (АПИД).

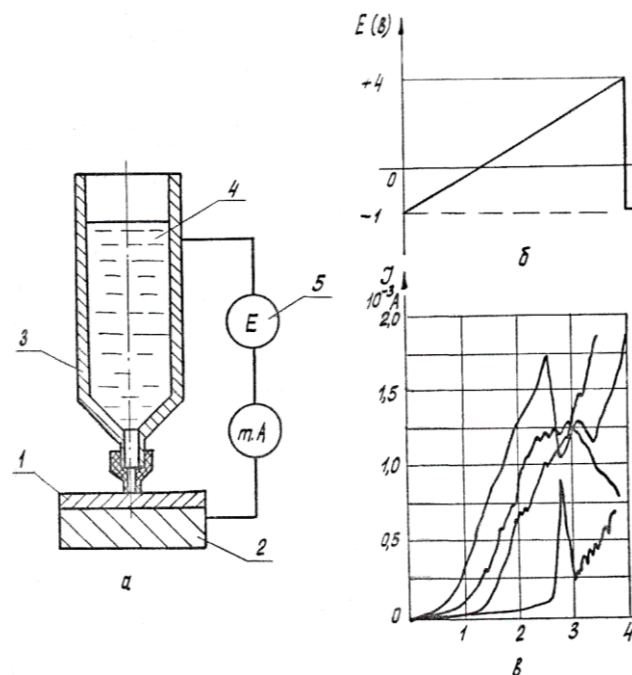
Показателем качества (стойкости) покрытия служит интегральный параметр K . Параметр K количественно характеризует сопротивление разрушению химических инертных покрытий (типа карбидов, нитридов, оксикарбонитридов тугоплавких металлов) при анодной поляризации участка покрытия в электролитах, содержащих агрессивные анионы. При данном воздействии происходит иницирование дефектов, и вследствие этого локальное разрушение покрытия с оголением подложки. На рисунке 1 представлены: схема осуществления локальной поляризации (рисунок 1а), вид поляризующего напряжения (рисунок 1б) и характер зависимости тока поляризации изделий с покрытиями различного качества (рисунок 1в).

Текущее значение тока поляризации зависит от площади оголившейся подложки и условий поляризации (концентраций и типа электролита, текущего значения поляризующего напряжения скорости поляризации). Процесс оголения участков подложки, в свою очередь, отражает динамику разрушения покрытия. Таким образом, параметры, характеризующие анодно-поляризационные кривые могут быть использованы для сравнительной оценки коррозионной стойкости покрытий.

Объективным основанием для использования анодно-поляризационных кривых (или их количественных характеристик) для оценки качества покрытий является то обстоятельство, что совокупность дефектов, определяющих вид анодно-поляризационных кривых, в свою очередь определяет и основные служебные свойства покрытий (коррозионную стойкость, износостойкость, защитные свойства).

Для количественной интегральной оценки качества покрытий используется интегральный параметр качества $K = (Q - Q_1)/Q_0$, где Q и Q_1 – количество электричества, прошедшее через электрическую ячейку при поляризации поверхности образца без покрытия и с покрытием в интервале потенциалов от потен-

циала начала растворения материала подложки до потенциалов на $(10 \div 40)\%$ меньше потенциала начала растворения материала покрытия. Обычно верхний предел выбирается из интервала $(3 \div 5)$ В.



а) схема локальной поляризации: 1 – покрытие; 2 – подложка; 3 – электролитическая ячейка – датчик; 4 – электролит; 5 – источник поляризующего напряжения; б) поляризующее напряжение; в) зависимость тока поляризации от качества покрытий

Рисунок 1 – Метод анодного иницирования дефектов

Параметр K является безразмерным и нормированным. Высшее качество покрытия соответствует значению $K = 1$, низшее $K = 0$.

Покрытия наносились на следующие детали горно-шахтного оборудования: шток (сталь 40Х); ниппель 12 (сталь 35); муфта 12с (сталь 35); муфта РУ11.008-01 (сталь 35); пробка ГВУ 30.002 (сталь 35); угольник 10НГ12 (сталь 35); щека правая Г9.00.18 (сталь 3).

Результаты эксперимента и их обсуждение

На детали горно-шахтного оборудования (сталь 35) было нанесено покрытие TiN. Нагрев образцов в камере проводился плазмогенератором PINK в течение 20 минут при давлении $P = 6 \times 10^{-1}$ Па в газовой среде аргона, при токе $I = 20$ А и напряжении $U = 650$ В. Затем проводилась ионная очистка в течение 10 минут при давлении $P = 6 \times 10^{-1}$ Па в газовой среде азота, ток плазмогенератора $I = 20$ А, ток испарителя $I = 100$ А и напряжении $U = 650$ В. Напыление на деталь проводилось в течение 30 мин. Расстояние между электродами Ti и деталью составляло 20 см.

На рисунке 2 показана типичная структура нитрид-титанового покрытия, полученного с помощью оптического микроскопа, где отчетливо видны микрорекристаллы TiN. Наблюдается и незначительное количество капельной фазы.

В таблице 1 приведены значения скорости коррозии для деталей, изготовленных из стали 35.

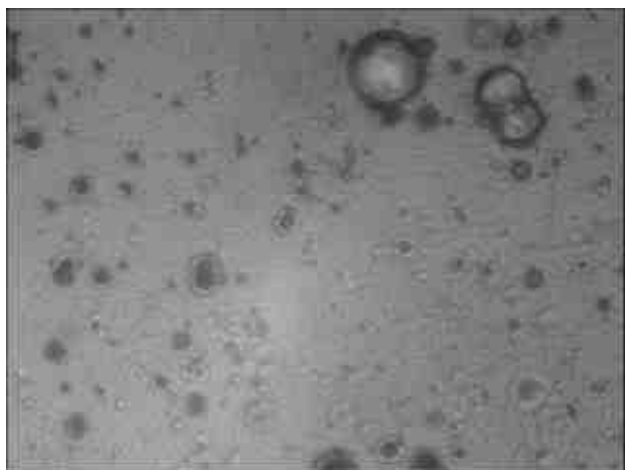


Рисунок 2 – Снимок покрытия TiN на детали (увеличение x 400)

Таблица 1 – Скорость коррозии нитрид-титановых покрытий в технологических средах

Среда	Концентрация, % (масс)	Температура, °C	Скорость коррозии, мкм/год
Азотная кислота	80	450	0,01
Серная кислота	52	20	0,03
Соляная кислота	80	94	0,05

Однако расчет экономической эффективности всего технологического цикла нанесения нитрид-титановых покрытий показал, что цена на указанные выше детали горно-шахтного оборудования возрастает примерно на 20% по сравнению с оцинкованными покрытиями, наносимыми электролитическим путем на заводе РГТО Угольного департамента АО «Арселор-Миттал Темиртау». Следует отметить, что, несмотря на повышение стоимости покрытия, оцинкованные покрытия завода РГТО получают некачественными: они отслаиваются даже при их транспортировке к месту назначения.

Одним из методов химико-термической обработки стальных деталей является метод ионно-плазменного азотирования. В последние годы этот метод активно исследуется как теоретически, так и экспериментально [12, 13]. Создан ряд промышленных установок ионно-плазменного азотирования в разных странах [14].

Азотирование деталей горно-шахтного оборудования проводилось по описанной выше методике. В таблице 2 приведен сравнительный анализ.

Таблица 2 – Характеристики различных покрытий

Наименование детали	Антикоррозионное покрытие	Коэффициент K
Муфта РУ11.008-01, Ст. 35	Цинковое	0,15
Муфта РУ11.008-01, Ст. 35	Азотированное	0,40
Муфта РУ11.008-01, Ст. 35	Нитрид-титановое	0,75

Из таблицы 2 следует, что технология вакуумного азотирования, хотя и уступает по коррозионной стойкости нитрид-титановым покрытиям, но значительно

превосходит цинковые покрытия. Наряду с этим себестоимость деталей с такими покрытиями на (10÷15)% ниже цинковых.

В случае малых партий деталей, а также для ответственных узлов лучше использовать нитрид-титановые покрытия, которые, кроме повышения коррозионной стойкости, обладают повышенной прочностью. Вакуумное азотирование – более дешевый способ повышения коррозионной стойкости, однако он имеет несомненные преимущества и перед цинковыми, и перед хромированными покрытиями.

Нами наносились ионно-плазменным методом покрытия Fe-Al, Zn-Al, Zn-Cu-Al, структура и свойства которых подробно описаны в работе [15]. В таблице 3 представлены их коррозионные характеристики.

Таблица 3 – Характеристики различных покрытий

Наименование детали	Антикоррозионное покрытие	Коэффициент K
Ниппель 12, Ст. 35	Fe-Al	0,47
Муфта 12 с, Ст. 35	Zn-Al	0,57
Пробка ГВУ 30.002 Ст. 35	Zn-Cu-Al	0,61

Как видно из таблицы 3, предложенные покрытия уступают лишь нитрид-титановым покрытиям, но они значительно дешевле всех покрытий, представленных в таблице 2. Изготовление таких катодов не вызывает трудностей. Толщина покрытий составляет от 2 до 4 мкм, так что одного катода хватает примерно на 12 тысяч деталей типа муфта 12 с.

Рассматривая элементарные носители коррозионного разрушения как подсистему невзаимодействующих частиц, погруженную в термостат, можно на основе квантовой статистической термодинамики получить функцию отклика этой подсистемы на внешнее воздействие [16]. Если в качестве функции отклика взять площадь коррозионного пятна S, то получим:

$$S = \frac{kT}{C} \cdot \frac{A}{G^0} \cdot \bar{N} \cdot t, \quad (1)$$

где A – работа «внешних сил»;

T – температура;

G^0 – потенциал Гиббса массивного образца металла;

$\bar{N}$ – среднее число центров коррозии;

t – время протекания процесса коррозии;

k – постоянная Больцмана;

C_1 – постоянная.

Работа «внешних сил» равна изменению стандартного термодинамического потенциала ΔG_T , который является основой термодинамики коррозии, и может быть определен через константу химического равновесия K_p по формуле [17]:

$$\Delta G_T^0 = -RT \ln K_p. \quad (2)$$

Коррозия начинается с поверхностного слоя и поэтому в формуле (1) следует сделать замену $-G^0 = \sigma \cdot S_0$, где σ – поверхностное натяжение; S_0 – удельная поверхность. Как показано в работе [18], величина поверхностного натяжения металла связана с его темпе-

ратурой плавления соотношением: $\sigma = 10^{-4} T_{пл}$. Беря в качестве функции отклика в (1) толщину корродируемого слоя h , для скорости коррозии ($v_{кор.} = h/t$), которая определяется экспериментально, окончательно получим выражение:

$$v_{кор.} = C_1 \cdot \frac{T^2 \lg K_p}{\sigma S} = C \cdot \frac{T^2 \lg K_p}{T_{пл}}, \quad (3)$$

где постоянная C включает все постоянные величины из предыдущих формул.

Формула (3) может быть использована для прогнозирования скорости коррозии синтезируемых покрытий и для подбора их элементного состава.

Заключение

Развитие вакуумных методов нанесения антикоррозионных покрытий на детали горно-шахтного оборудования в Карагандинском регионе очень актуально. Тем более, что эти методы экологически чистые, по сравнению с электролитическими методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карагандинский угольный бассейн. Справочник / Дрижд Н.А., Баймухаметов С.К., Тоблер В.А. и др. – М.: Недра, 1990. – 299 с.
2. Коваленко В.В. Защита металлической крепи от коррозии с использованием торкрет-бетона. – Донецк: Национальный горный университет, 2012. – 108 с.
3. Strutt I.E., Nicholls and Barbier B. The Prediction of Corrosion by Statistical Analysis of Corrosion Profiles // Corrosion Science. 1985, v. 25, № 5. – P. 305-316.
4. Provan J.W., Rodriguez E.S. Development of a Markov Description of Pitting Corrosion. – Corrosion (USA), 1989, v. 45, № 3. – P. 178-192.
5. Baroux B. The Kinetics of Pit Generation on Stainless Steel // Corrosion Science, 1988, v. 28, № 10. – P. 969-986.
6. Kondo J. Prediction of Fatigue Crack Initiation Life Based on Pit Growth // Corrosion Science, 1989, v. 45, № 1. – P. 7-11.
7. Азаренков Н.А., Литовченко С.В., Неклюдов И.М., Стоев П.И. Коррозия и защита металлов. – Харьков: ХНУ, 2007. – 187 с.

УДК 622.7(6)

Повышение износостойкости рельсовой стали

А.З. ИСАГУЛОВ, д.т.н., профессор,

Св.С. КВОН, к.т.н., доцент,

А.Е. ОМАРОВА, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН

Ключевые слова: рельсовая сталь, износостойкость, сорбит, термообработка, газопламенная закалка, твердость, принцип Шарпи.

В процессе эксплуатации подъемных установок в скиповых стволах шахт имеет место такое явление, как механический и коррозионный износ рельсовых проводников. Причиной их выхода из строя являются периодические контактные, знакопеременные, изгибающие и ударные нагрузки. В процессе эксплуатации происходит истирание и деформация головки рельса, что вызывает необходимость его замены и, как следствие, простоя ствола и снижение его производительности [1].

В качестве рельсовых проводников в стволах шахт в основном применяются промышленные рельсы марки Р-43. Состав стали приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали М70, применяемой для изготовления промышленных рельсов, %

C	Mn	Si	P	S
0,62-0,77	0,6-1,0	0,15-0,30	≤ 0,040	≤ 0,050

По требованию потребителя рельсы Р-43 должны

поставляться с закалкой поверхности головки рельсов на концах. Длина закаленного слоя должна быть не менее 100 мм от торца и глубина – не менее 4 мм с постепенным плавным понижением твердости от 350-380 НВ до 220-230 НВ [1].

С целью оценки и прогнозирования механических и эксплуатационных характеристик рельсовой стали была исследована ее макро- и микроструктура. Для этого были изготовлены шлифы поперечного и продольного сечения по всей длине рельса. Структура исследовалась на микроскопах МИМ-7 и «Metaval» (увеличение x500), твердость определялась с помощью твердомера ТК-2М, микротвердость измерялась прибором ПМТ-3. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Как показали проведенные металлографические исследования, рельсы, поставляемые в качестве проводников на шахты, не подвергались термической обработке после горячей прокатки. Твердость, микротвердость поверхности катания практически не изменяются по длине и по глубине головки рельса [3].

Среднее значение твердости составляет 227-229 НВ, что соответствует твердости горячекатаной углеродистой стали 70 без упрочняющей термообработки.

Таблица 2 – Изменение микроструктуры и твердости рельсовой стали по длине рельса

№ образца	Местоположение шлифа	Твердость, НВ	Микротвердость	Микроструктура
1	Стык, край головки	227	272	перлит
2	Стык, середина	229	276	перлит и мелкий феррит
3	Переходная зона (стык-рельс), край головки	229	269	перлит и мелкий феррит
4	Переходная зона (стык-рельс), край головки	231	272	перлит
5	Продолжение рельса, край головки	232	282	перлит и мелкий феррит
6	Продолжение рельса, край головки	232	281	перлит

Структура рельса однородна по всей длине рельса и представлена колониями перлита с включениями феррита (рисунок 1).

Размер действительного зерна составляет порядка 2-4 балла (т.е. температура конца прокатки $\approx 1000^\circ\text{C}$). Постоянство значений твердости по длине рельса (стык, переходная зона, продолжение рельса) свидетельствует о том, что концы рельсов упрочняющей термообработке не подвергались [3]. Это создает дополнительную возможность разрушения рельсовых проводников вследствие раннего смятия и износа концов рельса в местах стыка.

Характер неметаллических включений (природа и качество) определялся металлографическим методом и методом рентгенографического анализа. В исследованных образцах рельсов Р-43 присутствуют гомогенные неметаллические включения – сульфиды, оксиды, силикаты, стекла; и гетерогенные – оксисульфиды, сульфиды со стеклом или силикатами.

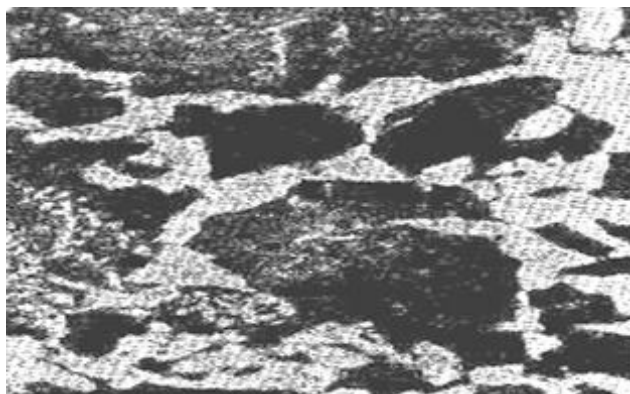


Рисунок 1 – Микроструктура рельсовой стали в состоянии поставки: перлит и феррит (x500)

Неметаллические включения, их форму и характер распределения изучались согласно общепринятым методикам, индекс загрязненности определяли по формуле (ГОСТ 1778-70):

$$I = \frac{b \sum a_i \cdot m_i}{l},$$

где b – цена деления окулярной шкалы при данном увеличении в мкм;

a_i – среднее значение размеров включений в делениях окулярной шкалы;

m_i – количество включений данной группы;

l – длина подсчета в мкм.

Количественный анализ свидетельствует о достаточной степени загрязненности данной рельсовой стали: сумма баллов равна 6 при допустимой 4-6. Высокая степень загрязненности рельсовой стали может быть объяснена несоблюдением технологии выплавки и обработки стали (недостаточная раскисленность, отсутствие внепечной обработки и т.д.).

Повышенная загрязненность неметаллическими включениями в стали приводит к снижению эксплуатационных характеристик рельса, поэтому необходимо предъявлять жесткие требования к металлургическому качеству продукции. Значительная неоднородность характера распределения (10%-246% в разных полях зрения) свидетельствует о большой ликвации в теле слитка [2].

Строчечный характер распределения неметаллических включений является следствием пластической деформации в ходе прокатки рельсов.

Таким образом, микроструктура рельсов, используемых на шахтах в качестве проводников, представляет собой пластинчатый перлит с небольшими включениями феррита; характеризуется достаточно крупным зерном – 2-4 балла и низкой твердостью порядка 230 НВ. При таких характеристиках нельзя ожидать высоких механических свойств и, следовательно, высокой надежности, прочности и эксплуатационной стойкости рельсов Р-43.

Для повышения эксплуатационных характеристик рельсовых проводников необходимо введение какой-либо упрочняющей обработки, которая обеспечит твердость поверхности не менее 380 НВ.

С целью исследования взаимосвязи режима термообработки и износостойкости рельса был проведен следующий лабораторный эксперимент.

Образцы, изготовленные из рельсового проводника марки Р-43, были подвергнуты термической обработке (закалка+отпуск) по разным режимам (таблица 3). После этого термоупрочненные образцы и «сырой» образец были подвергнуты испытанию на износ [4]. Испытание на износ проводилось по изменению веса. В качестве изнашивающего элемента использовался чугун марки ИЧХ, скорость вращения – 950 об/мин. Скорость изнашивания ϑ оценивали величиной изменения массы образца после испытаний ΔP , приходящейся на единицу площади пятна трения S за время испытания, равное 1 часу. Соответственно, износостойкость материала L равна величине, обратной скорости изнашивания:

$$L = 1/\vartheta, \quad \vartheta = [\Delta P/S], \quad \text{г/см}^2\text{час.}$$

Таблица 3 – Влияние режима термообработки на микроструктуру рельсовой стали

№	Режим ТО	Твердость НВ	Микро-твердость	структура	9×10^{-2} г/см ² ·час	L
1	После горячей прокатки (без т.о.)	232	282	Пласт. перлит + избыт. феррит	7,103	0,14
2	Закалка в воде до полного охл. с 850°C	775	706	Мартенсит	н.св.	н.св.
3	Закалка в воде с 850°C+отпуск 400°C	379	373	Троостит, сорбит отпуска	3,82	0,25
4	Закалка в воде с 850°C+отпуск 600°C	275	284	Сорбит, перлит отпуска	6,062	0,19
5	Нагрев до 840°C+охлаждение водовоздушной смесью	320	322	Сорбит закалки	4,97	0,22

Массу образца измеряли с помощью весов ВЛА-5, площадь пятна трения – методом копирования. Все измерения проводились с тремя дублями. В качестве результата принималось среднее арифметическое, если расхождение в данных не превышало 5%.

Так как исследуемые параметры (масса и площадь) имели небольшие по модулю значения и разница между ними невелика, то проводили оценку значимости расхождения на основании теории вероятности, используя критерий Стьюдента:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$\text{где } S^* = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}}$$

S_1, S_2 – эмпирические дисперсии.

Надежность оценки принималась равной $P = 0,95$. Во всех исследованных случаях расхождение в значениях массы ΔP и величины площади пятна трения S приняты неслучайным и значимым, т.к. значения $t(P, k) = 2,7$ при $P = 0,95$.

Следовательно, рассчитанные значения износостойкости образцов можно считать истинными.

Данные таблицы 3 подтверждают наличие непосредственной взаимосвязи твердости материала и его износостойкости (рисунок 2). Как и ожидалось, увеличение твердости поверхности материала сопровождается увеличением износостойкости [4]. Согласно полученной зависимости износостойкость материала линейно зависит от его твердости. Однако это не означает, что ведение процесса закалки должно происходить с точки зрения получения наибольшей твердости. Как показывали исследования [4, 5], структуры с повышенной твердостью (мартенсит, троостит) обладают худшими механическими свойствами и повышенным уровнем напряжений.

Таким образом, для получения высокой эксплуатационной стойкости материала необходимо стремиться к получению структуры, имеющей оптимум по комплексу параметров (механические свойства, износостойкость, уровень напряжений, живучесть и т.д.), а не по какому-либо одному свойству.

С этой целью были проведены дополнительные испытания по механическим свойствам наиболее оптимальных структур для рельсовой стали: сорбит закалки и сорбит отпуска.

В таблице 4 приведены сравнительные характеристики исследованных структур.

Подобная разница в механических свойствах сорбита закалки и сорбита отпуска объясняется различ-

ной формой цементита: пластинчатый и зернистый соответственно. Пластинчатая форма цементита в составе сорбита закалки определяет и большую способность его к перераспределению напряжений по сравнению с сорбитом отпуска, а следовательно, и высокую контактно-усталостную прочность [3].

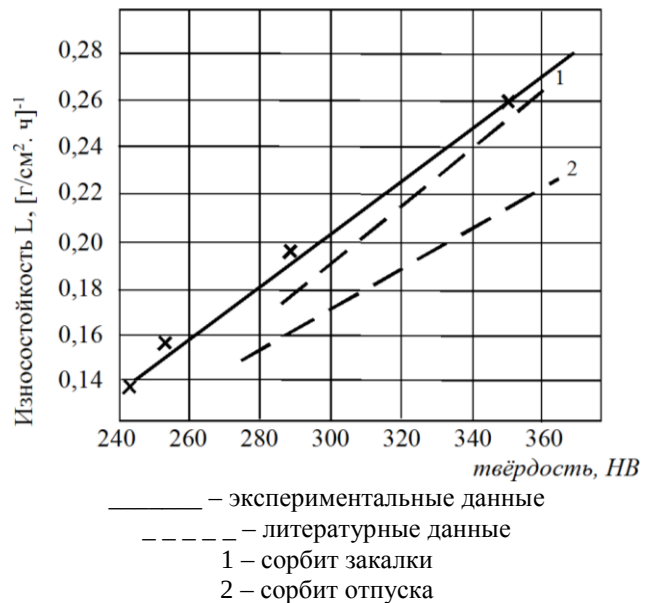


Рисунок 2 – Зависимость износостойкости материала от твердости поверхности

Таблица 4 – Характеристики структур рельсовой стали после термической обработки

№	Механические свойства	Сорбит закалки	Сорбит отпуска
1	Предел прочности, МПа	130	130
2	Предел текучести, МПа	103	115
3	Относительное удлинение, %	9	8
4	Относительное сужение, %	48	38
5	Ударная вязкость, -60°C, кГсм/см ²	1,8	2,5
6	Ударная вязкость, -20°C, кГсм/см ²	3,2	4,1
7	Предел выносливости	46	46
8	Предел контактной прочности	130	115
9	Износостойкость, г/см ² ·ч ⁻¹	2,5	1,5

Как показали проведенные исследования, рельсовая сталь со структурой сорбит закалки обладает более высокими значениями предела контактной выносливости σ_k по сравнению с сорбитом отпуска при одинаковых значениях твердости.

Разница в свойствах рельсовой стали со структурой сорбит закалки и сорбит отпуска связана не столько с различиями микроструктуры, но и с наличием макронеоднородностей. Рельсы со структурой

поверхности катания сорбит отпуска имеют следующее строение: сорбит отпуска, бейнит и сорбит закалки. Аналогично меняется твердость: провал по кривой твердости приводит к появлению и развитию контактно-усталостных трещин, выколам и т.д.

Таким образом, оптимальной структурой для рельсовой стали после термообработки является сорбит закалки. Надо отметить, что все мероприятия, приводящие к снижению дисперсности сорбита, улучшают механические свойства стали и ее твердость [4]. Так как рельсовая сталь, используемая для производства Р-38, содержит в среднем 0,6-1% Mn, то перлитная область сдвигается в область более низких температур, что повышает дисперсность структуры. Это надо учитывать при разработке карты закалки.

Твердость сорбита закалки можно оценивать по эмпирической формуле:

$$HB = 280 + [22.5/d]10^4,$$

где d – величина межпластинчатого расстояния.

Таким образом, проведенные исследования показали, что поставляемая рельсовая сталь не подвергалась упрочняющей термообработке. Металлургическое качество стали при этом невысоко, о чем свидетельствует высокий индекс загрязненности неметаллическими включениями и строчечная ликвация. Для повышения срока службы эксплуатации рельсовых проводников скиповых стволов шахт необходимо введение упрочняющей термообработки, причем оптимальной структурой в этом случае является сорбит закалки. Именно структура сорбит закалки обладает наиболее оптимальным комплексом механических свойств, обеспечивающих высокий срок службы проводников в сочетании с высокой износостойкостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотарский А.Ф. Термически упрочненные рельсы. – М.: Металлургия, 1996. – 265 с.
2. Лемпицкий В.В., Казарновский Д.С. Производство и термическая обработка рельсов. – М.: Металлургия, 2002. – 272 с.
3. Готлиб Л.И. Основы технологии пламенной поверхностной закалки. – М.: Машиностроение, 1998. – 147 с.
4. Баленин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической обработки. – М.: Металлургия, 2009. – 194 с.
5. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1999. – 647 с.

УДК 621.771

Напряженно-деформированное состояние валков стана горячей прокатки

О.Н. КРИВЦОВА¹, к.т.н., доцент кафедры «Обработка материалов давлением»,

М.К. ИБАТОВ¹, д.т.н., профессор,

М. САМОДУРОВА², д.т.н., профессор,

С.Н. ЛЕЖНЕВ¹, к.т.н., доцент кафедры «Обработка материалов давлением»,

Е.А. ПАНИН¹, ст. преподаватель, магистрант,

¹Карагандинский государственный индустриальный университет,

²Южно-Уральский государственный университет

Ключевые слова: прокатный валок, напряженно-деформированное состояние, стрела прогиба, Deform-3D, моделирование.

Моделирование напряженно-деформированного состояния валков с использованием активного и пассивного экспериментов необходимо для определения напряжений, деформаций и перемещений валков чистовых клетей НШПС-1700, используемых для построения формы активной образующей профилированных рабочих валков, необходимо для улучшения профиля и плоскостности полосы на станах горячей прокатки. Основной деформацией валков четырехвалковых систем являются прогиб и упругое сжатие опорных и рабочих валков. Ключевое влияние на качество проката оказывает величина стрелы прогиба рабочего валка.

Целью работы является моделирование напряженно-деформированного состояния прокатных валков чистовых клетей НШПС-1700 с постановкой следующих частных задач: определение значений стрелы

прогиба для рабочих валков различных исполнений; построение математических моделей, описывающих прогиб валка при влиянии на него различных факторов; проведение анализа напряженно-деформированного состояния в программе Deform-3D путем выполнения активного и пассивного экспериментов.

Объектом исследований являются прокатные валки чистовых клетей НШПС-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау». Для расчета использовались механические свойства валков различных исполнений: ЛПХНд-63, ЛПХНд-74, NiCr, ICDP, AS1180xx, HVS80. Для валков указанных марок были собраны и статистически обработаны данные их механических свойств, представленные в таблице 1 [1, 2].

Для определения влияния усилий прокатки, противозгиба и других факторов на стрелу прогиба валка и построения на основе этих данных математиче-

ских моделей, описывающих прогиб валка, были собраны и также статистически обработаны данные технологических параметров прокатки. Технологические параметры определяли по протоколам прокатки Электронно-вычислительного центра (ЭВЦ) НШПС-1700. Протоколы ЭВЦ НШПС-1700 позволили сформировать выборку следующих параметров прокатки: температуру, ширину и толщину полосы за клетью №12; усилия прокатки и усилия противоизгиба в клетях №10-№12; марки сталей прокатанных полос; количество тонких (до 4 мм) и узких (до 1100 мм) полос. Учитывались технологические параметры прокатки следующих марок сталей: Ст. 3пс, Ст.3сп [3].

Таблица 1 – Механические свойства рабочих валков НШПС-1700

Исполнение	σ_b , МПа	σ_m , МПа	$E_{пр}$, МПа	Hsh , ед.ШОРА
ЛПХНд-63	500/360	370/320	$1,23 \cdot 10^5$	63÷70
ЛПХНд-74	470/350	350/300	$1,34 \cdot 10^5$	73÷85
HiCr	2400/1800	1600/1000	$1,54 \cdot 10^5$	68÷78/60
ICDP	2300/1800	1200/1000	$1,48 \cdot 10^5$	78÷83/60
AS1180xx	2500/2000	1600/1200	$1,88 \cdot 10^5$	60÷85/60÷70
HVS80	2600/2100	1800/1300	$2,02 \cdot 10^5$	75÷95/60÷70

*Примечание: числитель – данные для поверхности валка; знаменатель – данные для сердцевины валка; σ_b – временное сопротивление разрыву, МПа; σ_m – предел текучести, МПа; $E_{пр}$ – приведённый модуль упругости, МПа; Hsh – твердость, ед. Шора.

На основе статистической обработки собранных данных для валков клетей номер 10, 11 и 12 (как клетей, формирующих геометрическое качество готовой полосы) и при условиях прокатки наиболее проблемного сортамента 2×1250 мм, построено уравнение множественной линейной регрессии, описывающее влияние следующих факторов на прогиб валка: X_1 – усилие

противоизгиба Q , тс; X_2 – усилие прокатки P , тс; X_3 – ширина прокатываемой полосы b , мм; X_4 – количество прокатанного металла m , т; X_5 – диаметр рабочих валков D , мм; X_6 – толщина прокатываемой полосы h , мм; X_7 – профилировка рабочих валков W , мм.

После необходимых проверок, были отброшены незначимые факторы, и уравнение приняло окончательный вид $V = 0,119 - 0,059Q + 1,026P - 0,07b$.

Таким образом, перечисленные факторы принимаются как основные для дальнейшего моделирования, проведения пассивного и активного экспериментов.

Для всех указанных выше валков различного исполнения, на основе собранных статистических данных по прокатываемой полосе стали марки Ст.3сп, в приложении MS Excel, по методике В.П. Полухина были просчитаны величины стрел прогиба [4]. На основе расчетов построены сравнительные графики стрел прогиба при прокатке полос различной ширины с приложенными усилиями противоизгиба и без них (рисунки 1, 2).

Выявлено, что рабочий валок сильнее изгибается при прокатке узких полос, следовательно, именно для этих условий и характерен в большей степени дефект полосы «неплоскостность». Эта тенденция прослеживается для валков всех исполнений, причем валки AS1180xx, используемые в первых чистовых клетях и валки HVS80, используемые в последних чистовых клетях, имеют наименьшую стрелу прогиба при одинаковых условиях прокатки с приложением усилий противоизгиба и без них.

Моделирование напряженно-деформированного состояния системы валков НШПС-1700 выполнялось методом конечных элементов с применением программного комплекса Компас-3D, а затем импортированных в Deform-3D. На их основе проведен пассивный эксперимент [5].

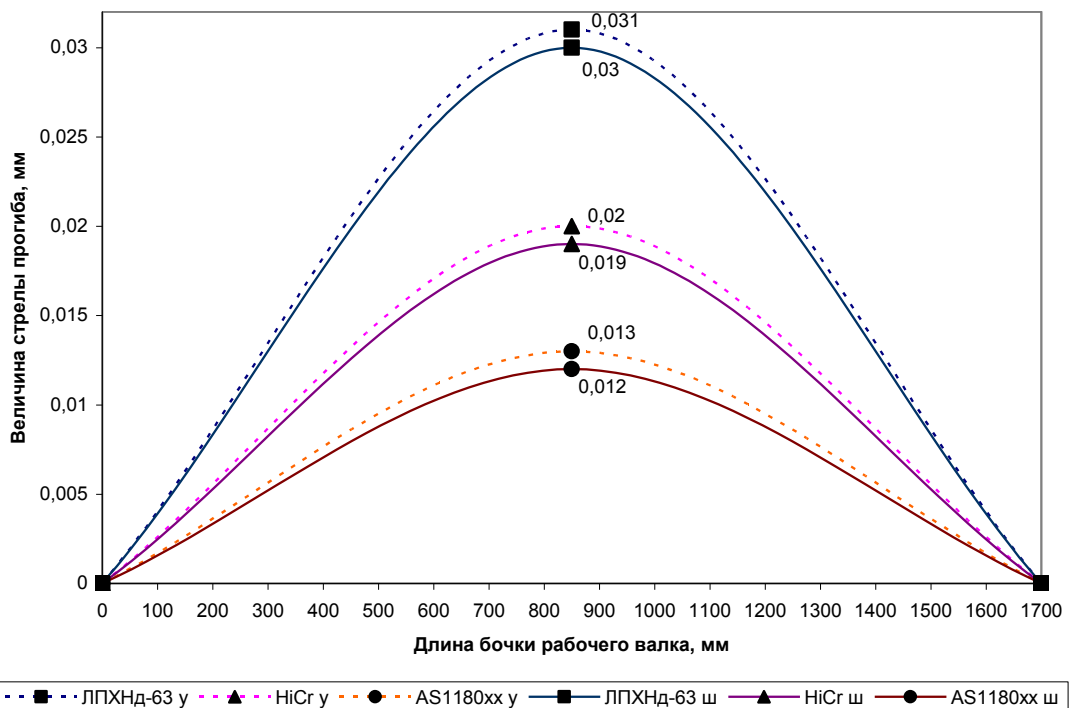


Рисунок 1 – Стрелы прогиба валков исполнения ЛПХНд-63, HiCr, AS1180xx при прокатке узких и широких полос с приложенными усилиями противоизгиба

Для моделей были заданы механические свойства рабочих валков, используемых в клетях №9-12, и опорных валков из стали марки 9ХФ (таблица 1). Полученные в ходе расчета данные представлены в виде рисунков системы валков с картинками распределения напряжений и деформаций (рисунок 4).

Максимальные значения эквивалентных напряжений, как видно из рисунка 3, наблюдаются в середине рабочего валка 344,5 МПа и на шейках рабочих валков МПа [6-8].

По результатам моделирования также определены

величины стрел прогибов валков, построены сравнительные графики (рисунок 4).

Получены уравнения, описывающие зависимость стрелы прогиба валка от ширины прокатываемой полосы (таблица 2) [9].

Таблица 2 – Зависимости стрел прогиба валка от ширины прокатываемой полосы

Уравнение	R^2	$F_{расч}$	$F_{табл}$
$Y_p = -0,0004x^2 + 0,9931x - 627,95$	0,8627	16,095	9,2434
$Y_i = -0,0005x^2 + 1,2788x - 808,48$	0,878	21,549	9,2434

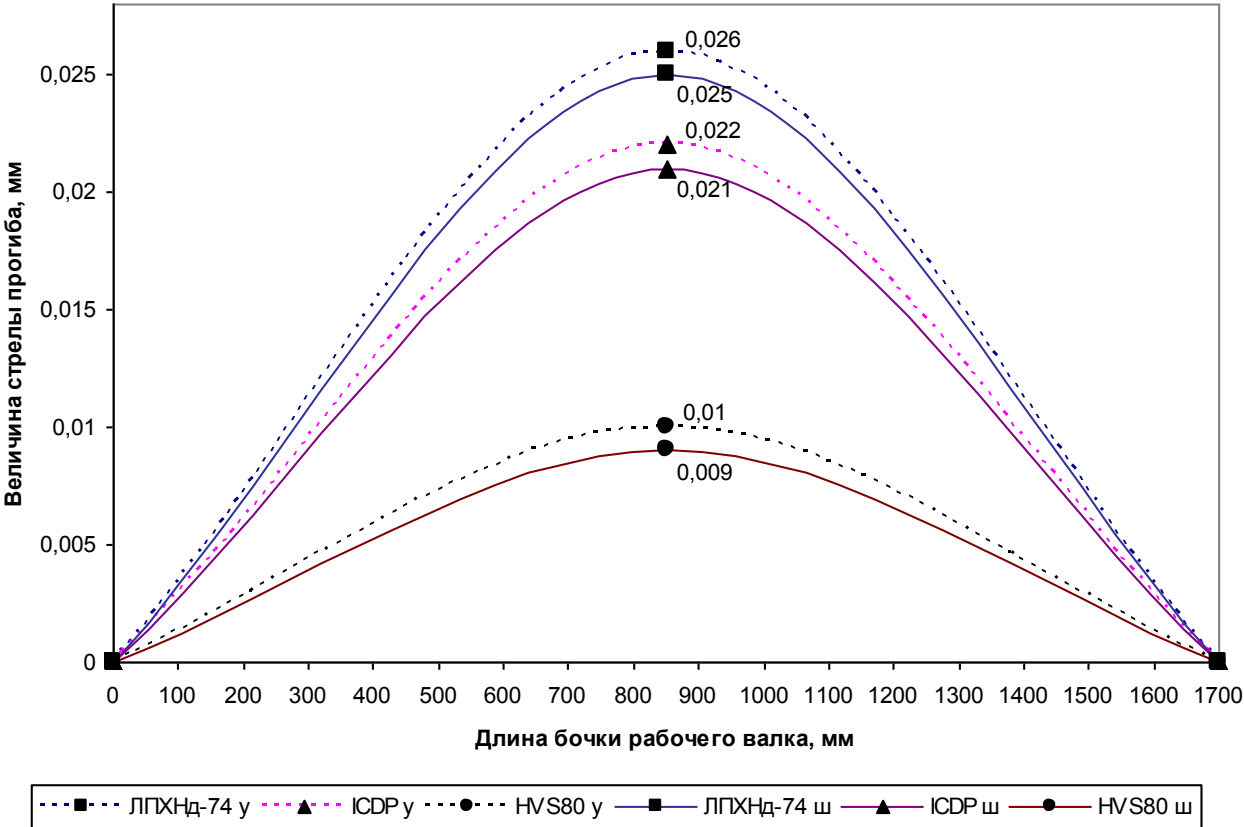


Рисунок 2 – Стрела прогиба для валков исполнения ЛПХНд-74, ICDP, HVS80 при прокатке узких и широких полос с приложенными усилиями противоизгиба

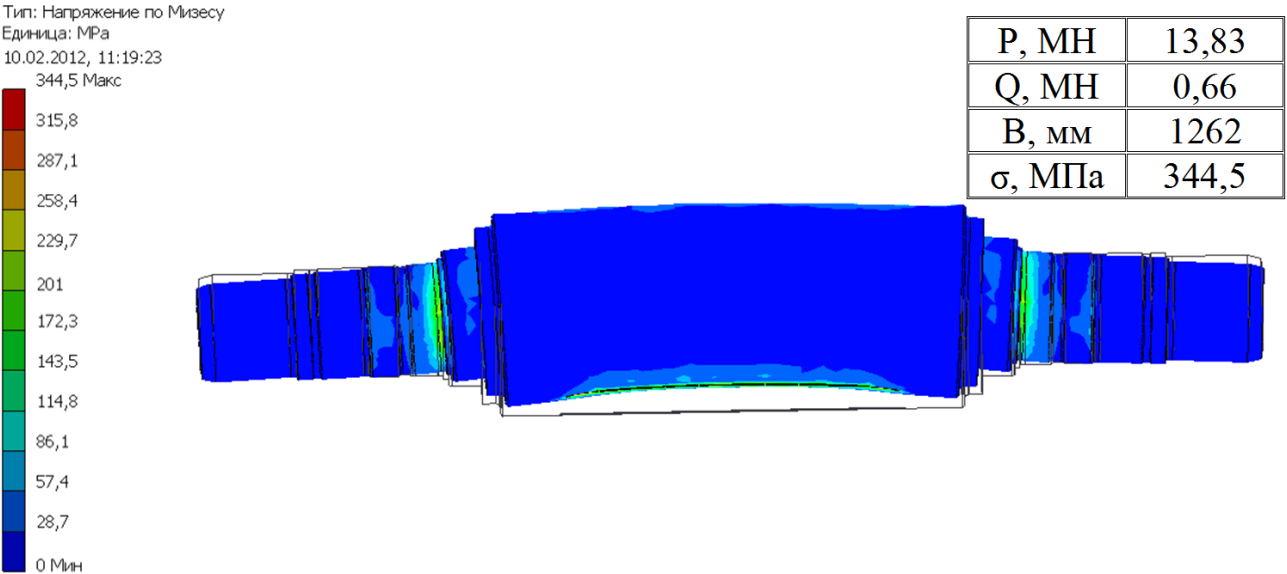


Рисунок 3 – Напряжения рабочего валка НШПС-1700 в клетке №12 при прокатке полосы шириной 1262 мм

Результаты моделирования отличаются от расчетных данных в пределах 8-12%. Это объясняется тем, что в процессе моделирования не учитывались такие факторы, как натяжение полосы, тепловое расширение вала и его профилировка.

Для изучения многофакторных систем более эффективным является применение математических методов планирования эксперимента [10]. Для проведения эксперимента использовались три серии опытов (для 10, 11 и 12 клетки) с числом опытов в каждой серии $N = 2^3$ при следующих факторах: усилие прокатки, усилие противоизгиба, ширина полосы.

В процессе моделирования была приложена следующая нагрузка: на бочку вала – усилие прокатки, на шейки вала – усилия противоизгиба, также регулировалась ширина прокатываемой полосы. Для каждого из факторов были выбраны максимальные и минимальные данные, значения которых взяты из технологических инструкций, паспортов приборов, используемых для замера необходимых параметров.

На рисунке 5 при прокатке в условиях с максимальными значениями, варьируемых на двух уровнях факторов полосы шириной 1524 мм, с усилием прокатки 15 МН и усилием противоизгиба 1,5 МН, максимальная величина стрелы прогиба рабочего вала 12 клетки составила 0,01 мм.

Для каждой клетки получены уравнения регрессии, описывающие влияние усилий прокатки и противоизгиба, а также ширины прокатываемой полосы на прогиб рабочего вала (таблица 3).

Таблица 3 – Зависимости стрелы прогиба вала от усилий прокатки и противоизгиба, ширины прокатываемой полосы

№ клетки	Уравнение	R^2	$F_{расч}$	$F_{табл}$
10	$Y=0,015-0,0003 \cdot X_1-0,012 \cdot X_2-0,0002 \cdot X_3$	0,82	1,4	3,05
11	$Y=0,047-0,001 \cdot X_1-0,007 \cdot X_2$	0,86	1,92	3,05
12	$Y=0,056-0,001 \cdot X_1-0,009 \cdot X_2$	0,88	2,48	3,05

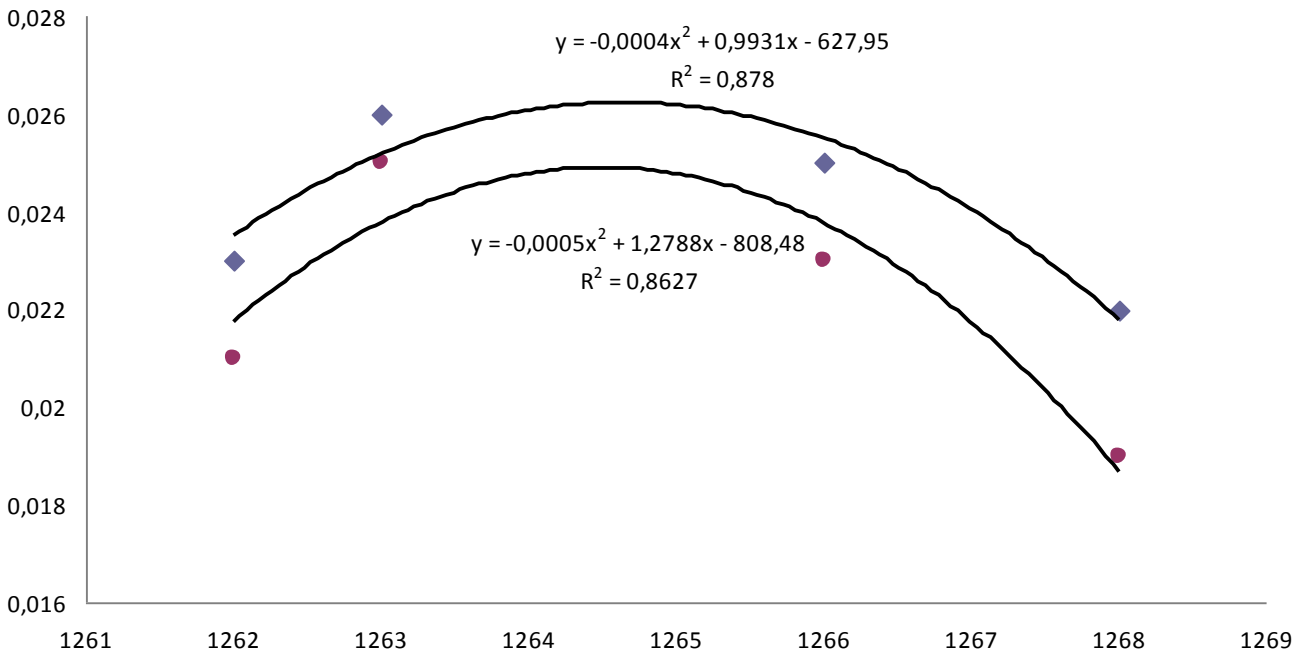


Рисунок 4 – Сравнение величин стрел прогиба при расчете и моделировании

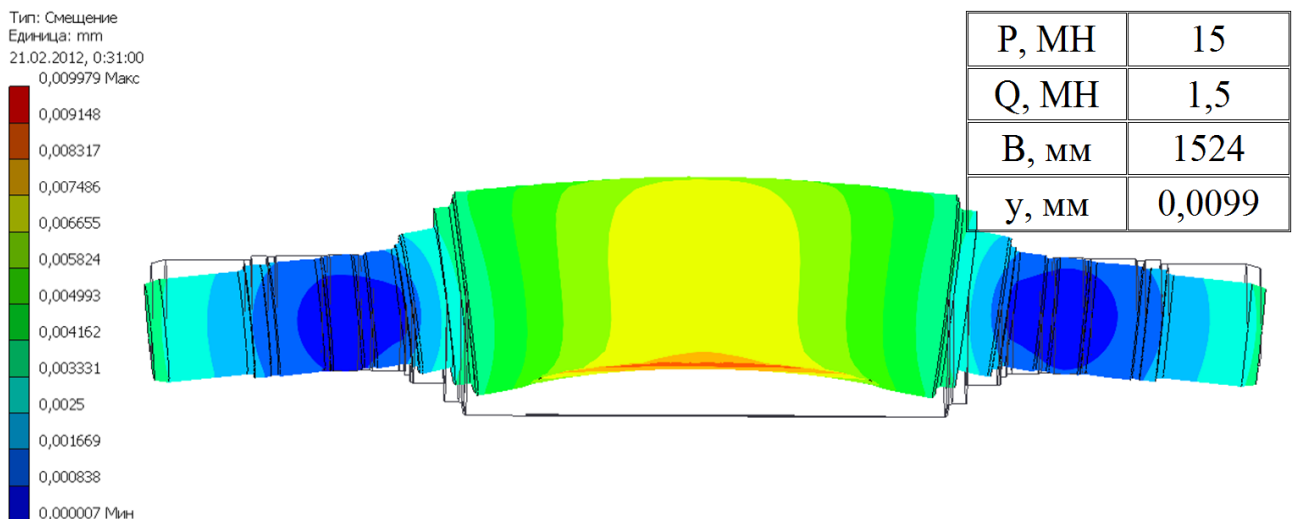


Рисунок 5 – Стрела прогиба рабочего вала клетки №12 в процессе прокатки полосы шириной 1524 мм

Полученные уравнения регрессии, описывающие влияние усилий прокатки и противоизгиба, а также ширины прокатываемой полосы на прогиб рабочего вала проверены на значимость и адекватность, что говорит о возможности использования их на производстве в технологическом процессе ЛПЦ-1 АО «АрселорМиттал Темиртау» [11].

ВЫВОДЫ

1. Определен объект исследования – прокатные валки НШПС-1700.

2. Получены уравнения регрессии, связывающие стрелу прогиба рабочего вала с шириной прокатываемой полосы наиболее проблемного сортамента 2х1250 мм с усилиями прокатки и противоизгиба в 10, 11, 12 клетях.

3. Выбрана методика расчета деформации валков, рассчитаны стрелы прогиба для рабочих валков раз-

личных исполнений. Выявлено, что при увеличении ширины прокатываемой полосы стрела прогиба уменьшается. При приложении усилия противоизгиба на шейки валков стрела прогиба снижается на 35-56%. При эксплуатации стальных валков исполнений AS1180xx и HVS80 стрела прогиба минимальна, что позволяет получать прокат более высокого качества.

4. Проведено конечно-элементное моделирование процесса горячей прокатки в программном комплексе Deform-3D. На основе моделирования выполнены активный и пассивный эксперименты, получены результаты, близкие к теоретическим.

5. Получены уравнения регрессии, описывающие влияние усилий прокатки и противоизгиба, а также ширина прокатываемой полосы на прогиб рабочего вала для всего сортамента прокатываемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синнаве М. Новые марки прокатных валков и тенденции их производства // Сталь. 2003. № 7. – С. 48-52.
2. Влияние включения графита на долговечность литых и наплавленных валков горячей прокатки / И.С. Сарычев // Сталь. 2006. № 2. – С. 41-44.
3. Паспорт цеха ЛПЦ-1 АО «АрселорМиттал Темиртау».
4. Полухин В.П. Математическое моделирование и расчет на ЭВМ листовых прокатных станов. – М.: Metallurgy, 1972. – 512 с.
5. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб пособие для ВТУЗов. – М.: Высш. шк., 1988. – 239 с.
6. Показатели деформации рабочих валков. 2013 International Conference of Applied Mechanics and Materials / Кривцова О.Н., Вивенцев А.С., Талмазан В.А., Панин Е.А., Арбуз А.С. – Hong-Hong, 17-18 august 2013.
7. Кривцова О.Н., Талмазан В.А., Самодурова М. Деформационные показатели валков различного исполнения // Межд. конф., посвященная 50-летию КГИУ. Темиртау, 11-12 октября 2013. – С. 335-341.
8. Исследование показателей деформации валков различного исполнения / Кривцова О.Н., Талмазан В.А., Кавалек А., Вивенцев А.С., Арбуз А.С., Горшков А.В. // 14 Межд. конф. «Новые технологии и достижения в металлургии и инженерии материалов и процессов». 6-7 июня 2013, Честоховский Политехнический университет. г.Честохов, Польша. – С. 379-383.
9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2001. – 479 с.
10. Гостев К.А. Влияние напряжений в прокатных валках на их эксплуатационную надежность // Сталь. 2008. № 11. – С. 78-86.
11. Study of Deformation Indexes of Rolls of Different Designs / Krivtsova O.N., Viventsov A.S., Talmazan V.A., Arbuz A.S., Panin E.A. Applied Mechanics and Materials Vol. 378 (2013) pp. 394-396 (impact factor TR = 0.111).

УДК 669.14:621.78

Влияние асимметричной прокатки в конусообразных валках на механические свойства низкоуглеродистой стали

Э.М. АЗБАНБАЕВ¹, докторант, ст. преподаватель, кафедра ММиН,

А.З. ИСАГУЛОВ¹, д.т.н., профессор, первый проректор,

А. АЗОТТЕ², доктор PhD, профессор,

Н.Б. АЙТБАЕВ¹, магистр, преподаватель, кафедра ММиН,

¹Карагандинский государственный технический университет,

²Лаборатория LEM3, Метц, Франция

Ключевые слова: асимметричная, прокатка, конусообразные, свойства, низкоуглеродистая, сталь, валки.

Введение

Ультрамелкие зерна (УМЗ) в металлах и сплавах известны своим положительным влиянием на механические свойства металлов и сплавов. УМЗ многофазной стали [1], например, как полагают, способ-

ствуют повышению ударопрочности, а также снижению веса автомобильной конструкции кузова. Интенсивная пластическая деформация (ИПД) была использована в течение нескольких последних десятилетий в связи с сдвиговыми деформациями при относительно

низкой температуре, но в основном ограничиваясь небольшими размерами образцов, используемых в таких процессах, как равноканальное угловое прессование (РКУП) [2], кручение под высоким давлением (КВД) [3] и т.п. Асимметричная прокатка – хорошо известный способ ИПД вследствие его потенциала вносить деформацию интенсивного сдвига по толщине образца неограниченной длины [4] так, что обеспечивается формирование однородной УМЗ структуры. Особое внимание должно быть уделено асимметричной прокатке в конусообразных валках [4], с отношением диаметров валков по всей их длине. Авторы [5] использовали прокатку в конусообразных валках для деформирования 1070 алюминиевого листа. Большинство результатов исследования на низкоуглеродистой стали были получены с асимметричной прокаткой с использованием цилиндрических валков с разными диаметрами [6-10]. В статье описано исследование формирования механических свойств в низкоуглеродистой стали, деформированной в конусообразных валках с отношением диаметров валков 1,5. Проведен сравнительный анализ механических свойств при растяжении прокатанных образцов с обычной прокаткой.

Экспериментальная часть

Оборудование и инструменты

Экспериментальная работа с использованием образцов низкоуглеродистой стали марки 03пс проводилась с использованием прокатного стана ДУО50 (рисунок 1). Технические характеристики:

- твердость прокатываемых материалов не более НВ 241 (HRC 24);
- передаточное число редуктора – 5,3:1;
- диаметр валов – 50 мм;
- максимальная ширина гладкого проката – 65 мм;
- максимальный развод валов – 10 мм;

- материал валков сталь 60Х2СМФ (таблица 1);
- глубина закаленного слоя 5 мм;
- состояние поверхности – насеченная;
- габариты: Д×Ш×В – 270×135×230 мм;
- вес – 21 кг.

Таблица 1 – Механические свойства рабочих валков 60Х2СМФ стана ДУО50

Состояние поставки	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ (%)	ψ %	KCU (Дж/см ²)
Закалка. Отпуск 180 °С	-	1670	-	-	7

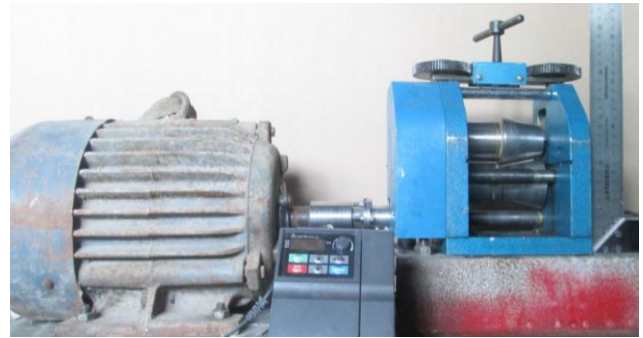


Рисунок 1 – Прокатный стан ДУО50 модифицированный с валками с обратной конусностью

В процессе разработки технологии прокатки в валках с обратной конусностью валки прокатного стана ДУО50 (рисунок 1) были модифицированы с целью исследования влияния разности диаметров на интенсивность сдвиговой деформации и на величину эквивалентной деформации. Схема разработанных валков с обратной конусностью приведена на рисунке 2.

Конструкция валков (рисунок 2) выбрана таким образом, чтобы иметь возможность прокатывать образцы на конусной и цилиндрической бочке и сравнить результаты деформирования. Диаметр цилиндри-

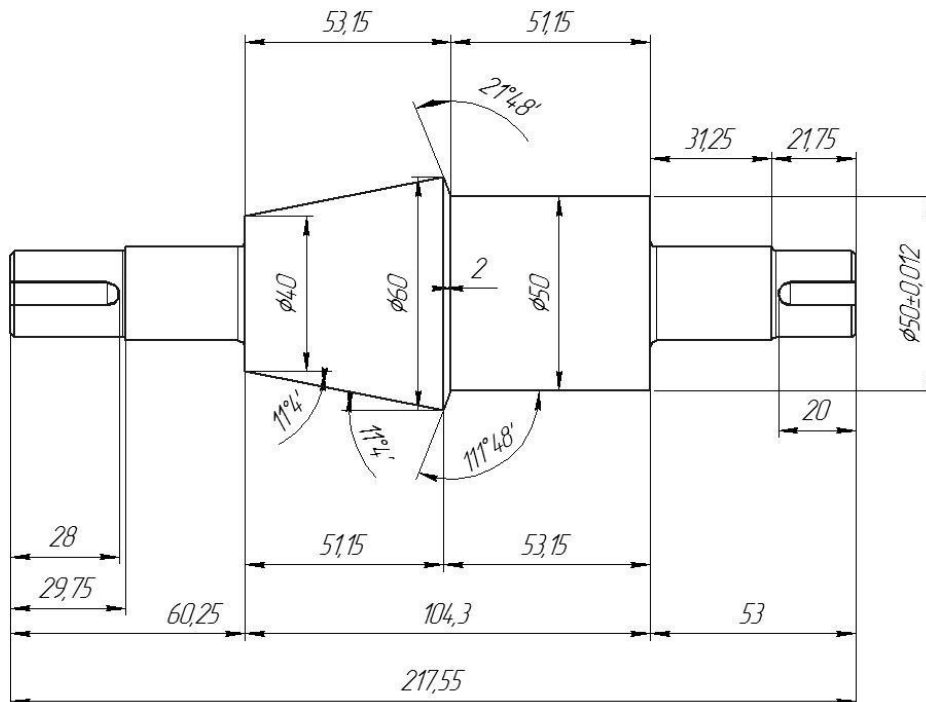


Рисунок 2 – Рабочий валок с обратной конусностью стана ДУО50

ческой части валков составил 43,3 мм, что является средним диаметром в среднем сечении конусной части валка, разница диаметров конусной части валка составляет 16,7 мм, отношение большего диаметра к меньшему составляет 1,5.

Такое отношение является максимальным в данном случае, вследствие ограничений со стороны конструктивных особенностей стана (вал-шестерни редуктора), а также способствует интенсивному развитию сдвиговых деформаций по данным.

Технологическая схема прокатки и режимы нагрева приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Условия прокатки и режимы нагрева стальных заготовок марки 3пс

Прокатка	Асимметричная Симметричная
Количество проходов	3
Суммарное обжатие, %	61.7% (10 мм – 5 мм)
Температура предварительного нагрева заготовок, °С	900 1000 1100
Кантовка заготовки	180° после первого прохода -180° после второго прохода

Материалы и методы

Химический состав низкоуглеродистой стали, используемой в данном исследовании, приведен в таблице 3. Исходная горячекатаная заготовка 10 | 45 | 100 мм³, с начальным размером зерна около 60 мкм была асимметрично прокатана при 900°С, 1000°С и 1100°С в конусообразных валках с отношением диаметров валков 1,5 и обжатиях 18,7%, 20% и 23%. Конечная толщина 5 мм достигается после 3 проходов с промежуточным нагреванием образцов. В соответствии с [5] образец вращали в обратном направлении после каждого прохода, чтобы сохранить деформацию сдвига в одном направлении.

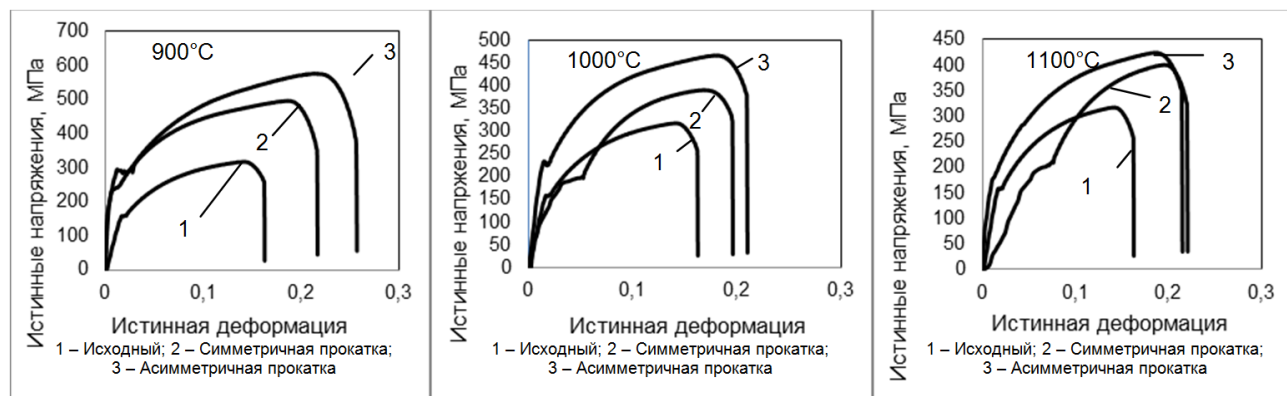
Испытания на растяжение проводили на разрывной машине Instron образца с длиной рабочей части образца 25 мм с толщиной 4 мм и шириной 5 мм. Испытания на растяжение проводили при комнатной температуре и начальной скорости деформации $1,1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

Результаты и обсуждение

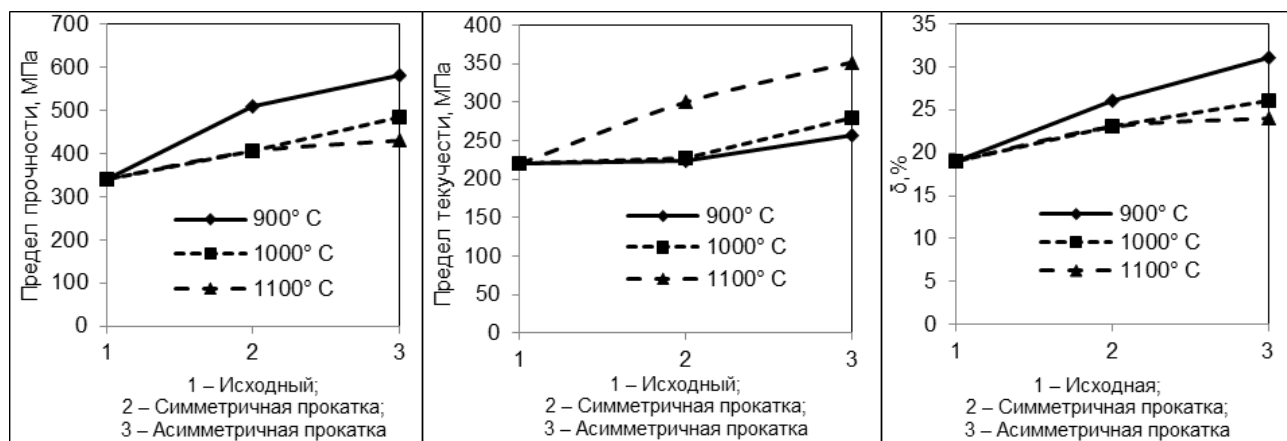
Механические свойства. На рисунке 3 показаны кривые предела прочности, а также пластические свойства низкоуглеродистой стали.

Таблица 3 – Химический состав низкоуглеродистой стали (массовая доля)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0,151	0,210	0,556	0,231	0,011	0,015	0,217	0,0012	0,186	0,032	Ост.



а



б

Рисунок 3 – Кривые истинных напряжений и деформаций (а) и прочностные характеристики низкоуглеродистой стали (б) при симметричной и асимметричной прокатке при 900°С, 1000°С, 1100°С

Исходные механические свойства исходной горячекатаного листа обладают пониженным пределом прочности и относительным удлинением (рисунок 3). Использование симметричной прокатки в цилиндрических валках повышает механические свойства так же, как и асимметричная прокатка с пределом прочности 580 МПа по сравнению с 485 МПа симметричной прокатки. С повышением температуры до 1100°C проявление деформации Людерса имеет слабовыраженный характер после асимметричной прокатки. Наоборот, при симметричной прокатке проявляется интенсивная деформация Людерса с повышением температуры. Даже при одинаковых условиях охлаждения: скорость и окружающая среда – образцы проявляют

разные механические свойства, в основном, связанные со структурой, сформированной при прокатке.

Заключение

В данном исследовании изучено изменение механических свойств низкоуглеродистой стали, прокатанной в конусообразных валках. Механические свойства низкоуглеродистой стали после асимметричной прокатки имеют значения намного выше, чем при симметричной прокатке при разной температуре. Следует отметить, что с повышением температуры до 1100°C проявляется деформация Людерса при асимметричной прокатке и, наоборот, образец после симметричной прокатки с понижением температуры до 900°C проявляют меньшую деформацию Людерса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Whang S.H. Nanostructured Metals and Alloys – Processing, Microstructure, Mechanical Properties and Applications. – Woodhead Publishing Limited, 2011. – 787 с.
2. Krallics G. и др. Experimental Investigations of the Al-Mg-Si Alloy Subjected to Equal Channel Angular Pressing // Материалы международной конференции «Nanomaterials by Severe Plastic Deformation – NANOSPD2», Вена. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2004. – С. 183-189.
3. Sakai G., Horita Z., Langdon T.G. Grain Refinement and Superplasticity in an Aluminum Alloy Processed by High-Pressure Torsion // Materials Science and Engineering A. – 2005. – Т. 393. – С. 344-351.
4. Dyja H. и др. Theoretical and Experimental Analysis of Plates Asymmetric Rolling // Journal of Materials Processing Technology. – 1994. – Т. 45. – С. 167-172.
5. Chino Y., Huang X., Suzuki K., Mabuchi M. Variation in Texture and Lankford Value of 1070 Aluminum Sheet Rolled by Cone-shaped Roll // Journal of Materials Science and Technology. – 2013. – Т. 29. С. 175-179.

УДК 621.793.7

Защитные свойства плазменных покрытий на основе плакированных порошков

А.В. ЧЕРНЫЙ¹, к.т.н. доцент,

И.В. СМЕРНОВ¹, д.т.н., профессор,

И.А. БАРТЕНЕВ², к.т.н., зав. кафедрой СиЛП,

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,

²Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: плазменное напыление, плакированный порошок, композиционное покрытие, износостойкость, коррозионная стойкость, двухслойные оболочки, оксид алюминия.

В настоящее время в промышленности наблюдается развитие технологий, связанных с нанесением различных по функциональному назначению покрытий на рабочие поверхности деталей и конструкций. Но особое место среди них занимают покрытия, обеспечивающие высокий уровень коррозионной и износостойкости. Это объясняется тем, что совершенствование машин и оборудования сопровождается ужесточением условий их эксплуатации. Вследствие тяжелых режимов нагружения и действия агрессивных сред детали механизмов часто выходят из строя по причине износа рабочих поверхностей. Поэтому возникает потребность в повышении физико-механических свойств конструкционных материалов. Однако из-за высокой стоимости легирующих элементов использование дорогих марок сталей становится с экономической точки зрения все более нерациональным.

Использование покрытий, обладающих высоким уровнем физико-механических свойств, является наиболее перспективным, поскольку чаще всего возникает необходимость в восстановлении изношенных деталей разнообразного по назначению технологического оборудования: почвообрабатывающих машин; строительной, дорожной, буровой, обогащательной и другой техники.

Существует большое количество методов нанесения покрытий, но с получением новых порошковых материалов проявляется большой интерес к технологиям плазменных покрытий, которые характеризуются высокой производительностью, хорошей управляемостью процессом, простотой реализации технологии, относительно низкой себестоимостью, а также возможностью обработки деталей различной конфигурации и габаритов. Особое внимание при этом уделяется

нанесению композиционных керамических, металло-керамических, биокерамических и других синтетических композиций [1, 2]. Керамические покрытия, напыленные на поверхность металла, обеспечивают хорошую защиту, но наличие пористости и остаточных термических напряжений в керамических плазменных покрытиях может привести к снижению их защитных и прочностных свойств. Повышение физико-механических характеристик керамических покрытий в значительной мере достигается введением металлической составляющей путем механического смешивания или плакированием, когда каждая отдельная частица порошка покрывается металлической оболочкой. Благодаря этому металлокерамические покрытия под воздействием основных эксплуатационных факторов (температуры, агрессивных сред, электрических потенциалов) не изменяют своих первоначальных свойств и выполняют роль протекторной защиты. При этом широкое распространение получили плакированные порошки системы $Al_2O_3-(Al, Ni)$, $ZrO_2-(Ni, Cu)$, $WC-Co$, $C-Cu$. Перспективным является использование термореагирующих компонентов в качестве плакирующей оболочки ($Ti-Al$, $Ni-Al$, $Ti-Ni$ и т.п.), способствующих дополнительному разогреву тугоплавкого керамического ядра в условиях газотермического напыления [3].

В этой связи разработка металлокерамических плазменных покрытий с повышенными эксплуатационными свойствами и изучение их защитных свойств является актуальной задачей и представляет практический интерес.

Цель работы

Цель заключалась в исследовании коррозионной, эрозийной износостойкости плазменных композиционных металлокерамических покрытий при напылении плакированного металлическими оболочками керамического порошка оксида алюминия для защиты деталей технологического оборудования, работающего в условиях интенсивного износа под действием агрессивных сред.

Материалы и методика исследования

За основу для покрытий был взят порошок оксида алюминия, плакированного двухслойными оболочками: первый слой титана, второй слой меди ($Al_2O_3/Ti/Cu$) или алюминия ($Al_2O_3/Ti/Al$). Данный порошок получали методом вакуумно-дугового плакирования, преимуществом которого является высокая адгезия металлической оболочки к керамическому ядру оксида алюминия, что особенно важно для процессов газотермического напыления. Технологии и режимы плакирования порошка данным методом достаточно детально описаны в [4]. В качестве подслоя для композиционного керамического покрытия использовали порошок интерметаллида $NiAl$, обладающего высокими защитными свойствами и прочностью сцепления с основой. Средняя зернистость плакированного порошка оксида алюминия составляла 40-63 мкм, никель-алюминиевого – в пределах 60-80 мкм.

Газотермическое напыление плакированных керамических порошков осуществляли специально разработанным плазмотроном с частично вынесенной дугой, в режиме генерации ламинарной плазменной

струи большой протяженности. Применение ламинарной плазменной струи способствует более полному проплавлению керамического ядра и переносу материала оболочки в покрытие. Мощность плазмотрона составляла до 8 кВт, производительность до 4 кг/ч.

Для исследования коррозионной стойкости покрытий использовался метод измерения поляризационного сопротивления, суть которого заключается в изучении поляризуемости системы металл-коррозионная среда при пропускании внешнего тока и определении поляризационного сопротивления (R_p), являющегося величиной, обратно пропорциональной скорости коррозии.

Относительную устойчивость к гидроабразивному износу композиционных материалов определяли по методике испытания материалов и покрытий на газоабразивный износ с использованием центробежного ускорителя. Методика позволяет моделировать реальные процессы износа деталей механизмов под действием гидроабразива.

Основная часть

При напылении использование прослойки титана в плакирующей оболочке необходимо для обеспечения взаимосвязи частиц оксида алюминия с последующими слоями и уменьшения внутренних напряжений в покрытии, благодаря практически идентичному с оксидом алюминия коэффициенту термического расширения [5]. Титан способен смачивать поверхность оксидов с образованием переходных слоев путем растворения кислорода в титане, что подтверждают термодинамические расчеты [6]. Дополнительное плакирование оксида алюминия медью является рациональным способом защиты порошковых материалов от коррозии в условиях трения.

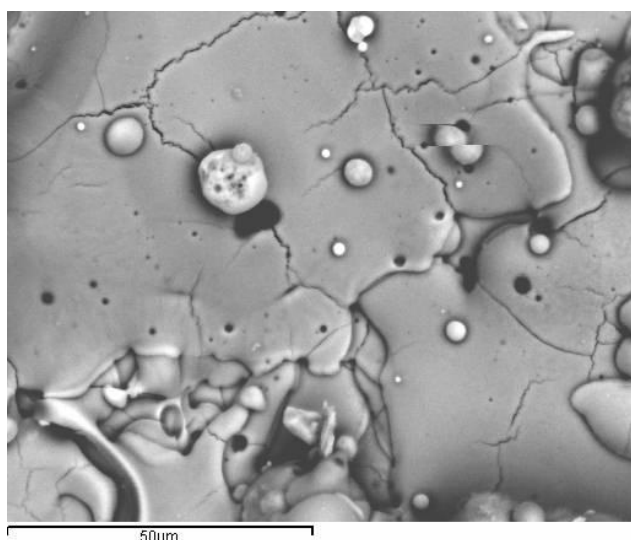
Представленные электронные снимки поверхности плазменных покрытий (рисунок 1) с характерной сеткой микротрещин в керамических частицах оксида алюминия (рисунок 1, а) подтверждают, что плакирующая оболочка способствует предотвращению развития микротрещин (рисунок 1, б).

Оценка пористости по анализу микрошлифов при разных параметрах режима плазменного напыления (рисунок 2) показала, что покрытие на основе порошка оксида алюминия, плакированного титаном и медью, имеет значительно меньшую пористость (3-6%) по сравнению с покрытиями из чистого оксида алюминия (8,5% и выше) и покрытиями, полученными с использованием порошка оксида алюминия, плакированного титаном и алюминием (5-8%).

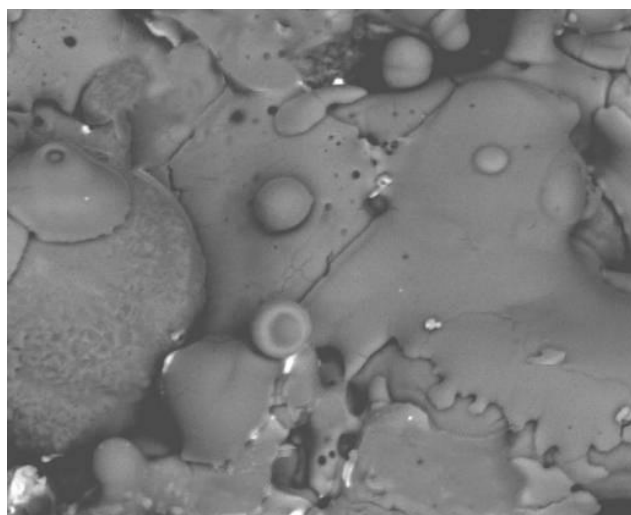
Полученные выше результаты исследования покрытий свидетельствуют, что использование плакированных порошков приводит к образованию вокруг частиц керамики участков с повышенной когезионной связью, что способствует формированию плотного покрытия с повышенными коррозионными и механическими свойствами.

При проведении коррозионных испытаний образцы плотно впрессовывались во фторопласт так, чтобы воздействию коррозионной среды подвергалась только поверхность образца с напыленным покрытием. В качестве коррозионной среды использовали 7-10% растворы кислоты H_2SO_4 при температуре $18 \pm 2^\circ C$.

Временные зависимости поляризационного сопротивления полученных плазменных покрытий при испытаниях в 7-10% H_2SO_4 представлены на рисунке 3.



а



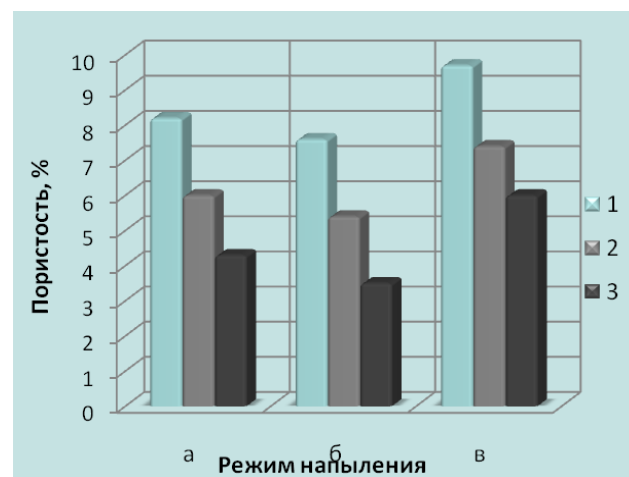
б

Рисунок 1 – Электронное изображение поверхности плазменного покрытия: а) на основе чистого (не плакированного) оксида алюминия; б) на основе плакированного оксида алюминия двухслойными оболочками титана и меди ($\times 1000$)

Как видно из рисунка 3, поляризационное сопротивление для всех видов покрытий в 7-10% H_2SO_4 достигает установившегося значения через 60-80 мин. Это стабилизированное значение может служить критерием коррозионной стойкости при сравнительных испытаниях. Заметное повышение R_p на 50% наблюдается при замене алюминия на медь в плакированных порошках, что объясняется большей устойчивостью меди в серной кислоте.

В общем, в металлокерамических покрытиях за счет композиционного строения под воздействием агрессивной среды образуется множество микрогальванических элементов, которые стимулируют электрохимические и химические реакции. Композицион-

ное покрытие, с одной стороны, выполняет роль диффузионного барьера, предотвращая доступ агрессивной среды к металлу, а, с другой стороны, его компонентный состав и структура определяют его коррозионное поведение в целом.



1 – Al_2O_3 ; 2 – $Al_2O_3/Ti/Al$; 3 – $Al_2O_3/Ti/Cu$

Рисунок 2 – Пористость плазменных покрытий на основе плакированных керамических порошков при разных режимах напыления:

а – расход плазмообразующего газа $0,1 \text{ м}^3/\text{час}$; б, в – $0,14 \text{ м}^3/\text{час}$, $0,18 \text{ м}^3/\text{час}$, ток дуги 80А

Испытания на износ по схеме «сфера – плоскость» проводили на установке, выполненной на базе настольного сверлильного станка с возможностью проведения испытаний в агрессивной среде. Результаты испытаний на износостойкость покрытий приведены на рисунке 4.

В течение первого часа трения происходит притирка материалов, сопровождается значительной потерей массы, после чего износ стабилизируется. Стабильно низкий износ наблюдается у образцов с покрытием на основе оксида алюминия, плакированного титаном и медью, а также титаном и алюминием (кривая 3 и 2). Износ покрытий на базе неплакированного порошка оксида алюминия в 6-8 раз выше (кривая 1). Кроме того, контртело изнашивается в 4-5 раз больше, что связано с высокой микротвердостью покрытия и абразивным воздействием продуктов износа порошкового покрытия [7].

Результаты исследования эрозионной стойкости представлены в таблице.

Результаты экспериментальных исследований эрозионной стойкости

Покрытия	Эрозионная стойкость Δm , г			
	угол атаки, °			
	30°	45°	70°	90°
Al_2O_3	0,009	0,012	0,017	0,019
$Al_2O_3 / Ti / Al$	0,008	0,01	0,014	0,015
$Al_2O_3 / Ti / Cu$	0,008	0,009	0,011	0,012

Анализ испытаний позволяет сделать вывод, что наибольшую эрозионную стойкостью $\Delta m = 0,12\%$ при угле атаки 45° имеет покрытие на основе оксида алюминия, плакированного титаном и медью. В дальней-

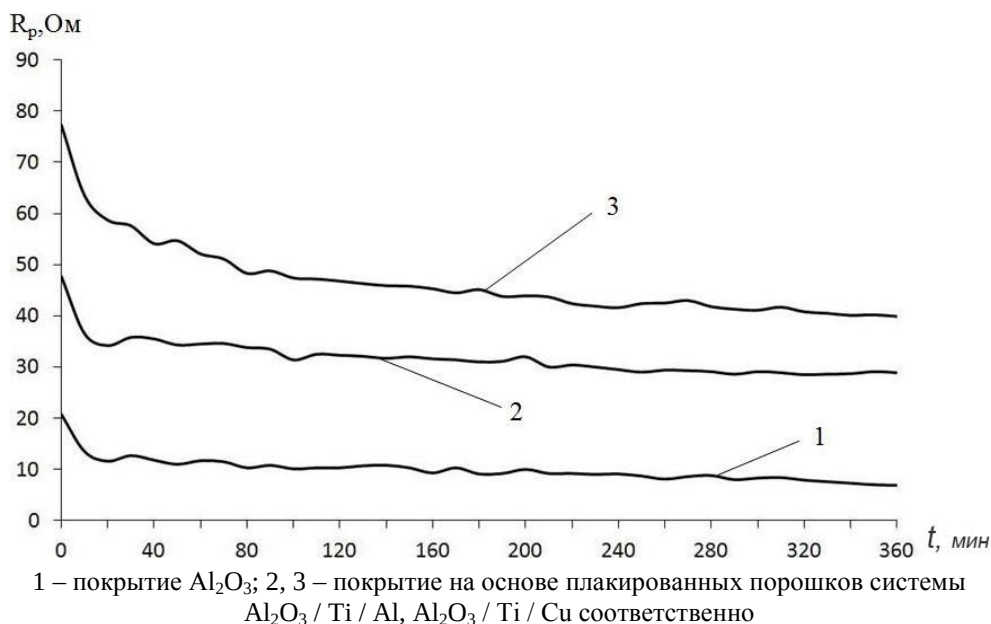


Рисунок 3 – Зависимость поляризационного сопротивления от времени испытания образцов с плазменными покрытиями в 7-10% растворе H_2SO_4

шем с увеличением угла атаки эрозионная стойкость снижается. Такую же тенденцию имеет покрытие из чистого оксида алюминия при снижении эрозионной стойкости в 1,7 раза. Подобные результаты получены в работе [8]. В этой работе показано, что с увеличением угла атаки от 30° до 90° скорость эрозии увеличивается для плазменных покрытий из оксида алюминия и максимальна при максимальном угле атаки. Это характерно для всех хрупких покрытий.

Полученные результаты по эрозионной устойчивости плазменных покрытий при использовании плакированного порошка оксида алюминия полностью коррелируют с данными по коррозионной стойкости.

Выводы

Применение плакированного керамического порошка с металлическими оболочками титана, меди и алюминия для плазменного напыления защитных покрытий способствует предотвращению развития микротрещин, снижению пористости покрытия в 1,5-2,5 раза и повышению коррозионной стойкости в 2-3 раза.

Эрозионные испытания показали, что наибольшей эрозионной стойкостью при различных углах атаки обладает покрытие на основе оксида алюминия, пла-

кированного титаном и медью в 1,2-1,7 раза. Исследование покрытий на износ в агрессивной среде показало повышение износостойкости покрытий в 6-8 раз.

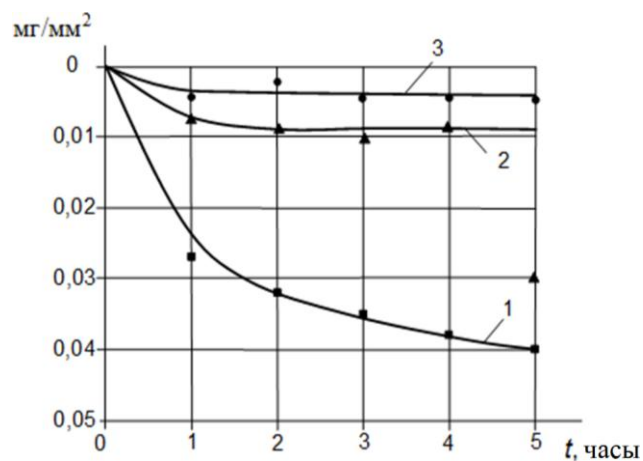


Рисунок 4 – Кинетика износа напыленных покрытий

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденская Н.А. Новые плазменные покрытия многофункционального назначения и их самоорганизация // Защита металлов. – 2004. – Т. 40. № 2. – С. 173-177.
2. R.S. Lima and B.R. Marple. Thermal Spray Coatings Engineered from Nanostructured Ceramic Agglomerated Powders for Structural, Thermal Barrier and Biomedical Applications: A Review // J. Thermal Spray Technol., 2007, 16(1). – P. 40-63.
3. Pawlowski L. The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings / L. Pawlowski // Chichester UK: Wiley, 2008. 656 p.
4. Копилов В.И., Смирнов И.В., Селіверстов І.А. Процеси іонно-плазмового плакування порошків для газотермічних покриттів // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2009. – № 3. – С. 11-20.
5. Найдич Ю.В. Нанопленки металлов в процессах соединения (пайки) керамических материалов / Ю.В. Найдич, И.И. Габ, Б.Д. Костюк [и др.] // Доповіді Національної академії наук України. 2007. – № 5. – С. 97-104.
6. Смирнов И.В., Селіверстов І.А., Чорний А.В., Калашникова І.А. Застосування композиційних порошків системи Al_2O_3 -Ti-Cu для підвищення корозійної стійкості плазмових покриттів // Збірник наук праць НУК. 2009. № 1.
7. Смирнов И.В. Підвищення захисних властивостей плазмових покриттів з застосуванням плакованих керамічних порошків // Проблеми трибології. – 2011. – № 1. – С. 47-51.
8. Microstructure, Adhesion, and Erosion Wear of Plasma Sprayed Alumina-Titania Composite Coatings // S.C. Mishra, A. Sahu, R. Das and other / Journal of reinforced plastics and composites. – 2009. – V. 28. № 9. – P. 1099-1109.

УДК 669.14:621.78

Перспективные технологии получения ультрамелкозернистых материалов

Э.М. АЗБАНБАЕВ, докторант, ст. преподаватель,

А.З. ИСАГУЛОВ, д.т.н., профессор, первый проректор,

Н.Б. ЗАКАРИЯ, магистрант,

Н.З. ЕРМАГАНБЕТОВ, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН

Ключевые слова: УМЗ, прокатка, асимметричная, свойства, сталь, пластическая, деформация.

Введение. Ультрамелкозернистые (УМЗ) металлы – металлы с размером равноосных зерен 100-1000 нм и чрезвычайно привлекательными механическими свойствами, которые недостижимы при обычных режимах обработки деформацией (ковка, прессование, прокатка и др.). УМЗ структура подразумевает такие высокие однородно распределенные механические свойства, как прочность, пластичность, ударная вязкость, твердость, ползучесть. На рисунке 1 показаны графики сравнительного анализа механических свойств УМЗ и крупнозернистой структуры (КЗ) [1]. Видно, что при УМЗ структуре достижимы высокие механические свойства: предел текучести 650 и предел прочности 720 МПа, что на 103% выше, чем у КЗ алюминия 7075 (320 МПа и 530 МПа).

Основная часть. На данный момент известно не так много случаев реализации технологий получения УМЗ и наноструктурных изделий из недорогих технически чистых металлов вместо дорогих сплавов, к примеру, получение наноструктурного титана BT1-0 равноканальным угловым прессованием по схеме Conform (Россия, Уфа) для медицинских целей при изготовлении нетоксичных имплантатов повышенной биосовместимости, вместо дорогостоящих и токсичных сплавов на основе алюминия и ванадия [2], другим таким примером является попытка реализации

процесса РКУП (исследовательская лаборатория воздушных сил США) с размером поперечного сечения образцов 100 мм. На рисунке 2 (а), (б) и (в) приведены твердотельная модель угловой матрицы и физический прототип соответственно.

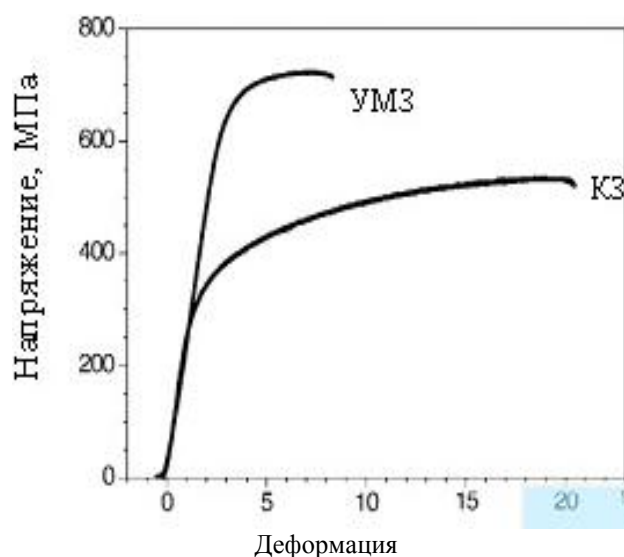


Рисунок 1 – Сравнительный анализ механических свойств УМЗ и КЗ алюминиевого сплава 7075 [1]

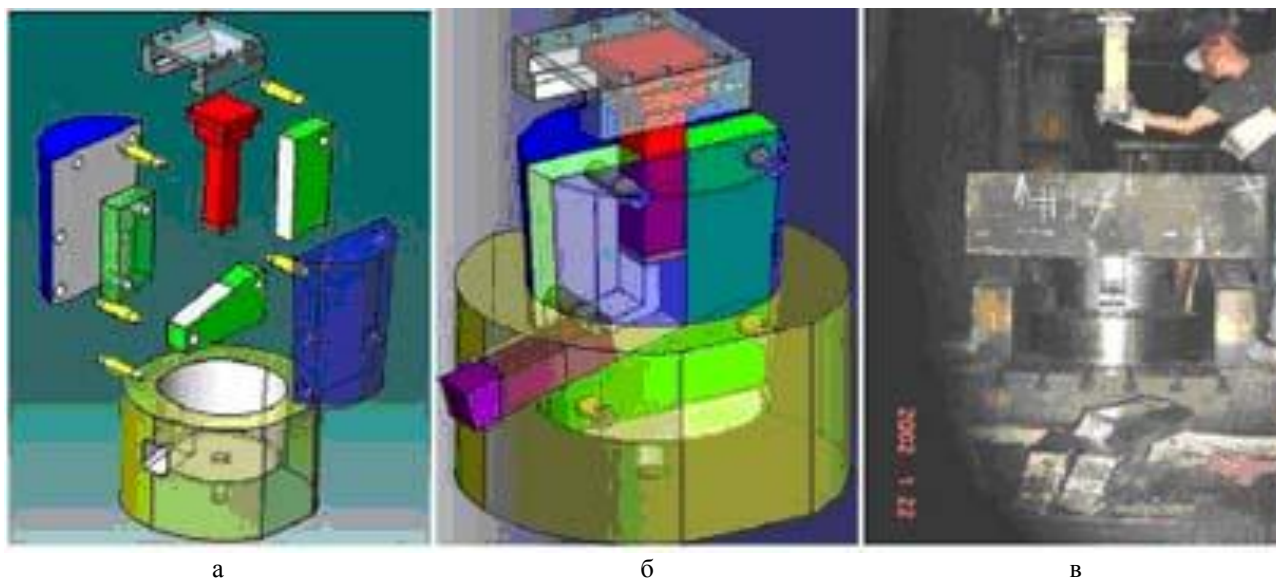


Рисунок 2 – Рабочая оснастка для РКУП заготовок размером поперечного сечения 100 мм:
а, б – твердотельная модель РКУ матрицы; в – гидравлический пресс, усилием 2000 тс РКУ матрицей

Это известные развитые и внедренные в промышленность технологии получения УМЗ и наноструктурных материалов.

Смысл технологии получения УМЗ материалов деформационной обработкой заключается в реализации в объеме заготовки интенсивных сдвиговых деформаций. Классическим методом реализации интенсивных сдвиговых деформаций является кручение под высоким давлением, так называемая «наковальня Бриджмена» (рисунок 3) [3].

Из схем рисунка 3а следует то, что образец, деформируясь пластически при одновременном его кручении, испытывает интенсивные сдвиговые деформации от центра к периферии по всей высоте, что доказывает деформированная координатная сетка (рисунок 3 б), нанесенная на поверхность образца. Это приводит к эффективному измельчению зерен до УМЗ и наноструктуры. Недостаток процесса заключается в неоднородности деформации и структуры от центра образца к его краевым участкам.

Многие исследования в области данных технологий ограничены силовыми возможностями прессового оборудования и оснастки, а также дороговизной ее изготовления для каждого типоразмера и сортамента. Поскольку размеры получаемых образцов не превышают 100 мм в двух или трех направлениях (что делает данные технологии неэффективными для тяжелой

промышленности), а форма имеет значительные искажения, что снижает коэффициент использования металла при обрезке концевых искаженных участков.

В этом смысле наиболее привлекательна технология прокатки, позволяющая получать металлические изделия значительных размеров более 1 м при непрерывном цикле деформирования (рисунок 4).

Сочетание N-го количества пропусков заготовки неограниченной длины между валками дает изменение формы и размеров проката, а также изменение механических свойств. Так, при традиционной прокатке наблюдается повышение прочности при одновременном снижении пластичности из-за особенностей процесса деформации зерен металла, когда происходит их вытягивание (удлинение) в направлении прокатки (деформирования), что в свою очередь приводит к росту числа зерен с малоугловыми границами (угол разориентировки менее 15°) и образованию текстуры, которая негативно сказывается на изотропии свойств. С целью устранения негативных последствий прокатки (холодной преимущественно) применяют термообработку, такую как рекристаллизационный отжиг, что увеличивает затраты электроэнергии и используемого топлива для подогрева печей, а также увеличивает общий цикл производства проката, и что немаловажно, не понижает риск загрязнения окружающей среды.

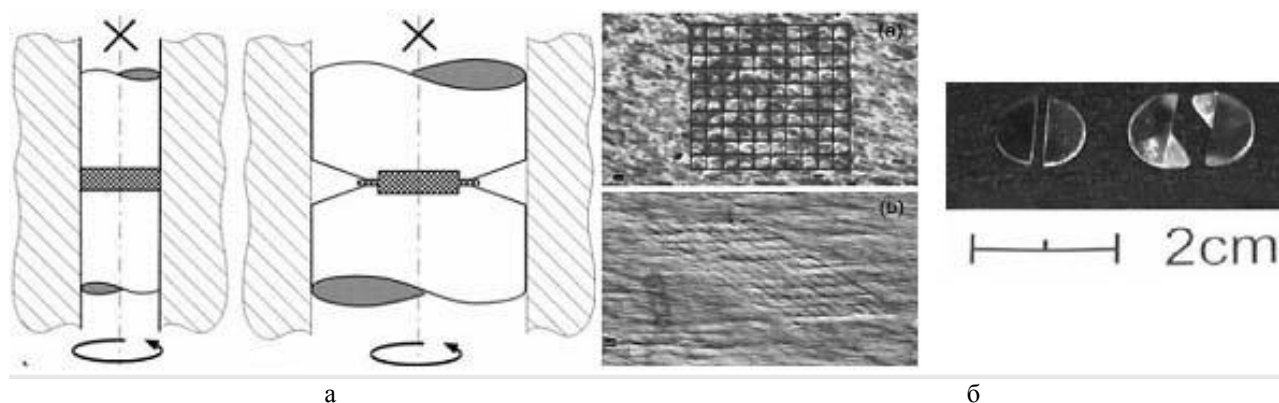


Рисунок 3 – Кручение под высоким давлением образца $D = 20$ мм: а – схемы процесса; б – координатная микросетка, нанесенная на поверхность Ni образца на расстоянии 2 мм от оси вращения до и после деформации

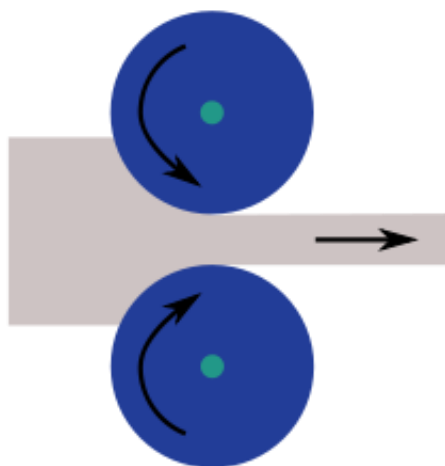


Рисунок 4 – Схема прокатки

В этом смысле наиболее привлекательной является технология асимметричной прокатки, где ключевой является интенсификация роли сдвиговых деформаций за счет асимметрии скорости течения материала в очаге деформации. На данный момент известны несколько принципов реализации асимметричной прокатки: разность окружных скоростей валков, разность диаметров, на неподвижном блоке (рисунок 5) [4].

Наиболее близким по принципу и конструктивным параметрам к заявленному в Проекте является

асимметричная прокатка металлов и сплавов, которая дает возможность получать УМЗ структуру и высокие механические свойства в заготовках значительных размеров за счет разности диаметров валков. Рисунок 6 [5] иллюстрирует принцип асимметричной прокатки за счет разности скоростей рабочих валков, что позволяет эффективнее измельчать зерна металла за счет возникающих сдвиговых деформаций (сдвиги показаны наклонными линиями на боковой кромке полосы на выходе из валков).

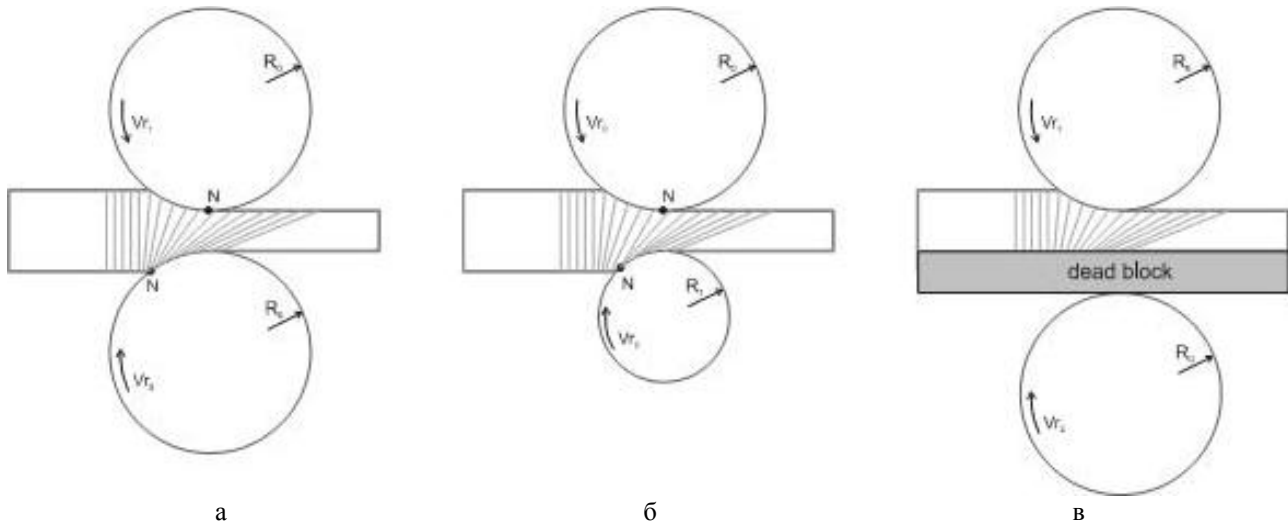


Рисунок 5 – Асимметричная прокатка: а – с разными окружными скоростями валков; б – с разными диаметрами валков; в – с использованием неподвижного блока

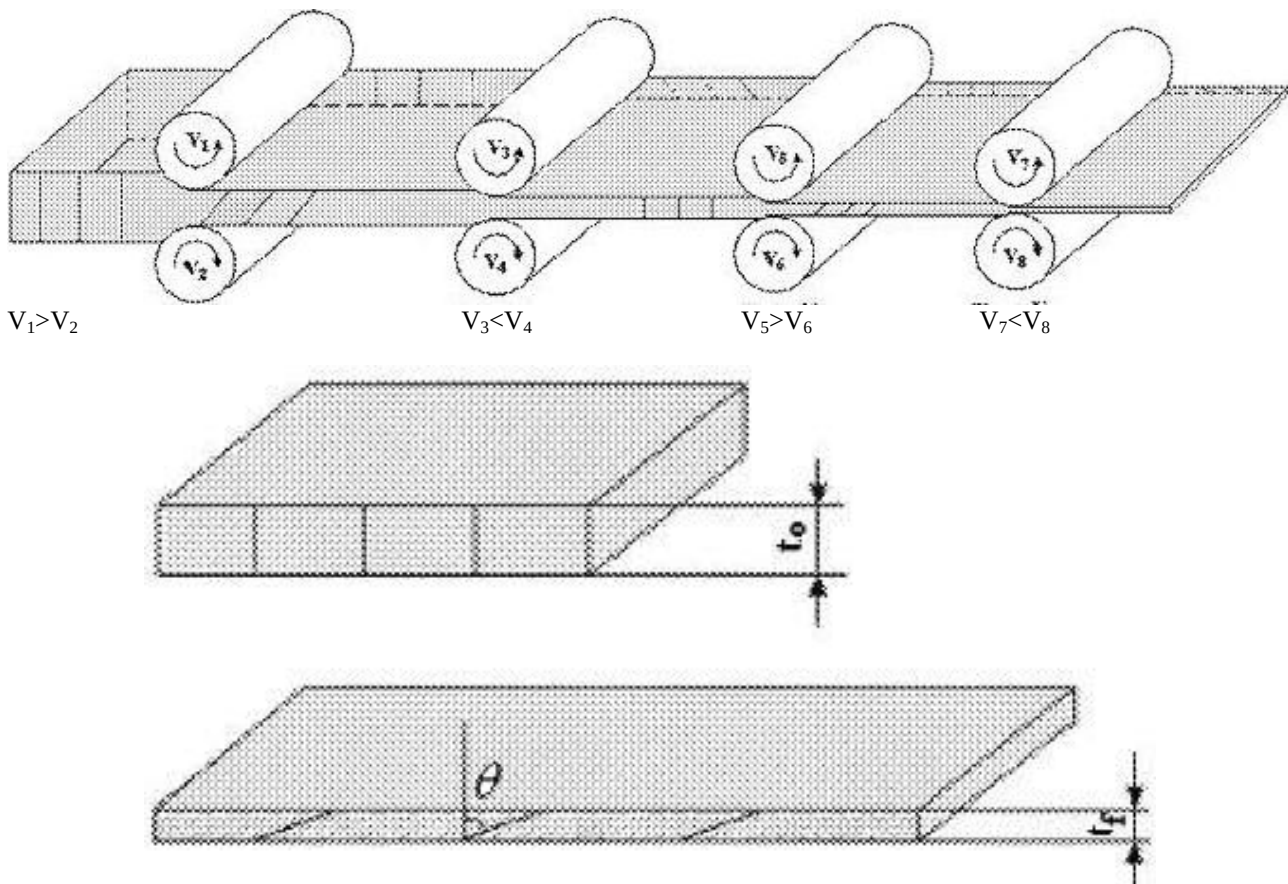


Рисунок 6 – Асимметричная прокатка полосы: t_0 – начальная толщина заготовки; t_1 – конечная толщина после пропуска в клетки; θ – угол сдвига

Недостатком данных видов асимметричной прокатки является необходимость чередовать изменение скорости и диаметров валков от клетки к клетке, с целью получения равноосной микроструктуры, также требует значительное перевооружение стана прокатки с введением для каждого валка отдельного электродвигателя, редуктора и системы управления скоростью вращения валков в случае использования скоростной асимметрии, также недостатком является изгиб полосы на выходе из валков, что осложняет процесс прокатки в целом и может привести к деградации его.

Одним из эффективных решений данных проблем является асимметричная прокатка в конусообразных валках (рисунок 7) [6].

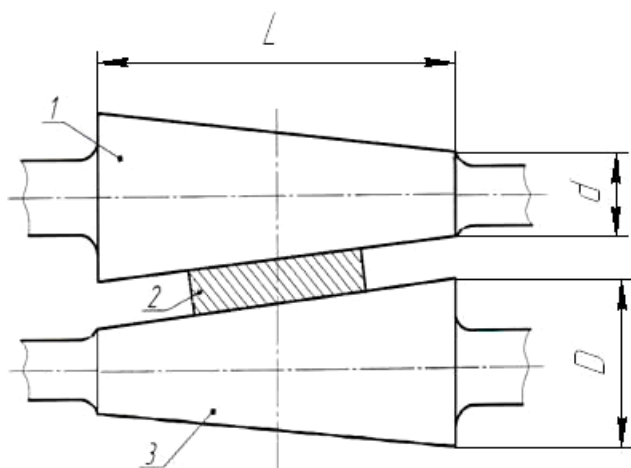


Рисунок 7 – Схема прокатки в валках с обратной конусностью: 1 – верхний полуконусный валок; 2 – заготовка; 3 – нижний полуконусный валок

Суть процесса асимметричной прокатки в конусообразных валках заключается в использовании принципа разности диаметров D и d во всем интервале длины L валков так, что с каждой стороны мы будем иметь разное сочетание соотношения диаметров валков. Эта разность приводит к возникновению сдвиговых деформаций во всем объеме заготовки. На рисунке 8 показана схема перемещений вдоль заготовки при асимметричной прокатке в валках с обратной конусностью.

Как видно из схемы рисунка 8, перемещения вдоль заготовки в поперечном сечении имеют сложный характер распределения. В продольном сечении полоса делится на две зоны отставания со стороны меньшего диаметра валка и опережения со стороны большего диаметра соответственно, при этом по ширине очага деформации в центральной точке мы имеем совпадение перемещений как в случае равенства диаметров валков с нижней и верхней сторон при традиционной прокатке, с противоположной стороны зона отставания сменяется зоной опережения. Если в случае асимметричной прокатки в валках постоянного диаметра зона отставания и опережения сохраняет свое положение по всей ширине заготовки, то в нашем случае она сменяется в некотором центральном сечении, где диаметры валков совпадают. Такой характер деформации приводит к пересечению сдвигов в некоторой центральной точке, за счет чего интенсивнее

будет формироваться равноосная однородная УМЗ структура за меньшее число циклов деформирования.

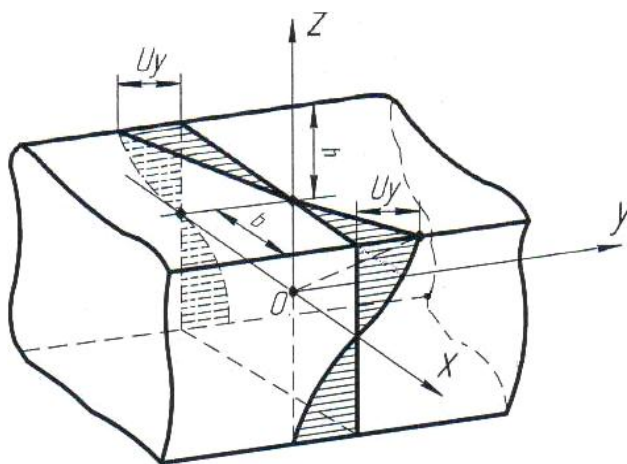


Рисунок 8 – Схема перемещений вдоль заготовки при асимметричной прокатке в валках с обратной конусностью

Результаты исследования напряженного состояния полосы методом линий скольжения при прокатке полосы в конусообразных валках с относительной разностью диаметров валков $d/D=0,846$, конусностью $(D-d)/2L=0,1$ и при относительной степени деформации $\varepsilon=30\%$ приведены ниже. Данные значения выбраны из условия, что при увеличении конусности (больше 0,1-0,2) трудно удержать и задавать полосу в зазор между валками, а величина $\varepsilon=30\%$ является максимально предельной.

В работе [7] представлены экспериментальные данные исследования процесса прокатки в конусообразных валках, в которой описано изменение эквивалентной деформации в трех сечениях полосы: двух крайних и центральном сечением методом внедренного или ввинченного штифта (рисунок 9).

Как и предполагалось в результате теоретического исследования, характер деформации неоднороден и имеет ярко выраженную взаимообратную направленность в двух крайних участках, тогда как в центральном сечении кривая изменения (рисунок 9б) соответствует деформированному состоянию в цилиндрических валках. Объясняется данная взаимообратная направленность двух кривых изменения эквивалентных деформаций прежде всего относительным расположением большего и меньшего диаметров валков, в свою очередь симметричную кривую (сплошная линия на графике рисунка 9б) можно объяснить совпадением диаметров валков в центре.

Данные заключения исследования характера деформации в процессе прокатки в конусообразных валках авторы подтверждают экспериментальными данными исследования изменения микроструктуры и механических свойств низкоуглеродистой стали 3пс. В результате чего авторами [7] получены повышенные механические свойства при температуре деформации 900°C без потери пластичности (рисунок 10), что говорит о высокой эффективности процесса при получении в низкоуглеродистой стали заданных свойств и структуры.

Как видно из графиков рисунка 10а, в случае при-

менения асимметричной прокатки в конусообразных валках при температуре 900°C истинные деформации на 15% выше, чем при обычной прокатке.

Как показано на рисунке 11, мельчайшее зерно имеет размер 0,092μмв при поверхностной зоне и 0,112μмв – центральной при температуре 900°C. В то время как при температурах 1000°C и 1100°C зерна

также фрагментированы, но менее интенсивно в сравнении с 900°C. Авторы объясняют это высокой тенденцией к динамической рекристаллизации при высоких температурах, выше 1000°C. Также приводится график эволюции микроструктуры при прокатке в конусообразных валках при разных температурах (рисунок 12).

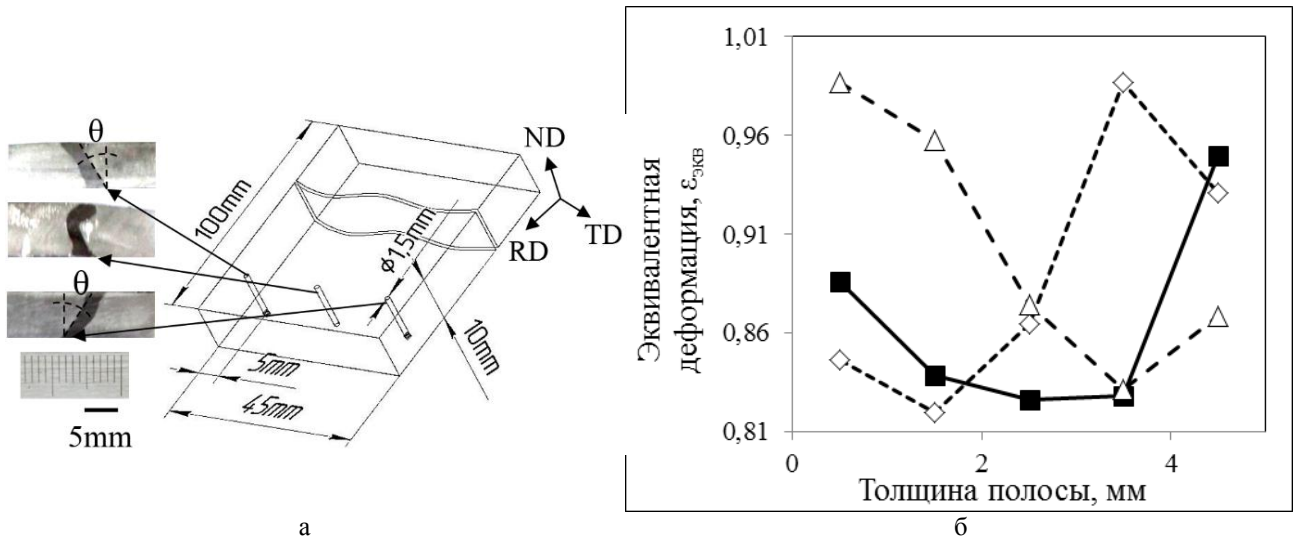


Рисунок 9 – Распределение эквивалентных деформаций по высоте полосы в трех сечениях в процессе прокатки в конусообразных валках: а – расположение винченных штифтов в полосе; б – результаты экспериментального исследования распределения эквивалентных деформаций методом винченных штифтов (пунктирные линии – два крайних участка, сплошная линия – центральное сечение)

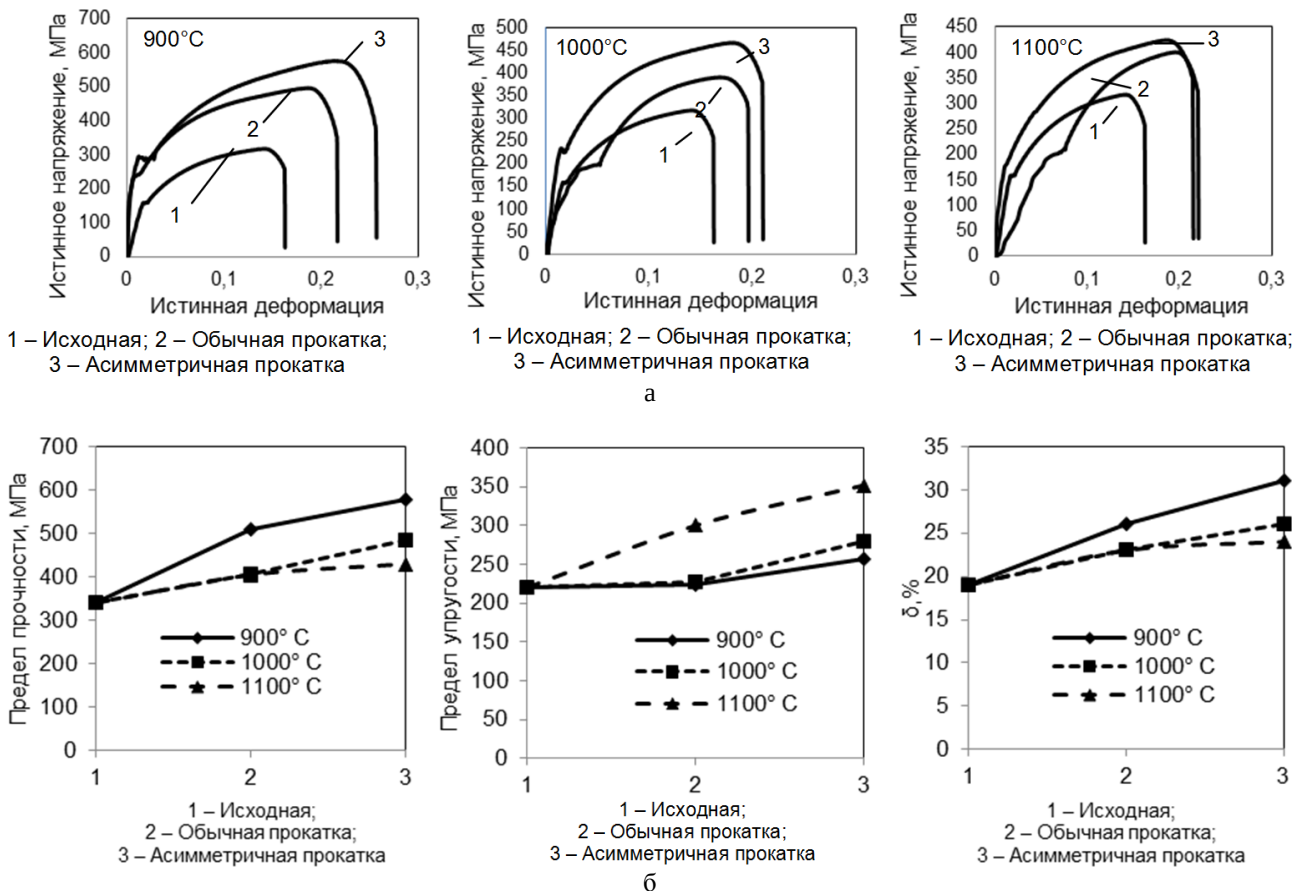


Рисунок 10 – Кривые истинных напряжения и деформации (а), а также механические свойства (б) низкоуглеродистой стали 3пс после асимметричной прокатки в конусообразных валках

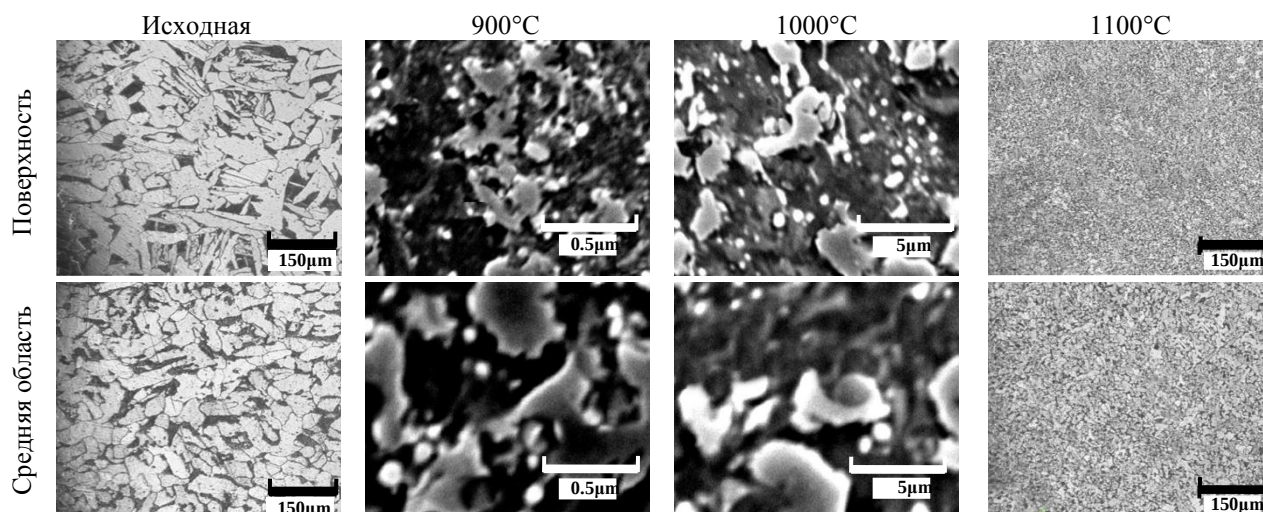


Рисунок 11 – Микроструктура низкоуглеродистой стали 3пс после прокатки в конусообразных валках

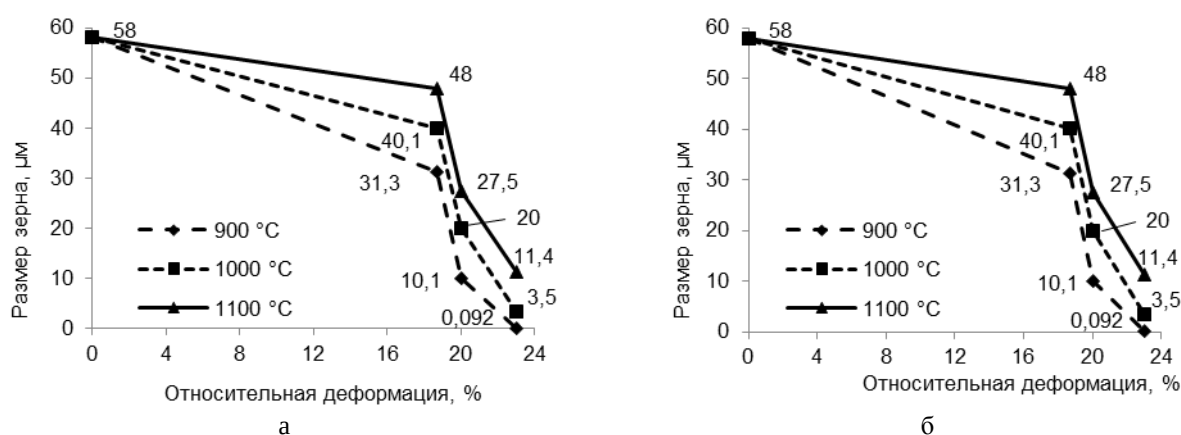


Рисунок 12 – График эволюции микроструктуры при прокатке в конусообразных валках при разных температурах в центральной части (а) и приповерхностной (б)

Как описывают авторы, размер ультрамелкого зерна 0,092 мкм получен при относительной суммарной деформации 23% и температуре 900°C.

Заключение

Роль интенсивной пластической деформации в формировании УМЗ структуры и высоких механических свойств, главным образом, зависит от способа деформации и таких его технологических параметров, как температура, степень пластической и сдвиговой деформации. В данной работе проведен обзор существующих способов реализации интенсивной пластической деформации с целью получения в материалах УМЗ структуры и повышенных механических свойств. Исходя из анализа данных исследований в области получения УМЗ структуры в металлах и сплавах за последние 20 лет и по настоящее время можно сделать следующие выводы:

- отличительной особенностью УМЗ металлов и сплавов является их повышенное сопротивление де-

формации и предел прочности наряду с высокой пластичностью;

- основные способы получения УМЗ структуры в металлах и сплавах на данный момент не позволяют обрабатывать заготовки значительных размеров, пригодные для тяжелой промышленности;

- наиболее перспективным способом получения длинномерных заготовок с УМЗ структурой является асимметричная прокатка, позволяющая получать заготовки с повышенными механическими свойствами за счет использования разности скорости деформации по высоте заготовки, что приводит к развитию интенсивных сдвиговых деформаций в трех направлениях. В отличие от асимметричной прокатки в цилиндрических валках, прокатка в конусообразных валках приводит к возникновению сдвиговых деформаций по всей ширине заготовки, что позволяет применять меньшее количество кантовок или разворотов заготовки и, следовательно, формировать более однородную структуру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhao Y.H., Liao X.Z., Jin Z., Valiev R.Z., Zhu Yu.T. Microstructures and Mechanical Properties of Ultrafine Grained 7075 Al Alloy Processed by ECAP and their Evolutions During Annealing // ActaMaterialia. – 2004. – Т. 52. P. 4589-4599.
2. Валиев Р.З., Семенова И.П., Латыш В.В., Щербаков А.В. Якушина Е.Б. Наноструктурный титан для биомедицинских применений: новые разработки и перспективы коммерциализации // Российские нанотехнологии. 2008. – Т. 3. – № 9-10. – С. 80-89.

3. Zehetbauer M. J. and Zhu Y.T. Bulk Nanostructured Materials. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2009. – 737 p.
4. Fabio P.S. Asymmetrical Rolling of an Aluminum Alloy 1050: Автореф. дис. ... PhD. – Spain, 2008. – 152 p.
5. Grain Refinement of Metallic Components by Controlled Strain Path Change. Патент 0114227 A1 США, 148/500 / Jose Joaquim De Almeida Gracio и др. Опубл. 19.05.2011. Бюл. № 12/995,159; – 7 p.
6. Ашкеев Ж.А., Азбанбаев Э.М., Култанова М.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния при прокатке полосы в валках с обратной конусностью // Труды университета. – 2012. – № 1. С. 33-37.
7. Azbanbayev E., Isagulov A., Zakariya N., Yermaganbetov N., Ashkeyev Zh. Effect of Asymmetric Rolling with Frusto-Conical Tools on Microstructure of Low-Carbon Steel // Материалы 6-й международной конференции «Nanomaterials by Severe Plastic Deformation». – 2014. – P. 334-335.

УДК 621.791.014

Математическое моделирование тепловых процессов импульсной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом тонколистовой нержавеющей стали

А.А. СЛИВИНСКИЙ¹, к.т.н., доцент,

В.В. КОРОТЕНКО¹, аспирант,

В.И. БОЧЕНИН², к.т.н., доцент,

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,

²Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: импульсно-дуговая сварка, тонколистовой металл, термопара, тепловые процессы, аналогово-цифровой преобразователь, эквивалентный ток, математическое моделирование, метод конечных элементов.

Точный расчет распределения температур в свариваемых деталях, а также его изменений по времени для каждого отдельного случая сварки является необходимым условием решения связанных задач по прогнозированию структурных преобразований, напряженно-деформированного состояния и показателей эксплуатационной надежности сварных соединений и конструкций. Объемность массивов данных при развязывании связанных термомеханических задач предполагает использование CAE программ (от англ. Computer-aided engineering), вместе с этим современный уровень развития технологий сварки и расширение технологических возможностей источников питания параллельно ведет к усложнению инженерных расчетов. Не является исключением импульсная сварка неплавящимся электродом, так как в процессе расчетов и прогнозирования необходимо учитывать особенности теплового воздействия импульсной дуги. Основным из известных преимуществ импульсно-дуговой сварки вольфрамовым электродом является возможность влиять на тепловложение в свариваемый металл в направлении его снижения без потери основных преимуществ способа, улучшая условия формирования сварного соединения, это, в свою очередь, позволяет воздействовать на структурные преобразования, протекающие в металле шва и зоне термического влияния, а также на уровень напряженно-деформированного состояния. Современное программное обеспечение, основанное на использовании метода конечных элемен-

тов (МКЭ), для моделирования процессов сварки не дает возможности учитывать пульсацию дуги, поэтому возникает необходимость проводить дополнительные эксперименты и расчетные операции.

Исходя из вышесказанного, задачей нашей работы было создание расчетной модели и оптимизация процесса расчета и моделирования импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в аргоне. Проведенные исследования включали этапы оптимизации режимов сварки, измерения термических циклов с использованием термопар, аналогово-цифрового преобразователя и ПК, математического моделирования, с учетом полученных экспериментальными данными и верификации результатов моделирования путем их сравнения с экспериментом.

В качестве исследуемого материала была избрана сталь аустенитного класса марки AISI 321 (аналог 08X18H10T). Образцы представляли собой пластины с размерами 250x50x1,5 мм, которые собирались попарно на прихватках. Для сварки базовым TIG (англ. Tungsten Inert Gas) и импульсным TIGp способами использовался цифровой микропроцессорный источник питания Fronius MagicWave 2200 Job, защитный газ – аргон высшего сорта (не менее 99,992% Ar), и горелка TTG 2200M с вольфрамовым электродом WL-20, Ø = 2,0 мм (вольфрам с оксидом лантана до 2.2%). Сварка проводилась на режимах, приведенных в таблице.

Для измерения температур в качестве первичных измерительных элементов использовались ХА-термо-

пары типа К диаметром 0,5 мм (рисунок 1). Диапазон измеряемых температур – 200 ... +1300°C.

Для сбора данных, полученных термопарами, использовался аналогово-цифровой преобразователь TRITON 3000U фирмы TEREX, представляющий собой микропроцессорное устройство для регистрации и преобразования сигналов, полученных от различных источников сигнала: датчиков давления, термопар, тензодатчиков и т. п., в том числе с токовым выходом [1].

Опорная температура измеряется с помощью датчика температур HEL-705U, а градуировка происходит с помощью полиномов:

прямого преобразования – $T = A_0 + A_1 \cdot u + A_2 \cdot u^2 + \dots + A_{15} \cdot u^{15}$, где T – искомая величина; u – величина получена от АЦП; $A_0 \dots A_{15}$ – коэффициенты градуировки обратного преобразования $U = B_0 + B_1 \cdot T + B_2 \cdot T^2 + \dots + B_{15} \cdot T^{15}$, где T – температура; U – напряжение; $B_0 \dots B_{15}$ коэффициенты градуировки.

Закрепление термопар на сварных образцах происходило путем их приварки точечной конденсаторной сваркой в заранее подготовленных местах, как это показано на рисунке 2.

В результате измерений были получены следующие термические циклы (рисунок 3). Для удобства просмотра термические циклы для импульсной сварки

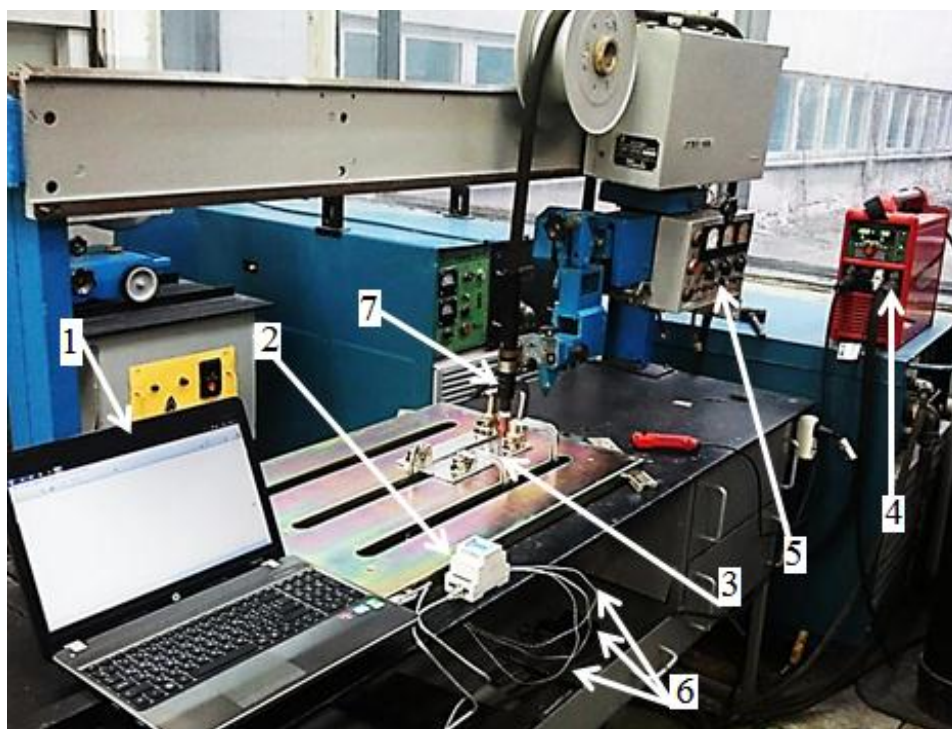
и сварки стационарной дугой смещены по оси времени на 10 с.

Как видно из экспериментально полученных термических циклов, максимальная температура при базовой технологии TIG сварки существенно отличается от максимальной температуры, достигаемой при TIGp сварке. Так, для точки, которая была расположена ближе к оси стыка, то есть на расстоянии 4 мм, разница температур составляет около 180°C для точек 6 и 8 мм, это расхождение несколько уменьшается до 130-140°C. При этом существенное снижение тепловложения при импульсно-дуговой сварке неплавящимся электродом в аргоне, по сравнению с базовой технологией, достигается без снижения качества сварного соединения.

Для математического моделирования тепловых процессов использовался объемный источник нагрева по Голдаку (англ. Goldak) с нормальным распределением удельной тепловой мощности по всем координатным осям в объеме тела, имеющего форму эллипсоида. Отличие объемной модели двойного эллипсоида по Голдаку от других моделей объемных источников тепла заключается в том, что в ней распределение плотности мощности источника задается для фронтальной (индекс f) и хвостовой (индекс r) четвертей эллипсоида независимо [2]:

Параметры режимов сварки

Способ сварки	Свариваемый материал	Толщина пластин	Основной сварочный ток, А	Базовый сварочный ток, А	Напряжение в дуге, В	Частота, Гц	Длительность импульса, с	Длительность паузы, с	Скорость сварки, м/час	Расход защитного газа, л/мин
TIG	AISI 321	1,5	100	-	9,6	-	-	-	20	10
TIGp	AISI 321	1,5	110	36	9,5	1,5	0,13	0,54	25	10



1 – ПК; 2 – АЦП TRITON 3000U; 3 – свариваемый образец; 4 – источник питания Fronius MW 2200 Job; 5 – устройство перемещения горелки УПС-501; 6 – термопары; 7 – горелка TTG 2200M

Рисунок 1 – Система измерения температур при сварке в реальном времени

$$q_{vol, f} = f_f \frac{6\sqrt{3}Q}{a_f b c \pi^{3/2}} \times$$

$$\times \exp \left\{ -3 \left[\left(\frac{x + v(\tau - t)}{a_f} \right)^2 + \left(\frac{y}{b} \right)^2 + \left(\frac{z}{c} \right)^2 \right] \right\},$$

$$q_{vol, r} = f_r \frac{6\sqrt{3}Q}{a_r b c \pi^{3/2}} \times$$

$$\times \exp \left\{ -3 \left[\left(\frac{x + v(\tau - t)}{a_r} \right)^2 + \left(\frac{y}{b} \right)^2 + \left(\frac{z}{c} \right)^2 \right] \right\},$$

где Q – эффективная тепловая мощность источника нагрева (для дуговой сварки $Q = \eta IU$);
 τ – время, прошедшее с начала действия источника;
 t – текущее время;
 v – скорость перемещения источника (скорость сварки);
 x, y, z – полуоси эллипсоида по координатным

направлениями OX, OY, OZ ;
 f_f и f_r – коэффициенты, определяющие соотношение тепла, введенного во фронтальную и хвостовую части эллипсоида;
 a_f, a_r, b, c – соответствующие радиусы нормального распределения.

Опыт применения данной модели, изложенный в [3], показывает, что её использование дает возможность получить наименьшую погрешность по сравнению с другими расчетными моделями сварочной дуги. Для того чтобы точно задать размеры осей эллипсоидного источника тепла (рисунок 4), которые по данным [4], отличаются примерно на 10% от размеров реальной ванны, были проведены оптические измерения геометрии полученных сварных швов. Для определения ширины ванны использовались шлифы для металлографических исследований. Длина ванны оценивалась по результатам замеров длины кратера, формировавшегося в результате мгновенного прекращения процесса сварки.

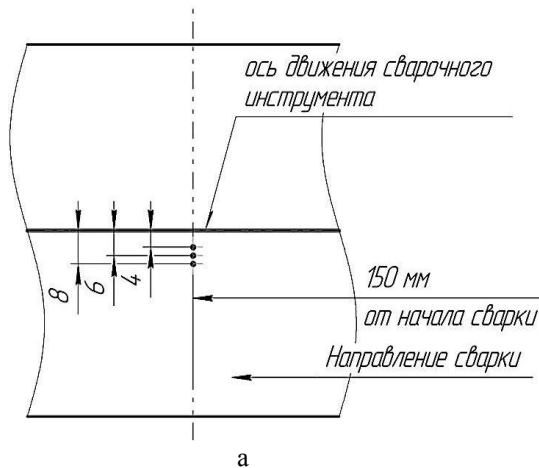


Рисунок 2 – Схема закрепления термопар (а), термопары приварены к образцу согласно схеме (б)

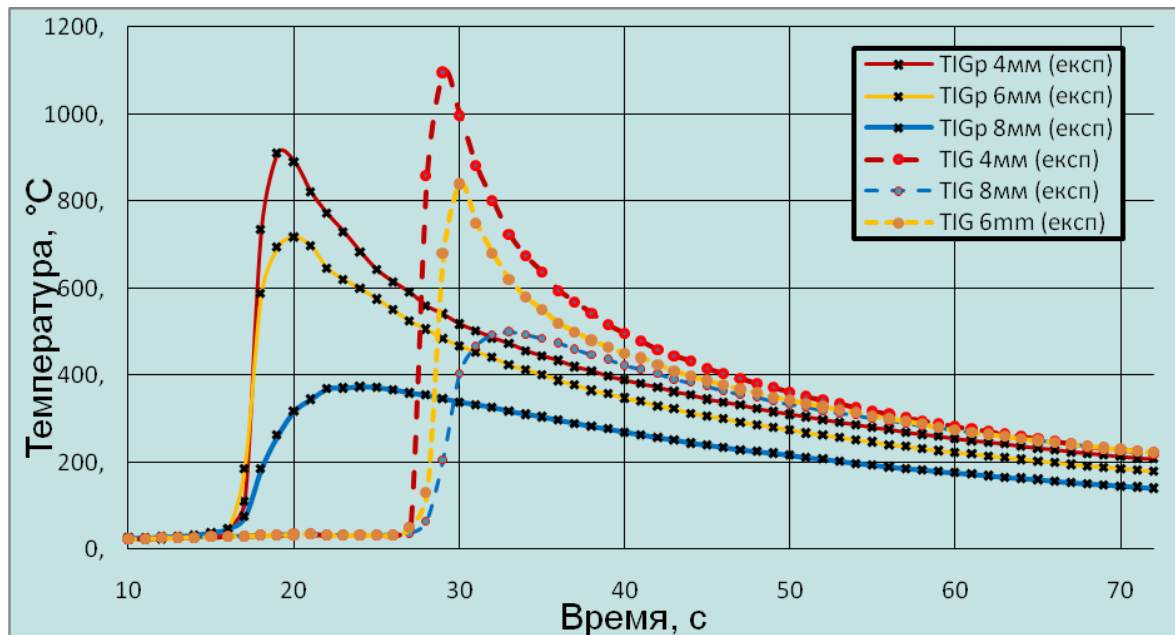


Рисунок 3 – Термические циклы в точках, удаленных от оси сварного шва на 4, 6 и 8 мм, измеренные для базовой технологии сварки неплавящимся электродом (пунктирные линии) и для импульсной сварки (сплошные линии)

Так, среднее значение ширины и длины ванны для импульсного TIG сварки на режимах, указанных в таблице 1, составляет 4,5 мм и 10,5 мм соответственно, а для базовой технологии TIG сварки 7 мм и 12 мм соответственно. Причем на режимах с пульсирующей дугой глубина проплавления основного металла обеспечивается на таком же уровне, как и при базовой технологии сварки, однако провисание металла с обратной стороны сварного соединения при импульсной сварке значительно меньше.

В набор основных параметров, которые необходимо учитывать при моделировании тепловых процессов на базе двойного эллипсоидного источника тепла Голдака, входит ток дуги и напряжение. Временные зависимости действующих значений тока и напряжения при сварке импульсной дугой определялись путем осциллографирования с использованием датчика Холла, аналого-цифрового преобразователя LCard E-14-140 и специального программного комплекса LGraph2 (рисунок 5).

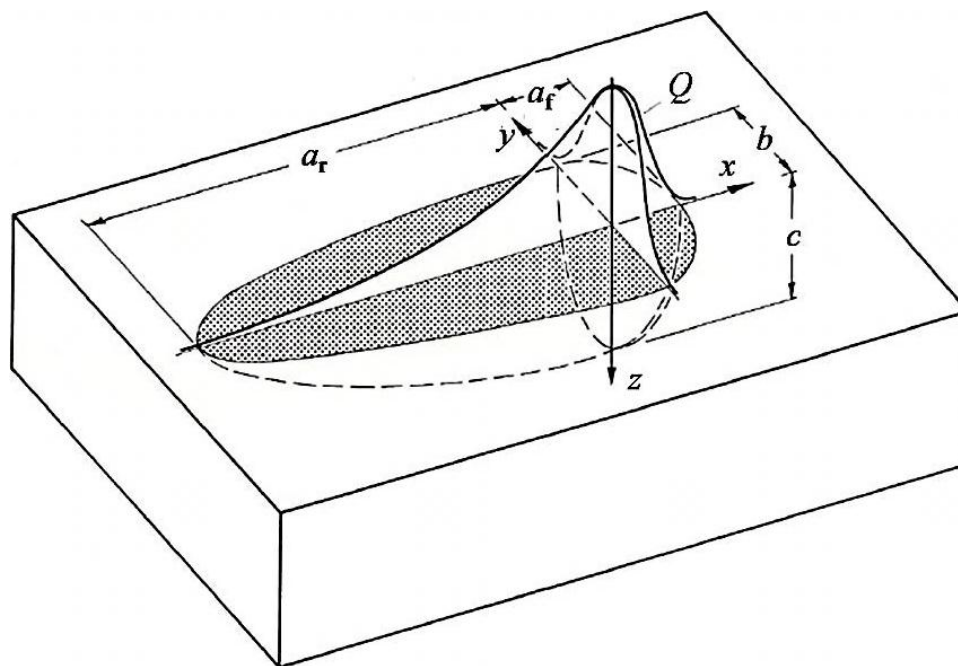


Рисунок 4 – Модель двойного эллипсоидного источника по Голдаку

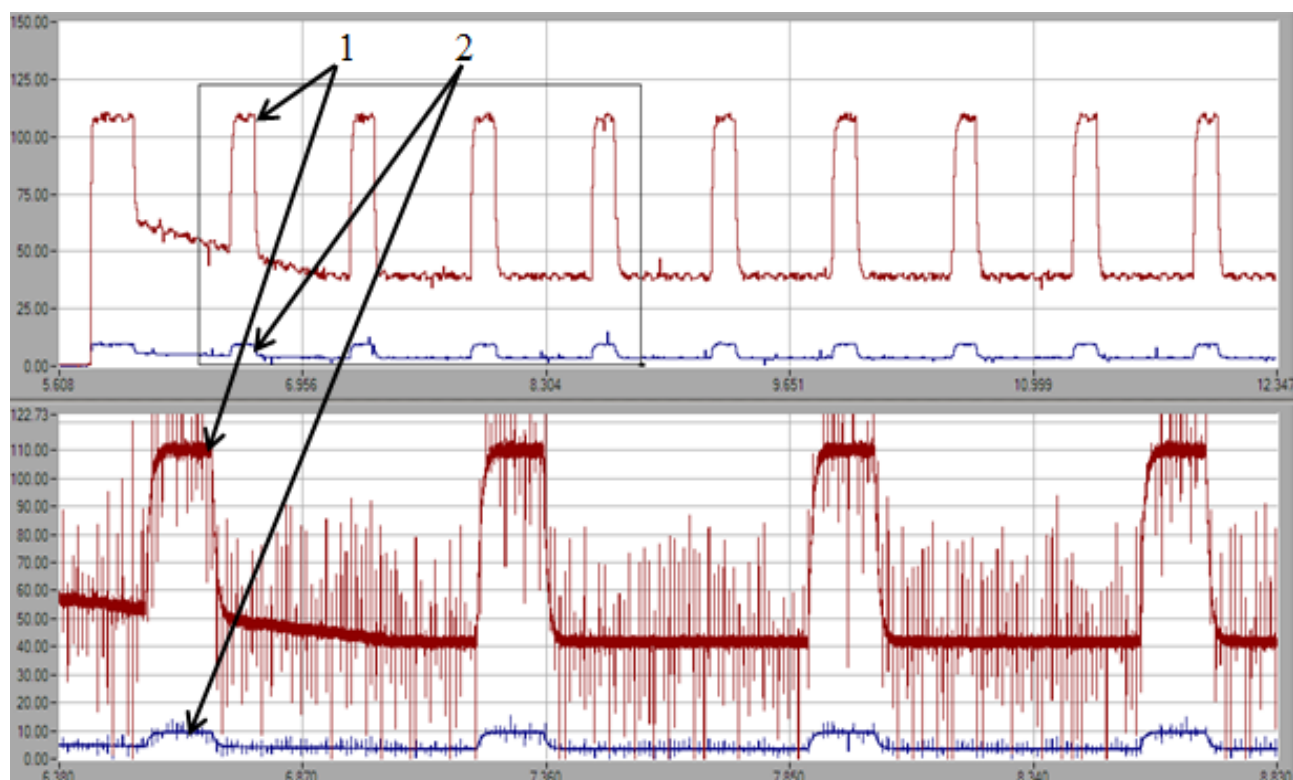


Рисунок 5 – Осциллограммы тока (1) и напряжения (2) при импульсной TIG сварке: по оси абсцисс указано время (с), по оси ординат ток (А) и напряжение (В)

Для расчета значения эквивалентного тока была использована методика определения действующего значения несинусоидального тока, адаптированная для импульсно-дуговой сварки.

Считая, что теплота, которая выделяется дугой при импульсе (t_i) (рисунок 6), составляет:

$$W1 = \int_0^{t_i} (I_1 \times r_d) dt, \quad (1)$$

где I_1 – основной ток сварки;
 r_d – сопротивление дугового промежутка;
 t_i – длительность импульса.

Аналогично определяется значение теплоты, выделяемое дугой при базовых значениях тока во время паузы (t_p):

$$W2 = \int_{t_i}^T (I_b \times r_d) dt, \quad (2)$$

где I_b – основной ток сварки;
 r_d – сопротивление дугового промежутка;
 t_i – длительность импульса;
 T – период.

Приняв, что мощность, которая выделяется во время импульса и паузы при импульсно-дуговой сварке неплавящимся электродом, соответствует закону аддитивности при всех прочих равных условиях, можно считать, что за полный период выделяется теплота, которую можно определить как:

$$W1 + W2 = W_{Puls} \quad (3)$$

В свою очередь, мощность, которая выделяется на дуге постоянного тока, составляет:

$$W_{DC} = I^2 r_d T, \quad (4)$$

где I – ток сварки;
 r_d – сопротивление дугового промежутка;
 T – время горения дуги.
 Приравняв выражения (3) и (4), получим:

$$I^2 r_d T = \int_0^{t_i} (I_1 \times r_d) dt + \int_{t_i}^T (I_b \times r_d) dt. \quad (5)$$

Приняв, что сопротивление дугового промежутка

остается неизменным для импульсно-дуговой сварки и сварки постоянной дугой, так как сварка в обоих случаях происходит в одном и том же диапазоне токов, получим:

$$I^2 = \frac{\int_0^{t_i} (I_1)^2 dt + \int_{t_i}^T (I_b)^2 dt}{T} = \frac{1}{T} \left(\int_0^{t_i} (I_1)^2 dt + \int_{t_i}^T (I_b)^2 dt \right). \quad (6)$$

Таким образом, эквивалентное (действующее) значение тока для импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в аргоне можно определить по формуле:

$$I_{ekv} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^{t_i} (I_1)^2 dt + \int_{t_i}^T (I_b)^2 dt \right)}, \quad (7)$$

где $1/T$ – частота импульсов тока, Гц;
 t_i – длительность импульса тока, с;
 I_1 – ток в импульсе (основной ток), А;
 I_b – базовый ток, А (рисунок 6).

Расчет показал, что действующее значение тока при импульсно-дуговой TIGp сварке для заданных параметров режима сварки составляет 67,5 А, что значительно ниже сварочного тока при базовой технологии TIG сварки (таблица).

Для моделирования температурной задачи импульсно-дуговой сварки был использован метод конечных элементов (англ. FEM – Finite Element Method). Конечно-элементная модель свариваемых образцов состоит из объемных кубических элементов, имеющих по 4 узла. Данные элементы используются для решения термомеханических задач. Размеры ячейки в зоне действия источника тепла (в ЗТВ) составляют $1 \times 1 \times 1$ мм, размеры ячейки в основном металле в любом направлении не превышают 5 мм, количество полученных элементов: 10976 (10500 Неха-элементов и 476 penta-элементов). Так как сварной образец симметричен относительно оси шва, то при постановке задачи одной из граничных условий выступала плоскость симметрии, проходящей через ось сварки и параллельная плоскости, по которой контактируют две пластины (рисунок 7).

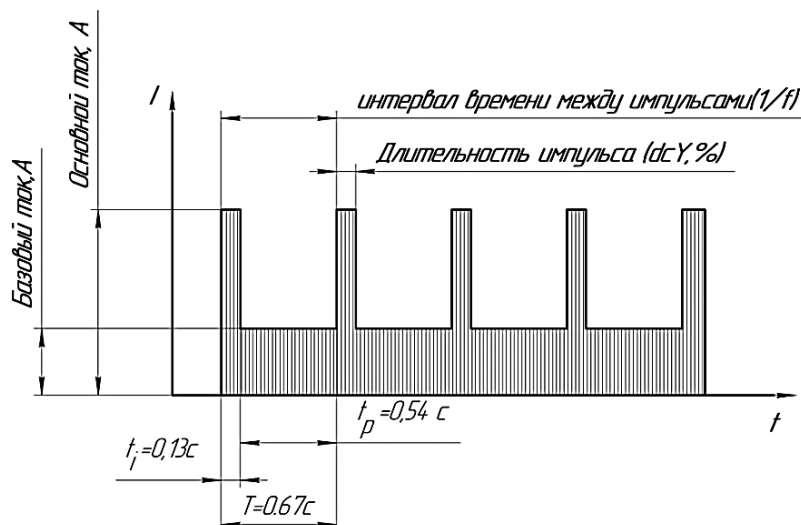


Рисунок 6 – Расчетная схема для импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в аргоне

В результате проведенного моделирования были получены термические циклы для точек, расположенных на расстоянии 4, 6 и 8 мм от оси шва. Сравнение экспериментальных данных с расчетными представлено на рисунке 8.

Результаты моделирования показывают, что точность предложенной методики расчета эквивалентного значения тока для импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в аргоне удовлетворяет задаче прогнозирования температурного режима свариваемых деталей вблизи источника нагрева. Кроме того, формулу (7) можно использовать не только в случае, когда импульсы сварочного тока близки к прямоугольным, но и для случаев, когда закон изменения тока при сварке имеет более сложную периодическую функцию.

Выводы

1. Импульсно-дуговые методы TIG сварки обеспе-

чивают улучшенное формирование металла шва и уменьшение требований по сборке тонколистового металла перед сваркой по сравнению с базовой технологией TIG.

2. По результатам измерения термических циклов сварки максимальные температуры в выбранных точках ЗТВ при TIG сварке в среднем на 170°C выше, чем при TIGr.

3. Предложена математическая зависимость для расчета эквивалентного тока в случаях импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом.

4. Математическое моделирование тепловых процессов TIG сварки и TIGr метода с использованием предварительно рассчитанного эквивалентного тока показывает высокую сходимость с экспериментальными данными. Расхождение температур составляет не более 3-5%.

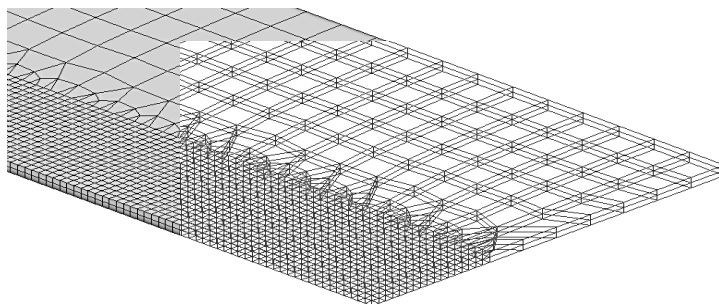


Рисунок 7 – Сетка конечно-элементной модели

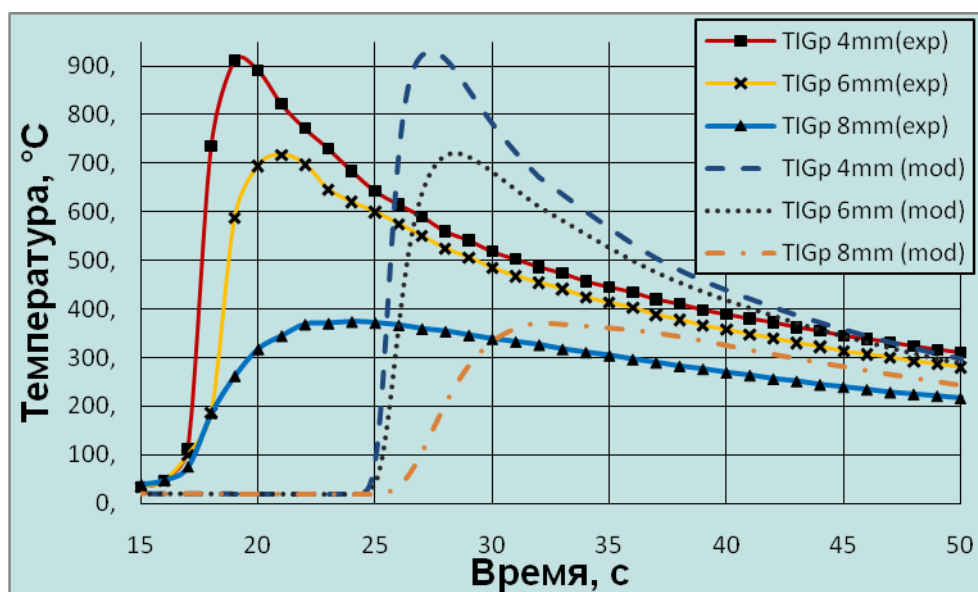


Рисунок 8 – Сравнение расчетных (пунктирные линии) и экспериментальных (сплошные линии) термических циклов импульсно-дуговой сварки для точек, удаленных от оси сварного шва на 4, 6 и 8 мм

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TRITON 3000. Модуль АЦП / НПЧ «ТЕРЕКС». – режим доступа: http://terex.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=63 – 3ар.
2. Goldak J., Chakravarti A., Bibby M. A New Finite Element Model for Welding Heat Source // Metallurgical Transactions B. – 1984. – № 15B. – P. 299-305.
3. Сливинский А.А., Препияло А.А., Бондаренко В.Л., Слюта В.П. Расчетно-экспериментальный анализ тепловых процессов сварки // Технологические системы. – 2014. – № 1. – С. 76-81.
4. Goldak J. Modeling Thermal Stresses and Distortions in Welds. Recent Trends in Welding Science and Technology // ASM International: Materials Park. Ohio, 1990. – P. 71-82.

Разработка литейных композиционных алюмоматричных сплавов

Г.А. КОСНИКОВ¹, д.т.н., профессор,

Д.К. ИСИН², к.т.н., профессор,

Ж.Д. ЖОЛДУБАЕВА², доктор PhD,

А. КУСЖАНОВА², докторант,

Б.Д. ИСИН³, докторант,

¹Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,

²Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН,

³Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (ЕНУ)

Ключевые слова: закалка, старение, фаза, пластичность, термостабильность, композиты, наноразмеры, интерметаллиды, сплавы, жаропрочность, матрица, частицы, смачиваемость, брикеты, литье, порошок, флотация, дислокация, силумины, тиксолитые.

Повышение основных физико-механических свойств алюминиевых сплавов, производимых традиционной технологией сплавления компонентов и предназначенных для последующего изготовления из них промышленных изделий, в настоящее время можно считать трудноосуществимой задачей.

Прочностные показатели известных высокопрочных сплавов достигаются в результате закалки. Наличие интерметаллидных упрочняющих фаз наноразмеров обуславливает, с одной стороны, высокую прочность сплава, с другой стороны, резко снижает его пластичность. Основным недостатком термоупрочняемых сплавов является низкая термостабильность свойств в условиях повышенных переменных температур и нагрузок. По этой причине начаты и активно осуществляются разработки в области синтеза композиционных алюмоматричных сплавов (КАС), основная особенность которых по сравнению с известными, в том числе высокопрочными сплавами, – наличие в структуре искусственно вводимых или инициируемых в результате экзотермических реакций термостабильных компонентов, обеспечивающих требуемые свойства материала, в том числе при высоких температурах. Успешная разработка КАС предопределяет возможность разработки жаропрочных сплавов нового поколения и, в частности, поршневых сплавов для дизелей и двигателей внутреннего сгорания с повышенным ресурсом работы.

В качестве вводимых в КАС армирующих комплексов могут использоваться готовые микро- и наноразмерные тугоплавкие керамические частицы (например, SiC, Al₂O₃, AlN, B₄C и др. интерметаллидные соединения). В основном используются три технологические схемы производства: введение частиц в расплав при интенсивном перемешивании с помощью импеллера, порошковая технология и пропитка дисперсных частиц матричным расплавом. Принципиально важным при получении КАС является обеспечение смачиваемости вводимых частиц матричным расплавом для формирования устойчивых адгезионных связей.

При жидкофазной технологии получение КАС

осуществляется в специальных устройствах импеллерного типа, при этом обеспечение смачиваемости частиц и равномерности их распределения в объеме расплава определяется конструкцией смесителя и режимами обработки, условиями и способом подачи частиц в смеситель. При оптимальном режиме работы смесителя в расплаве обеспечивается возникновение сдвиговых деформаций, особенно в условиях перемешивания расплава в жидко-твердом состоянии, предотвращается агломерация частиц, повышается смачиваемость и равномерность распределения частиц в объеме расплава. Последующая выдержка расплава в миксере при сравнительно медленном перемешивании позволяет транспортировать его в литейные формы при различных методах литья.

Можно поставлять полученные сплавы в виде литых заготовок, которые впоследствии используются в качестве шихты при получении отливок различными методами литья. В зависимости от состава матричного сплава, состава и количества вводимых частиц получают сплавы с различным комплексом механических и эксплуатационных свойств, используемые для изделий различного назначения. При механическом замешивании порошки армирующих частиц могут вводиться не только в исходном состоянии, но также в виде таблеток, брикетов, порошковой проволоки, протяженных прессованных композиций.

Метод композиционного литья включает замешивание в широкоинтервальный матричный расплав частиц армирующего наполнителя (коротких волокон, нитевидных кристаллов, частиц) с одновременным постепенным понижением температуры и последующую заливку полученной жидкометаллической суспензии в литейную форму, после охлаждения которой получают требуемое изделие.

Главным преимуществом метода является возможность введения несмачивающихся частиц, которые механически захватываются расплавом. Оседание, флотация и конгломерация частиц устраняются тем, что матричный расплав находится в жидко-твердом состоянии. Серьезным дефектом материалов, получаемых методами композиционного литья, явля-

ется их повышенная пористость, обусловленная захватом газов при перемешивании и трудностью их выделения из-за высокой вязкости жидкометаллической суспензии. Часть газов к тому же вносится самими армирующими частицами.

В последние годы особое внимание уделяется разработке и внедрению наноструктурных материалов, обладающих уникальными свойствами. Ожидается, что у металломатричных нанокомпозитов за счет высокой поверхностной энергии резко увеличится смазываемость наночастиц при замешивании с материалом матрицы и улучшатся их механические свойства. Важной характеристикой такого материала является сохранение присущих хорошо обрабатываемым материалам пластичности и электропроводности, а также возможность изготовления изделий различной формы методами литья.

К сожалению, несмотря на значительное количество работ зарубежных исследователей, в которых делаются попытки теоретически обосновать процессы, происходящие в наноструктурных композиционных алюминиевых сплавах (НКАС), теория этих процессов не создана. Есть лишь отдельные попытки объяснить явления, происходящие в НКАС в процессе формирования их структуры и свойств, в частности:

- увеличением количества межфазных границ, что ведет к усилению деформации благодаря граничному скольжению зерен в нанометрической области [1, 2];

- высокой плотностью дислокаций благодаря наличию керамической фазы, где различие в коэффициентах термического расширения между матрицей и керамической частицей могут способствовать высокой плотности дислокаций и эти наноразмерные керамические частицы могут работать как барьеры при движении дислокаций; этим можно объяснить наблюдаемое в НКАС повышение механических свойств при очень малых объемах вводимых частиц [3];

- препятствием со стороны наноразмерных частиц развитию дислокаций на плоскостях скольжения под нагрузкой и возможностью перехода скоплений дислокаций в процессе деформации на близлежащие плоскости скольжения без нарушения сплошности материала [3].

В работе [4] отмечается значительное повышение пластичности и вязкости разрушения НКАС при получении заготовок жидко-твердой формовкой, что связано с глобуляризацией дендритов твердого раствора и измельчением включений эвтектики силуминов.

Получение нанокомпозитного материала является сложной технологической задачей. Термическая активация вводимых частиц при их подготовке к введению в расплав и процессы, происходящие в жидком композите при его выдержке, заливке в форму и затвердевании готового изделия приводят к интенсификации диффузионных и рекристаллизационных процессов, и исчезновению неравновесных фаз. Для литейного производства особый интерес представляет разработка литейных НКАС на основе силуминов.

Анализируя опубликованные работы, можно отметить, что только часть из них посвящена разработке литейных композитов, т.е. сплавов, обладающих

уровнем литейных свойств, позволяющих получать из них фасонные отливки. В этих работах основным требованием к таким сплавам и изделиям является определенный уровень трибологических свойств. Получаемые изделия – простой формы, малой массы. Данные о механических свойствах в условиях, характерных для применения конструкционных материалов, отсутствуют.

Основными методами подготовки дисперсных частиц является механолегирование, основным методом введения в расплав – механическое замешивание прессованных таблеток или брикетов. Значимость и перспективность разработки НКАС подтверждается, в частности, тем вниманием, которое оказывают этой проблеме за рубежом. Так, серьезную разработку по получению наноструктурных алюмо- и магнийматричных композитов с использованием ультразвуковой обработки расплавов при введении наночастиц ведут в США [5].

Сопоставление влияния микро- и наноразмерных частиц Al_2O_3 и TiO_2 на структуру и свойства АЗ56 выполнено в работе [6]. Эта работа является одной из немногих, где приводятся соображения о роли наноразмерных тугоплавких частиц как армирующих композит элементов, оказывающих непосредственное влияние на дислокационную структуру сплавов в процессе их эксплуатации и подтверждающих перспективность перехода от микро- к наноразмерным тугоплавким частицам при их введении в алюмоматричные композиты.

Метод плазменного синтеза НКАС с использованием плазмотрона специальной конструкции позволял реализовать три основных условия введения частиц в матричный алюминиевый расплав [7]: 1) очистку поверхности частиц от кислорода; 2) необходимую скорость частиц для внедрения их в расплав; 3) нагрев частиц, необходимый для осуществления реакций синтеза интерметаллидных соединений нанометрического размера. Равномерное распределение частиц в объеме синтезируемого материала обеспечивалось магнитодинамическим (МГД) перемешиванием расплава в процессе инъекции компонентов.

Технологию можно использовать при порционной обработке расплава в тигле или в процессе полупрерывного литья слитков. При этом обеспечивается высокая степень усвоения вводимых НПКМ, формирование в сплаве упрочняющих фаз нанометрических размеров, максимальный эффект воздействия на процессы структурообразования и формирование свойств синтезируемых НКАС. В широкоинтервальных сплавах (типа АЗ57) формировалась структура вырожденных (сфероидизированных) дендритов твердого раствора, обеспечивающая повышение свойств сплава, и создавались условия для их использования при получении фасонных изделий методом жидко-твердой формовки.

Одной из серьезнейших проблем при получении НКАС является подготовка наночастиц к введению в расплав. В большинстве случаев используются получаемые механолегированием наноструктурированные порошковые композиционные материалы (НПКМ), состоящие из частиц металлического порошка-носителя

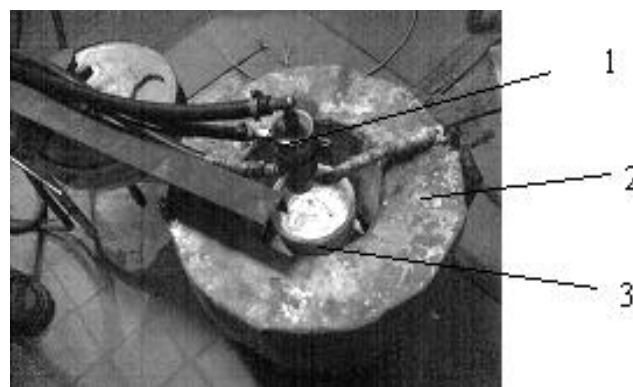
ля с распределенными в них нанодисперсными нематаллическими включениями.

Для получения НПКМ использовали порошки металлов, сплавов, а также карбид кремния. Компоненты смешивали в необходимых соотношениях и подвергали размолу. Порошки кремния и графита подвергли длительному размолу в шаровой мельнице. При размолу происходит измельчение и усреднение продукта, затем его агрегация и синтез. При обработке в энергетически малонагруженных мельницах углерод постепенно внедряется в кристаллическую решетку кремния.

При введении НПКМ в расплав при помощи плазмотрона размер частиц должен быть не менее 50 мкм. Совместный размол пластичного матричного металла и твердых частиц карбида приводит к переизмельчению матричного металла и делает невозможным введение НПКМ в расплав. Для получения необходимой крупности частиц порошковую композицию прессовали, спекали в вакууме и снова измельчали, после чего рассеивали для выделения нужной фракции. НПКМ ($\text{Cu}+4,5\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) был получен термохимическим методом [8] с использованием водных растворов нитратов меди и алюминия. Данная технология обеспечивает равномерное распределение наноразмерных тугоплавких частиц в микрометрической основе непосредственно в процессе синтеза НПКМ.

НПКМ могут рассматриваться не только как исходный продукт при производстве НКАС, но и как самостоятельная товарная продукция, которая может поставляться различным производителям изделий из композиционных металломатричных сплавов.

На рисунке 1 приведена установка, состоящая из печи сопротивления с устройством для механического замешивания НПКМ в расплав, МГД-перемешивателя и плазменной установки ВПП-40 с плазмотроном ПН-В1.



1 – плазмотрон; 2 – МГД-перемешиватель;
3 – тигель с расплавом

Рисунок 1 – Узел МГД-перемешивания расплава и плазменного синтеза НКАС

В процессе проведения экспериментов ставилась задача оценить возможность получения НКАС на лабораторном комплексе с введением разработанных НПКМ в расплав с помощью плазмотрона при МГД-перемешивании.

В первой серии экспериментов сплав А357 нагревался в печи сопротивления до 800°C и в процессе перемешивания с помощью плазмотрона вводили 5% НПКМ ($62,5\%\text{Cu} + 28,1\%\text{Ni} + 3,1\%\text{SiC}$), после чего в кокиль заливались образцы. Усвоение НПКМ составило 94%, до термообработки при нормальной температуре $\sigma_s = 280 \text{ МПа}$, $\delta = 3,5\%$. После термообработки при нормальной температуре $\sigma_s = 390 \text{ МПа}$, $\delta = 7,5\%$, при $350^\circ\text{C} - \sigma_s = 160 \text{ МПа}$, $\delta = 11\%$.

Металлографические исследования полученного сплава А357 (рисунок 2) подтвердили наличие наноразмерных включений SiC, неизменность фазового состава и размерности этих включений в процессе синтеза НКАС.

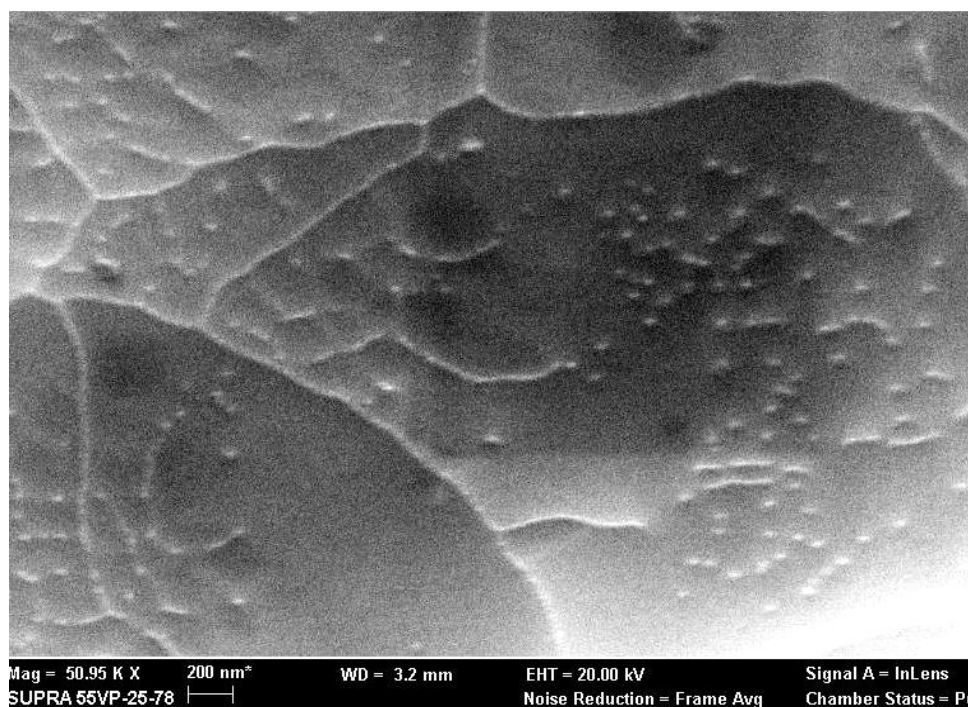


Рисунок 2 – Микрофотография НКАС А357. Травлено 50% H_2SO_4

Во второй серии экспериментов условия проведения были идентичны первой серии, однако в расплав с помощью плазматрона вводили 5% НПКМ, содержащий 95,5% Cu + 4,5% Al₂O₃. Усвоение НПКМ составило 92%, до термообработки при нормальной температуре $\sigma_s = 290$ МПа, $\delta = 4,5\%$. После термообработки при нормальной температуре $\sigma_s = 405$ МПа, $\delta = 8,5\%$, при 350°C – $\sigma_s = 165$ МПа, $\delta = 12,5\%$.

В ходе экспериментов производилось введение НПКМ под зеркало металла в печи алюминиевой трубки, заполненной НПКМ при замешивании с помощью механической мешалки. Температурные режимы, состав и количество введенного НПКМ идентичны реализованным при плазменном синтезе. Усвоение НПКМ составило 76%, до термообработки при нормальной температуре $\sigma_s = 205$ МПа, $\delta = 3,5\%$, после термообработки – 280 МПа, $\delta = 4,0\%$.

Пластическая обработка полученных цилиндрических литых заготовок в жидко-твердом состоянии (585±5°C) подтвердила возможность практического устранения первоначальной пористости, реализации процесса тиксолития при неизменном распределении наноразмерных частиц армирующей фазы.

Анализ литературных данных, результаты проведенных экспериментов позволяют сделать следующие выводы:

- технология получения наноструктурированных порошковых композиционных материалов обеспечивает возможность введения в расплав наноразмерных армирующих и модифицирующих частиц;

- наиболее перспективными являются составы наноструктурированных порошковых композиционных материалов, содержащие микроразмерные частицы переходных металлов, являющиеся носителями наноразмерных армирующих частиц;

- при получении наноструктурных композиционных алюмоматричных сплавов использование широкоинтервальных сплавов позволяет интенсифицировать эффект смачиваемости частиц расплавом при его перемешивании в жидко-твердом состоянии;

- независимо от технологии введения наночастиц в расплав и процесса предварительного замешивания, эффективное перемешивание расплава как в жидком, так и жидко-твердом состояниях обеспечивается двухплоскостным МГД-перемешиванием расплава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koch C.C.: 'Nano Structured Materials: Processing, Properties, and Potential Applications', 423-526; 2002, Norwich, NY, Noyes Publications.
2. Schurack F., Borner I., Eckert J., and Schultz L.: in 'Metastable, Mechanically Alloyed and Nanocrystalline Materials', (ed. A. Calka and D. Wexler), 312-314; 1999, Zurich, Trans. Tech. Publ.
3. Popov V.A., Gulbin V.N., Kotov Y.A., Donald R. Lesuer, Jose San Juan, Smirnov O.M., Beketov I.V., Ivanov V.V. New Methods of Producing Metal Matrix Composites Including Application of Nano_Materials and Explosive Treatment. ICCE_8. Tenerife, August 5-11, 2001, 749-750.
4. Nafisi S. and Gomashchi R.: J. Alloys Compd, 2007, 436, 86-90.
5. Li X., Yang Y. and Weiss D.: Metall. Sci. Technol., 2008, 26, (2), 12-20.
6. El-Mahallawi I.S., Shash Y., Eigenfeld K., Mahmoud T.S., Ragaie R.M., Shash A.Y. and El Saeed M.A. Influence of Nanodispersions on Strength-Ductility Properties of Semisolid Cast A356 Al alloy // Materials Science and Technology 2009 VOL 000 NO 000.
7. Косников Г.А., Колесов С.С. Влияние МГД-перемешивания на структуру сплавов, обрабатываемых в твердожидком состоянии. В сб.: Труды VII съезда литейщиков России. Новосибирск: 2005 г. – Т.1. – С. 298-303.
8. Lee D.W., Tolochko O. (СПбГПУ), Choi C.J., Kim B.K. Aluminium Oxide Dispersion Strengthened Copper Produced by Thermochemical Process, Powder Metallurgy, 2002, Vol. 45, No. 1.

УДК 556.1

Изучение коллекторов Южно-Торгайской впадины

А.А. РОМАНОВ¹, технический директор,

В.С. ПОРТНОВ², д.т.н., профессор,

А.Д. МАУСЫМБАЕВА², к.т.н., ст. преподаватель,

К.И. САГИНДЫКОВ¹, геофизик интерпретатор II категории,

¹Геофизическая компания ТОО «ЦентрПромГеофизика»,

²Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: коллектор, глинистость, пористость, насыщенность, радиоактивность, аномалия, спектрометрический, скважина.

Южно-Торгайская впадина относится к Центрально-Казахстанской нефтегазоносной провинции, которая располагается на территории Кызылординской и Карагандинской областей. Основные запасы месторождений приурочены к мезозойским отложениям. Продуктивные горизонты этих месторождений содержат коллекторы углеводородов (УВ), в состав которых входят минералы, содержащие естественные радиоактивные элементы (урана, тория, актиноурана) и продуктов их распада, ⁴⁰K, ⁸⁷Rb и некоторых других.

Продуктивные коллекторы в большинстве случаев маломощные (1,0-3,0 м) и отмечаются высокой неоднородностью, сложным геологическим строением. Пласты часто невыдержанные по мощности, отмечаются зоны выклинивания, замещения и многочисленных разломы.

Рациональный комплекс геофизических исследований (ГИС) в разведочных скважинах включает следующие радиоактивные методы: гамма-каротаж (ГК), компенсированный нейтронный каротаж (КНК), гамма-гамма каротаж плотностной (ГГК-п).

Гамма-каротаж является основным методом изучения разрезов скважин, сложенных терригенными отложениями, дифференцируя последние по содержанию в них глинистого материала, что позволяет оценивать коллекторские свойства в нефтяных, газовых и гидрогеологических скважинах. Однако по данным ГК невозможно оценить глинистость полимиктовых, аркозовых, глауконитовых и карнотитовых песчаников, так как их скелеты имеют повышенную радиоактивность [1].

Литолого-стратиграфическое строение продуктивных отложений месторождений Южно-Торгайской впадины составлено на основе геолого-геофизических исследований, описания шлама и анализов кернового материала. Установлена промышленная нефтегазоносность нижненеокомских (М-I) и верхнеюрских (Ю-0, Ю-I, Ю-II) отложений (рисунок 1).

Нижнемеловые отложения. Породы, слагающие продуктивный горизонт, представлены алевролитами, песчаниками, конгломератами и глинами. Подошвенная часть отложения приурочена к арысумскому

горизонту (М-I). В большинстве случаев арыскупский горизонт регионально продуктивен в Южно-Торгайской впадине. Продуктивные коллекторы представлены конгломератами и являются региональным репером для стратиграфической привязки. Глубина их залегания изменяется от 1750,0 м до 1800,0 м.

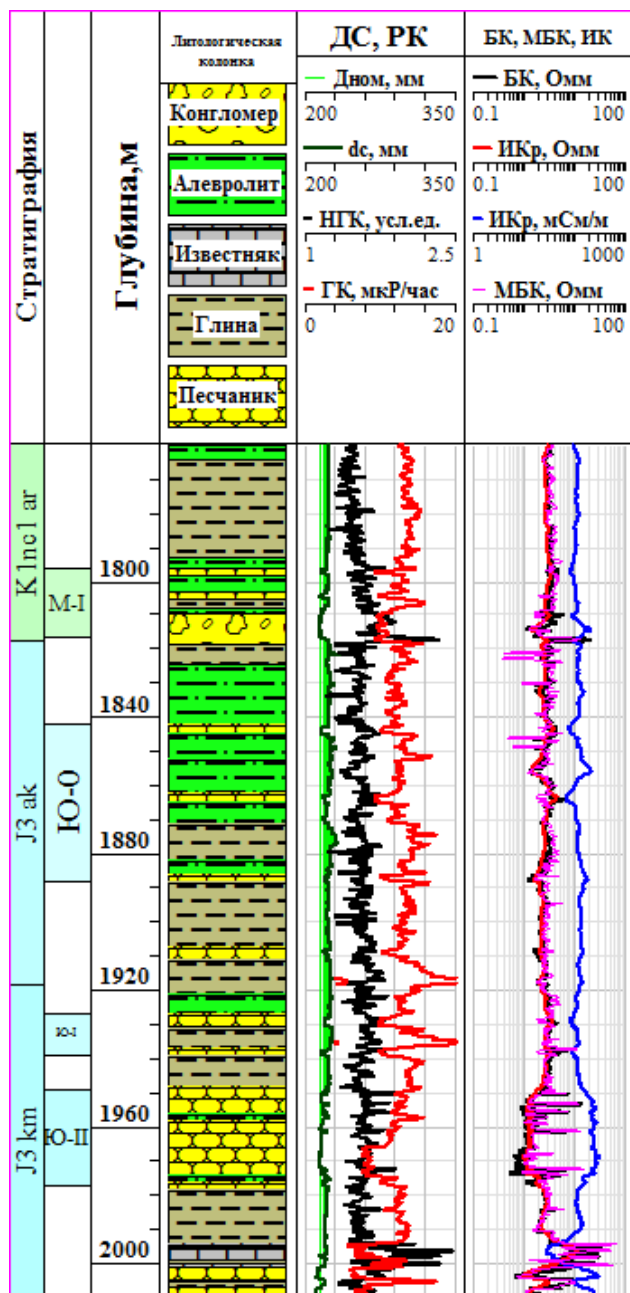


Рисунок 1 – Литолого-стратиграфическая характеристика

Верхнеюрские отложения. Продуктивные коллекторы приурочены к акшабулакской (Ю-0) и кумкольской (Ю-I, Ю-II) свитам. В литологическом отношении они представлены: алевролитами, песчаниками разной степени глинистости и глинами. Глубина залегания коллекторов изменяется от 1830,0 м до 1960,0 м.

Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов близки к коллекторам арыскупского горизонта. Характерным для разреза является наличие плотных карбонатных пластов известняков.

Проблема уточнения истинной глинистости сложно построенных терригенных коллекторов Южно-Торгайской впадины, во-первых, связана с неточной оценкой глинистости по данным интегрального гамма-каротажа, во-вторых, с отсутствием специальных методов в составе комплекса ГИС, которые определяют поэлементное влияние естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) на общую гамма-активность горных пород.

Решение этой проблемы возможно при внедрении в состав комплекса ГИС спектрометрической модификации гамма-каротажа (СГК), которая позволяет обеспечить большую информативность для уточнения коллекторских свойств и установить природу повышенной радиоактивности коллекторов. Для оценки достоверности определения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов необходимо отобрать керн с целью сопоставления полученных данных по «ГИС» и «керну».

Анализ результатов исследований и публикаций [2, 3] показал, что основными причинами повышенной естественной радиоактивности пород является присутствие в них ЕРЭ:

- Источником калия являются силикатные магматические породы: граниты, сиениты, риолиты и др. Калий в эти породы входит в составе калиево-полевых шпатов (ортоклаз, микроклин), слюд (мусковит, биотит, иллит и др.) и некоторых других глинистых минералов (монтмориллонит, хлорит, каолинит);
- Источником тория также являются магматические силикатные породы. Присутствуют в виде ториевых минералов или торийнесущих акцессорных минералов;
- Материнскими породами урана являются силикатные магматические горные породы, в которых уран содержится в ограниченном количестве в акцессорных минералах.

Для оценки влияния изменений естественной радиоактивности коллекторов и определения их глинистости по ГК были выявлены интервалы скважин по следующим критериям:

- Несоответствие результатов измерений комплекса ГИС в скважинах, разрез которых представлен одной и той же литологией;
- Значения гамма-каротажа в интервале продуктивного горизонта выше 15,0 мкР/ч, что не характерно глинистым пластам для месторождений и Южно-Торгайской впадины.

Перспективные на нефтегазонасыщение зоны повышенной глинистости выявлены с помощью прямых методов исследований скважин в открытом стволе – геолого-техническими исследованиями с отбором шлама. По данным газового каротажа, в интервале сложно-построенных коллекторов отмечены газопоказания компонентов УВ (C1-C5). После чего такие коллекторы были вскрыты перфорацией и подтверждена их продуктивность.

Для определения природы естественной радиоактивности (ЕР) пород в комплексе ГИС был включен СГК. Запись Интегральной кривой СГК и дифференциальных составляющих ЕРЭ – калий, торий, уран выполнены прибором 2НК73-ГС компанией ТОО

«ЦентрПромГеофизика» (г. Шымкент, Казахстан), что позволило одновременно осуществлять записи компенсированного нейтронного и спектрометрического гамма-каротажа. Регистрация данных выполнена с помощью цифрового регистратора «КарСар» и серий скважинных приборов «Комплекс», что позволяет использовать скважинные приборы как по отдельности, так и в составе связок.

В формировании энергетического спектра SGK в основном участвуют гамма-излучения изотопов уранового и ториевого рядов, а также изотопа калий-40 [4, 5].

На рисунке 2 проиллюстрированы результаты интерпретации традиционного комплекса ГИС без SGK. В интервале 1950,0-1966,0 м отмечается несоответствие электрических и акустических методов с гамма-методом, что, возможно, вызвано присутствием радиоактивных минералов.

Указанный интервал по данным гамма-каротажа характеризует ложную литологию глин (составляет $\approx 10-12$ мкР/ч). Коллекторы в этом интервале выделялись по данным методов сопротивления (БК, МБК, ВИКИЗ) и пористости (АК, ГГКп, НК) на качественном уровне и оценены как водонасыщенные.

Результаты SGK в этой же скважине представлены в виде содержаний радиоактивных элементов урана (U), тория (Th), калия (K) и интегральной модификации метода естественной радиоактивности с исключением урановых составляющих (SGR) (рисунок 3).

При расчете объемного содержания глинистых фракций по SGK были использованы интерпретационные модели в случае присутствия повышенной концентрации радиоактивных элементов [4, 6]:

$$V_{ShCGR} = \frac{(CGR - CGR_{\min})}{(CGR_{\max} - CGR_{\min})}, \quad (1)$$

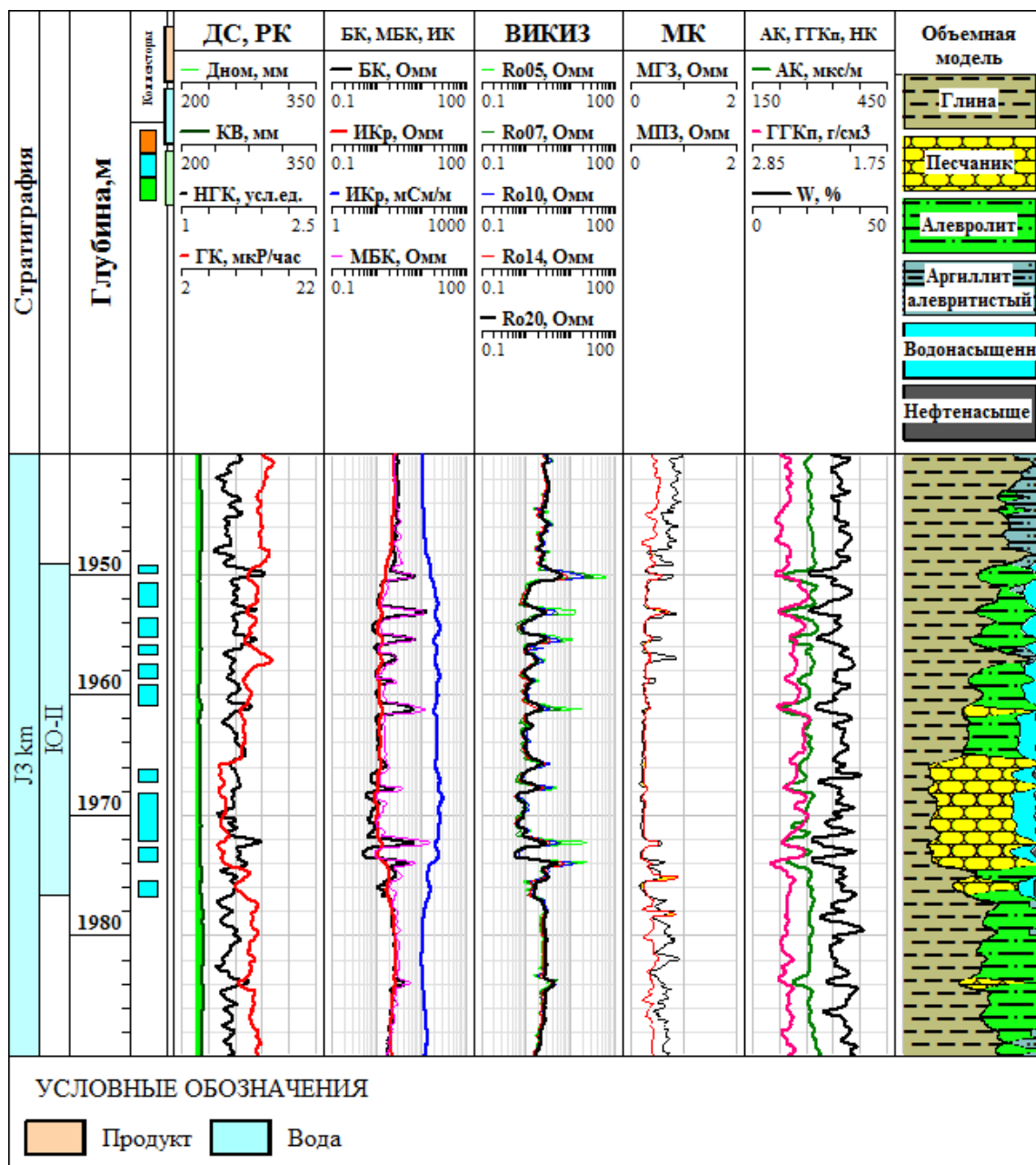


Рисунок 2 – Пример комплексной интерпретации традиционных методов ГИС

$$V_{Shk} = \frac{(K - K_{\min})}{(K_{\max} - K_{\min})}, \quad (2)$$

$$V_{ShTh} = \frac{(T_h - T_{h\min})}{(T_{h\max} - T_{h\min})}, \quad (3)$$

где V_{sh} (СГК, K , Th) – объемное содержание глинистых фракций;
 $\max$ (СГК, K , Th) – показание против опорного пласта глин;
 $\min$ – показание против чистых пластов (неглинистых).

По данным ГК, коллекторы, скелет которых содержит минералы с высокой радиоактивностью, выделяются значениями около 10-15 мкР/ч и выше, которые близки по радиоактивности к глинам и глинистым пластам (10-15 мкР/ч по М.Г. Латышовой). Поэтому они относились к глинистым пластам и не рассматривались в качестве перспективных на насыщения УВ, не испытывались и были пропущены.

Уравнение (1) использовано при определении объемной глинистости по разрезу скважины, а урав-

нения (2) и (3) – при повышенной концентрации калия или тория для исключения влияния того или иного элемента на общую гамма-активность.

Таким образом, исключено влияние радиоактивных составляющих на определение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕЭ) коллекторов и характера насыщения. Результаты приведены на рисунке 3 и в таблице 1.

Расхождение в определении K_{gl} по ГК и СГК свидетельствует о том, что повышенная радиоактивность коллекторов связана не с присутствием глин, а с их минеральным скелетом, а совпадение значений (интервалы 1966,1-1967,3 и 1968,0-1972,1 м) характерно для глинистых пород.

Для оценки достоверности определения коэффициентов глинистости коллекторов, полученных по данным ГИС (ГК и СГК), выполнено статистическое сопоставление с результатами, полученными в лабораторных условиях по керну (рисунок 4). Как видно, определение коэффициента глинистости по керну скважин Южно-Торгайской впадины и ГК дает неудовлетворительные результаты, с погрешностью до 40% (рисунок 4а).

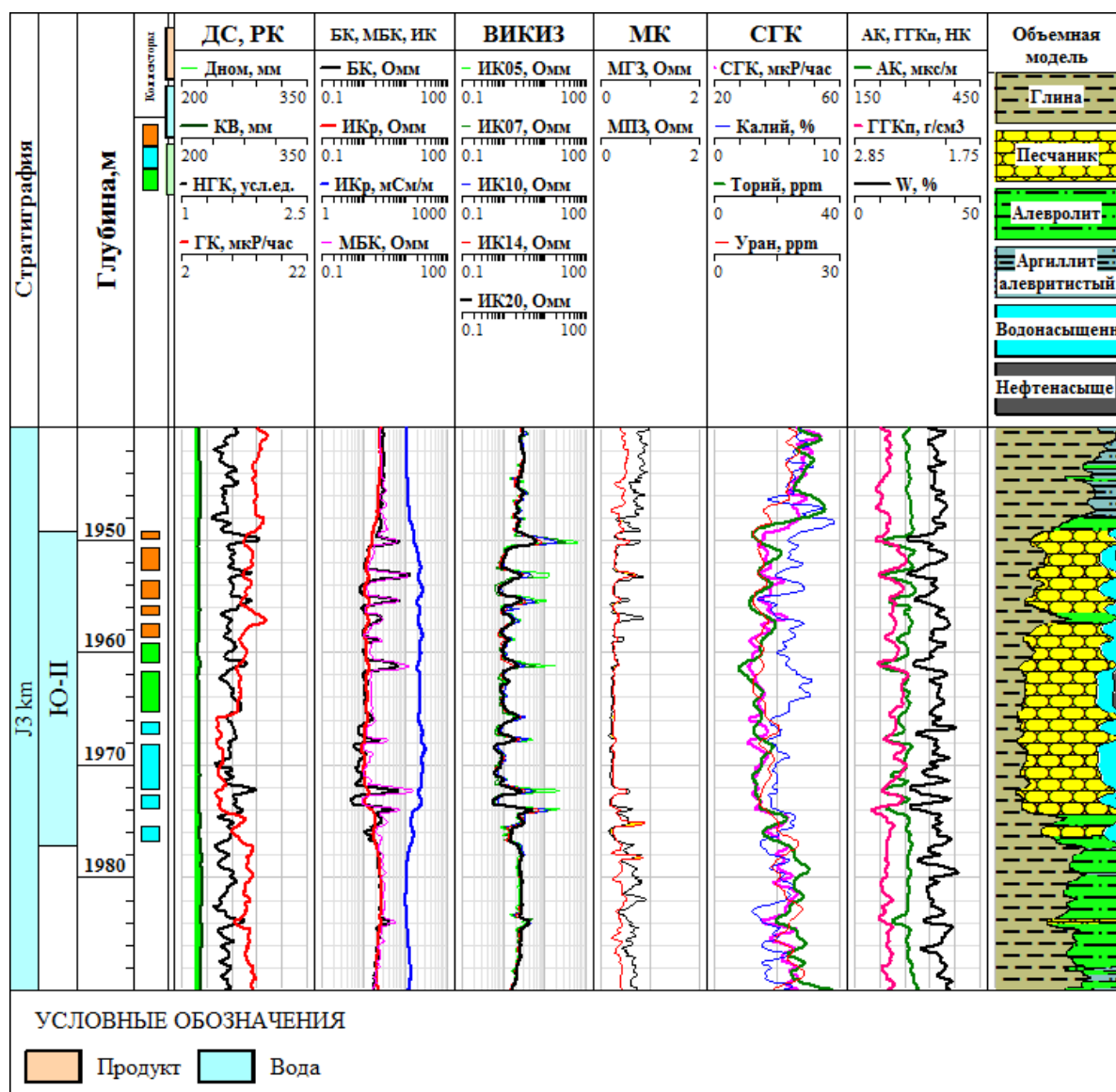
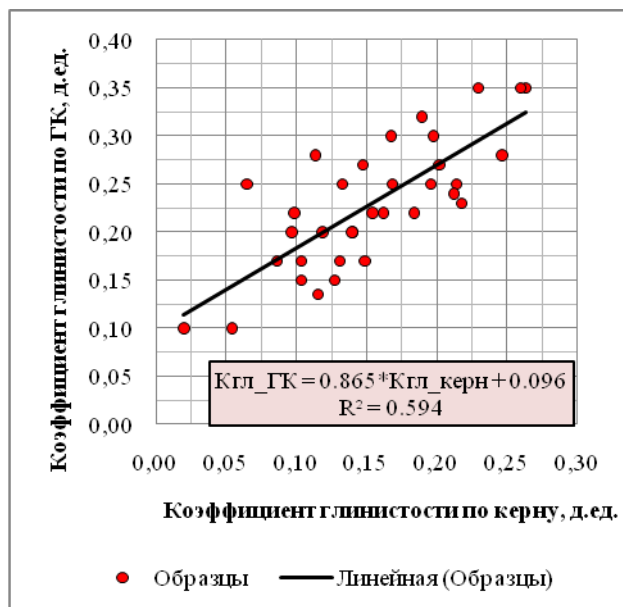


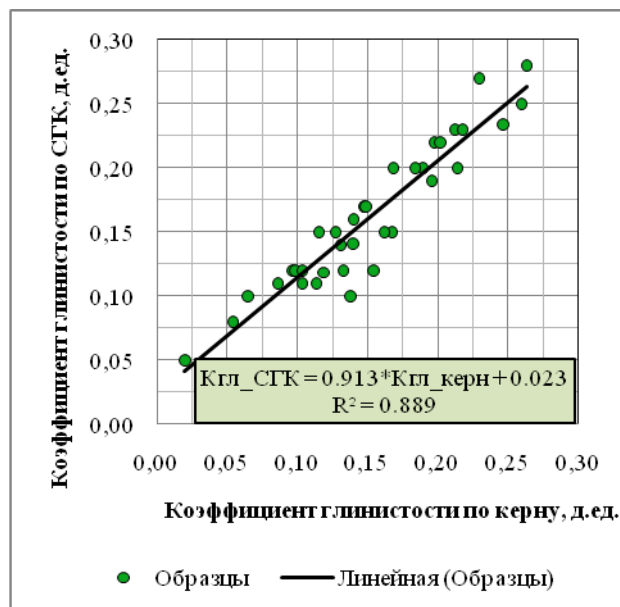
Рисунок 3 – Пример комплексной интерпретации традиционных методов ГИС и данных СГК

Таблица 1 – Сопоставление коэффициента глинистости по ГК и SGK

Горизонт	Интервал пласта, м		Н общ., м	Кгл ГК, %	Кгл SGK, %	Горизонт	Интервал пласта, м		Н общ., м	Кгл ГК, %	Кгл SGK, %
	кровля	подошва					кровля	подошва			
Ю-I	1937.4	1938.8	1.4	34	30	Ю-II	1959.0	1960.9	1.9	37	30
Ю-II	1949.1	1949.9	0.8	44	34	Ю-II	1961.5	1965.3	3.8	33	24
Ю-II	1950.6	1952.7	2.1	46	40	Ю-II	1966.1	1967.3	1.2	23	22
Ю-II	1953.5	1955.2	1.7	45	32	Ю-II	1968.0	1972.1	4.1	25	25
Ю-II	1955.8	1956.7	0.9	49	36	Ю-II	1972.6	1973.8	1.2	21	18
Ю-II	1957.3	1958.6	1.3	42	33	Ю-II	1975.3	1976.8	1.5	35	22



а)



б)

а) «кern-ГК»; б) «кern-SGK»

Рисунок 4 – Сопоставление коэффициента глинистости по ГИС и керну

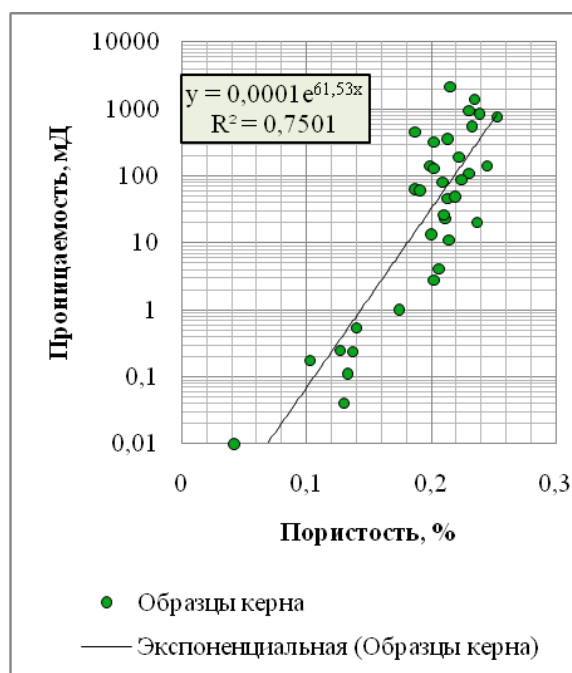
Сопоставление определений коэффициента глинистости по керну и SGK (рисунок 4б) дает положительный результат с достоверностью 90%, тем самым подтверждая эффективность SGK, при оценке коэффициента глинистости в сложнопостроенных коллекторах.

Фильтрационно-емкостные свойства и коэффициент нефтегазонасыщенности продуктивных коллекторов (таблица 2) определяется по комплексу геофизических методов исследований скважин с включенным в комплекс SGK и петрофизическими исследованиями образцов керна в специализированной лаборатории компаний АО «НИПИнефтегаз» (г. Актау, Казахстан). В лаборатории определялись объемная плотность, карбонатность, гранулометрический состав, пористость, проницаемость и электрические свойства горных пород.

На рисунке 5 приведена зависимость между коэффициентами пористости (K_p) и проницаемости ($K_{пр}$), определенными на образцах керна. Эта зависимость описывается уравнением $K_{пр} = 0,0001e^{(61,53 * K_p)}$ с коэффициентом достоверности $R^2 = 0,75$. Это уравнение использовалось при определении коэффициента проницаемости по ГИС при условии достоверного определения K_p с учетом SGK.

Петрофизические зависимости, полученные при анализе образцов керна (рисунок 6а, б) использовались при расчете коэффициента нефтенасыщенности по ГИС. Эти зависимости описываются степенными

уравнениями $P_n = 1,073/K_p^{1,85}$ и $P_n = 0,994/K_v^{1,65}$ с высокими коэффициентами достоверности $R^2 = 0,985$ и $R^2 = 0,951$, соответственно.

Рисунок 5 – Петрофизическая зависимость между K_p и $K_{пр}$

Результаты интерпретации комплекса ГИС на месторождениях Южно-Торгайской впадины, с учетом влияния естественной радиоактивности скелета коллекторов по SGK, дали возможность определить ФЕС и нефтенасыщенность продуктивных горизонтов (таблица 2).

Использование в комплексе ГИС SGK дало возможность установить, что:

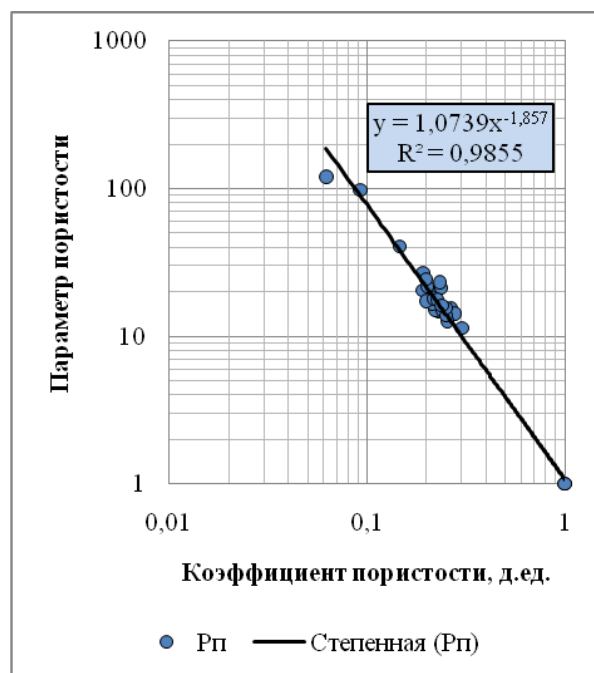
- Повышенная радиоактивность, отмеченная по ГК в ранее пробуренных скважинах, связана ЕРЭ калия, тория и в меньшей степени урана;
- Повышенное содержание тория в составе пород

связано с накоплением акцессорных минералов, содержащих торий (моноцит, циркон и др.);

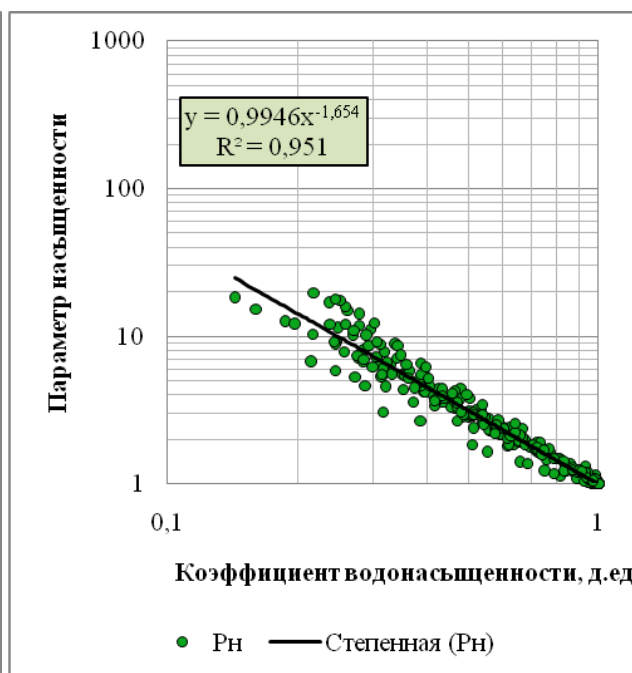
- Повышенное содержание калия в составе пород связано с минеральным составом песчаника: преимущественно состоит из калиево-полевых шпатов;

- Содержание урана связано с содержанием органического вещества;

- Значения коэффициента глинистости коллекторов, полученные по керну и методу SGK значительно близки между собой и должны быть использованы при определении коэффициента пористости и других фильтрационно-емкостных коллекторов по ГИС.



а)



б)

а) параметр пористости; б) параметр насыщенности

Рисунок 6 – Петрофизические зависимости

Таблица 2 – Характеристика фильтрационно-емкостных свойств и нефтегазонасыщенности

Горизонт	Наименование	Проницаемость, мкм ²	Пористость, д.ед.	Глинистость, д.ед.	Нефтенасыщенность, д.ед.
М-I	Среднее значение	273,0	0,20	0,15	0,50
	Интервал изменения	1,0-2175,0	0,115-0,253	0,016-0,226	0,40-0,65
Ю-0	Среднее значение	37,0	0,18	0,20	0,45
	Интервал изменения	1,0-317,0	0,115-0,220	0,065-0,326	0,40-0,52
Ю-I	Среднее значение	115,0	0,19	0,25	0,43
	Интервал изменения	1,0-1105,0	0,105-0,240	0,072-0,304	0,40-0,56
Ю-II	Среднее значение	155,0	0,20	0,17	0,44
	Интервал изменения	1,0-1253,0	0,105-0,250	0,036-0,245	0,38-0,58

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заворотько Ю.М. Фізичні основи геофізичних методів дослідження свердловин. – К., 2010. – 338 с.
2. Портнов В.С., Воробьев А.Е., Турсунбаева А.К., Хамитова А.С., Еремек Е.Е., Камаров Р.К. Влияние природных факторов на отвалы и карьеры урановых рудников. – Караганда: Издательство КРУ, 2012. – 148 с.
3. Serra O., Baldwin J., Quirein J. Theory, Interpretation and Practical Applications of Natural Gamma Ray Spectroscopy // SPWLA Twenty-First Annual Logging Symposium, July 8-11.2001.
4. Инструкция по проведению спектрометрического гамма-каротажа, аппаратурой SGK-1024 и обработке результатов измерений. Тверь, 2004.
5. Кожевников Д.А. Гамма спектрометрия в комплексе геофизических исследований нефтегазовых скважин: Методическое руководство. М., 1996.
6. Белохин В.С., Калмыков Г.А., Рева М.Ю. Методика обработки многоканального спектрометрического гамма-каротажа с использованием элементарных спектров // Каротажник, № 10-11. 2004. С. 205-210.

Баянауыл ұлттық табиғи саябағында туристік кластерлік жүйені дамытудың рекреациялық-географиялық бағалау негіздері

А.А. ЖАКУПОВ, геогр. ғылым. магистрі, PhD докторанті,

Қ.Т. САПАРОВ, геогр. ғылым. докторы, профессор,

О.Б. МАЗБАЕВ, геогр. ғылым. докторы, профессор,

Г.М. ДЖАНАЛЕЕВА, геогр. ғылым. докторы, профессор,

М.Н. МУСАБАЕВА, геогр. ғылым. докторы, профессор,

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

Кілт сөздер: кластер, экономикалық бағалау, ландшафт, табиғи-рекреациялық кешен, инфрақұрылым, атрактивтілік, ландшафттық-экологиялық мониторинг, рекреациялық коэффициент.

Қоршаған ортаны қорғау, табиғи ресурстарды тиімді қолдануды қамтамасыз ету үшін, тек қана табиғи ресурстардың саны мен сапасы ғана емес, сонымен қатар оның бағасы жайында мәліметтер де қажет. Өз кезегінде қоғамдық өндірістік-шаруашылық іс-әрекет нәтижесінде келтірілетін зардап құнына баға беру өте маңызды.

Экономикалық реттеу, табиғи ресурстардың әлеуетін бағалауға негізделген, бұл оның қоғамда маңыздылығы мен қоғамдық өндірісте пайдалылығы мен рөлін объективті анықтауға мүмкіндік береді. Жалпы түрде табиғи ресурстар көлемін, олардың сапалық сипатының ерекшелігін бағалауға мүмкіндік береді және қажет болған жағдайда ресурстың түрін есептеуге мүмкіндік береді.

Ұзақ уақыт бойы, әлеуметтік жағдайда табиғи ресурстарына баға беру мүмкіндігі мойындалмай келді. Табиғи ресурстардың әлеуетін экономикалық тұрғыда бағалау арқылы оларды үнемсіз пайдалану барысында, көп жағдайда қоршаған ортаның ластануына әкеп соқтыратындығын анықтауға болады.

Табиғи ресурстардың экономикалық тұрғыда зерттеу негіздері бойынша экономикалық бағалауда К.Г. Гофман үлкен еңбек сіңірген:

- табиғи ресурстардың әлеуетін экономикалық тұрғыда баға беру үшін төмендегілер табиғи ресурстарға негізделген ұлттық байлықтың көлеміне сандық және сапалық анықтама беру қажет;

- олардың пайдалану көрсеткіштерінің есебін негіздеу және табиғи ресурстарды тұтынумен қалпына келтіру, тиімді оңтайлы түрде пайдалануға байланысты шешімдерді қабылдауды салыстыру;

- ресурстарды игеру барысында табиғатқа жасалған зардапты бағалау оның нәтижесі және табиғатты қорғау шаралардың тиімділігіне баға беру.

Табиғи ресурстардың экономикалық бағасы олардың тұтынушылық бағасының сандық, сапалық өлшемін білдіреді және берілген ресурстың халық шаруашылық құндылығын анықтайды. Берілген бағаның мақсаты – ресурстарды қоғамдық өндіріс тиімділігін жоғарылату және бүкіл әлемдік халық шаруашылықты

тұтынуды қанағаттандыру мақсатында қорғап, тиімді пайдалануға мекемелер мен ұйымдарды шақыратын экономикалық ынталандандыру болып табылады. Қоғамдық өндіріс дамуының қарқынды өсуі, минералды, өсімдік, жануарлар дүниесі сияқты табиғи ресурстардың қажеттілігінің өсуін анықтайды, ал бұл қоршаған ортаға зиянды, кері экологиялық әсерін тигізеді. Сонымен қоса, мекемелер мен ұйымдардың өндірістік-шаруашылық іс-әрекеті нәтижесінде, өндірістің қалдырықтарымен ластануынан қоршаған ортаның сапасы нашарлай түсуде.

Табиғи ресурстарға әртүрлі сипатта баға беру, оларды кеңінен қолдануымен байланысты пайда болуы мүмкін зардап, шығындарды ескеруге және ақша түрінде өндірістің қоршаған ортаға тигізетін әсерін анықтауға мүмкіндік береді.

Кластерлік теорияның негізін қалаған ғалым М. Портер түрлі елдердің жүзден астам салаларының бәсекелестік позициясын жан-жақты зерттеп, бір саланың әлемдік деңгейде ең бәсекеге қабілетті деген фирмаларды әдетте бір аймақта шоғырланғанына назар аударады. Ғылыми тілде ол мұны «инновациялардың толқынды табиғаты» деп түсіндіреді, яғни ол өз төңірегіне бәсекеге қабілетті компанияларды жинап, жеткізушілерді, тұтынушылар мен осы компания бәсекелестерінің мүддесін көздейді. Сөйтіп, аймақта кластер пайда болады. Портердің анықтамасы бойынша: «Кластер – бұл мамандандырылған шикізат, материал, тауар жеткізушілер мен қызмет көрсетушілер, сондай-ақ, олардың қызметіне байланысты ұйымдар (мысалы университеттер, стандарттау агенттіктері, кәсіби бағдар орталықтары, сауда бірліктері және т.б. болып табылатын географиялық белгісі бойынша шоғырланған өзара байланысты ірі, шағын және орта компаниялар тобы». Осындай мүдделі істерді жүзеге асыру үшін Қазақстанда ұлттық бақтар құрылды. Соның бірі – Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи саябағы [1].

Баянауыл ұлттық табиғи саябағының құрылуының негізгі себебі – ландшафттық-экологиялық жүйелердің төмендеуі, бұзылуы мен демалыстың белсенді түрлерімен халықтың қаладан тыс ортада демалу ұмтылы-

сының өсуімен қалыптасқан табиғи ортаның өзіндік құндылығының төмендеуі. Орманды қорғауды күшейткенге қарамастан, құнды табиғи ландшафттар жойылып, жануарлар өміріндегі экологиялық жағдайлар өзгеріп, сирек кездесетін өсімдік түрлері мүлдем жойыла бастады, яғни демалушылардың табиғатқа деген әсері күшейе берді. Демалыс пен туризмді саналы түрде ұйымдастыру үйлесімінде табиғатты қорғаудың жаңа түрлерін табу нәтижесінде, Республикамыздың осындай бірегей ауданда табиғи саябақ құру қажет деген шешімге әкелді.

Саябақ аумағы түрлі табиғи жағдайларға және өзіндік этнографиялық-тарихи ерекшеліктерге бай. Осылардың барлығы түрлі танымдық, ғылыми және рекреациялық құндылықтарға, бөлімшелерге бөлуіне негіз болды. Бұл жерде табиғи саябақ құру, оны қоршаған, урбандалған ортадан максималды түрде оқшаулауға әкелді. Осы аумақты саябақ ретінде таңдау транзиттік жолдардан оқшауланған рекреациялық қызметпен табиғаты әсем, бірегей, игерілген таулы алқаптарды айтарлықтай сақталып қалған немесе табиғи қалпына келу мүмкіндігін тудырды [2,3].

Баянауыл-Шыңғыстау табиғи-рекреациялық кешеніне жататын *Жасыбай-Қарасор көлі туристік-рекреациялық жергілікті жерінің* аумағының үйлесімді туристік-рекреациялық әлеуетінің бағасы О.Б. Мазбаевтың еңбектерінде жан-жақты қарастырылған [4].

Табиғи-рекреациялық ресурстарды бағалау мақсатында, ең алдымен оларды бөліп алу қажет. Олар геологиялық-геоморфологиялық климаттық, су және био-гендік ресурстарға жіктеледі. Баянауыл МҰТС табиғи рекреациялық ресурстарын бағалау барысында ҚР БҒМ География институтының ғалымдары ұсынған төменде көрсетілген градиациялар негізіне алынды: аумақтың ресурстарын рекреациялық мақсатқа қолдануға қолайлылық дәрежесі өте жоғары – **3 балл**; орташа қалыпты – **2 балл**; біршама төмен – **1 балл**; қолдануға қолайсыз – **0 баллмен** бағаланады. Жергілікті жерлердің рекреациялық қызметі аумақтың рекреациялық қасиеттерінің екі мәні арқылы анықталады. Оның біріншісі балдық жиынтық, екінші рекреациялық іс-әрекеттердің алуан түрлілігінің коэффициенті. Әрбір рекреациялық аумақты рекреациялық коэффициенті төмендегі формуламен есептеледі.

$$\text{Кра} = \text{Сақ} / \text{Срқ}$$

Мұндағы: **Кра** – рекреациялық алуан түрліліктің коэффициенті; **Сақ** – аумақтың рекреациялық қызметінің саны; **Срқ** – ауданның рекреациялық іс-әрекетінің саны. Жер бедерінің сипаты көптеген рекреациялық іс-әрекеттердің түрлеріне, ландшафттың эстетикалық қасиеттерін анықтауға, күннің түсуіне және құрылыс салудың мүмкіндіктеріне әсер етеді. Жер бедеріне баға беруге вертикальды (тік) және горизонтальды (жазықтық) тілімденудің дәрежесі, беткейлердің тік

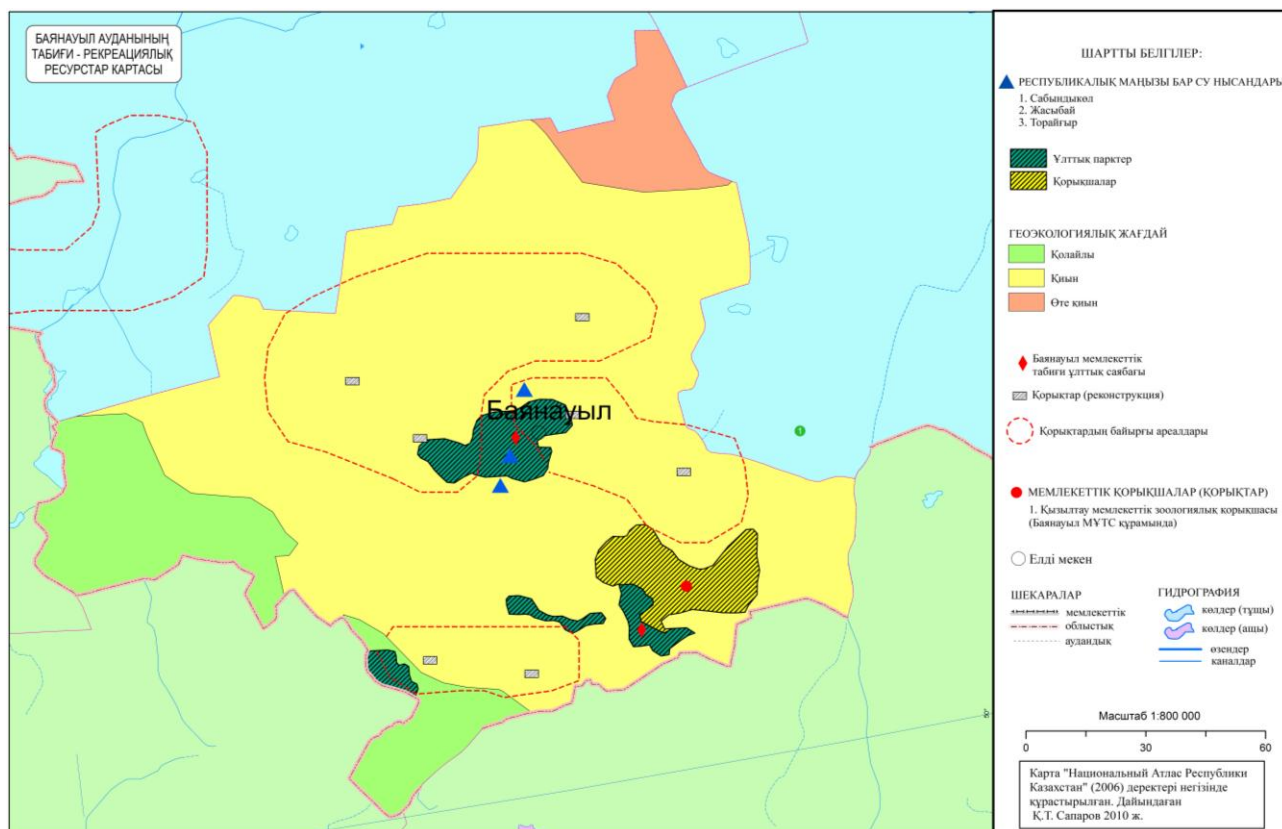
құламалығы мен экспозициясы (құлдилылығы) және қазіргі жер бедерін түзуші үдерістердің қарқындылығына көп көңіл бөлінеді.

Климатқа баға берудің кешенді әдісінде шартты (эффektivті) температура жүйесі де қолданылады. Қандай да бір аймаққа метеорологиялық элементтердің кешенді әсері ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдық, жел жылдамдығы, күн радиациясы және ұзақ толқынды сәулеленумен сипатталады. Жазғы рекреациялық қолайлы кезеннің орташа тәуліктік температурасы +25°C +30°C шамасында болуы қажет. Дені сау адамдардың денсаулығы үшін 40-60% салыстырмалы ылғалдылық қолайлы болады. Күндіз күннің көп түсуі, көрінетін және ультракүлгін сәулелердің келуі, жарықтың түсуі және айналасындағы ландшафттың тартымдылығы адамға ең қолайлы ауа-райы болып табылады. Сондай-ақ, әртүрлі климаттық факторларға субъективті баға беруде сауалнама жүргізу тәсілі де қолданылады [5]. Бұл мәселе В.С. Преображенский, И.Т.Твердохлебов, Н. С. Мироненко ресейлік ғалымдармен бірге Қазақстандық ғалым С.Р. Ердаулетовтың зерттеулерінде талданады [5,6]. Қазақстанның әрбір өңірлері Г.Т. Кубесова (2004), М.А. Титова (2007), Е.А. Тоқтанов (2008), О.Б. Мазбаев, Б.Қ. Асубаев, М.А. Хожаев, К.Б. Егембердиева (2010) т.б. ғалымдар еңбектерінде аумақтардың (Ақтөбе облысы, Көкшетау өңірі, Жетісу Алатауы, Балқаш-Алакөл алабы, Солтүстік Қазақстан облысы, Каспий маңы аймағы, Павлодар облысы) табиғи-рекреациялық ресурстарына экономикалық-географиялық тұрғысынан баға беріліп, әлеуеті анықталынып, карталары құрастырылған деуге болады [7, 8, 9, 10]. Ал, К.Т. Сапаровтың зерттеулерінде Қазақстанның шығыс, солтүстік-шығыс өңірлерінің табиғи-рекреациялық ресурстар картасында топонимикалық деректер негізінде көптеген мәліметтер мен бірге байырғы қорықтардың ареалдары берілген [11]. Туризмнің түрлерін дамыту үшін пайдаланылатын су ресурстарына өзен арналарын, көл, минералды су көздерін жатқызуға болады. Топырақтық рекреациялық ресурстарға жер, ауа және су арасындағы зат пен энергия алмасу жүретін топырақтың әртүрлі типтері жатады. Сонымен бірге, мұнда физикалық-химиялық, фауналық және флоралық рекреациялық ресурстар қалыптасады [11]. Өсімдік жамылғысының рекреациялық ресурс ретінде алатын орны да зор, себебі өсімдіктер ионизациялық және фитоцидті қасиеттеріне байланысты сауықтандыру рөлін атқарады. Зерттеу аумағының ландшафттар жүйесінің эволюциялық дамуы мен аумақты шаруашылыққа игеру әрекеттері жергілікті жердің геоэкологиялық негіздерін анықтайды (1-сурет).

Туризм мен демалысты дамыту мақсатында Баянауыл МҰТС табиғатын тиімді пайдалану басқа табиғат қорғау шараларымен бірге кешенді зерттеулерді қажет етеді. Ол үшін аумақта ландшафттық-экология-

Баянауыл МҰТС-ның туристік-рекреациялық бағасы (О.Б. Мазбаев бойынша)

Рекреациялық аудандар	Табиғи рекреациялық кешендер	Балл есебімен			Барлығы, балл
		Табиғи ландшафттардың тартымдылық дәрежесі (аттрактивтілігі)	Антропогендік рекреациялық ресурстарға қанығу дәрежесі	Инфрақұрылымдар мен қамтамасыз етілу дәрежесі	
Сарыарқа	Баянауыл-Шыңғыстау	4	3	3	10



1-сурет – Баянауыл ауданының табиғи-рекреациялық ресурстары

лық мониторинг жүргізіп, ландшафттың өзін-өзі реттеу қабілетін арттыру мақсатында саябақтың жағалау шекаралары бойынша шаруашылық әрекетін жүргізуге толық немесе ішінара тыйым салып, демалыс пен туризм аймақтарын құру арқылы рекреациялық сыйымдылығын жасанды жолмен бірге арттыру қажет. Жасыбайдың таза ауасы, жұпар желі, тұнық суы ата-бабаларымыздың ең жайлап еркін өмір сүруінің кепілі болды, оның береке байлығы біздің ұрпақтарымызға жетеді. Баянауыл МҰТС аумағы болашақта туризмнің дамуына және өркендеуіне алғышарт жасайды. Ал туризм бүкіл әлемде мұнайдан кейінгі табыс көзі деп есептеледі және туризм индустриясын дамытуға көңіл бөлініп, Қазақстанда көптеген жобалар іске асырылуда.

Баянауыл МҰТС аумағы 50 688 га жерді қамтып, оның 18655 гектарын орман алқабы алып жатыр. Саябақ 3 түрлі ерекшеліктегі аймағын төмендегідей бағаладық. Олардың ең негізгілері:

- қорықтың негізгі және табиғи ландшафттары ұзақ уақытта қалыпқа келтіруді қажет ететін аймақтар. Бұл аймақта шаруашылық немесе табиғат қорын пайдалануға тыйым салынған. Жер көлемі – 31,1 мың га, бұл аумақты максималды – 3 балл есебімен қарастыруды жөн көрдік. Яғни, қолайлылық дәрежесі жоғары, рекреациялық әлеуеті мол (тартымдылық, ресурстардың ерекшелігі, инфрақұрылымның болуы т.б. екенін аңғаруға болады (2-сурет).

- рекреациялық қорғауға алынған Жасыбай, Сабындыкөл, Торайғыр көлдерінің жағалары туристік және экскурсия саяхат маршруттарын ұйымдастыруға қолайлы болғандықтан (6,1 мың га) 3 балл есебінде алынды. Біржанкөлінің маңы 2 баллмен есептелінді.

- рекреациялық-шаруашылық аймағы (6 мың га). Бұл жерлерде саябақтың табиғат кешеніне кері әсер етпейтін шаруашылық түрлерін жүргізуге болады. Осы аймақтардың бәрінде табиғат қорын өндірістік пайдалануға, пайдалануға болмайтын буферлік аймақ (6,5 мың га) жерді алып жатыр [11]. Сонымен қатар Баянауыл МҰТС шекаралас жатқан және оның құрамына еніп жатқан кейбір тілемшелерді Қызылтау мемлекеттік қорықшасы, Мұрынтал, Жыландыбұлақ, Желтау, Салқынтау тілемшелері туристік-рекреациялық әлеуетін біршама төмен – 1 балл есебімен бағаладық. Зерттеу барысында фондтық, есепті – қорытынды және басқа мәліметтер пайдаланды [4].

Зерттеу барысында саябақтың туристік-рекреациялық сферасының қазіргі жағдайы мен туризмді дамытудың табиғи және әлеуметтік-экономикалық алғышарттарын анықтау және бағалау бойынша осы аумақта алғашқы рет кешенді зерттеулер жүргізіледі. Олардың қатарына аумақта рекреация саласын дамытудың зор келешегін, табиғи ортаның сапасын сақтау үшін туристік-рекреациялық ұсыныстардың тиімді кешенін уақытта үйлестірудің маңыздылығын, рекреациялық табиғат пайдаланудың жаңа бағыттарын анықтауға алғышарт жасалды.

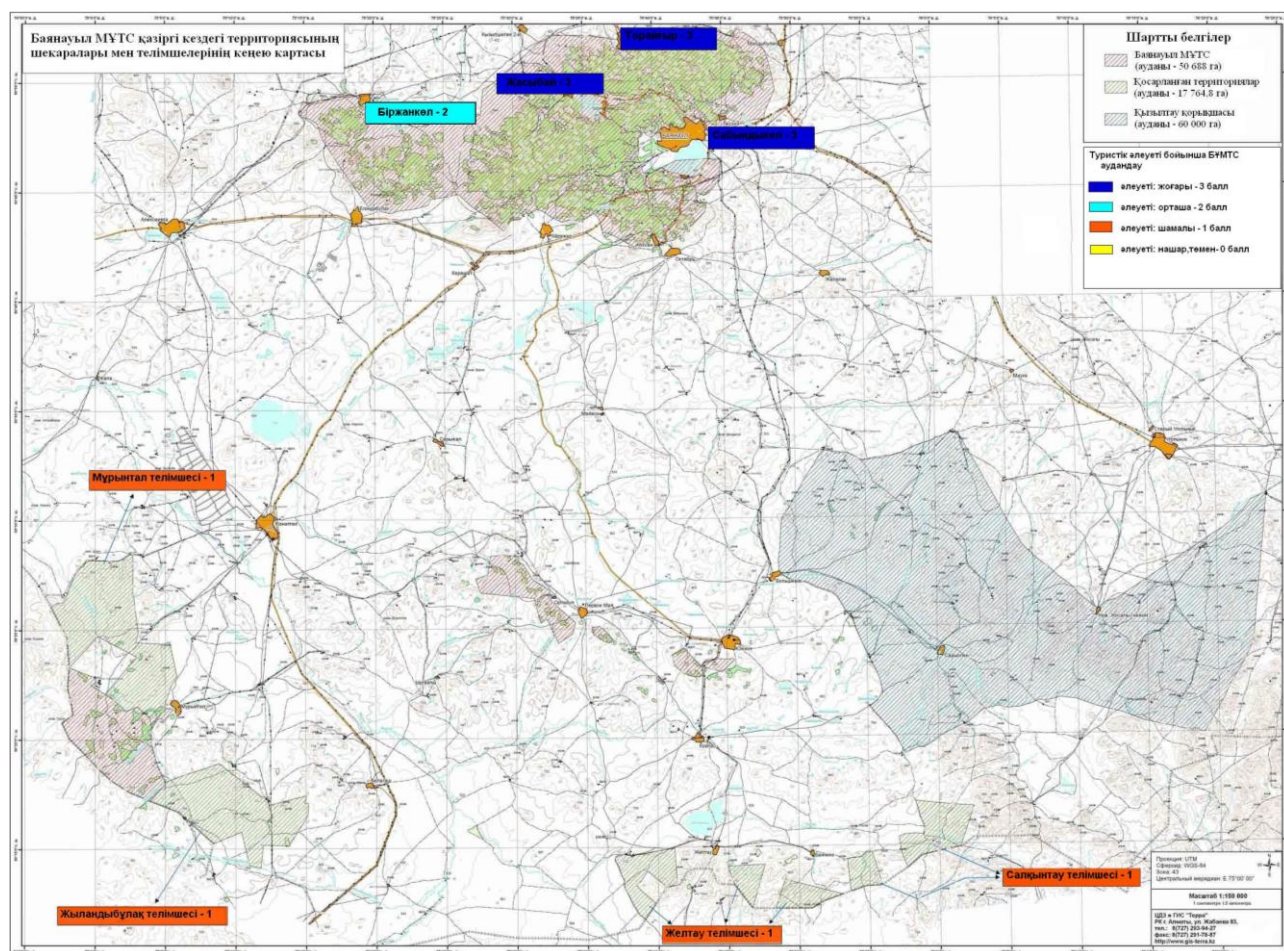
Табиғат ресурстарын тиімді пайдаланып, қоршаған ортаның даму заңдылықтарын танып біліп, Баянауылдың ландшафт ерекшеліктерін анықтайтын табиғи нысандар жайлы мол ақпараттарды алуға болады.

Туризмді дамытудағы табиғат ресурстарын игеруде бағалау негізгі роль атқарады. Қазіргі кезде Қазақстандық және Ресей зерттеушілерінің материалдары барысында Баянауыл мемлекеттік ұлттық саябағы мысалында бағалау жұмыстарын кешенді зерттеу жолға

қойылуы керек. Бағалау барысында туристерге қажетті ресурстық қор анықталып қана қоймай оны пайдалану мүмкіндіктерін шеше аламыз.

Қорытынды. Туризмді дамытудың алғышарты ретінде рекреациялық географиялық бағалауды алуға болады. Зерттеулер нәтижесінде белгілі бір аумақ бойынша бағалау әдістерін қолдана отырып, *туристік-рекреациялық жергілікті жердің* аумағының үйлесімді туристік-рекреациялық әлеуетінің бағасын беруде қазақстандық зерттеулердегі әдісті пайдаландық. Туризмді дамытудағы табиғат ресурстарын игеруде Баянауыл мемлекеттік ұлттық саябағы мысалында бағалау жұмыстарын кешенді түрде зерттеу қарастырылды. Зерттеу нысаны ретінде саябақтың туристік-рекреациялық сферасының қазіргі жағдайы мен туризмді

дамытудың табиғи және әлеуметтік-экономикалық алғышарттарын анықтау және бағалау кешенді зерттеулер жүргізілді. Олардың қатарына аумақта рекреация саласын дамытудың келешегін, табиғи ортаның сапасын сақтау үшін туристік-рекреациялық ұсыныстардың тиімді кешенін белгілі уақытта үйлестірудің маңыздылығын, рекреациялық табиғат пайдаланудың жаңа бағыттарын анықтауға алғышарттар жасалынуының негіздері қаланды. Қорғауға алынған Жасыбай, Сабындыкөл, Торайғыр көлдерінің жағалары туристік және экскурсия саяхат маршруттарын ұйымдастыруға қолайлылығы анықталды. Бағалау барысында туристерге қажетті аумақтың ресурстық қоры анықталып, оның пайдалану мүмкіндіктерін шешу жолдары қарастырылды.



2-сурет – Баянауыл МҮТС рекреациялық әлеуетін бағалау картасы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жакупов А.А. Баянауыл ұлттық саябағында туристік кластерлік жүйені ұйымдастыру мәселелері // Қазақстан географиясы және экологиясы мектепте және ЖОО-да оқыту республикалық ғылыми-әдістемелік журнал, Алматы № 6, 2010.
2. Жакупов А.А., Сапаров К.Т., Мусабаева М.Н. Баянауыл ұлттық саябағы рекреациялық әлеуетінің мүмкіндіктері // Матер. межд. науч. конф. «XI Сатпаевские чтения». – Павлодар, 2014. – С. 108-116.
3. Жакупов А.А. Баянауыл ұлттық саябағының ландшафттық-экологиялық жүйелері // Матер. межд. науч.-практ. конф. «Теоретические и прикладные проблемы географии». – Астана, 2014. Часть II. – С. 162-166.
4. Мазбаев О.Б. Қазақстан Республикасы туризмнің аумақтық дамуының географиялық негіздері: Географ. ғыл. докт. дис. автореф. – Алматы, 2010. – 38 б.
5. Кусков А.С. Рекреационная география: учебно-методический комплекс. – М.:Флента: МПСИ, 2005. – 496 с.
6. Титова М.А. Проблемы и перспективы развития территориальной организации туризма Акмолинской области: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Алматы, 2007. – 17 с.
7. Тоқпанов Е.А. Жетісу Алатауы өңірінде туризмді дамытудың географиялық негіздері: географ. ғыл. канд. дис. автореф. – Алматы, 2008. – 18 б.

8. Асубаев Б.Қ. Балқаш-Алакөл алабында туризмді дамытудың рекреациялық географиялық негіздері (Жазық аумақтар мысалында): географ. ғыл. канд. дис. автореф. – Алматы, 2010. – 16 б.
9. Хожаев М.А. Оценка природно-ресурсного потенциала для развития территориальной системы Северного Казахстана: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Алматы, 2010. – 17 с.
10. Егембердиева К.Б. Туризмді дамытудың негізгі ретіндегі Қазақстандық Каспий маңы аймағының табиғи-рекреациялық ресурстары: географ. ғыл. канд. дис. автореф. – Алматы, 2010. – 17 б.
11. Сапаров Қ.Т. Қазақстан топонимдердің қалыптасуы мен дамуының географиялық негіздері (шығыс, солтүстік-шығыс өңірлері мысалында): географ. ғыл. докт. дис. автореф. – Алматы, 2010. – 32 б.

УДК 622.8

Исследование метаноносности угля пласта К₇ в районе шахтного поля шахты им. Т. Кузембаева

А. АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ, магистрант гр. ГРМ-13-1,

М.В. ПОНОМАРЕВА, к.т.н., доцент,

А.Р. АЙТПАЕВА, магистр,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ГиГ

Ключевые слова: кровля, почва, свита, толща, угленосные отложения, газоносность, метаноносность.

Карагандинский угольный бассейн расположен в Карагандинской области. Он вытянут в широтном направлении на 120 км, при ширине 30 км. Площадь бассейна составляет 3600 км², из них на долю угленосных отложений карбона приходится около 2000 км².

Карагандинский угольный бассейн расположен в средней части бессточного бассейна р. Нуры, находящегося в пределах Иртыш-Балхашского водораздела. В целом рельеф района представляет собой волнистую равнину, осложненную мелкосопочником, с относительными превышениями 30 м. Типичный мелкосопочник развит преимущественно на участках распространения эффузивных и эффузивно-осадочных образований девона, составляющих обрамление бассейна. Центральная же часть бассейна характеризуется равнинным денудационным и аккумулятивным рельефом.

Концентрат коксовых углей шахты направляется на металлургические заводы Казахстана и Южного Урала, промпродукт – на тепловые электростанции. Потребителями рядовых и сортовых энергетических углей являются Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан и частично Россия.

В геологическом строении поля объединенной шахты им. Кузембаева принимают участие отложения карбонового, юрского, неогенового и четвертичного возрастов.

Поле шахты им. Кузембаева, выделенное в центральной части северо-западного крыла Карагандинской синклинали, представляет собой довольно сложный в геологическом отношении участок: угленосные отложения карагандинской свиты, перекрытые юрской толщей, достигающей 300 м, а также неогеновыми (мощностью до 20 м) и четвертичными (мощностью до 3 м) образованиями, моноклинальное залегание угольных пластов осложнено дополнительной складчатостью и разрывными нарушениями сбросового и

взбросового характера.

В пределах поля большинство нарушений ориентированы диагонально к простиранию пластов и их влияние на распределение газов в угленосной толще невелико. Нарушения широтного простирания представлены сбросами и взбросами. Если бы карбоновые отложения в пределах участка не были перекрыты газонепроницаемыми образованиями мезозоя, то нарушения служили бы каналами для миграции газов к дневной поверхности и способствовали бы дегазации пластов в блоке [1].

При отработке всех пластов шахты проходят полевые штреки, максимальная глубина которых в настоящее время от 200 до 300 м. Все полевые штреки безгазовые.

Распределение метана в угленосной толще подчиняется закономерностям газовой статистики, которые отражают изменение газоносности горного массива от его пористости, газового давления, температуры, естественной влажности, газопроницаемости, стадии метаморфизма и других факторов.

В ненарушенном горными работами массиве происходит миграция газа, однако, газодинамические процессы здесь соизмеримы с геологическими периодами, поэтому при расчетах их не учитывают. В массиве содержатся газы воздушного происхождения (углекислый газ, азот, инертные и др.), которые проникают в недра с земной поверхности, и газы метаморфизма угля и пород (метан, водород, сероводород, гомологи метана и др.), движущиеся из толщи к земной поверхности. В результате диффузионного движения газов в различных направлениях в толще образуются азотно-углекислотная, азотная, азотно-метановая и метановая зоны. Первые три зоны образуют область газового выветривания, которая граничит с метановой зоной, где содержание метана превышает

80% и давление его выше 0,1-0,15 МПа.

Основными факторами, определяющими газоносность угленосной толщи, является сорбционная емкость, газовое давление и газопроницаемость. Сорбционная емкость угленосных толщ определяется первичной газоносностью:

$$x = x_{cp} + x_{св} = \frac{abP}{1+aP} + \frac{m_n P}{kP_1}, \quad (1)$$

где x_{cp} , $x_{св}$ – соответственно количество сорбированного и свободного газа;

a , b – константы сорбции;

P , P_1 – давление газа в толще и на земной поверхности;

m_n – пористость;

k – коэффициент сжимаемости газа.

Основными свойствами системы «уголь-газ-жидкость» являются ее структура и сорбционная поверхность. Эти свойства определяются размером частиц угля и пород, различающихся между собой по величине от 10^{-1} до 10^{-7} см. Сорбционная поверхность угля определяется молекулярными и коллоидными системами с размерами частиц 10^{-5} и 10^{-6} см. К ним примыкают грубодисперсные системы с размерами частиц 10^{-1} - 10^{-4} см и атомные системы с размерами частиц менее 10^{-6} см. Чем выше пористость угля и пород, тем больше газа они содержат. Сорбционная газоемкость массива в значительной степени зависит от его влажности, которая уменьшает пористость и величину газовыделения. Сорбционная газоемкость массива зависит также от газового давления, которое растет с глубиной. По глубине толщи различают три пояса с различными величинами и характером изменения газового давления (рисунок 1).



Рисунок 1 – График зависимости газопровицаемости k угольных пластов и газового давления P от глубины горных работ H_g

В первом поясе давление газа равно гидростатическому. Во втором поясе, который находится в верхней

части метановой зоны, давление газа становится выше гидростатического, но остается ниже статического давления пород. Третий пояс располагается в наиболее глубокой части метановой зоны, где давление газа приближается к статическому давлению пород. Закономерность изменения газового давления с глубиной рассчитывается по формуле Г.Д. Лидина:

$$P = B(H_1 - H_0)^v + P_0, \quad (2)$$

где H_1 – глубина замера давления;

H_0 – глубина верхней границы метановой зоны;

B , v – эмпирические коэффициенты.

Расчеты показывают, что величина газового давления на достигнутых глубинах в угольных бассейнах стран СНГ составляет 3-5 МПа, а в некоторых случаях достигает 12 МПа и более. Действительно, данные экспериментальных работ по измерению газового давления в пласте Д6 Карагандинского бассейна на глубине 450-500 м показали, что его величина колеблется в пределах 2-3,5 МПа [2].

Газоносность угленосной толщи определяется и естественной газопроницаемостью, которая зависит от условий залегания пластов, степени обнажения толщи и длительности циклов эрозии. Различают три пояса изменения естественной газопроницаемости толщи по глубине (рисунок 1).

Газопроницаемость пород верхнего пояса повышается по мере приближения к земной поверхности. Так как во втором поясе газовое давление ниже статического давления пород, то газопроницаемость толщи здесь понижена. По мере увеличения газового давления в третьем поясе газопроницаемость толщи вновь возрастает за счет статического давления пород.

Между пластовым давлением и газопроницаемостью существует количественная связь, выражаемая формулой:

$$k = k_0 e^{-bP}, \quad (3)$$

где k_0 – начальная газопроницаемость;

b – коэффициент;

e – основание натуральных логарифмов.

Газопроницаемость углей основных бассейнов стран СНГ, изменяющаяся в пределах от $(0,4 \div 10) \cdot 10^{-15}$ м², в 3-5 раз выше газопроницаемости пород.

Рассмотренные факторы определяют закономерности распределения газа в толще угольных месторождений.

Для расчета газовыделения из угольного пласта необходимо знать начальное газовое давление и закономерность его изменения под влиянием горных работ. Исследованиями установлено, что при переходе в зону повышенных статических напряжений кривая газового давления выполаживается и меняет направление с выпуклости на вогнутость. На основе этого подобрана эмпирическая функция, описывающая характер изменения газового давления в угольном пласте, удовлетворяющая крайевым условиям и удовлетворительно аппроксимирующая решения, полученные аналитическими методами, а также допускающая дифференцирование по переменным x и t , согласующаяся с экспериментально полученными кривыми распределения давления газа. Для этих условий газовое давление в угольном пласте за период времени с

момента его обнажения и до стабилизации напряженно-деформированного состояния можно определить по формуле:

$$P_x = P_0 + (P_1 - P_0) \cdot e^{-\frac{x^2}{2l^2(t)}}, \quad (4)$$

где P_x , P_0 – соответственно давление газа на любом расстоянии от обнаженной поверхности пласта и начальное давление в пласте, МПа; P_1 – давление газа на обнаженной поверхности пласта, МПа; x – расстояние до поверхности пласта, м; $l(t)$ – глубина зоны разгрузки пласта, м.

Обработка данных газоносности угольных пластов производилась методом математической статистики: полученные по пластопересечениям значения метаносности (отклонения газоносности по пробам пластопересечения не превышают $\pm 5 \text{ м}^3/\text{т}$) распределялись по интервалам глубин, кратным 100 м; определялись координаты средних значений, которые служили опорными точками для начисления гиперболы, описываемой уравнением Лэнгмюра. Ликвидация потерь газа, возникающих при отборе, доставке и обработке проб, осуществлялась увеличением полученной газоносности на 30 %.

Газоносность пласта K_7 так же, как и всех выше лежащих пластов, быстро нарастает от поверхности метановой зоны до глубины 400 м (от 0 до $18 \text{ м}^3/\text{т}$) (рисунок 2).

Глубже градиент роста газоносности уменьшается от $1,1 \text{ м}^3/\text{т}$ для интервала глубин от 400 до 500 м, и до $0,2$ в промежутке от 800 до 900 м.

Суммарная этано-пропано-бутаноносность достигает наибольшей величины ($102 \text{ м}^3/\text{т}$) на глубине 900 м. В пределах поля средняя газоносность пласта не превысит $22 \text{ м}^3/\text{т}$. [1]

Анализируя вышесказанное, можно установить, что:

- Для всех пластов увеличение газоносности с глубиной происходит по единой закономерности.

- Глубина залегания поверхности метановой зоны пластов уменьшается со стратиграфической глубиной и, следовательно, с увеличением степени метаморфизма.

- Газоносность пластов также находится в прямой зависимости от степени метаморфизма углей. Однако с увеличением глубины это влияние уменьшается: если разница в газоносности пластов $K_{18}-K_{15}$ и K_{10} на глубине 400 м составляет $3 \text{ м}^3/\text{т}$, то на глубинах от 800 до 900 м она почти полностью исчезает.

Газоносность вмещающих пород и породных прослоев колеблется от 0 до $43 \text{ м}^3/\text{т}$ породы. Газоносность тем выше, чем больше присутствует органического вещества (угольные и углистые прослои). Средняя газоносность пород поля равна $23 \text{ м}^3/\text{т}$ породы. Полевые штреки, пройденные на глубине 300 м, безгазовые.

В настоящее время фактор выбросоопасности в значительной мере определяет как технологические принципы, так и организационные и экономические аспекты разработки месторождения.

Внезапные выбросы угля и газа в горные выработки обуславливается рядом факторов, из которых наиболее существенными являются: количество и давление газа, крепость, трещиноватость, пористость и начальная скорость газоотдачи угля.

Для предупреждения внезапных выбросов важно заблаговременно, в процессе разведки, выявить опасные участки, чтобы проектирующие организации могли предусмотреть соответствующий комплекс защитных мероприятий [2].

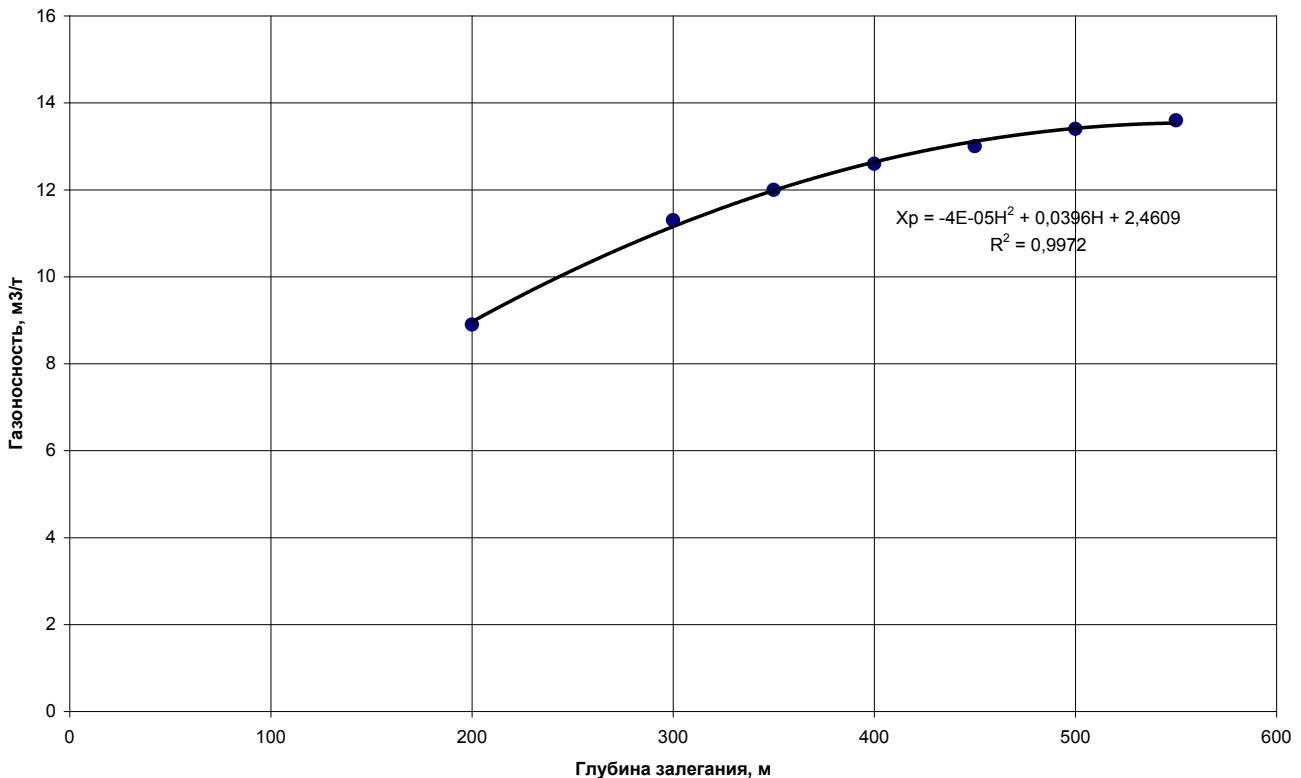


Рисунок 2 – Расчетное изменение газоносности пласта K_7 от глубины залегания на шахте им. Кузнецова

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по шахте им. Т.Кузембаева // Караганда, 2007. 195 с.
2. Отчет о состоянии газоносности угля на шахте им. Кузембаева// Филимонов Е.Н. Караганда, 2013.

УДК 622.4:331.45

Расчет необходимого количества воздуха для проветривания горных выработок при работе горнотранспортного оборудования с дизельным приводом

Д.С. СЫЗДЫКБАЕВА, магистрант,
Карагандинский государственный технический университет, кафедра РАиОТ

Ключевые слова: выхлопные газы, дизельный двигатель, погрузочно-доставочная машина, предельно-допустимая концентрация (ПДК), каталитический газоочиститель.

Безопасность работающих на рудниках людей в значительной мере обуславливается состоянием рудничной атмосферы.

При разработке рудных месторождений подземным способом широко используются горнотранспортные машины с дизельными двигателями, которые оказывают вредное воздействие выхлопными газами на рабочую зону.

Вредное воздействие выхлопных (отработавших газов) дизельных двигателей объясняется содержанием в них различных токсичных компонентов. Основными из них являются продукты неполного сгорания топлива: угарный газ, углеводороды, альдегиды, бенза- α -пирен, также оксиды азота, как продукт высокотемпературного синтеза азота с кислородом в цилиндрах дизельных двигателей. Проблема нейтрализации продуктов неполного сгорания топлива достаточно успешно решается использованием различных каталитических газоочистителей, при этом указанные продукты неполного сгорания дизельного топлива превращаются в углекислый газ.

В то же время нейтрализация оксидов азота не решена до сих пор, поэтому можно считать, что токсичность выхлопных газов дизельных двигателей практически на 100% обеспечена присутствием в них оксидов азота. В связи с этим при расчете необходимых объемов воздуха для разбавления выхлопных газов нужно исходить, прежде всего, из содержания оксидов азота в выхлопных газах и ПДК для этого компонента в рабочей зоне.

Согласно нормативному документу [1], количество воздуха, подаваемого в горную выработку для разбавления выхлопных газов, должно составлять не менее $5 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{л.с.})$. Соблюдать такие требования представлялось возможным до тех пор, пока мощность дизельных двигателей была относительно невелика (менее 100 л.с.). Однако в последнее время используется горнотранспортное оборудование (погрузочно-доставочные машины), мощность дизельных

двигателей которых достигает 400 л.с. и более.

В связи с этим объемы подаваемого воздуха для проветривания с учетом [1] составляют значительные величины, обеспечивать которые не способна ни одна вентиляционная система.

В качестве примера в таблице 1 приведены наименования погрузочно-доставочных машин (ПДМ), эксплуатируемых на УПГР р. «Ушкатын» АО «Жайремский ГОК», и требуемые объемы подаваемого воздуха.

С другой стороны, разработчики горно-транспортной техники постоянно совершенствуют конструкции дизельных двигателей, в частности, в решении проблем снижения токсичности их выхлопа. Поэтому целесообразно рассмотреть вопрос расчета необходимого количества воздуха для проветривания, исходя из конкретных параметров дизельных двигателей и требуемых санитарных норм.

Ниже представлен пример расчета с использованием некоторых технических характеристик дизельных двигателей и санитарных норм на содержание токсичных компонентов в воздухе рабочей зоны. В таблице 1 даны технические характеристики ПДМ и расчетные объемы воздуха.

Таблица 1 – Объемы необходимого количества воздуха для проветривания горных выработок при эксплуатации ПДМ с дизельным приводом на УПГР р. «Ушкатын-3» АО «Жайремский ГОК»

Наименование ПДМ	Мощность двигателя, л.с.	Объем необходимого воздуха для проветривания, в соответствии с [1], $\text{м}^3/(\text{мин} \cdot \text{л.с.})$
CAT AD – 30	413	2075
CAT R1300G	165	825
CAT 1600G	272	1360
Atlas Copco MT 2010	300	1500
Atlas Copco Boltec 235	180	900
Atlas Copco Boomer 281	190	950
MoA3	390	1950

Воспользуемся известной формулой [2], позволяющей определить необходимое количество воздуха, подаваемого в пространство горной выработки для разбавления выхлопных газов:

$$Q = q_{oe} \frac{C}{C_{пдж}}, \quad (1)$$

где Q – расход воздуха, подаваемого для проветривания горной выработки и обеспечивающего разбавление токсичного компонента отработавших газов дизельного двигателя до санитарных норм, м³/с;
 q_{oe} – расход выхлопных (отработавших) газов, выделяемых дизельным двигателем, м³/с;
 C – концентрация оксидов азота в выхлопных газах дизельного двигателя, мг/м³;
 $C_{пдж}$ – предельно-допустимая концентрация оксидов азота в воздухе рабочей зоны (0,0001% или 5,0 мг/м³).

Основной трудностью применения данной формулы является отсутствие данных по объему образующихся отработавших газов при работе конкретного двигателя, такие данные отсутствуют в большинстве паспортных данных на дизельные двигатели и горно-транспортное оборудование. Нами предлагается использовать для расчета расхода отработавших газов либо рабочий объем цилиндров дизельного двигателя (приводится в паспортных данных на дизельный двигатель), либо среднюю литровую мощность дизельного двигателя, то есть мощность, приходящуюся на 1 л (дм³) объема цилиндров двигателя. Из различных источников известно, что литровая мощность дизельного двигателя составляет примерно $P_{л} = 20$ л.с./л. (для четырехтактных двигателей с турбонаддувом) и $P_{л} = 15$ л.с./л. 9 для четырехтактных двигателей без турбонаддува).

Объем цилиндров дизельного двигателя можно использовать для определения расхода выхлопных газов q_{oe} . Для этого используют формулу

$$q_{oe} = 0,167 \cdot 10^{-4} \cdot V \cdot n \cdot \eta \cdot k, \quad (2)$$

где n – частота вращения коленчатого вала дизельного двигателя, мин⁻¹;

η – коэффициент заполнения цилиндра (для двигателя без наддува $\eta = 0,95$, для двигателя с турбонаддувом $\eta = 1,2$);

k – коэффициент, учитывающий тактность ДВС (для четырехтактного двигателя $k = 0,5$; для двухтактного двигателя $k = 1,0$);

$0,167 \cdot 10^{-4}$ – коэффициент перевода объема цилиндров из дм³ в м³ и время из минут в секунды.

Необходимо отметить, что по формуле (3) объем выхлопных газов приведен к нормальным условиям. Применимость формулы (3) для расчета объема выхлопных газов обоснована также тем, что анализ уравнений химических реакций сгорания углеводородного топлива с образованием основных продуктов сгорания – углекислого газа и воды – показывает, что объем воздуха и образовавшейся газовой смеси практически не изменяется (объемы приведены к нормальным условиям). Особенно это относится к дизельным двигателям, в которых сгорание топлива происходит при избытке воздуха.

Если нет данных по рабочему объему цилиндров дизельных двигателей, то для расчета расхода отработавших газов можно использовать данные по литровой мощности дизельных двигателей. Следует отметить, что литровая мощность зависит от конструктивных особенностей дизельного двигателя и приведенные значения литровой мощности являются усредненными. Поэтому использование усредненных значений литровой мощности вносит погрешность в вычисления.

При известной литровой мощности объем цилиндров дизельного двигателя V определяется по формуле

$$V = \frac{N}{P_{л}}, \quad (3)$$

где N – паспортная мощность дизельного двигателя, л.с. (кВт).

Подставляя выражения (2) и (3) в уравнение (1), получаем окончательную формулу

$$Q = 0,167 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{N}{P_{л}} \cdot n \cdot \eta \cdot k \cdot \frac{C}{C_{пдж}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (4)$$

Таким образом, для определения потребного количества воздуха для разбавления выхлопных газов дизельных двигателей конкретных ПДМ необходимо использовать результаты замеров содержания оксидов азота на выхлопе дизельного двигателя, которые могут провести газоаналитические службы, а также паспортные данные дизельных двигателей: мощность, число оборотов, тактность и коэффициент наполнения.

Очевидно, что выражение (4) можно применить для расчета при неполной нагрузке дизельного двигателя и при оптимальных оборотах.

Выражение (4) можно упростить, принимая для дизельных четырехтактных двигателей с турбонаддувом $P_{л} = 20$ л.с./л.; $\eta = 1,2$; $k = 0,5$. В этом случае выражение (4) принимает вид

$$Q = 5,01 \cdot 10^{-7} \cdot N \cdot n \cdot \frac{C}{C_{пдж}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (5)$$

Для четырехтактных дизельных двигателей без турбонаддува принимаем $P_{л} = 15$ л.с./л.; $\eta = 0,95$; $k = 0,5$, и выражение (4) принимает вид

$$Q = 5,29 \cdot 10^{-7} \cdot N \cdot n \cdot \frac{C}{C_{пдж}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (6)$$

И, наконец, убирая из выражений (5) и (6) значение мощности N , получаем требуемый расход воздуха для разбавления отработавших газов дизельных двигателей на единицу мощности.

Тогда для дизельных четырехтактных двигателей с турбонаддувом

$$Q_{л} = 5,01 \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot \frac{C}{C_{пдж}}, \quad \text{м}^3/(\text{л.с.} \cdot \text{с}) \quad (7)$$

или

$$Q_{л} = 3,006 \cdot 10^{-5} \cdot n \cdot \frac{C}{C_{пдж}}, \quad \text{м}^3/(\text{л.с.} \cdot \text{мин}). \quad (8)$$

Аналогично, для дизельных четырехтактных двигателей без турбонаддува

$$Q_a = 5,29 \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot \frac{C}{C_{\text{ПДК}}}, \text{ м}^3/(\text{л.с.} \cdot \text{с}) \quad (9)$$

или

$$Q_a = 3,173 \cdot 10^{-5} \cdot n \cdot \frac{C}{C_{\text{ПДК}}}, \text{ м}^3/(\text{л.с.} \cdot \text{мин}). \quad (10)$$

Из выражений (8) и (10) нетрудно рассчитать максимальную концентрацию оксидов азота в отработавших газах дизельных двигателей, при которых выполняется необходимое условие по расходу воздуха, подаваемого для разбавления отработавших газов дизельных двигателей горно-транспортного оборудования, то есть $Q_a = 5,0 \text{ м}^3/(\text{л.с.} \cdot \text{мин})$.

Для подавляющего числа дизельных двигателей горнотранспортного оборудования оптимальные значения частоты вращения коленчатого вала составляют $n = 1400 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$. Примем для расчета $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$.

При этом из выражения (8) для дизельных четырехтактных двигателей с турбонаддувом получаем

$$\frac{C}{C_{\text{ПДК}}} = \frac{Q_a}{0,04509} = \frac{5,0}{0,04509} = 110,89.$$

Откуда

$$C = 110,89 \cdot 5 \text{ мг/м}^3 = 554,45 \text{ мг/м}^3 = 0,554 \text{ г/м}^3 (0,0114 \% \text{ об}).$$

Аналогично, из выражения (10) для дизельных четырехтактных двигателей без турбонаддува имеем

$$\frac{C}{C_{\text{ПДК}}} = \frac{Q_a}{0,047595} = \frac{5,0}{0,047595} = 105,05.$$

Откуда

$$C = 105,05 \cdot 5 \text{ мг/м}^3 = 525,27 \text{ мг/м}^3 = 0,525 \text{ г/м}^3 (0,0109 \% \text{ об}).$$

Согласно справочным данным, концентрация оксидов азота в отработавших газах дизельных двигателей находится в пределах $0,0002 \dots 0,5\%$.

Измерение содержания оксидов азота в отработавших газах дизельных двигателей при эксплуатации горнотранспортного оборудования показало, что концентрация оксидов азота находится в пределах $0,001 \dots 0,002\%$. Это позволяет рассчитать расход вентиляционного воздуха, подаваемого в рабочую зону.

Рассмотрим несколько примеров использования полученных выражений.

1) Воспользуемся формулой (4) для расчета необходимого расхода воздуха при работе ПДМ Atlas Copco MT 2010 с дизельным двигателем мощностью 300 л.с. Концентрация оксидов азота на оптимальных режимах работы дизельного двигателя составляет $0,002\%$ или $0,0964 \text{ г/м}^3$ ($96,4 \text{ мг/м}^3$). Число оборотов при оптимальном режиме работы составляет 1500 об/мин.

Тогда имеем

$$Q = 0,167 \cdot 10^{-4} \cdot (300/20) \cdot 1500 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot (96,4/5) = 4,35 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Расчет потребного расхода воздуха на единицу мощности дизельного двигателя Q_m дает значение

$$Q_m = (4,35 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 60 \text{ с}) / 300 \text{ л.с.} = 0,87 \text{ м}^3/(\text{л.с.} \cdot \text{мин}).$$

2) Используя полученные выражения, можно рассчитать примерную суммарную мощность дизельных двигателей, эксплуатируемых в горной выработке при известном значении вентиляционного воздуха Q_v . При использовании дизельных двигателей с турбонаддувом расчет можно проводить, используя выражение (5). Принимая концентрацию оксидов азота в отработавших газах равной $C = 0,002\%$, оптимальное число оборотов двигателя $n = 1500 \text{ об/мин}$ и расход вентиляционного воздуха $Q_v = 15 \text{ м}^3/\text{с}$ ($900 \text{ м}^3/\text{мин}$), из выражения (5) получаем

$$N = \frac{Q \cdot C_{\text{ПДК}}}{5,01 \cdot 10^{-1} \cdot n \cdot C} = \frac{900 \cdot 0,0001}{5,01 \cdot 10^{-7} \cdot 1500 \cdot 0,002} = 3000 \text{ л.с.}$$

Понятно, что полученная расчетная суммарная мощность дизельных двигателей позволяет компоновать количество ПДМ и другой горнотранспортной техники, исходя из мощностей дизельных двигателей этого оборудования и выполняемых ими производственных задач.

Таким образом, для определения необходимого количества воздуха для разбавления выхлопных газов дизельных двигателей для конкретных ПДМ необходимо использовать результаты замеров содержания оксидов азота на выхлопе дизельного двигателя, которые могут провести газоаналитические службы рудника, а также использовать паспортные данные дизельных двигателей: мощность, число оборотов, тактность и коэффициент наполнения.

Очевидно, что выражение (4) можно применить для расчета при неполной нагрузке дизельного двигателя и при оптимальных оборотах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Требования промышленной безопасности при ведении работ подземным способом: Приказ Министра по ЧС РК № 132 от 13 июля 2008 года.
2. Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети: Монография / Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. – 209 с.

УДК 552.2

Петрографическое исследование углей и вмещающих пород месторождения Шубарколь

М.А. ПАШКОВА, магистрант гр. ГРМ-13-1,

М.В. ПОНОМАРЕВА, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ГиГ

Ключевые слова: уголь, текстура, метаморфизм, витринит, влажность, зольность, примесь, микролитотип, сера, фосфор.

Представлены результаты исследования петрографии угля и вмещающих пород на месторождении Шубарколь. В задачу исследования входит определение минералогического состава, размеров выделений, структур и текстур, этапы формирования угля из высших растений и наличие минеральных примесей. Основным показателем для характеристики степени метаморфизма углей принимался показатель отражения витринита. Результаты петрографического исследования углей позволяют установить природу исходных органических материалов, их генезис и выбор рационального использования в народном хозяйстве. Одним из способов применения угля является метод гидрогенизации. Гидрогенизация применяется для переработки малозольных и легкообогащаемых углей невысокой стадии метаморфизма с возможностью получения моторного топлива, угольной смолы, смазочных масел, парафина.

Основная идея проводимых исследований заключается в эффективном использовании добываемого угля на месторождении. В задачу исследования входит определение минералогического состава сырья, парагенетических ассоциаций, оптических и некоторых других физических свойств минералов, размеров выделений, структур и текстур. Использование данных минералогических исследований дает возможность выбрать направление, что позволяет провести разделение тел минерального сырья и проследить их изменение по мощности, падению и простиранию. Данные исследования служат для расширенного технологического применения угля. Метод гидрогенизации заключается в переработке малозольных и легкообогащаемых углей невысокой стадии метаморфизма с возможностью получения моторного топлива, угольной смолы, смазочных масел, парафина [1].

В результате проведенных петрографических исследований угля и вмещающих пород месторождения Шубаркольского и обобщения материалов установлено следующее:

1. Угли бассейна полосчатой текстуры и сложного петрографического состава. Исходным материалом для образования их послужили в основном стеблевые ткани высших растений, при сравнительно небольшом участии грибковых образований, спор и пыльцы. По числу петрографических типов углей, принимающих участие в строении пластов, большинство из них от-

носится к комплексным и относительно комплексным, представлены они тремя-четырьмя типами углей.

2. Угли типов гумусовые, сапропелевогумусовые и гумусо-сапропелевые встречаются редко, и мощность их пачек, как правило, не превышает 0,79 м.

3. Минеральные примеси в углях представлены, в основном, пелитоморфным слюдисто-глинистым веществом. Довольно часто присутствует пирит, заполняющий трещины в виде солитов, приуроченных к гелифицированному веществу.

Характеристики отдельных образцов обусловлены различными исходными материалами, условиями накопления и степенью изменения, которое материал претерпел в его геологической истории, а также составом присутствующих примесей.

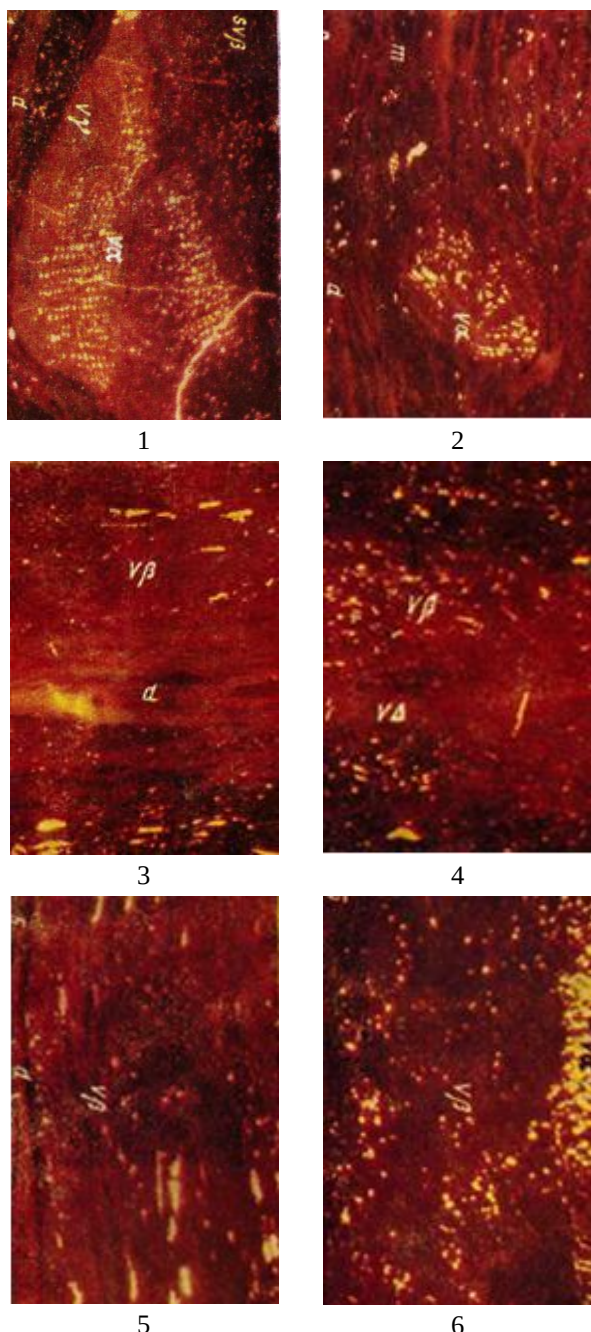
Для характеристики изменения вещественно-петрографического состава угля проведен подсчет состава неорганических компонентов. Результаты подсчета показали некоторое улучшение петрографического состава угля, связанное с уменьшением содержания минеральных примесей.

При исследовании образцов было описано 36 шлифов, обнаружены измененные частицы растительного и животного происхождения, такие как пыльца, споры, кутикулы, смоленные тельца. Исходные элементы, которые претерпели более глубокие преобразования и не могут быть отнесены к каким-либо определенным веществам, были отнесены к основной массе, которая в тонких шлифах разделяется на прозрачную массу и opakмассу.

Полное петрографическое исследование углей определило состав микролитотипов. Угли имеют следующий состав органической части, который представлен в таблице 1 и на рисунках 1, 2, 3.

Таблица 1 – Состав органической части

Компонент группы	Состав органической части, %
витринита	87-89
липтинита	2-3
селивитринита	1-3
фюзинита	5-7
микстинита	1-2
сумма отошающих компонентов	7-10



1. α-витринит, переходящий в β и γ-витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. (проба 1, образец 1).
2. обрывок α-витринита в дюрено-клареновом угле. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. (проба 1, образец 2).
3. β-витринит (вверху), β-семифюзинит (внизу). Проходящий свет без анализатора, увел. 200. (проба 3-1, образец 2).
4. β-витринит среди фрагментов β-фюзинита и Δ-витринита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. (проба 3, образец 1).
5. β-витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. (проба 3, образец 2).
6. постепенный переход α-витринита β-витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. (проба 3, образец 3).

Рисунок 1 – Шлифы



Рисунок 2 – Шлиф. Битуминовые включения. Отраженный свет, иммерсия, без анализатора, увел. 1000. электронный микроскоп

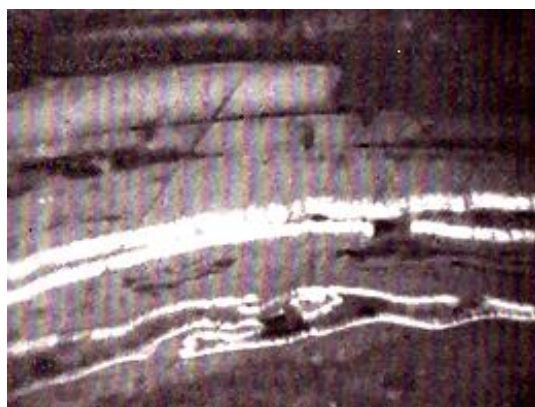


Рисунок 3 – Шлиф. Каемчатая анизотропия у семивитринита. Отраженный свет, иммерсия, николи +, увел. 575

Из слагающих угли органических компонентов наибольшее значение имеют споры, смоленные тельца и различные по структуре ксилен, витрен, семифюзинит, фюзинита и не одинаковые по цвету и рельефу, а также бесструктурное вещество – основная масса.

Сравнительное изучение цвета микрокомпонентов в поляризованном свете без анализатора и при скрещенных николях имеет весьма существенное значение для познания происхождения углей, а также для определения степени их углефикации. Оттенки цвета всех микрокомпонентов углей при скрещенных николях изменяются в той или иной степени. В проходящем свете красные структурные и бесструктурные элементы гелифицированы, прошли коллоидное состояние, коричневые – слабофюзенизированными и черные – фюзенизированными, желтый цвет имеют элементы споры и кутикула, субериновое вещество [2].

Наблюдается суммарный эффект натуральных цветов и цветов интерференции. В красных гелифицированных и коричневых слабофюзенизированных микрокомпонентах доминируют натуральные цвета, в спорах, кутикуле, и смоляных телах – натуральные цвета и цвета интерференции, действующие почти равнозначно.

При скрещенных николях желтые форменные элементы споры, кутикула и смоляные тела в углях низких степеней углефикации, в зависимости от толщины, имеют цвет серый, голубовато- и зеленовато-

серый. Цвет гелифицированных микрокомпонентов в шлифах различной толщины имеет оттенок темнокоричневого тона, что характеризует эти угли как с низкой степенью углефикации.

Исследуя шлифы в некоторых микрокомпонентах при скрещенных николях, наблюдается перпендикулярно к слоистости штриховатость, а в некоторых сетчатость – это характеризует скрытую растительную структуру вещества.

В проходящем свете основная масса разделена на красную прозрачную, коричневую полупрозрачную, черную непрозрачную и желтую прозрачную.

Красная прозрачная основная масса в шлифах углей не загрязненная минеральными примесями. При скрещенных николях красный цвет в углях низких степеней углефикации приобретает более темный – сероватый – оттенок с низким рельефом.

Под микроскопом видно, что основная масса образует сплошные поля, включающие структурные компоненты, или располагается в виде полос, прожилки, ориентированные не по наслению, а в различных направлениях.

По внутреннему строению основная масса подразделяется на однородную, комковатую и хлопьевидную, что не соответствует растительной структуре.

Коричневая основная масса в отраженном свете относительно белая и с высоким рельефом и включена в прозрачную основную массу. В некоторых образцах коричневая основная масса играет роль цементирующего вещества и содержит включения форменных элементов, в частности, оболочек спор. Эта особенность характерна именно для угля юрского возраста.

Черная непрозрачная основная масса в отраженном свете еще более белая, чем коричневая основная масса, и характеризуется еще более высоким рельефом. В шлифах и аншлифах она наблюдается в виде полос, отдельных участков и даже подобия линз среди прозрачной красной основной массы.

Желтая прозрачная основная масса в проходящем свете – желтая, оттенки бывают ярко-, светло-, коричневатого и розовато-желтые. При скрещенных николях масса имеет зеленоватые оттенки, в отраженном свете – серая. Отличительными особенностями желтой основной массы является микросложение. Масса желтого цвета в углях имеет четковидное или линзовидное сложение. Отдельные линзы желтого цвета, занимающие главную площадь шлифа, как бы плавают в коричневатом-желтом веществе, играющем до некоторой степени роль цемента.

Текстурно-структурные особенности углей оказывают воздействие на выраженность отдельных групп трещин, что влечет за собой легкость разрушения углей при добыче, технологической переработке и использовании.

Угли с однородной структурой и массивной текстурой, образующие литотип из одного сложного ингредиента, более прочные и труднее раскалываются по плоскостям насления. Угли с полосчатой структурой и слоистой текстурой характеризуются наличием прослоев витрена и фюзена [3].

Прослои витрена, имеющего повышенную хрупкость и трещиноватость, по сравнению с другими

ингредиентами, являются плоскостями ослабления и, независимо от их мощности, обуславливают раскалывание угля по наслению.

Основным показателем при изучении степени углефикации является отражательная способность, которая увеличивается последовательно и закономерно. Структурные элементы угля на основе химических данных представлены элементами, такими как ядра и боковые цепочки. Была выведена зависимость между выходом летучих веществ и степенью углефикации от длины боковых цепей.

Степень углефикации также оказывает влияние на твердость углей. Основным показателем для характеристики степени метаморфизма углей принят показатель отражения витринита (R_o , %), величина которого меняется от 0,50 до 0,62% и только в двух случаях равна 0,44-0,45%, т.е. метаморфизм углей месторождения соответствует 1 стадии метаморфизма [4].

После исследования физико-химических свойств угля Шубаркольского месторождения были получены следующие данные по качеству.

Зольность угля невысокая. Средние значения колеблются в пределах 4,2-20,1%. Зольность геологического рядового угля обусловлена наличием в пластах породных прослоев и в зависимости от степени зольности изменяется в значительных пределах от 1,7 до 45,0%.

Массовая доля рабочей влаги оценивалась по максимальной влагоемкости. Максимальная влагоемкость изменяется от 8,0 до 28,4%.

Выход летучих веществ в рядовом угле по отдельным пластопересечениям колеблется от 40,9 до 46,3%.

Угли малосернистые. Содержание серы в отдельных пробах угля колеблется от 0,20 до 0,77%, а среднее значение составляет 0,40%.

Содержание фосфора в углях месторождения незначительное, не превышает 0,053%.

Элементный состав изучался по рядовому углю. Из-за небольшой зольности рядового угля элементный состав (содержание углерода и водорода) в небогатых и обогащенных углях практически остается неизменным [5].

Теплота сгорания углей изменяется в незначительных пределах, что объясняется постоянством их вещественного состава и равна 25,46-27,68 МДж/кг.

Содержание породы крупнее 25 мм в исходном угле рассматриваемой пробы составляет 7-10%. Все данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Средние значения, характеризующие уголь

Наименование	Показатели
Зольность	1,7-45,0
Влажность	8,0 до 28,4%
Содержание серы	0,20-0,77
Содержание фосфора	0,001-0,053
Выход летучих	40,9-46,3
Элементный состав: водород	4,89-6,04
углерод	74,66-79,20
Содержание битумов	1,81-6,60
Выход смол	3,68-13,91
Теплота сгорания, МДж/кг	25,46-27,68
ккал/кг	5253

Качество угля Шубаркольского месторождения содержание водорода в среднем 5,34%, углерода 76,89%. Содержание битумов от 1,81 до 6,60, выход смол в среднем составляет 9,18%.

По данным исследований углей месторождения крепость угля по шкале Протодяконова составляет 0,8-1,1; крепость породы 1,2-2,7; по размокаемости порода относится к IV категории. Содержание глинистого вещества в породе – до 47,5% [6].

Таким образом, исследования имеют определяю-

щее значение для дальнейшего расширения технологического применения углей Шубаркольского месторождения. Анализ результатов выполненных исследований позволяет отметить, что уголь после их сушки удовлетворяет требованиям, необходимым для использования малозольных, невысокой стадии метаморфизма, и содержание минеральной части не превышает 10%, влаги – 1,5%, отношение б/н не более 16%, выход летучих (V^{dat}) – не более 35 для гидрогенизация [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дигонский С.В. Неизвестный водород [Текст]: монография / С.В. Дигонский, В.В. Тен. – С-Пб.: Наука, 2006. – 292 с.
2. Петрологический атлас ископаемого органического вещества России. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 604 с.
3. Еремин И.В., Арцер А.С., Броневец Т.М. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса. – Кемерово: Притомское, 2001. – 400 с.
4. Классификация горючих ископаемых по структурно-химическим показателям и основные пути использования ископаемых углей / А.М. Гюльмалиев, Г.С. Головин, С.Г. Гагарин. – Москва: Трек, 2007. – 143 с.
5. Эволюция угленосных формаций в истории Земли / П.П. Тимофеев. – Москва: Наука, 2006. – 206 с.
6. Стандартные методы испытания углей. Классификация углей / И.В. Августевич [и др.]. – Москва: НТК Трек, 2008. – 364 с.
7. Саранчук В.И., Ошовский В.В., Власов Г.А. Физико-химические основы переработки горючих ископаемых. – Донецк: ДонГТУ: 2001. – 304 с.

УДК 622.7

Оценка работы диспергирования руд и минералов с использованием геофизических методов разведки

В.С. ПОРТНОВ¹, д.т.н., профессор, руководитель управления послевузовским образованием,

В.М. ЮРОВ², к.ф.-м.н., директор НИЦ,

А.Р. ДАРИБАЕВА¹, специалист УПО,

Ж.Б. НҰРТАЗА¹, магистрант 2-го курса,

¹Карагандинский государственный технический университет,

²Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова

Ключевые слова: информационный процесс, термодинамика, энтропия, поверхностное натяжение, диспергирование, геофизический метод, руда, минерал, физическое свойство.

В настоящее время во всех горнодобывающих странах на дробление и измельчение руды тратится от 45 до 55 % всей потребляемой электроэнергии в этой отрасли. Поэтому знание энергии диспергирования (разрушения) руд и минералов крайне важно для выбора метода рудоподготовки.

Произведение $\sigma \cdot S$ представляет собой работу диспергирования, где σ – поверхностное натяжение минерала, S – его удельная поверхность.

Поверхностное натяжение – основная характеристика процессов, связанных с участием поверхностей или границ раздела фаз. Поверхностное натяжение определяет свободную энергию (работу), которую необходимо затратить, чтобы образовать единицу площади поверхности или раздела фаз. Экспериментальное определение поверхностного натяжения твердых тел затруднено тем, что их молекулы (атомы) лишены возможности свободно перемещаться. Ис-

ключение составляет пластическое течение металлов при температурах, близких к точке плавления.

Обзор методов определения поверхностного натяжения твердых тел дан в работах [1, 2]. В основе методов определения поверхностного натяжения магнитных материалов, диэлектриков, металлов лежит размерная зависимость свойств твердого тела и формула, полученная в рамках термодинамического подхода [3]:

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), \quad (1)$$

$$d = 2\sigma g / RT. \quad (2)$$

Здесь $A(r)$ – размерная зависимость физического свойства A твердого тела, A_0 – физическое свойство массивного образца, σ – поверхностное натяжение, v – удельный объем, R – газовая постоянная, T – температура.

Экспериментальное определение σ сводится к измерению зависимости физического свойства образца от его размера. В качестве примера можно воспользоваться зависимостью магнитной восприимчивости от размера зерна магнетита для Соколовского и Сарбайского месторождений [3]. В координатах $\chi \sim 1/r$ экспериментальная кривая спрямляется в соответствии с формулой (1), давая значение $d = 0,36$ мкм. Для магнетита $\vartheta = 44,5$ см³/моль и из соотношения (2) для поверхностного натяжения получено: $\sigma = 10,07 \cdot 10^3$ эрг/см². Расчеты по формулам теории магнетизма с использованием экспериментальных значений намагниченности насыщения дали значение $\sigma = 10,1 \cdot 10^3$ эрг/см², что практически совпадает с приведенным выше. В качестве примера в таблице 1 приведены значения энергии диспергирования некоторых сульфидов.

Таблица 1 – Энергия диспергирования сульфидов металлов

Соединение	Поверхностное натяжение	Удельная поверхность частиц S , см ² /г		
		1×10^4	5×10^4	1×10^5
CuS	0,571	571	2855	5710
Ag ₂ S	0,651	651	3255	6510
Au ₂ S	0,719	719	3595	7190

В таблице 2 приведены значения поверхностного натяжения ряда минералов.

Таблица 2 – Поверхностное натяжение некоторых минералов

Название минерала	Химическая формула	Поверхностное натяжение σ , Дж/м ²
Целестин	SrSO ₄	0,178
Кварц	SiO ₂	0,406
Барит	BaSO ₄	0,172
Антимонит	Sb ₂ S ₃	0,416
Аурипигмент	As ₂ S ₃	0,468
Кианит	Al ₂ (SiO ₄)O	0,323
Церруссит	PbCO ₃	0,630
Галит	NaCl	0,160
Якобит	MnFe ₂ O ₄	0,524
Альбит	Na(AlSi ₃ O ₈)	0,354
Форстерит	Mg ₂ SiO ₄	0,359
Магнезит	MgCO ₃	0,675
Сподумен	LiAl(Si ₂ O ₆)	0,344
Пирит	FeS ₂	0,603
Флюорит	CaF ₂	0,273
Халькопирит	CuFeS ₂	0,690
Сфалерит	α -ZnS	0,379
Смитсонит	ZnCO ₃	0,643
Лейцит	KAlSi ₂ O ₆	0,336
Циркон	ZrSiO ₄	0,426

Термодинамика информационных процессов, в отличие от равновесной термодинамики и термодинамики открытых систем, является термодинамикой переходных процессов. Поплавским Р.П. были установлены предельные соотношения между информационными характеристиками (точность, количество информации) и термодинамическими (энергия, энтропия) [4]. В последние годы развитие получила синергетика, основу которой составляет термодинамика

открытых систем, в связи с выявлением глубокой связи между информацией и самоорганизацией материи.

Рассмотрим процесс дробления руды в рамках термодинамики информационных процессов. В отличие от работы Поплавского Р.П. используем аппарат неравновесной статистической термодинамики, оставаясь, однако, в рамках идеологии переходных процессов.

На каждом этапе элементарного информационного взаимодействия (дробления) рост энтропии термостата (руды) ΔS лежит в пределах [4]:

$$1/\Delta^2 \geq \Delta S \geq \Delta S_{\min} = 2/\Delta. \quad (3)$$

$$\text{Здесь } \sqrt{\bar{\Delta}r^2 / Dr} = \Delta_r \leq \Delta \ll 1, Dr = \langle (r - \langle r \rangle)^2 \rangle,$$

где $\bar{\Delta}r^2$ – средний квадрат тепловых флуктуаций, Δ – относительная погрешность установки управляющего параметра, которым в процессе разрушения является плотность дислокаций.

Левая граница (3) соответствует предельно необратимой реализации переходного процесса, а правая – оптимальному замедлению его.

С другой стороны, негэнтропийный эффект (эффект упорядочивания в системе, $\Delta K = -\Delta S$), согласно [4]:

$$\Delta K \approx \ln(1/\Delta) \approx \Delta I, \quad (4)$$

где ΔI – полученное в процессе дробления количество информации.

Таким образом, энтропийная эффективность процесса дробления руды:

$$\eta \leq \eta_{\max} = \frac{1}{2} \frac{\Delta K}{\Delta S_{\min}} = \frac{\Delta}{4} \ln \frac{1}{\Delta} \ll 1, \Delta \ll 1. \quad (5)$$

В работе [5] эффективность дробления η определяется выражением:

$$\eta = \frac{kT}{C_1} \cdot \frac{A}{G^0} \cdot \bar{N}_1, \quad (6)$$

где A – работа (энергия) дробления;

T – температура;

G^0 – потенциал Гиббса массивного образца минерала;

$\bar{N}_1$ – среднее число элементарных носителей разрушения (пропорциональное числу дефектов);

C_1 – постоянная.

Если в (5) подставить в выражение (6), то получим:

$$\eta = \frac{kT}{C_1} \cdot \frac{A}{G^0} \cdot \bar{N}_1 = B \frac{D^3}{G^0} \leq \eta_{\max} = \frac{\Delta}{4} \ln \frac{1}{\Delta}. \quad (7)$$

Из формулы (7) вытекают термодинамические ограничения на размер D дробленной руды, что необходимо учитывать как в процессе дробления, так и при проектировании дробильных машин и установок.

Основными методами изучения магнитных свойств горных руд магнетитовых месторождений являются магнитометрический и индукционные. К последним относится метод искусственного подмагничивания. Отношение величины вторичного поля к первичному зависит от магнитной восприимчивости,

глубины залегания магнитных руд и формы тел. Вертикальная составляющая вторичного магнитного поля, создаваемого подмагниченными породами, используется для нахождения корреляционной зависимости между содержанием железа в магнетитовых рудах и коэффициентом отображения.

В работе [5] для магнитной восприимчивости χ получено аналогичное соотношение:

$$\frac{\chi}{4\pi} = \frac{kT}{C_2} \frac{\bar{N}_2}{G^0}, \quad (8)$$

где $\bar{N}_2$ – число магнитных диполей, пропорциональное концентрации магнитного компонента в руде, C_2 – постоянная для данного магнитного метода.

В предельном случае $\eta = 1$ и из соотношений (7) и (8) имеем:

$$A = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{\bar{N}_2}{\bar{N}_1} \cdot \frac{4\pi}{\chi} \approx C_{\text{маг}} \cdot \frac{1}{\chi}, \quad (9)$$

где $C_{\text{маг}} \approx \text{const}$.

Из соотношения (9) следует, что работа диспергирования обратно пропорциональна величине магнитной восприимчивости.

В работе [6] для удельного сопротивления ρ , определяемого методами электроразведки, получено соотношение:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{kT}{C_3} \frac{e\bar{N}_3}{G^0}, \quad (10)$$

где e – заряд электрона;

$\bar{N}_3$ – число электрических диполей;

$C_3 = 2\Delta S k \tau_p / \tau = \text{const}$ – постоянная для данного метода электроразведки.

Сравнивая (10) с (6), получим связь между работой диспергирования и удельным сопротивлением руды:

$$A \approx C_{\text{эл}} \cdot \rho. \quad (11)$$

Рассматривая уравнение (11) и используя аналогию между потенциальными полями [6], получим для коэффициента теплопроводности

$$a = \frac{\lambda_e}{c_V \rho} = \frac{kT}{C_2} \frac{\bar{N}}{G^0}, \quad (12)$$

где λ_e – коэффициент теплопроводности при переносе тепла электронами;

c_V – теплоемкость среды при постоянном объеме;

ρ – плотность среды.

В общем случае C_1 может не совпадать с C_2 . Тогда

$$\lambda_e = \frac{c_V \rho}{C_2} \cdot \frac{kT \bar{N}_e}{G^0}. \quad (13)$$

В случае переноса тепла фононами в нашей модели все величины с индексом «e» заменяются на величины с индексом «ф». Тогда по аналогии с (13) имеем

$$\lambda_\phi = \frac{c_V \rho}{C_2} \cdot \frac{kT \bar{N}_\phi}{G^0}. \quad (14)$$

Общий коэффициент теплопроводности равен

$$\lambda = \lambda_e + \lambda_\phi = \frac{c_V \rho kT}{C_2 G^0} \cdot (\bar{N}_e + \bar{N}_\phi). \quad (15)$$

В металлах $\lambda_e \gg \lambda_\phi$, а в диэлектриках – наоборот, в полупроводниках ситуация сложнее и необходимо учитывать оба механизма переноса тепла.

У твердых диэлектриков $\lambda \approx c_V \bar{v} \bar{\ell}$, где c_V – теплоемкость диэлектрика, совпадающая с теплоемкостью газа фононов, $\bar{v}$ – средняя скорость фононов, приблизительно равная скорости звука, $\bar{\ell}$ – средняя длина свободного пробега фононов, выступающая как параметр теории, а не как экспериментально определяемая величина.

Перепишем уравнение (15) в виде

$$\lambda = \frac{c_V \rho kT}{C_2 G^0} \cdot N, \quad (16)$$

где N – общее число квазичастиц, участвующих в переносе тепла.

При комнатных температурах и выше теплоемкости c_V почти всех твердых тел близки к $3Nk$, т.е. 25 Дж/моль К (закон Дюлонга – Пти).

Уравнение (16) можно переписать в виде

$$\lambda = \frac{625\rho}{3C_2 G^0} \cdot T. \quad (17)$$

В уравнение (17) входят только два параметра минерала – плотность и энергия Гиббса, которые экспериментально определены для большого количества минералов. Коэффициент C_2 вычисляется по методике, но из-за различий в значениях τ и τ_p , которые в случае фононов определяются скоростью звука, получим значение $C_2 = 2,8 \cdot 10^{-2}$ (м²/кг с). В таблице 3 приведены экспериментальные значения коэффициента теплопроводности из работы [6] и вычисленные по формуле (17), которые хорошо согласуются друг с другом. Это, на наш взгляд, подтверждает основные положения предложенной модели.

Таблица 3 – Сравнение экспериментальных и теоретических значений коэффициента теплопроводности некоторых минералов

Минерал	$\lambda_{\text{эксп.}}$, Вт/(м·К)	ρ , кг/м ³	G^0 , Дж/моль	$\lambda_{\text{теор.}}$, Вт/(м·К)
Флюорит	4,03	3,18	1174870	3,10
Гипс	1,30	2,30	1795000	1,50
Магнетит	5,30	5,17	1014490	5,98
Шпинель	3,48	3,60	2188060	2,00
Нефелин	1,75	2,62	1980480	1,53
Галит	5,3-6,5	2,17	384120	6,50
Лабрадор	1,50	2,70	3845180	1,57
Анортит	1,70	2,76	3994830	1,54
Олигоклаз	1,96	2,64	3750710	1,60
Гематит	12,1-14,7	5,02	741700	15,35
Шпинель	3,48	3,60	2188060	3,67
Альбит	2,31	2,61	3695040	2,00

Сравнивая теперь уравнение (17) и (6), получим:

$$A \approx C_{\text{тепл.}} \cdot \lambda. \quad (18)$$

Для практического применения магнитных, электрических и теплофизических измерений при оценке работы диспергирования в условиях естественного залегания руд необходимо использовать эталоны с известным значением $\rho_{\text{эт}}$, $\chi_{\text{эт}}$ и $\lambda_{\text{эт}}$ и соответственно

известными значениями $A_{эм}$ для каждого из методов, которое определяется из соотношений:

$$\frac{A}{A_{эм}} = \frac{\chi}{\chi_{эм}}, \quad \frac{A}{A_{эм}} = \frac{\rho}{\rho_{эм}}, \quad \frac{A}{A_{эм}} = \frac{\lambda}{\lambda_{эм}}. \quad (19)$$

Вышеизложенный термодинамический анализ электрических методов измерения может быть использован и для гамма-гамма-метода. Это связано с тем, что для такого подхода исследуемая среда характеризуется только отклик этой среды на внешнее поле. При этом механизмы микроскопических процессов, приводящих к рассеянию первичного излучения исследуемой средой, в рассмотрение не включаются. Отличие состоит в том, что энергия гамма-квантов E_γ значительно превосходит энергию магнитных диполей, поэтому членом $\exp(E_m/kT)$ в выражении для функции отклика пренебрегать уже нельзя [5]. Беря в качестве функции отклика Φ относительную интенсивность рассеянного гамма-излучения с энергией E_γ , получаем

$$1 - I/I_0 = -B \frac{C_{Fe}}{G^0 E_\gamma}, \quad (20)$$

где $B = (kT)^2/C$, $C = 2\Delta S/k$ – постоянная для данного элемента и источника гамма-излучения, ΔS – изменение энтропии при квантовом переходе из возбужденного состояния в основное, равное $\Delta S = \bar{N}E_\gamma^2/2kT^2$, где $\bar{N}$ – среднее число атомов элемента в горной породе или руде; G^0 – энергия Гиббса горной породы или руды.

Сравнивая (20) с формулой (6), получаем:

$$A \approx C_\gamma \cdot (1 - I/I_0) \cdot E_\gamma. \quad (21)$$

Рассмотрим сферическую модель Земли и пренебрежем вкладом центробежной силы. Пусть мы наблюдаем аномалию Δg , обусловленную рудной залежью какого-либо минерала с концентрацией C_m . В этом случае величина, обратная гравитационной постоянной, будет равна:

$$\frac{1}{f} = \frac{M_3}{\Delta g R_3^2} = \frac{\alpha}{\Delta g}, \quad \alpha = \frac{M_3}{R_3^2} = \text{const}, \quad (22)$$

где M_3 , R_3 – масса и радиус Земли, f – гравитационная постоянная.

Величине, обратной гравитационной постоянной, по методу аналогий соответствует магнитная восприимчивость, для которой получено следующее выражение:

$$\chi = C \frac{C_m}{G^0}. \quad (23)$$

Тогда имеем следующую цепочку равенств:

$$\begin{aligned} \chi &= C \frac{C_m}{G^0} = \varphi \frac{1}{f} = \varphi \frac{\alpha}{g}, \text{ или} \\ \frac{g}{\varphi \alpha} &= \frac{G^0}{C C_m}, \text{ или} \\ \Delta g &= B \frac{\Delta G^0}{C_m}, \quad B = \frac{\varphi \alpha}{C} = \text{const}. \end{aligned} \quad (24)$$

Сравнивая (24) с формулой (6), получаем:

$$A \approx C_g \cdot \Delta g. \quad (25)$$

Формула (25) является основанием для определения энергии диспергирования по данным гравиразведки.

Используем аналогию между электрическими и акустическими системами, представленную в таблице 4.

Для нас представляет интерес скорость частиц v , которая и является основой сейсморазведки. Согласно таблице 4 скорости частиц соответствует ток I , который согласно закону Ома пропорционален электропроводности σ и обратно пропорционален удельному сопротивлению.

Тогда связь между работой диспергирования и скоростью упругих волн выразится соотношением:

$$A \approx C_{ак} / v. \quad (26)$$

Таблица 4 – Аналогия между электрическими и акустическими переменными и параметрами

Электрическая система	Акустическая система
Напряжение V	Давление P
Ток I	Скорость частиц v
Заряд e	Смещение u
Индуктивность L	Плотность среды ρ
Емкость C	Акустическая емкость $C_A = 1/\tau$
Сопротивление R	Акустическое сопротивление R_A

Отличительная черта вещественного состава труднообогатимых руд многих новых и эксплуатируемых месторождений – тонкозернистая структура и сложная текстура, а иногда и субмикроскопические формы взаимосвязи слагающих их минералов. Труднообогатимыми являются и другие виды минерального сырья: железистые кварциты, медно-никелевые руды, оловянные продукты и др.

Используя геофизические методы разведки, можно определять поверхностное натяжение руд и минералов в их естественном залегании по формулам:

$$\sigma = C_1 / \chi \text{ – магниторазведка,}$$

$$\sigma = C_2 \cdot \rho \text{ – электроразведка,}$$

$$\sigma = C_3 / (1 - I/I_0) \text{ – гамма-гамма метод,}$$

$$\sigma = C_4 \cdot \Delta g \text{ – гравиразведка,}$$

$$\sigma = C_5 \cdot v \text{ – сейсморазведка.}$$

Полученные выше связи между поверхностным натяжением минералов и измеряемой величиной в том или ином методе геофизического исследования, содержат постоянную, которую нужно определять эмпирическим путем, используя корреляционный анализ. Достоверность полученных результатов будет возрастать при близости полученных результатов различными геофизическими методами.

Измеряя физические свойства минералов в их естественном залегании (метод искусственного подмагничивания, электрического зондирования и т.д.), мы можем определять их энергию диспергирования и обогащаемость по предложенным выше методам, не прибегая к дорогостоящим методам бурения разведочных скважин. Точность определения этих характеристик будет возрастать при использовании различных (не менее двух) методов для одного и того же месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гохштейн А.Я. Поверхностное натяжение твердых тел и адсорбция. – М.: Наука, 1976. – 256 с.
2. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. – 508 с.
3. Юров В.М., Портнов В.С., Лаурина В.Ч. и др. Размерные эффекты и физические свойства малых частиц и тонких пленок. – Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского университета, 2013. – 116 с.
4. Поплавский Р.П. Термодинамика информационных процессов. – М.: Наука, 1981. – 255 с.
5. Портнов В.С., Юров В.М. Термодинамические аспекты в магнитометрии // Труды университета / Сб. научн. трудов КарГТУ, Караганда, 2003, Вып. 2. – С. 56-58.
6. Юров В.М., Халенов О.С., Закомолкин В.А. Модель электропроводности твердых растворов // Вестник развития науки и образования, 2010, № 3. – С. 7-10.
7. Юров В.М., Портнов В.С., Пузеева М.П. Способ измерения поверхностного натяжения магнитных материалов // Патент РК № 58158. Оpubл. 15.12.2008, Бюл. № 12.

УДК 669-026.661

О влиянии комплексного раскислителя на механические свойства низколегированной стали

А.Б. АХМЕТОВ¹, к.т.н., зам. директора по науке,

В.А. ЮДАКОВА², докторант,

Г.Д. КУСАИНОВА¹, н.с. лаб. «Металлургия стали и материаловедение»,

¹Химико-металлургический институт им. Абишева,

²Карагандинский государственный технический университет, кафедра ММиН

Ключевые слова: раскисление, низколегированная сталь, ферросиликоалюминий, механические свойства, кремний, алюминий, сера.

По окончании окислительного периода в стали растворено превышающее допустимое количество кислорода, зависящее в основном от концентрации углерода и значительно превышающее равновесное с ним значение (определяемое из соотношения $[C]:[O] = 0,0025 \%$). Целью раскисления является снижение содержания кислорода в жидкой стали до уровня, обеспечивающего требуемое поведение металла при кристаллизации.

При высоком содержании кислорода (на уровне равновесного с углеродом и более) существенно повышается вредное влияние неметаллической фазы. Поэтому для обеспечения более высоких свойств металлических изделий необходимо получать минимально возможное содержание кислорода в стали. Основным способом, позволяющим этого достичь, является «глубинное» или «осаждающее» раскисление, которое заключается в переводе растворенного кислорода в нерастворимый окисел путем введения в объем металла раскислителя – элемента, обладающего высоким сродством к кислороду. При этом предпочтительнее применять комплексное раскисление, заключающееся во введении одновременно нескольких элементов с высоким сродством к кислороду. Эффект такого технологического приема заключается в снижении активности продуктов раскисления за счет их взаимодействия между собой. Кроме того, образующиеся при этом сложные оксиды имеют более низкую температуру плавления, скорость их укрупнения возрастает, и, соответственно, условия удаления образу-

ющихся продуктов раскисления улучшаются [1].

С целью исследования влияния типа раскислителя на механические свойства низколегированной стали в кислородно-конвертерном цехе АО «АрселорМиттал Темиртау» были проведены опытно-промышленные испытания с раскислением стали марки 09Г2С по действующей технологии – ферросилицием (ФС) и вторичным алюминием, и с использованием взамен них нового комплексного раскислителя – ферросиликоалюминия (ФСА) [2]. Проведено изучение качественных показателей (уровня механических свойств) опытного металла (образцов листа, прошедшего горячую прокатку) в сравнении с показателями проката из стали, раскисленной по действующей технологии.

Обработано 98 плавов, из них 68 плавов с ФС55А15 и ФС60А20, 30 плавов с ФС45А15 и 43 плавки с ФС65. Сравнительные данные механических свойств проката опытной и сравнительной стали приведены в таблице 1, из которой следует, что по механическим свойствам сталь 09Г2С опытных и сравнительных плавов практически не различается, но опытная сталь имеет несколько лучшие результаты. При этом, несмотря на некоторое увеличение прочностных свойств, образцы опытной партии стали выдержали испытание на предел текучести и относительное удлинение, что свидетельствует о достаточных пластических свойствах металла. Влияние марганца не рассматривалось, так как на опытных плавках и на сравнительных плавках марганец вносился силикомарганцем в одних и тех же количествах и его содержание в

готовом металле во всех вариантах одинаково.

Из анализа данных таблицы 1 следует, что вследствие даже незначительного увеличения предела текучести по сравнению с пределом прочности возросла также величина отношения σ_m / σ_b от 0,66 до 0,83, что также свидетельствует об улучшении пластических свойств стали при раскислении ее сплавом ФСА.

Сравнение показателей, относящихся к первому и второму варианту, показывает, что раскисленная сплавом ФС55А15 сталь отличается более высокими свойствами, нежели сталь, раскисленная ферросилицием. С использованием сплава ФС60А20 при незначительном увеличении пластических свойств заметно повышаются прочностные характеристики, что видно из усредненных значений величин временного сопротивления, предела текучести, относительного удлинения при практически равных значениях ударной вязкости.

При раскислении стали сплавом ФС45А15 заметной разницы в отношении механических характеристик не наблюдается, имеются некоторые колебания ударной вязкости (таблица 1).

Некоторое улучшение механических свойств стали при раскислении ее сплавами ФС55А15 и ФС60А20 может быть объяснено уменьшением количества оксидных включений в металле, выявленным при анализе металлографических свойств проката, так как между содержанием оксидов и механическими свойствами существует закономерная связь. Количество оксидов наиболее значительно уменьшилось в результате применения сплавов ФСА, нежели чем на сравнительном металле. Соответственно в первом случае имели и большее значение пластические и прочностные свойства. Определенное значение имеет также и уменьшение размера оксидных включений,

что тоже способствует улучшению пластических свойств стали. Следовательно, применение ФС55А15 и ФС60А20 и в этом отношении оказалось предпочтительнее. В таблице 2 приведены средние значения механических свойств проката толщиной 6, 6-10 и >10 мм при различных температурах испытания на ударную вязкость.

Результаты испытаний как при температуре +20, так и при температуре –40–70°C показали, что опытная сталь удовлетворяет всем требованиям ГОСТа и имеет лучшие свойства, чем сравнительная сталь. Ударная вязкость при –40°C при толщине 6 мм > 6-10 мм на 2 Дж/м² выше, а при толщине >10 мм на 13 Дж/м² выше, чем для сравнительной стали. Средний предел текучести составляет для толщины 6 мм 422 МПа при относительном удлинении 32,5%. Эти показатели также лучше показателей сравнительной стали.

Можно предполагать, что некоторое улучшение механических характеристик обусловлено также количеством внесенного в металл кремния.

На рисунках 1-4 представлены результаты зависимости механических свойств от кремния внесенного (Si в%), исходя из которых видно, что показатели ударной вязкости и временного сопротивления на опытных плавках стабильные. Хотя, как следует из рисунка 4, линия ударной вязкости плавно снижается с увеличением кремния внесенного при некотором увеличении предела текучести (рисунок 3), при стабильности пластических свойств (рисунок 1) и предела прочности (рисунок 2). Кроме того, образцы опытной партии стали выдержали испытание на относительное удлинение (рисунок 1) и на предел текучести (рисунок 3), что свидетельствует о хороших пластических свойствах металла. Это доказывает, что идти на чрезмерное увеличение внесения кремния не следует.

Таблица 1 – Механические свойства низколегированной стали 09Г2С

Вариант раскисления (кол-во плавов)	Механические свойства					
	Ударная вязкость, Дж/м ²			Временное сопротивление (σ_b), МПа	Предел текучести (σ_m), МПа	Относительное удлинение ($\sigma_{0,2}$), %
	+ 20 °C	– 40 °C	– 70 °C			
ФС55А15	54,0÷97,0	49,00÷86,0	41,0÷83,0	380,0÷625,0	250,0÷515,0	26,0÷35,0
ФС60А20 (68)	57,11	64,14	58,10	530,94	406,93	29,30
ФС65 (43)	49,00÷95,00 56,14	48,00÷105,0 63,20	38,0÷88,0 55,65	345,0÷610,0 517,51	265,0÷490,0 393,9	25,0÷35,0 28,89
ФС45А15 (30)	40,09÷82,17 52,11	45,00÷80,0 59,02	36,0÷80,0 54,14	371,0÷605,0 521,89	244,0÷493,0 399,03	22,0÷31,0 23,44

Таблица 2 – Механические свойства опытных и сравнительных плавов стали марки 09Г2С

Вариант раскисления	Толщина, мм (кол-во плавов)	Механические свойства					
		Ударная вязкость, Дж/м ²			Временное сопротивление (σ_b), Мпа	Предел текучести (σ_m), МПа	Относительное удлинение ($\delta_{0,2}$), %
		+ 20	– 40	– 70			
ФСА	6(31)	59,27 40,0÷83,0	74,64 54,0÷90,0	61,07 36,0÷74,0	529 500÷620	422 360÷515	32,5 25÷40
	>6-(10)	61,32 51,90÷90,0	68,92 48,0÷101,0	66,39 49,0÷86,0	492 440÷560	385 315÷440	30,7 27÷37
	>10(9)	79,38 74,0÷85,0	80,50 79,0÷84,0	51,75 34,0÷76,0	464 435÷490	366 335÷390	30,3 26,0÷36,0
ФС65	6(11)	58,85 38,0÷77,0	72,70 49,0÷97,0	61,18 10,0÷82,0	522 455÷570	413 370÷455	29,2 14÷38
	>6-10(13)	67,17 45,0÷74,0	67,0 46,0÷83,0	58,90 41,0÷72,0	480 450÷530	367 335÷410	30,6 24÷35
	>10	59,50 40,0÷74,0	67,5 54,0÷80,0	42,25 34,0÷64,0	453 440÷475	348 325÷370	30,0 28÷30

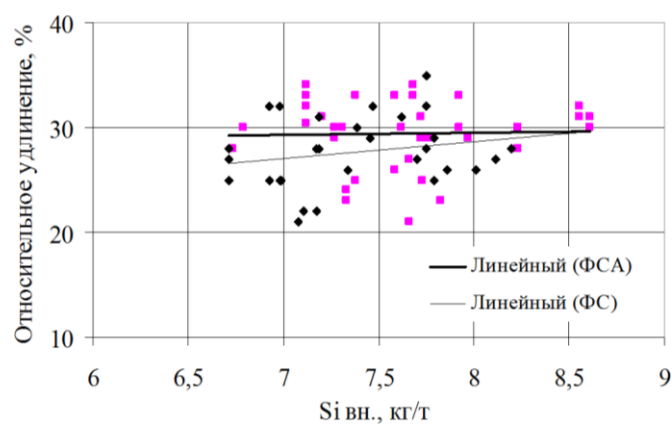


Рисунок 1 – Зависимость относительного удлинения от $[Si]_{вн}$ (марка стали 09Г2С)

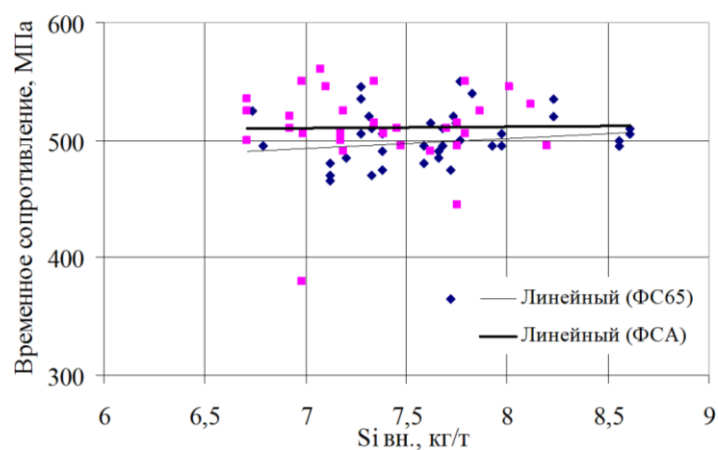


Рисунок 2 – Зависимость временного сопротивления от $[Si]_{вн}$ (марка стали 09Г2С)

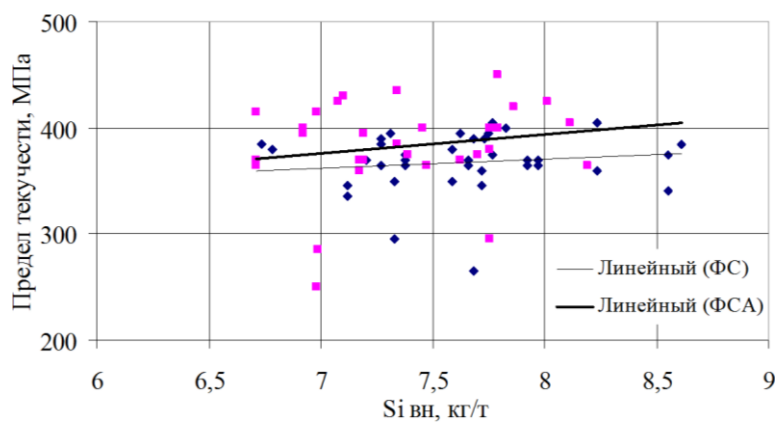


Рисунок 3 – Зависимость предела текучести от $[Si]_{вн}$ (марка стали 09Г2С)

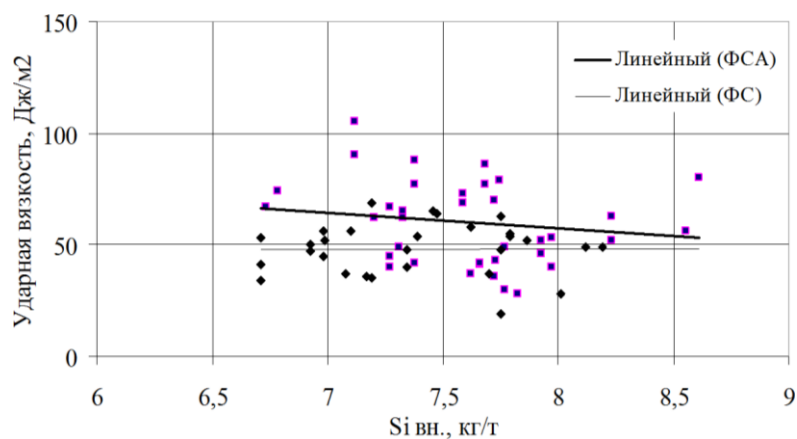


Рисунок 4 – Зависимость ударной вязкости от $[Si]_{вн}$ (марка стали 09Г2С)

Считается, что прочностные показатели металла существенно не изменяются в зависимости от внесенного алюминия.

Как выявлено, увеличение количества алюминия, а на опытных плавках алюминия вносилось на 0,7-1,0 кг/т больше, чем на сравнительных плавках, на прочностных и других показателях в худшую или лучшую сторону не сказалось. Поэтому при использовании ФСА необходимо, учитывая алюминий, дополнительно вносимый с ФСА, адекватно снизить расход чушкового алюминия. Тем более, увеличение остаточного алюми-

ния в готовом металле до 0,02-0,03% считается оптимальным для повышения уровня механических свойств стали. На плавках с использованием ФСА возросла доля плавков с содержанием остаточного алюминия выше 0,025%, что свидетельствует о более глубокой раскисленности стали и обуславливает измельчение ее структуры через образование нитридов, служащих зародышами кристаллизации. Поэтому при раскислении стали ферросиликоалюминием заметно повышаются прочностные и пластические характеристики с повышением служебных свойств стали (рисунки 5-8).

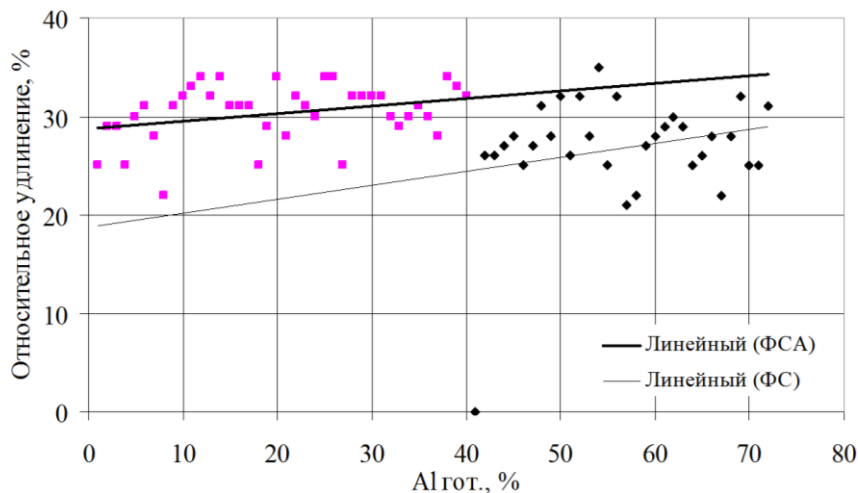


Рисунок 5 – Зависимость относительного удлинения от $[Al]_{\text{гот}}$ (марка стали 09Г2С)

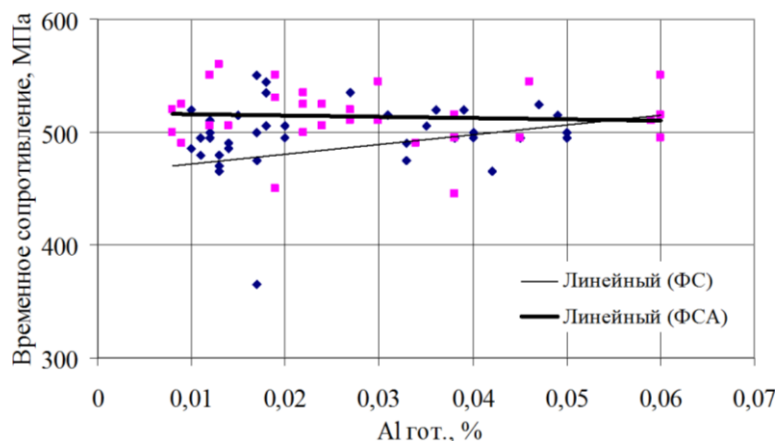


Рисунок 6 – Зависимость временного сопротивления от $[Al]_{\text{гот}}$ (марка стали 09Г2С)

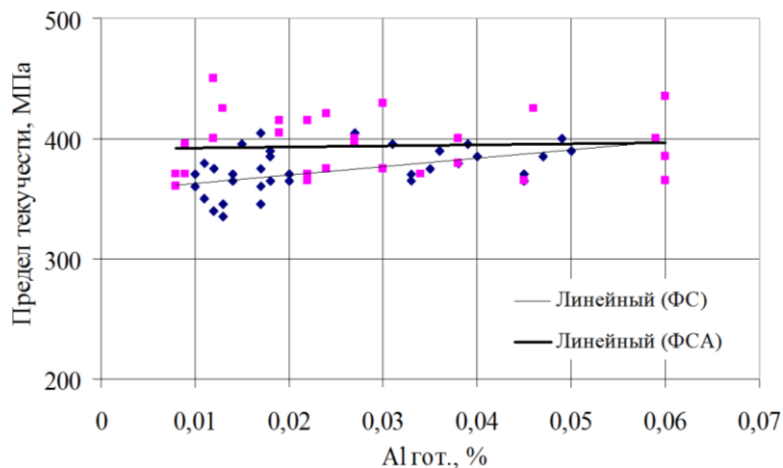


Рисунок 7 – Зависимость предела текучести от $[Al]_{\text{гот}}$ (марка стали 09Г2С)

Заметное влияние на механические свойства стали, особенно на ударную вязкость и трещинообразование при изгибе, оказывает содержание серы в готовом металле, поступающей с чугуном и плохо удаляемой в конвертерной плавке из-за высокого окислительного потенциала.

На рисунке 9 дана зависимость ударной вязкости от серы в готовом металле $[S]_{\text{гот}}$.

Известно, что сера начинает отрицательно влиять на ударную вязкость и пластичность при содержании ее в готовом металле от 0,02 до 0,06%, что наглядно прослеживается на рисунке 9: с повышением серы в готовом металле, начиная с 0,02%, при увеличении прочностных свойств линия ударной вязкости и пластических свойств плавно снижается как на опытных, так и на сравнительных образцах стали.

Таким образом, анализ результатов механических свойств показал, что при использовании сплава ФСА для обработки стали марки 09Г2С и прочностные, и пластические свойства удовлетворяют требованиям ГОСТа. При этом показатели механических свойств опытного металла несколько выше, чем у сравнитель-

ного. Это доказывает, что при равном уровне содержания серы (в среднем 0,015-0,018%) в металле конвертерного производства использование ФСА способствует модифицированию окисьюсulfидных неметаллических включений в более благоприятную глобулярную форму через образование легкоплавкой эвтектики, что благоприятно сказывается на механических свойствах опытного металла в целом. Так, например, среднее значение временного сопротивления превышает допустимое по ГОСТ 19282-73 и составляет 530,94 против 517,31 МПа, относительное удлинение 29,3 против 28,89%, предел текучести – 406,93 против 393,9 МПа на сравнительных плавках. С использованием ФСА мелкой фракции среднее значение временного сопротивления составляет 521,89 против 524,89 МПа, относительное удлинение 23,44 против 29,08, предел текучести 23,44 против 28,09 МПа на сравнительных плавках. Таким образом, из сравнения вариантов раскисления сплавами видно, что использование сплавов ФС55А15 и ФС60А20 для раскисления металла более эффективно, чем при использовании ФС45А15 и не уступает в эффективности сплаву ФС65.

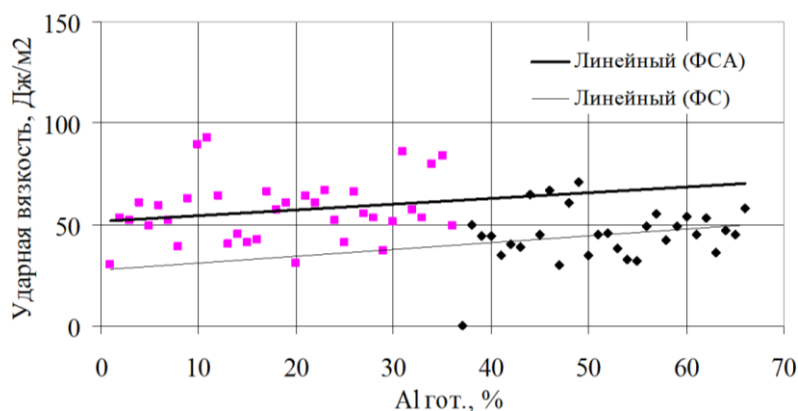


Рисунок 8 – Зависимость ударной вязкости от $[Al]_{\text{гот}}$ (марка стали 09Г2С)

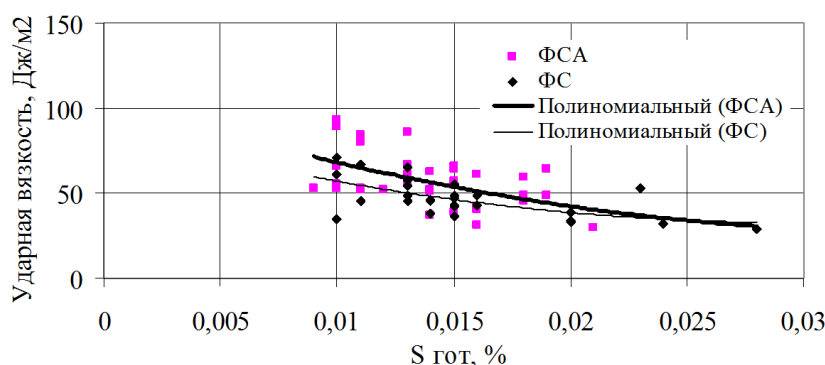


Рисунок 9 – Зависимость ударной вязкости от $[S]_{\text{гот}}$ (марка стали 09Г2С)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ромашкин А.Н. Раскисление как технологический прием. http://steelcast.ru/steel_deoxidation_as_technological_method 2009.
2. Ахметов А.Б., Толымбеков М.Ж., Байсанов С.О., Огурцов Е.А., Жиембаева Д.М. Некоторые аспекты производства и применения комплексных ферросплавов в металлургии // Сталь. – 2009. – № 5. – С. 34-37.

УДК 552.2

Напряженно-деформированное состояние массива горных пород

Р.Ж. АЙМАГАМБЕТОВА, преподаватель, кафедра ПС,
Ж. САЙЛАУҚЫЗЫ, ст. преподаватель, кафедра ИТБ,
 Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, горный массив, выработка квадратного сечения, метод конечных элементов.

Исследование напряженно-деформированного состояния вокруг подземных выработок и в связи с этим определение давления горных пород, действующего на крепь, является одной из основных задач горного дела. Сложность данной задачи объясняется разнообразием свойств горных пород, условиями проведения и залегания самих выработок, геометрией и пр.

Для линейной трещины в упругом поле количественной мерой особенности является коэффициент интенсивности напряжений, который исчерпывающим образом характеризует поле напряжений вблизи вершины трещины. Зная определение коэффициента интенсивности напряжений, можно сказать, является ли данное состояние тела критическим. Для углового выреза сложнее: коэффициент сингулярности зависит от угла раскрытия выреза и только в пределе совпадает с коэффициентом интенсивности напряжений, когда угловой вырез переходит в двусторонний разрез. В случае сложного напряженного состояния для углового выреза поле напряжений имеет две сингулярные составляющие. Коэффициенты сингулярности не являются константами материала, так как зависят от угла раскрытия, следовательно, не могут быть определены экспериментально.

Постановка задачи. В массиве горных пород со средним удельным весом γ вертикальная составляющая горного давления на глубине h равна γh , а горизонтальная – $\alpha\gamma h$, где α – коэффициент бокового давления. Расчетная схема механической модели работы горного массива с горизонтальной квадратной выработкой выбирается, следуя рекомендациям, изложен-

ным в монографии [1]. Весомая среда с отверстием будет моделироваться при помощи невесомой среды, для которой на бесконечности заданы усилия γh , создающие эквивалентное состояние у выработки (рисунки 1). Исследуется случай плоской деформации. Данная схема дает удовлетворительные результаты для выработок, залегающих на достаточно большой глубине от поверхности, точнее, при $h/r \geq 50$ (r – радиус выработки).

Метод решения. Для решения поставленной задачи используется метод конечных элементов. Рассматриваем шестиузловый треугольный элемент с прямолинейными границами второго порядка аппроксимации [2].

Перемещения любой точки внутри элемента задаются вектор-столбцом

$$f = N\delta^e = [N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6] \cdot \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где компоненты N являются в общем случае функциями положения, а δ^e представляют собой перемещения узловых точек рассматриваемого элемента.

Если известны перемещения во всех точках элемента, то в них можно определить деформации. Они находятся с помощью соотношения

$$\varepsilon = B\delta^e. \quad (2)$$

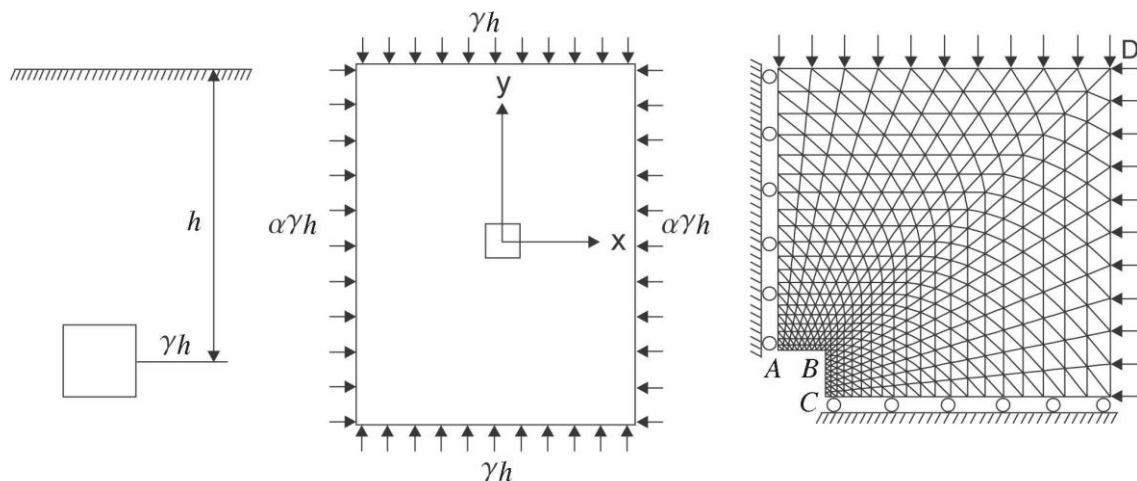


Рисунок 1 – Расчетная схема

Матрица B может быть получена из соотношения (1), если известны функции формы N_i ($i = 1, \dots, 6$).

В предположении упругого поведения соотношения между напряжениями и деформациями будут линейными:

$$\sigma = D\varepsilon, \quad (3)$$

где D – матрица упругости, содержащая характеристики материала.

Приравняв работу внешних сил суммарной внутренней работе, получаемой интегрированием по объему элемента, имеем:

$$d\delta^{eT} F^e = d\delta^{eT} \left(\int B^T \sigma dV - \int N^T p dV \right).$$

Эта зависимость является одной из основных характеристик любого элемента. Матрица жесткости принимает вид:

$$K^e = \int B^T D B dV.$$

Рассмотрим случай, когда на границе задана распределенная внешняя нагрузка g на единицу площади. Тогда в узлах граничного элемента следует приложить дополнительную нагрузку.

Выше принцип виртуальной работы был применен к отдельному элементу и введено понятие эквивалентной узловой силы.

Можно считать, что соотношение (1) относится ко всей конструкции, т.е. что $f = \bar{N}\delta$, где столбец δ содержит все узловые точки, а $\bar{N}i = N_i^e$, если рассматриваемая точка принадлежит элементу e , т.е. точка i сопряжена с этим элементом. Если точка i не принадлежит рассматриваемому элементу, то $\bar{N}i = 0$.

После учета $df = \bar{N}d\delta$, $d\varepsilon = \bar{B}d\delta$, а также выражения (3) и приравняв внутренней и внешней работам получаем:

$$K\delta + F_p + F_b - R = 0. \quad (4)$$

Произвольный элемент матрицы жесткости имеет вид

$$K_{ij} = \int_V \bar{B}_i^T D \bar{B}_j dV, \quad (5)$$

где интеграл берётся по всей области. Решение уравнения (4) дает смещение узловых точек элементов. Внутренние усилия в узлах элемента получаются умножением матрицы жесткости (5) на вектор перемещений.

Полученные результаты. Численные методы производились при следующих значениях материала горной породы: модуль Юнга $E = 5 \cdot 10^5$ Па, коэффициент Пуансона $\nu = 0,3$, $\gamma = 2500$ кг/м³, $\alpha = 0,25$. Размеры выработки 2×2 м, $h = 500$ м. Сходимость метода проверялась на последовательности сгущающихся сеток, содержащих 3200, 6400, 8122 элемента, использовались как квадратичные треугольные элементы, так и четырёхугольные элементы с кубической аппроксимацией. Результаты, представленные на рисунках 2-7, получены на сетке, содержащей 8122 шестнадцати-узловых четырёхугольных элемента и 73555 узлов.

В угловых точках имеет место концентрация напряжений. Разбиение на недостаточно мелкие конечные элементы приводит к значительному отклонению приближенного решения от точного на контуре выработки. Необходимо сгущать сетку в областях

высоких градиентов напряжений. Степень приближенности решения методом конечных элементов оценивалась путем сопоставления с точным решением для изотропной пластины с круговым отверстием [2].

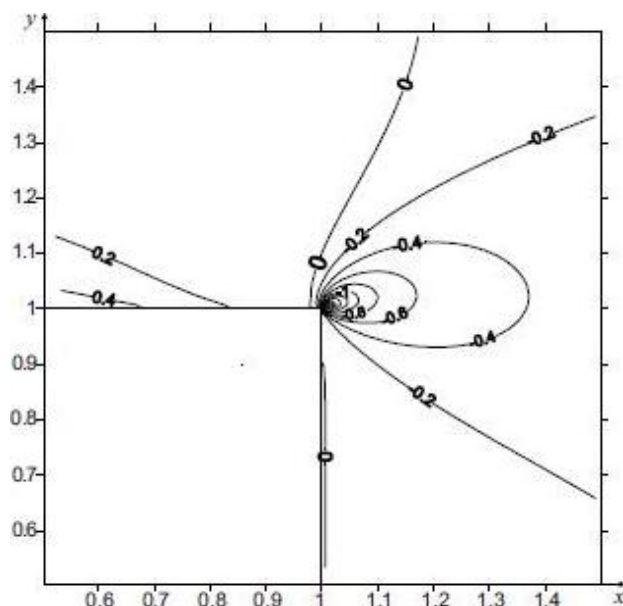


Рисунок 2 – Изолинии наибольшего главного напряжения σ_1

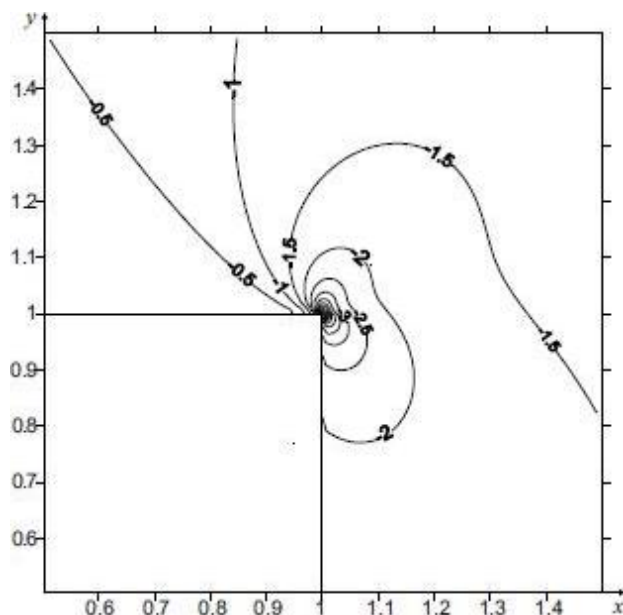


Рисунок 3 – Изолинии наименьшего главного напряжения σ_2

Анализ представленных на рисунках 2-4 результатов обнаруживает в окрестности точки B область концентрации напряжений, которая представляет опасную зону, где породы подвергаются сжатию, которые могут превысить предел прочности. По мере углубления в массив эта концентрация быстро снижается, и уже на расстояниях порядка двух диаметров выработки отклонения σ_1 , σ_2 , $\tau_{\max}$ от начального напряжённого состояния не превышают 15%. На кровле выработки (линия AB) появляются растягивающие напряжения, которые вызывают нарушение сплошности пород, поскольку плохо сопротивляются растяжению.

На рисунках 5-7 приведены эпюры главных напряжений на линиях AB , BC и BD . Наибольшее главное напряжение σ_1 имеет положительный максимум в точке $x=0,95$, затем резко падает до отрицательных значений при приближении к точке B (рисунок 5). Такой же максимум наблюдается на линии BC (рисунок 6). На линии BD , наклоненной к оси OX под углом 45° , распределение главных напряжений сменяется резким возрастанием сжимающих напряжений вблизи угловой точки B . Увеличение кривизны контура выработки по сравнению с круговым контуром увеличивает концентрацию контурных напряжений.

Изменение формы поперечного сечения выработки влияет только на распределение контурных напряжений. Наиболее прочной в заданных горно-геологических условиях будет выработка с контуром, обеспечивающим постоянство контурных напряжений.

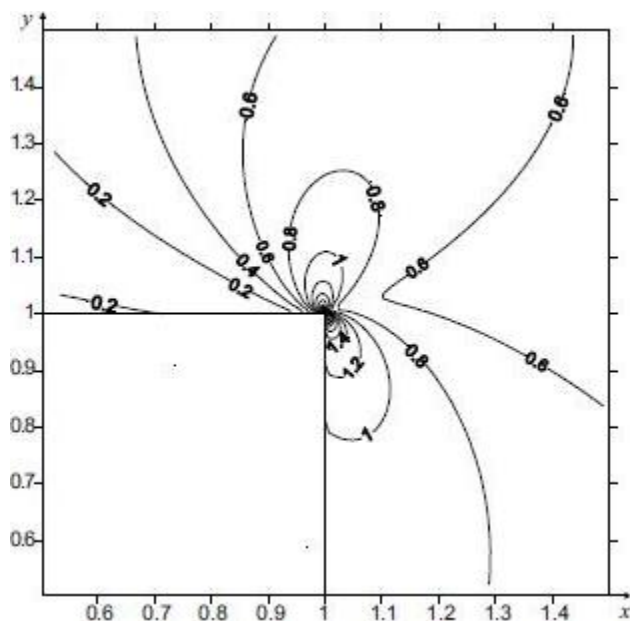


Рисунок 4 – Изолинии наибольшего касательного напряжения $\tau_{\max}$

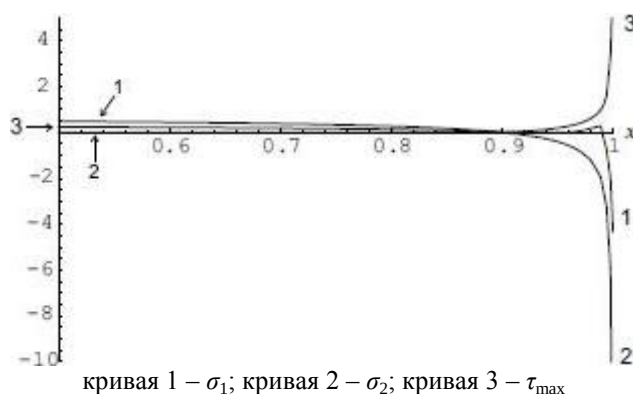


Рисунок 5 – Распределение напряжений на линии AB

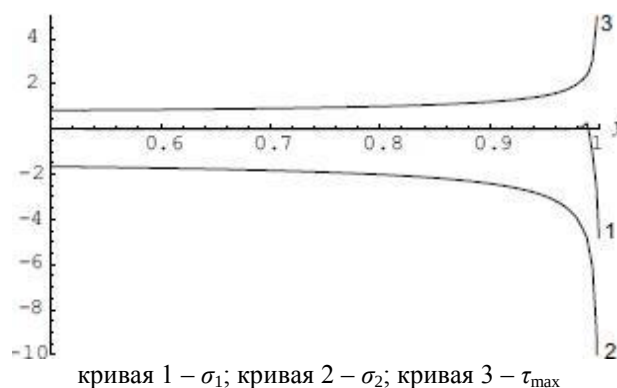


Рисунок 6 – Распределение напряжений на линии BC

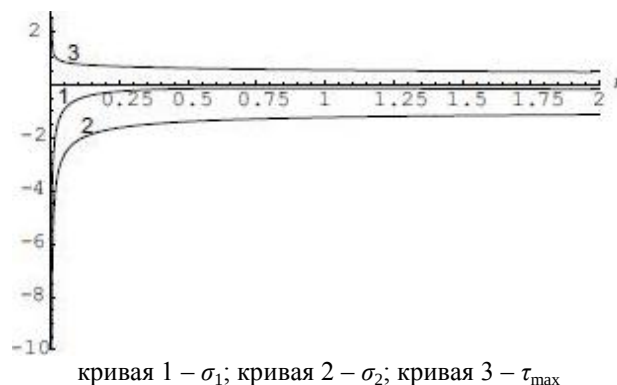


Рисунок 7 – Распределение напряжений на линии BD

Прочностные свойства неразрушенной породы описываются огибающей кругов Мора. Особенностью теории прочности Мора является то, что она описывает разрушение в результате как сдвига, так и отрыва. Напряжения на рисунках 2-7 представлены в безмерном виде. Варьируя параметр h , можно получать распределение напряжений около выработки произвольной глубины заложения.

При построении дискретно-интегральных критериев используются понятия классической механики разрушения и физики твердого тела, связанные со структурой материала. Исходя из статьи А.З. Бигалиевой, М.М. Коккоз, реальная трещина не является двусторонним разрезом, а может представлять собой угловой вырез, угол раскрытия которого определяется способом получения трещины. Особенности возникающих задач механики разрушения отмечены в работе [3]. Для случая антиплоской деформации коэффициент интенсивности напряжений при модифицированном коэффициенте сингулярности получен [4].

Подобные задачи являются типичными в механике горных пород. Для описания разрушения в окрестности углового выреза необходимо выделение сингулярности составляющей поля напряжений, что в случае сложного напряженного состояния требует применения численных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баклашов И.В. Геомеханика: Учебник для вузов. Том 1. Основы геомеханики. М.: МГГУ, 2004. 105 с.
2. Алексеев А.Д. Физика угля и горных процессов. К.: Наукова думка, 2010. 205 с.
3. Бигалиева А.З., Коккоз М.М., Метод расчёта на прочность трёхмерных объектов проектирования на основе метода конечных элементов // Автоматизация и современные технологии. 2012. № 9. С. 32-34.
4. Корнев В.М. Модификация критериев разрушения Нейбера – Новожилова для угловых вырезов // ПМТФ. 2002. Т. 43. № 1. С. 153-159.

УДК 691.5

Технология изготовления вяжущих веществ низкой водопотребности

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

Ключевые слова: вяжущие материалы, гидратация, малоклинкерные вяжущие, водопотребность, механо-химическая активация

Высокоэффективные вяжущие вещества нового поколения сегодня получают с использованием многокомпонентных составов, обеспечивающие получение высококачественных бетонов различного функционального назначения с улучшенными строительно-эксплуатационными свойствами. В основу создания таких вяжущих положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов и некоторые другие приемы. По такому принципу получают малоклинкерные вяжущие, содержащие отходы различного происхождения, включая зольные и шлаковые отходы [1,2]. Следует отметить, что теоретические аспекты данного вопроса поднимались ранее [3,4]. Однако они требуют дополнительных экспериментальных подтверждений и обсуждения.

Новые возможности улучшения строительно-технических свойств вяжущих при одновременном повышении степени утилизации промышленных отходов дало применение в технологии производства многокомпонентных вяжущих метода механохимической активации, на котором основано получение вяжущих нового поколения – вяжущие низкой водопотребности.

Технология изготовления вяжущих низкой водопотребности основана на механической активации

портландцемента или клинкера с минеральными добавками и модификатором, содержащим водопонижающий компонент, например, сухой порошкообразный суперпластификатор С-3. Механическая активация осуществляется путем совместного помола указанных компонентов по специальному режиму в помольных агрегатах периодического или непрерывного действия, главным образом, в шаровых мельницах. Свойства вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) и бетонов на их основе изменяются в широких пределах в зависимости от вида и содержания минеральной добавки, являющейся основным классификационным признаком вяжущих.

Чистоклинкерные вяжущие ВНВ-100 (100% портландцемента или клинкера) характеризуются максимальными прочностными показателями, темпами твердения и долговечностью. Их активность в зависимости от характеристик исходного цемента или клинкера составляет от 70 до 100 МПа, а темпы твердения обеспечивают возможность изготовления железобетонных изделий и конструкций без тепловлажностной обработки при достижении отпускной прочности через 18-24 ч после формования. Для бетонов на основе ВНВ-100 характерны повышенные значения кубиковой и призмочной прочности (от 70 до 100 МПа при расходах вяжущего в пределах 300-500 кг/м³, а при

использовании высококачественных заполнителей – до 150 МПа), водонепроницаемости, сульфатостойкости, морозостойкости (600-800 циклов и более).

Уменьшение доли цемента в вяжущем до 50% с введением соответствующего количества минеральных добавок (кварцевого песка, доменного гранулированного шлака или их смеси в равных соотношениях) приводит к некоторому снижению активности вяжущего (ВНВ-50), которая составляет от 50 до 80 МПа, прочность бетона 60-70 МПа, морозостойкость не ниже 400-600 циклов.

Активность вяжущего с содержанием клинкерной части 30% (ВНВ-30) в зависимости от вида минеральной добавки соответствует активности портландцементов марок 400-600 (40-60 МПа) и обеспечивает получение прочности бетонов не менее 40-50 МПа при морозостойкости не ниже 200 циклов.

Присущие ВНВ и бетонам на их основе особенности свойств связаны с результатом механохимической активации, которая приводит к частичному диспергированию зерен цемента по слабым связям и механодеструкции элементов их структуры. При этом существенно возрастает количество активных центров в единице объема, что может быть отнесено и к поверхности зерен кремнеземистой части минеральной добавки в составе вяжущего. По мнению авторов [5], в процессе механоактивации происходит своеобразное блокирование (капсулирование) высокодисперсных и высокоактивных частиц цемента и активной минеральной добавки молекулами органического модификатора (суперпластификатор С-3), что сопровождается своеобразной подготовкой поверхности частиц твердой дисперсной фазы к взаимодействию с дисперсионной средой – водой. При этом авторами не исключается образование органоминеральных комплексов между тонкодисперсными клинкерными минералами и молекулами модификатора за счет механодеструкции и перестройки образованных структур в процессе механической обработки системы. Предполагается, что имеет место достаточно прочное закрепление и фиксация указанных оболочек молекул модификатора на аморфизированной поверхности полиминеральных зерен.

В конечном итоге при этом достигается значительное (на 30-40%) снижение водопотребности ВНВ по сравнению с исходными цементами и обеспечивается длительное сохранение гидратационной активности вяжущего при его хранении.

Таким образом, практическая реализация принципов физико-химии в технологии получения вяжущего позволила исключить характерное для традиционных портландцементов противоречие между повышением гидратационной активности, темпов твердения и прочности при увеличении дисперсности клинкерных зерен и негативными последствиями этого, которые выражаются в увеличении водопотребности, быстрой потере активности при хранении и интенсивном расходе клинкерного фонда, что уменьшает способность современных тонкомолотых цемента к «самозалечиванию» при длительной эксплуатации конструкций и может отрицательно сказаться на их долговечности.

Отмеченные особенности свойств вяжущих низкой водопотребности объясняются, прежде всего, особенностями их гидратации, позволяющими наиболее полно реализовать вяжущие свойства клинкерной составляющей вяжущих, что отражают приведенные данные в таблице 1 [6].

Из приведенных в таблице 1 данных следует, что степень гидратации алита в ВНВ-100 существенно ниже, чем в исходном портландцементе, особенно в раннем возрасте. Этому соответствует пониженное содержание извести в продуктах гидратации ВНВ-100. Вместе с тем, прочность цементного камня на ВНВ во все сроки значительно превышает прочность исходного портландцемента.

При введении минеральной добавки степень гидратации алита в клинкерной части ВНВ возрастает тем больше, чем выше содержание добавки, что является следствием взаимодействия кремнеземистой составляющей минеральной добавки с выделяющейся при гидратации клинкерной составляющей вяжущего известию.

Таблица 1 – Степень гидратации и прочность цементного камня на исходном портландцементе и ВНВ-100

Время, сут.	Прочность при сжатии, МПа		Степень гидратации алита, %		Содержание извести, %	
	ПЦ	ВНВ-100	ПЦ	ВНВ-100	ПЦ	ВНВ-100
1	32,0	82,4	52,3	26,7	2,8	0,9
3	57,5	124,5	59,0	34,0	4,5	1,2
7	72,6	156,7	66,7	40,0	6,3	1
28	81,7	184,0	71,4	52,0	8,2	2,6
90	90,3	196,2	78,0	56,2	9,1	2,8
180	98,5	206,0	81,6	64,3	9,8	3,1

Об этом свидетельствуют приведенные в таблице 2 результаты определения степени гидратации алита в различных вяжущих низкой водопотребности, в том числе ВНВ-40 – ВНВ-80, содержащих соответственно 60-20% золы-уноса ТЭЦ-22 Мосэнерго [6].

Таблица 2 – Влияние вида вяжущего на степень гидратации алита в цементном камне из теста нормальной густоты (НГ)

Вид вяжущего	В/Вяж	Степень гидратации алита, %		
		1 сут	28 сут	90 сут
Исходный ПЦ	0,26	52	73	76
ВНВ-100	0,175	26	54	62
ВНВ-80	0,179	28	66	74
ВНВ-60	0,18	29,5	68	78
ВНВ-40	0,186	31	72	83

Следствием пуццолановой реакции в вяжущих низкой водопотребности с минеральной добавкой является пониженное содержание свободной извести в продуктах гидратации, которое в возрасте 28 сут составляет: в цементном камне на исходном портландцементе – 9,4%, в цементном камне ВНВ-100 – 3,5%, ВНВ-80 – 2%, ВНВ-60 – 1,6%, ВНВ-40 – 1,4%. Это предопределяет повышенную коррозионную стойкость бетонов на основе ВНВ с минеральными добавками (в том числе сульфатостойкость, стойкость к выщелачиванию). Вместе с тем, в работе [6] было

показано, что ВНВ с минеральными добавками, в том числе золами-унос, обладают существенными преимуществами по сравнению с тонкомолотыми цементными вяжущими (ТМЦВ) аналогичного вещественного состава, но с автономным применением суперпластификатора, как по обеспечению первичных защитных свойств бетонов по отношению к стальной арматуре, так и по сохранению клинкерного фонда при длительном твердении, а также по показателю диффузионной проницаемости и характеристикам поровой структуры.

Анализ рассмотренных данных показывает, что ВНВ, содержащие до 70% минеральных добавок (песок, зола, доменный шлак) по основным строительно-техническим свойствам, сопоставимы с традиционными портландцементными марки 400, обнаруживая, зачастую, значительные резервы прочности. Это позволяет рассчитывать на возможность дальнейшего сокращения доли клинкерной части вяжущего, обеспечив тем самым наиболее полную реализацию ее гидравлических свойств для изготовления строительных материалов и изделий, к которым не предъявляются высоких требований по прочностным свойствам и морозостойкости. Такими изделиями являются, прежде всего, бетонные стеновые камни. В соответствии с требованиями ГОСТ 6133, стеновые камни по прочности при сжатии подразделяются на марки 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150 и 200, а марка по морозостойкости не превышает 50 циклов. Вместе с тем, в реальной строительной практике при возведении малоэтажных зданий (в том числе коттеджного и усадебного типа) требуемая марка стеновых камней по прочности, как правило, не превышает 50, а морозостойкость – 25-50 циклов. Если учесть, что по стандарту ГОСТ 6133-84 бетон для изготовления стеновых камней считается выдержавшим испытания на морозостойкость, если потеря прочности образцов после испытаний не превышает 25% от марочной прочности контрольных образцов (по ГОСТ 10060 – не более 5%), то требования к морозостойкости бетона стеновых камней будут еще мягче.

Исходя из вышесказанного и с учетом конструктивных особенностей стеновых камней (форма и размер пустот), наиболее употребляемая марка бетона по прочности для их изготовления соответствует марке 100-150 (класс бетона В7,5 – В12,5). При изготовлении изделий методом вибропрессования и правильно подобранном зерновом составе заполнителя бетон данной марки удовлетворяет и требованиям по моро-

зостойкости. Вместе с тем, необходимость использования жестких бетонных смесей и недостаток цементного теста для заполнения межзерновой пустоты мелкого заполнителя на практике приводят к перерасходу цемента и значительному превышению фактической прочности бетона по отношению к проектной марке. Избежать этого без снижения плотности и структурной прочности свежесформованных изделий, необходимой для немедленной распалубки позволяет использование малоклинкерных вяжущих, содержание клинкерного цемента в которых будет определяться только требованиями по прочности и морозостойкости, а также атмосферостойкости, так как для мелкоштучных неармированных изделий минимальный расход клинкерного цемента, обеспечивающий пассивацию стальной арматуры, может не рассматриваться.

Следует иметь в виду, что процесс механохимической активации при изготовлении малоклинкерных вяжущих 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 + 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 малоклинкерных вяжущих, но и определить возможность повышения вяжущих свойств малоклинкерных вяжущих за счет использования продуктов гидратации химической реакции между CaO , Ca(OH) с SiO_2 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. При этом приготовление вяжущего по технологии ВНВ 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Poon C.S., Ann T.W. Yu, L.H. Ng (2001). On-site Sorting of Construction and Demolition Waste in Hong Kong. Resources, Conservation and Recycling, 32 (2), 157-172.
2. Poon C.S., Kou S.C., Lam L. (2002). Use of Recycled Aggregates in Molded Concrete Bricks and Blocks. Construction and Building Materials, 16(5), 281-289.
3. Nataraja M.C., Nagaraj T.S., Bhavanishankar S., Ramalinga Reddy B.M. (2007). Proportioning Cement Based Composites with Burnt Coal Cinder // Materials and Structures, 40, 543-552.
4. Nataraja M.C., Das Lelin (2011). Feasibility Study for the Production of Non-structural Light Weight Concrete Using Characterized Cinder and GGBS // Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, 18 (5), 361-369.
5. Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф., Сердюк В.Н. Основные принципы получения высокоэффективных вяжущих низкой водопотребности // Промышленность строительных материалов. Серия 3. Промышленность сборного железобетона / ВНИИ-ЭСМ. – М., 1991, Вып. 1.
6. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1973. 480 с.

Расчет виброзащитных систем при случайных воздействиях

Ж.Б. БАКИРОВ, д.т.н., профессор,

Г.Д. ТАЖЕНОВА, к.т.н., ст. преподаватель,

М.Ж. БАКИРОВ, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ДАиПМ

Ключевые слова: виброизолятор, упруго-диссипативная характеристика, случайное воздействие, нелинейные колебания, спектральная плотность, дисперсия, спектральный метод, коэффициент линеаризации

Создание эффективных средств защиты от вибрации является одной из важных проблем современной техники. Особенно большое значение приобретают эти вопросы для технологических машин и транспортных средств. Для снижения уровня вибрации оборудования между источником вибрации и объектом устанавливают промежуточный элемент, называемый виброизолятором.

Развитие теории виброзащитных систем началось с решения задач виброизоляции оборудования в линейной постановке, основанной на применении классической теории малых линейных колебаний. Основные положения этой теории можно найти в работе [1]. Во многих практически важных случаях возмущающие воздействия являются случайными. Таковыми являются нагрузки на транспортные средства: автомобили, морские суда, летательные аппараты. Это привело к необходимости использования статистических методов к задачам виброзащиты [2].

Опыт проектирования и эксплуатации реальных виброзащитных систем показывает ограниченность хорошо разработанной линейной теории виброзащиты, ее непригодность для описания ряда явлений, происходящих в виброзащитных системах. Это связано с ограниченностью линейного участка упруго-диссипативных характеристик виброизолятора. Чем выше уровень вибрационных воздействий, тем больше проявляются нелинейные свойства виброизолятора. Указанные обстоятельства привели к созданию нелинейной теории виброзащиты [3,4].

Особые методы анализа нужны для исследования нелинейных колебаний виброзащитных систем при ударных и импульсных воздействиях. Специфическими являются расчеты нелинейных виброзащитных систем при полигармонических воздействиях. Большой проблемой является расчет эффективности и проектирование нелинейных виброзащитных систем при случайных воздействиях. Этой проблеме посвящена данная статья.

Анализ вынужденных колебаний при случайных воздействиях сводится к определению их вероятностных характеристик по вероятным характеристикам вибрационного воздействия.

Уравнение колебаний виброизолированного объекта массы m имеет вид

$$\ddot{x} + R(x, \dot{x}) / m = f(t),$$

где $R(x, \dot{x})$ – сила, возникающая в виброisolаторе;

$f(t) = F(t) / m$ – при силовом воздействии и

$f(t) = \omega^2 \zeta(t)$ – при кинематическом воздействии;

$F(t)$ и $\zeta(t)$ – случайные процессы;

ω – частота внешнего воздействия.

При кинематическом воздействии под x следует понимать относительное движение объекта.

Упруго-диссипативную характеристику виброизолятора $R(x, \dot{x})$ обычно представляют в виде суммы упругой и диссипативной силы

$$R(x, \dot{x}) = R_y(x) + R_g(x, \dot{x}).$$

Для линейных виброизоляторов, а также нелинейных виброизоляторов при малых смещениях эти функции являются линейными.

Для определения вероятностных характеристик перемещения в нелинейной системе воспользуемся методом статистической линеаризации. Для этого нелинейные упруго-диссипативные характеристики виброизолятора линеаризуем вокруг среднего значения перемещения m_x :

$$R_y(x) = R_0 + c_g(x - m_x), \quad R_g(x, \dot{x}) = b_g \dot{x}.$$

Коэффициенты линеаризации зависят от параметров колебательного процесса и при случайных воздействиях определяются методом статистической линеаризации [4]:

$$R_0 = \int_{-\infty}^{\infty} R_y(x) w(x) dx, \quad c_g = \frac{1}{\sigma_x^2} \int_{-\infty}^{\infty} R_y(x) (x - m_x) w(x) dx,$$

$$b_g = \frac{1}{\sigma_v^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} R_g(x, v) v w(x, v) dx dv, \quad (1)$$

где $v = \dot{x}$; σ_x^2 , σ_v^2 – дисперсии процессов;

$w(x) w(x, v)$ – плотности распределения процессов.

Пусть $f(t)$ является центрированным гауссовским процессом ($m_f = 0$). Если $m_f \neq 0$, то уравнение движения можно осреднить и найти отдельно среднее значение перемещения m_x . Линеаризованное уравнение движения имеет вид

$$\ddot{x} + 2\varepsilon_g \dot{x} + \lambda x + R_0 / m = f(t),$$

где x – центрированный случайный процесс;

$$\varepsilon_g = b_g / 2m; \quad \lambda^2 = c_g / m.$$

Эффективным способом решения этого уравнения

является спектральный метод, который позволяет определить спектральные плотности перемещения и скорости по формулам [5]

$$S_x(\omega) = \frac{S_f(\omega)}{(\lambda^2 - \omega^2)^2 + 4\varepsilon_g^2 \omega^2}, \quad S_v(\omega) = \omega^2 S_x(\omega).$$

Дисперсии процессов определяются по известным соотношениям

$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{\infty} S_x(\omega) d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{S_f(\omega) d\omega}{(\lambda^2 - \omega^2)^2 + 4\varepsilon_g^2 \omega^2}, \quad (2)$$

$$\sigma_v^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^2 S_f(\omega) d\omega}{(\lambda^2 - \omega^2)^2 + 4\varepsilon_g^2 \omega^2}. \quad (3)$$

Удовлетворяя далее уравнение движения, в среднем получаем $R_0 = 0$.

При случайных воздействиях условие эффективности виброзащиты заключается в снижении дисперсии силы в виброизоляторе

$$\begin{aligned} k^D &= \frac{\sigma_R^2}{m^2 \sigma_f^2} = \frac{1}{m^2 \sigma_f^2} \int_{-\infty}^{\infty} S_R(\omega) d\omega = \\ &= \frac{1}{m^2 \sigma_f^2} \int_{-\infty}^{\infty} (c_g^2 + b_g^2 \omega^2) S_x(\omega) d\omega \leq 1. \end{aligned}$$

Отсюда получаем выражение для коэффициента эффективности виброзащиты

$$k^D = \frac{1}{\sigma_f^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(\lambda^4 + 4\varepsilon_g^2 \omega^2) S_f(\omega)}{(\lambda^2 - \omega^2)^2 + 4\varepsilon_g^2 \omega^2} d\omega. \quad (4)$$

Для определения вероятностных характеристик колебаний надо найти коэффициенты линеаризации. Найдем их для наиболее часто используемых видов упругих характеристик, полагая плотности распределения нормальными. Будем считать упругие характеристики нечетными функциями. Тогда с учетом $R_0 = 0$ получаем везде $m_x = 0$.

Пусть виброизолятор имеет симметричную кубическую характеристику вида $R_y = cx + ex^3$. Тогда по второй формуле (1)

$$\lambda^2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_x^3 m} \int_{-\infty}^{\infty} (cx^2 + ex^4) e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx = \frac{c\sigma_x^2 + eM_4}{m\sigma_x^2}.$$

Для нормального закона $M_4 = 3\sigma^4$, поэтому

$$\lambda^2 = \lambda_0^2 (1 + 3\sigma_x^2 e/c), \quad \lambda_0^2 = c/m. \quad (5)$$

Для виброизолятора с предварительным натягом

$$R_y = cx + H_0 \text{sign}(x);$$

$$\begin{aligned} \lambda^2 &= \lambda_0^2 + \frac{H_0}{m\sqrt{2\pi}\sigma_x^3} \left(\int_{-\infty}^{\infty} x e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx - \int_{-\infty}^0 x e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx \right) = \\ &= \lambda_0^2 + \frac{2H_0}{m\sqrt{2\pi}\sigma_x^3} \int_0^{\infty} e^{-u/\sigma_x^2} du = \lambda_0^2 \left(1 + \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{H_0}{c\sigma_x} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Для виброизолятора с симметричными линейными ограничениями

$$R_y = cx \quad \text{при } |x| \leq d;$$

$$R_y = cx + c(\gamma - 1)[x - d \cdot \text{sign}(x)] \quad \text{при } |x| > d;$$

$$\begin{aligned} \lambda^2 &= \lambda_0^2 + \frac{\lambda_0^2(\gamma - 1)}{\sqrt{2\pi}\sigma^3} \left[\int_d^{\infty} (x - d) x e^{-x^2/2\sigma^2} dx + \right. \\ &+ \left. \int_{-\infty}^{-d} (x + d) x e^{-x^2/2\sigma^2} dx \right] = \lambda_0^2 + \frac{\lambda_0^2(\gamma - 1)}{\sqrt{2\pi}\sigma^3} \times \\ &\times \left[\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-x^2/2\sigma^2} dx - 2 \int_0^d x^2 e^{-x^2/2\sigma^2} dx - 2d \int_d^{\infty} x e^{-x^2/2\sigma^2} dx \right]. \end{aligned}$$

Второй интеграл возьмем интегрированием по частям

$$\int_0^d x^2 e^{-x^2/2\sigma^2} dx = -\sigma^2 d e^{-d^2/2\sigma^2} + \sigma^2 \int_0^d e^{-x^2/2\sigma^2} dx.$$

Теперь окончательно получим

$$\lambda^2 = \lambda_0^2 \{1 + 2(\gamma - 1)[1 - \Phi(d/\sigma_x)]\}, \quad (7)$$

где $\Phi(x)$ – табулированная Лапласом функция нормального распределения.

Линеаризуем диссипативную силу сухого трения по третьей формуле (1):

$$R_g = H \text{sign}(\dot{x}); \quad b_g = \frac{2H}{\sqrt{2\pi}\sigma_v^3} \int_0^{\infty} v e^{-v^2/2\sigma_v^2} dv = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{H}{\sigma_v}. \quad (8)$$

Для виброизолятора с внутренним трением наиболее часто применяется следующее выражение для диссипативной силы [6]:

$$R_g(x, \dot{x}) = \beta a^{\mu-1} \sqrt{a^2 - x^2} \text{sign}(\dot{x}),$$

где β, μ – характеристики материала;
 a – амплитуда колебаний.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } b_g &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x\sigma_v^3} \int_{-\infty}^{\infty} v R_g(x, v) \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma_x^2} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right) \times \\ &\times dx dv = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x\sigma_v} \sqrt{\frac{2}{\pi}} \beta a^{\mu-1} \int_{-a}^a \sqrt{a^2 - x^2} e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx. \end{aligned}$$

Производя замену $x^2 = u$, перепишем интеграл так:

$$I = \int_0^{a^2} \sqrt{a^2 - u} u^{-1/2} e^{-u/2\sigma_x^2} du.$$

Этот интеграл выражается через специальные функции [7]

$$I = a^2 B(3/2, 1/2) M(1/2, 2, -k^2/2),$$

где $B(a, b) = \Gamma(a)\Gamma(b)/\Gamma(a+b)$ – полная бета-функция;
 $\Gamma(a)$ – полная гамма-функция;
 $M(a, b, x)$ – вырожденная гипергеометрическая функция;
 $k = a/\sigma_x$.

Для вычисления функции $M(a, b, z)$ используем ее асимптотическое представление при $|z| > 1$:

$$M(a, b, z) = \frac{\Gamma(a)}{\Gamma(b-a)} e^{-i\pi a} z^{-a} \sum_{n=0}^m \frac{a_n}{n!} (1+a-b)_n z^{-n},$$

где $a_0 = 1, a_n = a(a+1) \dots (a+n-1)$.

$$\text{Тогда } M(1/2, 2, k^2/2) = \frac{\Gamma(2)\sqrt{2}}{\Gamma(3/2)k} \beta_n,$$

$$\beta_n = 1 + \sum_{n=1}^m \frac{(0,5)_n (-0,5)_n}{n!} \left(-\frac{k^2}{2}\right)^{-n}.$$

Окончательно

$$I = k\sigma_x^2 \sqrt{2\Gamma(1/2)}\beta_n, \quad b_g = 0,8\beta(k\sigma_x)^n \beta_n / \sigma_v. \quad (9)$$

Значение коэффициента «к» следует находить, задавшись вероятностью P неперевышения процессом амплитуды, которая определяется по формуле

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \int_a^\infty e^{-x^2/2\sigma_x^2} dx = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^k e^{-t^2/2} dt = 2[\Phi(k) - 0,5].$$

Отсюда имеем

$$\Phi(k) = (1 + P) / 2.$$

Выразив в (2) и (3) коэффициенты λ и ε_g через σ_x , σ_v , получаем систему двух нелинейных уравнений для определения дисперсии процессов. Через них далее определяем коэффициенты линеаризации.

Получим выражения для определения дисперсии и расчета коэффициента виброизоляции при конкретных воздействиях. Интегралы (2), (3) и (4) сводятся к вычислению стандартных интегралов от дробно-рациональных функций [5].

Пусть внешнее воздействие является экспоненциально-коррелированным процессом вида

$$S_f(\omega) = \sigma_f^2 \alpha / (\pi(\alpha^2 + \omega^2)).$$

Тогда расчетные формулы примут вид

$$\begin{aligned} \sigma_x^2 &= \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_g \lambda^2} \cdot \frac{\alpha + 2\varepsilon_g}{\lambda^2 + \alpha^2 + 2\alpha\varepsilon_g}, \\ \sigma_v^2 &= \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_g} \cdot \frac{\alpha}{\lambda^2 + \alpha^2 + 2\alpha\varepsilon_g}, \\ k^D &= \frac{\lambda^2(\alpha + 2\varepsilon_g) + 4\alpha\varepsilon_g^2}{2\varepsilon_g(\lambda^2 + \alpha^2 + 2\alpha\varepsilon_g)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для процесса со скрытой периодичностью

$$S_f(\omega) = \frac{2\alpha\sigma_f^2}{\pi} \cdot \frac{\theta^2}{(\omega^2 - \theta^2)^2 + 4\alpha^2\omega^2}$$

$$\text{имеем } \sigma_x^2 = \frac{\sigma^2}{\varepsilon_g \lambda^2 W} [\alpha\theta^2 + \lambda^2\varepsilon_g + 4\alpha\varepsilon_g(\alpha + \varepsilon_g)],$$

$$\sigma_v^2 = \frac{\sigma^2\theta^2}{\varepsilon_g W} (\alpha + \varepsilon_g), \quad (11)$$

$$W = 4(\alpha + \varepsilon_g)(\alpha\lambda^2 + \varepsilon_g\theta^2) + (\lambda^2 - \theta^2)^2,$$

$$k^D = [\alpha\theta^2\lambda^2 + \varepsilon_g\lambda^4 + 4\varepsilon_g(\alpha + \varepsilon_g)(\alpha\lambda^2 + \varepsilon_g\theta^2)] / \varepsilon_g W.$$

Расчетные формулы для идеально-узкополосного процесса

$$S_f(\omega) = \sigma_f^2 \delta(\omega - \theta)$$

можно получить отсюда, полагая $\alpha = 0$:

$$\sigma_x^2 = \sigma^2 / W, \quad \sigma_v^2 = \sigma^2 \theta^2 / W, \quad k^D = (\lambda^4 + 4\varepsilon_g^2 \theta^2) / W, \quad (12)$$

$$W = 4\varepsilon_g^2 \theta^2 + (\lambda^2 - \theta^2)^2.$$

Рассмотрим расчет виброизолятора вязкого трения ($\varepsilon_g = \varepsilon = \text{const}$) с кубической упругой характеристикой при экспоненциально-коррелированном воздействии.

Подставим λ^2 по (5) выражения (10) и введем обозначения:

$$n = \varepsilon / \lambda_0, \quad \gamma = \alpha / \lambda_0, \quad q = e\sigma^2 / c\lambda_0^4, \quad \beta = \sigma_x^2 \lambda_0^4 / \sigma^2.$$

Тогда первое уравнение (10) примет вид

$$9q^2\beta^3 + 3q\beta^2(2 + \gamma^2 + 2n\gamma) + \beta(1 + \gamma^2 + 2n\gamma) - (1 + \gamma/2n) = 0.$$

Решая это уравнение, определяем β . Тогда $\sigma_x^2 = \beta\sigma^2 / \lambda_0^4$. Графики зависимости $\beta = f(q)$ и $\sigma_x = f(\sigma / \lambda_0^2)$ при $n = 0,05$, $\gamma = 0,2$, $e = 0,1$ показаны на рисунке. Расчеты проведены с использованием ПК Matlab. На рисунке б пунктиром показано решение линейной задачи.

После определения σ_x^2 находим $v^2 = \lambda^2 / \lambda_0^2$ и далее определяем коэффициент виброизоляции

$$k^D = \frac{v^2(\gamma + 2n) + 4n^2\gamma}{2n(v^2 + \gamma^2 + 2n\gamma)}.$$

Как видим, при вязком трении уравнение (2) не связано с уравнением (3) и расчет эффективности виброизолятора можно провести без определения дисперсии скорости.

Рассмотрим расчет виброизолятора сухого трения с симметричными упорами. Пусть внешнее воздействие является процессом со скрытой периодичностью. Для перехода к безразмерным уравнениям дополнительно введем следующие обозначения:

$$P = \theta / \lambda_0, \quad \beta = \sigma_x^2 \lambda_0^4 / \sigma, \quad q = \sigma_v \lambda_0 / \sigma, \quad \eta = d \lambda_0^2 / \sigma, \\ h = H / \sqrt{2\pi} m \sigma.$$

Тогда из (7) и (8) можно записать

$$\begin{aligned} n_g &= \varepsilon_g / \lambda_0 = b_g / 2m\lambda_0 = h / q, \\ v^2 &= 1 + 2(\gamma - 1)[1 - \Phi(\eta / \beta)]. \end{aligned} \quad (a)$$

Уравнения для определения дисперсии (11) теперь можно переписать в безразмерном виде

$$q^2[(v^2 - P^2)^2 + 4\gamma^2 v^2] + q[4\gamma h(P^2 + v^2) - P^2 \gamma h] - P^2(1 - 4h^2) = 0, \quad (б)$$

$$\beta^2 = [\gamma P^2 q + h v^2 + 4\gamma h(\gamma + h/q)] q^2 / h v^2 W_q, \quad (в)$$

$$W_q = 4(\gamma q + h)(\gamma q v^2 + h P^2) + (v^2 - P^2)^2 q^2. \quad (г)$$

Решая совместно (б) и (в), с учетом (а) и (г) определяем β , q . После этого по уравнениям (а) вычисляем v^2 и n_g . Далее определяем коэффициент виброизоляции по формуле

$$k^D = [\gamma P^2 v^2 / n_g + v^4 + 4(\gamma + n_g)(\gamma v^2 + n_g P^2)] q^2 / W_q. \quad (д)$$

Расчет можно вести и методом последовательных приближений по следующему алгоритму:

1. задаемся $v^2 = 1$;
2. из квадратного уравнения (б) находим q ;
3. вычисляем W_q ;
4. из уравнения (в) определяем β^2 ;
5. по уравнению (а) уточняем v^2 ;
6. расчеты повторяем до тех пор, пока значения v^2 не совпадут с требуемой точностью.

Когда колебания происходят в линейной области (или виброизолятор имеет линейную упругую характеристику), $\lambda = \lambda_0$ и в уравнение (3) не входит σ_x и она решается отдельно и определяется σ_v . Через него вычисляем ε_g и после этого по формулам (2) и (4) определяются σ_x^2 , k^D .

Так, для виброизолятора с линейной упругой силой при $\gamma = 0,2$, $h = 0,2$ и $P = 2$ получаем:

$$\sigma_v = 0,806\sigma / \lambda_0, \quad \sigma_x = 0,642\sigma / \lambda_0^2, \quad k^D = 0,57.$$

Если в этих же условиях принять $P = 1$ ($\theta = \lambda_0$), то получаем $q = 5,25$, а $k^D = 28,56$, то есть наблюдается резонансное явление.

Рассмотрим теперь расчет виброизолятора с внутренним трением, имеющего начальный натяг. Коэффициенты линеаризации определяются по формулам (6) и (9). Пусть внешнее воздействие является идеально-узкополосным. Дополнительно введем следующие обозначения:

$$\eta = d\sqrt{2/\pi} / m\sigma, \quad h = 0,4\beta_1\beta_n\sigma^{-1}(k\sigma / \lambda_0^2)^\mu.$$

Тогда из (11) расчетные формулы в безразмерном виде можно записать так:

$$\beta^2 = \frac{1}{(v^2 - P^2)^2 + 4n_g^2 P^2}, \quad q = P\beta,$$

где $v^2 = 1 + \eta / \beta$, $n_g = h\beta^{\mu-1} / P$.

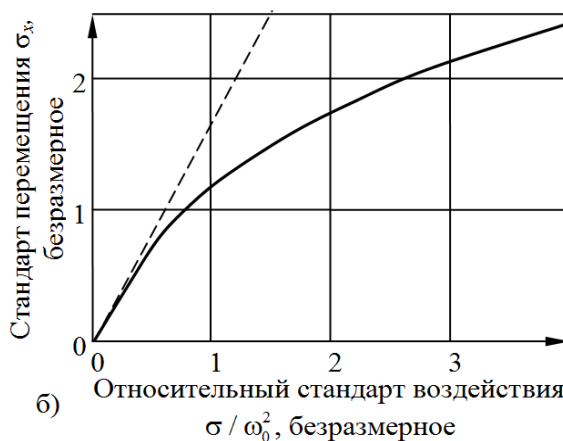
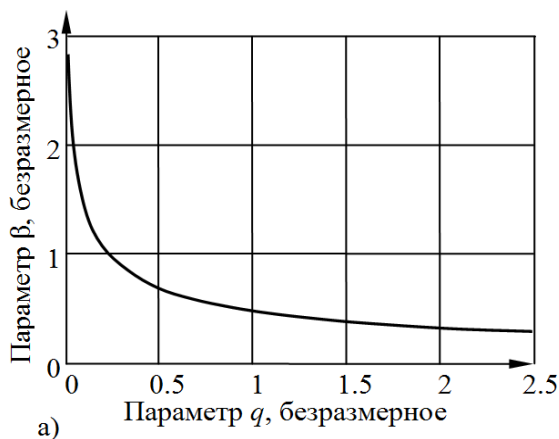
Отсюда получаем следующее нелинейное уравнение:

$$4h^2\beta^{2\mu} + [(1 - P^2)\beta + \eta]^2 = 1.$$

Решая это уравнение находим β . Далее вычисляем v^2 и n_g и определяем коэффициент виброизоляции

$$k^D = \frac{v^4 + 4n_g^2 P^2}{(v^2 - P^2)^2 + 4n_g^2 P^2}.$$

Таким образом, в работе получены выражения для определения вероятностных характеристик колебаний и коэффициента эффективности основных типов нелинейных виброизоляторов при различных случайных воздействиях силового и кинематического характера.



Графики изменения безразмерного параметра а) и стандарта перемещения б) при экспоненциально-коррелированном воздействии

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динамические свойства линейных виброзащитных систем / Под ред. Фролова К.В. – М.: Наука, 1982. – 205 с.
2. Ларин В.Б. Статистические задачи виброзащиты. – Киев: Наукова думка, 1974. – 127 с.
3. Вольперт Э.Г. Динамика амортизаторов с нелинейными упругими элементами. – М.: Машиностроение, 1972. – 136 с.
4. Коловский М.З. Автоматическое управление виброзащитных систем. – М.: Наука, 1976. – 317 с.
5. Бакиров Ж.Б. Вероятностные методы расчета элементов конструкций. – Караганда: КарГТУ, 2001. – 186 с.
6. Пальмов В.А. Колебания упруго-пластических тел. – М.: Наука, 1976. – 328 с.
7. Справочник по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. – М.: Наука, 1979. – 830 с.

УДК 624.072.7

Оценка технического состояния строительных конструкций и анализ причин появления и развития дефектов и повреждений галереи конвейера У-45

С.Р. ЖОЛМАГАМБЕТОВ, начальник отдела новых технологий и предпроектных работ института КазМИРР, к.т.н., эксперт,

А.К. ҚОЖАС, к.т.н., ст. преподаватель кафедры СиЖКХ,

Н.Р. ЖОЛМАГАМБЕТОВ, доцент кафедры РАиОТ,

С.К. КОЖАСОВ, магистрант гр. ПСКМ-14-1,

Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: эксплуатационный износ, строительство, обследование, усиление, несущая способность, ферма, связь, опора, рекомендация, балки перекрытия, колонна, авария, пожар, галерея, дефект, повреждение.

В Республике Казахстан в эксплуатации находится огромное количество зданий сооружений, которые построены из неодинаковых по физико-механическим характеристикам и качеству материалов. При их возведении проектировщики и строители руководствовались нормами, которые претерпевали значительные изменения на протяжении ряда десятилетий. Эксплуатация многих объектов зачастую превышает нормативные сроки в разных по степени агрессивности условиях.

Техническое состояние зданий и сооружений определяется количественными и качественными показателями дефектов и повреждений их элементов и конструкций.

Казахстанским многопрофильным институтом Реконструкции и Развития (КазМИРР) выполнены работы по экспертному обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций галереи конвейера У-45 и погрузочной станции отгрузки шихты углеобогадательной фабрики (УОФ) [1].

Необходимость проведения данных работ вызвана длительным периодом эксплуатации и истечением нормативных сроков по специализированному обследованию и капитальному ремонту Объекта [2], а также происшедшим 04.03.2014 года пожаром в сооружении моста конвейера. Сооружение галереи находится в эксплуатации более 35 лет.

Конвейерная галерея У-45 – надземное наклонное сооружение, располагаемое между зданиями отделения окончательного дробления и зданием погрузочной станции отгрузки шихты. Галерея предназначена для размещения стационарного ленточного конвейера, транспортирующего сыпучий материал – угольный концентрат. Конвейерная галерея шестипролетная, пролетами в горизонтальной проекции 6,0 м в осях «1'-1»; 21,0 м в осях «1-2»; 24,0 м в осях «2-3»; 36,0 и 11,85 м в осях «4-5», с консольным примыканием к зданиям; общая длина галереи составляет 59,00 м. Приводные и натяжные станции вынесены за пределы конвейерных галерей и расположены в соединяемых ими зданиях. Конвейер решен по следующей схеме: натяжная станция в начале, приводная – в конце кон-

вейера. Уклон конвейерной галереи в разных пролетах различный. Ширина ленты конвейера В=1400 мм.

По конструктивному решению галерея имеет расположение конвейера по низу ферм. Конструктивная схема галереи принята на стальных опорах с расположением неподвижной анкерной опоры посередине температурных блоков.

Ограждающие конструкции стен расположены между главными фермами и крепятся к стойкам ферм. Стеновые панели ограждения приняты железобетонными.

Покрытие галереи выполнено с выносом карниза из плит покрытия, жестко закрепляемых с балками покрытия монтажной сваркой. Перекрытие галереи выполнено из сборных железобетонных плит коробчатого профиля размером 0,5х3 м при шаге балок перекрытия 3 м. Нестандартные ячейки между балками перекрытия меньше 3 м имеют стальной настил по вспомогательным стальным балкам.

При тушении пожара была использована вода, что привело к резкому перепаду температур на поверхности железобетонных конструкций в зоне возгорания, увлажнению конструкций по всей высоте здания.

Температура наружного воздуха на момент пожара составляла -17°C . Таким образом, резкий перепад температур в совокупности с использованием воды для ликвидации пожара способствовал появлению дополнительных разрушений железобетонных конструкций сооружения, вызванных замораживанием и оттаиванием бетона.

Локализация пожара определена участком в осях «1-3, А-Б». Участок в осях «3-5, А-Б» не был подвержен воздействию пожара и воды во время ликвидации очага возгорания.

Наиболее повреждены подвергшиеся воздействию высокой температуры конструкции в радиусе 7.0 метров от оси «2». В местах, где отсутствовало защитное отделочное покрытие, поверхность железобетонных конструкций ограждения и покрытия покрыта копотью. Цвет поверхности стальных конструкций покрытия, а также связей по верхнему поясу ферм изменился от соломенного до ярко-оранжевого.

Очаг пожара предположительно находился на участке в осях «2, А-Б» и затем быстро распространился конвективным потоком вдоль конвейера в сторону осей «1» и «3».

Изменение цвета поверхности бетона поврежденных конструкций от розового до серого и темно-желтого указывает на величину температурного воздействия на конструкции в очаге пожара 600...950° С и более. В этих условиях потеря прочности бетона при сжатии (в защитном слое бетона) в отдельных конструкциях после пожара составила до 70 %...80 % от проектной.

На рисунке 1 отражено состояние строительных конструкций как сооружения галереи, так и конструкций конвейера. На момент проведения обследования конвейер находился в неэксплуатируемом состоянии, отдельные технологические части (ролики рабочей и холостой ветвей) отсутствовали. Транспортная лента полностью выгорела на участке в осях «1-3, А-Б». Визуально наблюдаемые трещины, деформации и перемещения конструкций по другим участкам стенового ограждения не обнаружены.

В ходе проведения обследования здания было установлено, что дефекты и повреждения строительных конструкций сооружения носят эксплуатационный характер, основные из которых перечислены ниже:

Железобетонные конструкции

- разрушение защитного слоя бетона с оголением и коррозией арматуры;
- дефект эксплуатации в виде разрушения штукатурного слоя с оголением и коррозией сетки в колонне «К-3, А» на отм. +7.000;
- технологические проемы в плитах перекрытия не

отбортованы, арматура оголена и корродирует;

- высолы на поверхности конструкций;
- разрушение стыка угловых элементов с выветриванием замоноличивающего раствора между элементами стенового ограждения.

Металлические конструкции

- дефект в виде разрушения антикоррозионного покрытия с коррозией металла в балках перекрытия;
- коррозия закладных деталей;
- механические погибы элементов на величину до 440 мм в вертикальных связях в осях «2-3, В»;
- ненормативное исполнение узла сопряжения балки Б-3 с промежуточной стойкой выявлено на отметке +7.000;
- трещина шириной раскрытия до $a_{крс}=0,3$ мм длиной $l=240$ мм в зоне сопряжения с балкой Бм-9 выявлена в конструкции балки перекрытия Б-2 на отм.+10.900.

Основной причиной появления и развития данных дефектов следует считать нарушение правил технической эксплуатации сооружений, регламентирующих проведение планово-предупредительных ремонтов.

Анализ совокупности результатов инструментального обследования, а также статического и поверочного расчетов показал, что наибольшее повреждение получили следующие конструкции [1, 3]:

Категория 3 (аварийная конструкция):

- стальные балки перекрытия Б-13, Б-14, Б-15;
- стальные прогоны и элементы связей по верхним поясам главных ферм Св-4...12;
- конструкции балкона на отм. +10.900 в осях «1-2, А»;
- конструкции наружной лестницы в осях «1, Б-В».



Рисунок 1 – Конвейер У-45. Участок сооружения в осях «1-2, Б-А». Общий вид после пожара

Категория IV (предаварийная железобетонная конструкция):

- плиты покрытия галереи ПП-21...ПП-32;

После того как отдельные конструкции Объекта оказались в зоне основного температурного воздействия, в них были выявлены дефекты и повреждения значительного характера. В связи с этим их техническое состояние было оценено как **ограниченно работоспособное и аварийное**. Ввиду того, что усиление данных строительных конструкций проводить нецелесообразно, их необходимо демонтировать с последующим восстановлением.

Для остальных конструкций, оцененных по категориям 2 и III (ограниченно работоспособная конструкция) необходимо выполнить усиление, согласно специальному проекту.

Для обеспечения эксплуатационной надежности несущих и ограждающих строительных конструкций Объекта сотрудниками КазМИРР были предложены прогрессивные и эффективные способы их восстановления, основные из которых перечислены ниже [1]:

- *ребристые железобетонные плиты покрытия галереи* с дефектами в виде обрывов рабочей арматуры требуют ее восстановления. Усиление продольных ребер плит покрытия производится путем добавления дополнительных стержней арматуры (рисунок 2);

- в местах больших отколов бетона и обнажения арматуры устанавливают дополнительную армирующую сетку с размером ячеек от 2,5 до 10 см и диаметром проволоки от 0,5 до 6 мм с прикреплением вновь устанавливаемых сеток к основной арматуре конструкции;

- устранение дефекта в виде недостаточного защитного слоя бетона чаще всего целесообразно произвести путем наращивания бетона до проектной толщины способом торкретирования;

- устранение дефекта в виде разрушения антикоррозионного покрытия (металлические опоры, главные фермы пролетных строений, балки перекрытия и покрытия, связи по поясам ферм, прогоны по покрытию и т.п.) необходимо выполнить согласно принятым проектным решениям с учетом факторов общецеховой воздушно-газовой среды.

Таким образом, качество изготовления, монтажа и эксплуатации элементов и конструкций зданий и сооружений определяет их долговечность, а низкое качество зачастую становится основной причиной возникновения и развития аварийных ситуаций. Аварии обычно являются следствием комплекса причин, в основе которого лежит человеческий фактор, причем далеко не только на последней стадии – разрушения. Подавляющее большинство аварий являются следствием неудовлетворительной эксплуатации.

Существенное влияние на увеличение аварий зданий и сооружений оказывает продолжающийся экономический кризис. Основными причинами ухудшения состояния строящихся, реконструируемых и эксплуатируемых зданий при сложном экономическом положении являются:

- отказ от «второстепенных» работ (теплореновации, гидроизоляции, антикоррозионных покрытий);
- применение материалов по принципу «главное – не лучше, а дешевле»;
- резкое снижение качества СМР;

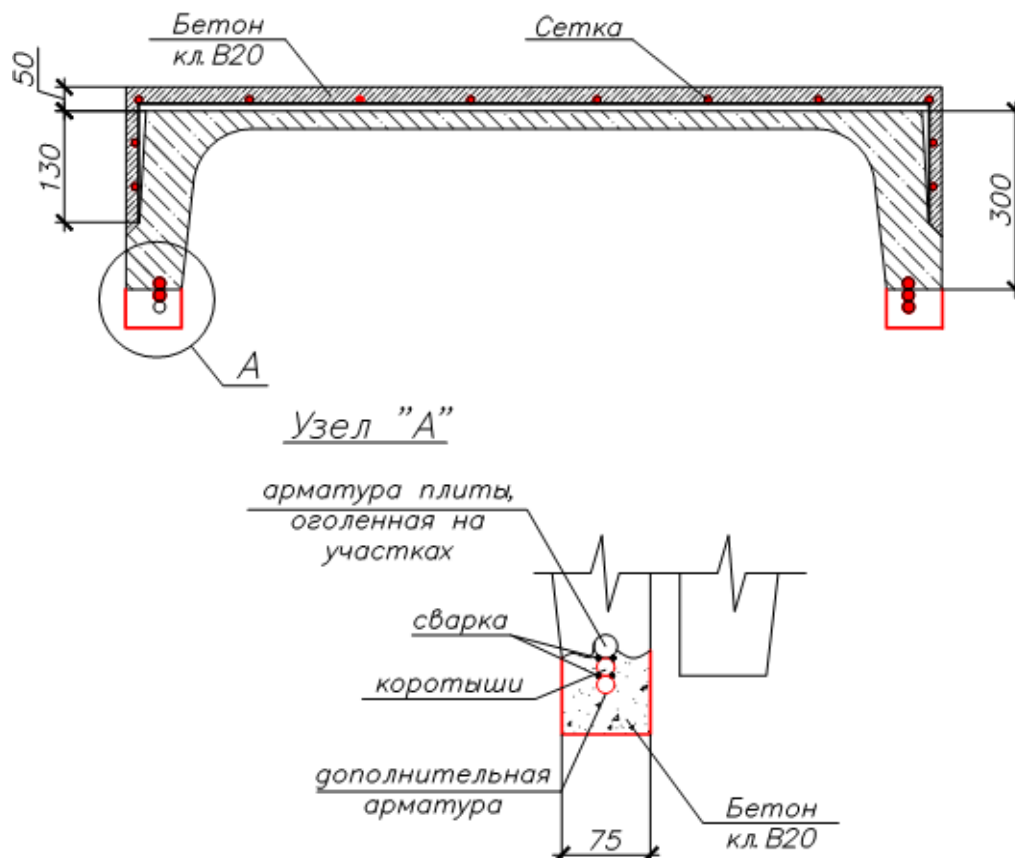


Рисунок 2 – Схема усиления ребристой плиты

- сокращение штатов, в первую очередь возрастных работников, владеющих необходимыми технологиями и информацией;
- прекращение строительства без проведения качественной консервации;

- утрата рабочей, проектной и технической документации на строительный объект;
- продолжение строительства (эксплуатации) объекта после длительного перерыва без проведения детального обследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническое заключение по результатам экспертного обследования и оценки технического состояния строительных конструкций галереи конвейера У-45 и здания погрузочной станции отгрузки шихты УОФ-2 АО «Arcelor Mittal Темиртау». Шифр № 13.ИР.50. Караганда, 2014.
2. СН РК 1.04-04-2002. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. – Алматы: «KAZGOR», 2003.
3. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкции зданий и сооружений по внешним признакам. Москва, 2001.
4. СНиП РК 5.03-37-2005 «Несущие и ограждающие конструкции».

УДК 625.111

К вопросу совершенствования системы ремонта маневровых локомотивов

А.Н. ДЕДОВ, к.т.н. профессор,

А.К. КЕЛИСБЕКОВ, магистр,

Д.М. БЕЙСЕМБАЕВ, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПТ

Ключевые слова: локомотив, ремонт, диагностика, обслуживание, эксплуатация, совершенствование, надежность, маневренность, система.

Транспортная стратегия Республики Казахстан, выраженная в ежегодных Посланиях Президента [1] имеет общегосударственное значение, что находит отражение в соответствующих отраслевых документах. Так, Министерством транспорта и коммуникаций разработан (октябрь 2012 г.) национальный стандарт повышения качества предоставляемых услуг на основных видах транспорта, в том числе грузовых и пассажирских на железнодорожном транспорте.

Услуги транспорта должны быть ориентированы на их получателей, т.е. на нужды населения, экономики, а также на решение стратегических вопросов обеспечения единства, обороны и безопасности страны.

Согласно Транспортной Стратегии Республики Казахстан планируется к 2015 г. приобрести свыше 700 единиц локомотивов и провести капитальный ремонт 90 единиц локомотивов (тепловозов и электровозов). А также обновить 20 тыс. вагонов нового поколения с лучшей грузоподъемностью, вместимостью и надежностью для снижения себестоимости перевозок.

Создание сети транспортно – логистических центров (ТЛЦ) в основных перевалочных пунктах – Астана, Павлодар, Шымкент, Атырау – Актау, до 2020г. Их общее количество будет 34 единицы. Ожидаемый результат – увеличение грузооборота в 1,6 раза, пассажирооборота – 1,5 раза, объем транспортных грузов в 2 раза [2].

В стратегии развития транспортного комплекса важная роль отводится развитию промышленного

транспорта, поскольку объем перевозок грузов промышленным транспортом в 3-4 раза превышает объем перевозок транспортом общего пользования.

В отечественной ремонтной сфере локомотивного хозяйства существует масса нерешенных проблем. Анализ последних лет показывает, что качество ремонта локомотивов не улучшается. Практически каждый второй локомотив, вышедший из ремонтного депо после крупных видов ремонта, вновь возвращается на ремонтную базу, не выработав гарантийный пробег. В прошлом году было допущено более 2,4 тыс. случаев непланового ремонта локомотивов, причем по сравнению с предыдущим годом наблюдается его рост.

В настоящее время Карагандинское погрузочно-транспортное управление (КПТУ), входящее в состав «Арселор Миттал Темиртау» (АМТ), осуществляет перевозку угля с шахт, обогатительных фабрик, так и доставку различных грузов на шахты с предприятий других ведомств. Железнодорожное хозяйство КПТУ расположено в четырех городах области: Караганде, Сарани, Шахтинске, Абае. Перевозка грузов обеспечивается преимущественно за счет подачи под погрузку порожних вагонов с магистральной сети (НК Казахстан Темир жолы) и за счет использования транспортных средств собственного парка АМТ. Для завоза угля на обогатительные фабрики и перевозки прочих грузов по подъездным путям КПТУ используются локомотивы и вагоны принадлежности АМТ. Перевозка угля с выходом на пути АО «НК КТЖ»

производится подвижным составом сетевого парка. Для перевозки грузов в работе ежедневно находится до 17 тепловозов (приписной парк 27 ед.). Разветвленная сеть железнодорожных путей КПТУ протяженностью 380 км (через 17 железнодорожных станций) соединяет шахты, обогатительные фабрики и другие предприятия с магистральными железными дорогами АО «НК КТЖ» на станциях: Караганда-Угольная, Караганозек, Жана Караганды, Карабас, Сокры, взаимодействие с которыми осуществляется на основании «Единого технологического процесса подъездного пути УД АО «Арселор Миттал Темиртау». Перевозочная работа осуществляется через 17 железнодорожных станций, большая часть которых оборудована устройствами электрической централизации стрелок и сигналов. На имеющейся собственной специализированной базе производятся все виды ремонта локомотивов и вагонов. На предприятии угольного департамента КПТУ имеется свой локомотивный парк состоящий из 24 локомотивов. Имеются 5 крупных станций, таких как: Распорядительная, Драмтеатр, ЦОВ Восточная, Субархан, Радиоузел. Основные локомотивы работающие на станциях это: ТЭМ 2, ТЭМ 7, ТГМ 6 [3].

Техническое обслуживание выполняется двумя методами ТО и Р: индивидуальный и агрегатный, и двумя основными формами организации ремонтных работ – стационарная и поточная.

На предприятии УД КПТУ применяются два метода ремонта подвижного состава: индивидуальный метод, агрегатный метод, позволяющий заранее запланировать график технического обслуживания локомотивов.

Индивидуальный метод ремонта предусматривает возвращение деталей, агрегатов и узлов после ремонта на тот же локомотив, с которого они были сняты. При агрегатном методе ремонта на ремонтируемый локомотив устанавливают заранее отремонтированные или

новые детали, узлы и агрегаты из технологического запаса. В этом случае ремонтные мастерские работают не непосредственно на конкретный локомотив, а на пополнение технологического запаса, т.е. на кладовую.

Агрегатный метод дает существенное сокращение простоя локомотивов в ремонте, причем особую эффективность обеспечивает крупноагрегатный метод, при котором предусматривается замена крупных узлов и частей локомотивов: тележек в сборе, дизель-генераторных установок тепловозов, силовых трансформаторов электровазотов переменного тока, компрессоров и т. п.

Поточной называют такую форму организации ТО и Р, при которой объем обслуживания и ремонтных работ разбивают на технологически однородные, равные по суммарной трудоемкости части и закрепляют их за несколькими специально оборудованными рабочими местами (постами), образующими поточную линию. Каждый пост (рабочее место) обслуживает специализированная группа рабочих или часть комплексной бригады [4].

Локомотив в процессе ремонта передвигают с одного рабочего места (поста) на другой через равные промежутки времени, называемые тактом поточной линии.

На данном этапе развития предприятия есть определенное количество рабочих локомотивов и локомотивов, находящихся на ремонте (рисунок 1).

Условиями применения поточной формы ремонта являются [4]:

- достаточная программа однотипных ремонтов;
- сравнительно небольшие отклонения объемов и трудоемкости ремонтов;
- возможность расчленения объема ремонта на технологически родственные группы операций равной трудоемкости по числу постов поточной линии.

На рисунке 1 представлены кривые соотношения общего числа и состоящих на ремонте локомотивов.

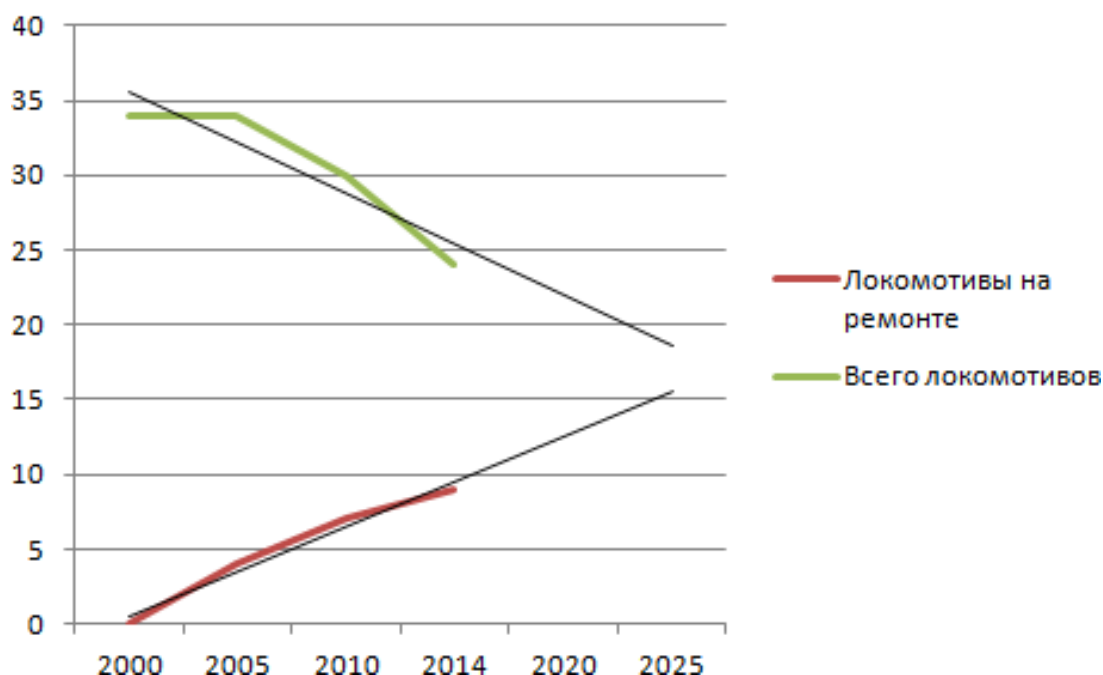


Рисунок 1 – Соотношение общего числа и состоящих на ремонте локомотивов

Рассмотрев экстраполяцию кривых, можно сделать вывод, что к 2025 году общее количество локомотивов уменьшится, а количество локомотивов, находящихся на ремонте, увеличится.

Непременным условием применения агрегатного или крупноагрегатного метода ремонта является взаимозаменяемость агрегатов, узлов и деталей локомотивов. Агрегатный метод приводит к значительному повышению производительности труда ремонтных бригад, улучшению качества работ, снижению себестоимости ремонта, исключает непредвиденные задержки, вызываемые различным объемом ремонтных работ, что обеспечивает выпуск локомотивов точно по графику.

С каждым годом увеличивается количество поломок локомотивов. Существует много видов неисправностей и их причины. Из-за плохого состояния дорог быстро выходит из строя ходовая часть. Также по причине нехватки локомотивов приходится превышать нормативное количество перевозимых вагонов, что приводит к поломкам двигателей (дизелей) и гидравлической системы. Удельный вес основных неисправных узлов и агрегатов локомотивов представлен на рисунке 2.

В результате анализа диаграммы на рисунке 2 можно сделать вывод, что наибольшую долю неисправностей от общего числа занимает ходовая часть.

Циклом технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов называется наименьший повторяющийся период эксплуатации тепловозов, в течение которого выполняются в определенной последовательности все установленные виды технического обслуживания и ремонта, предусмотренные нормативной документацией. Среднестатистический срок службы локомотивов составляет 20-30 лет, после которого необходимо произвести замену локомотива на более новую модель или ремонт и замену основных агрегатов, позволяющих продлить срок службы на 5 лет. Для проведения эффективного ремонта необходимо внедрение новых систем диагностики в систему планово-предупредительного ремонта локомотивов, позволяющих ускорить процесс выявления неисправности.

Затраты на техническое обслуживание локомотивов можно снижать увеличением межремонтных пробегов локомотивов, введением прогрессивных систем,

применением механизации и автоматизации в производственных процессах.

Анализ показал, что 60 процентов технологического оборудования локомотивного депо тоже физически и морально устарело – оно служит более 20 лет. Техническое оборудование укомплектовано всего на 37 процентов от норматива.

Одним из показателей в эксплуатации локомотивов является коэффициент готовности. На основе статистических данных за прошедшие годы был проведен расчет коэффициента готовности локомотива (1).

$$K_z = \frac{T_o}{T_o + T_p}, \quad (1)$$

где K_z – коэффициент готовности локомотива;

T_o – время эксплуатации;

T_p – время на ремонте.

Проведя расчеты, получаем следующие данные:

Как видно из таблицы 1, получен коэффициент готовности локомотива и построен график (рисунок 3), на котором видно, что с каждым годом коэффициент готовности ухудшается. Увеличивается время ремонта локомотивов.

Дело в том, что существующая планово-предупредительная система ремонта локомотивов не отвечает современным требованиям [5]. Она не учитывает климатические и эксплуатационные условия, износ локомотивов, интенсивность их использования, конструктивные особенности. Но эффективность технологических процессов при производстве ТО и Р локомотивов напрямую зависит от уровня механизации, внедрения передовых и ресурсосберегающих технологий, диагностических комплексов, а также от повышения технических знаний персонала.

Внедрение диагностических систем позволит создать новую трехуровневую систему диагностики, разработанную Российским центром «Транспорт», которая используется во всех базовых депо Российской Федерации.

Первый уровень системы диагностики – обследование узлов в сборе в процессе ремонта с применением диагностических комплексов, стендов, дефектоскопов и компьютеров. Такая система предназначена для контроля и регулировки технических характеристик аппаратов и узлов на рабочих местах.

■ ходовая часть 47% ■ дизель 23% ■ гидравлика 15% ■ остальное 15%

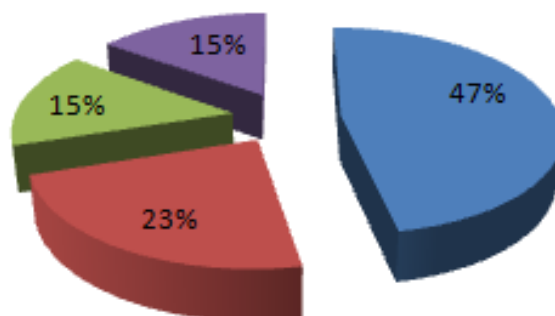


Рисунок 2 – Удельный вес основных неисправных узлов и агрегатов локомотивов

Таблица 1 – Коэффициент готовности локомотивов

Локомотив	Год										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ТЭМ 2	0,901	0,8983	0,888	0,888	0,8591	0,8523	0,8382	0,8322	0,8320	0,8206	0,8206
ТГМ 6	0,896	0,8894	0,8824	0,8756	0,8618	0,8613	0,8535	0,8445	0,8314	0,8242	0,8125
ТЭМ 7	0,886	0,8765	0,8658	0,8465	0,8398	0,8365	0,8254	0,8146	0,7956	0,7823	0,7645

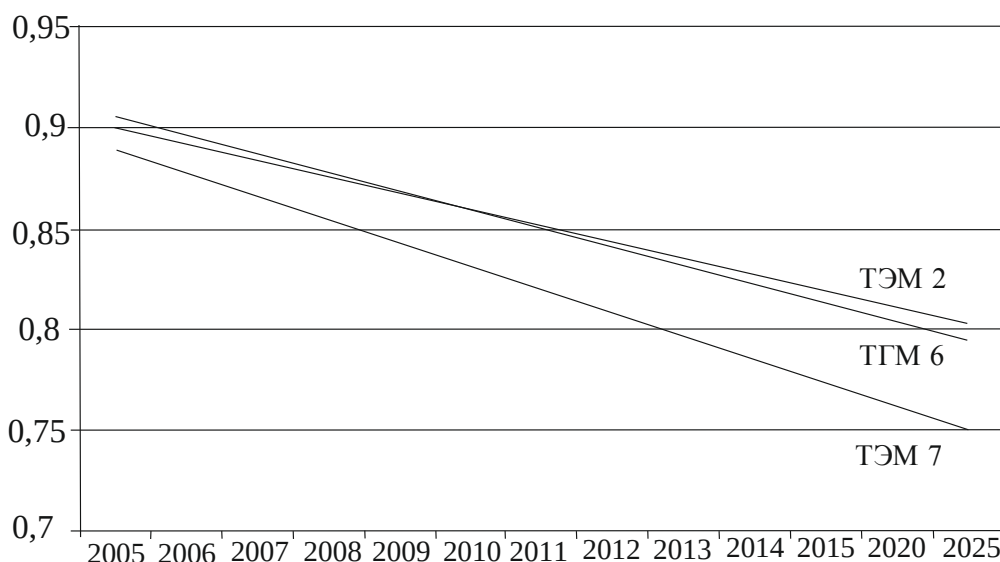


Рисунок 3 – График коэффициента готовности локомотива с экстраполяцией на период 10 лет

Второй уровень системы диагностики – диагностика узлов в процессе проведения ТР-1, 2, ТО-3 диагностическими комплексами «Прогноз-1», «Доктор-60», «Кипарис-5», «Ситол», «Дэста», «Кедр». Все они также разработаны центром «Транспорт» и эффективно действуют уже многие годы.

Третий уровень системы диагностики – бортовые системы контроля и диагностирования (БСКТ) и (ПС). Они совмещают в себе систему контроля и предупреждения машиниста о нагреве подшипниковых узлов и устройство обнаружения очагов возгорания на локомотиве [5].

Но внедрение всех этих систем одновременно очень сложно как в экономическом, так и техническом плане, поэтому оптимальнее всего начать вводить системы по одной. Так, можно начать с систем диагностики двигателей. Для определения лучшего из них мы определяем лучший для наших целей. Как видно из таблицы 2, основные характеристики оборудования указывают, что из-за размеров депо оптимальней всего приобрести «Дэста». В данный момент время на диагностику занимает от 30 минут до 5 часов. При внедрении комплекса время диагностики сократится до 20 минут, что в общем позволит сократить время нахождения локомотива и позволит повысить коэффициент готовности локомотива, за счет чего можно сократить время простоя локомотива.

Применение агрегатного метода стало весьма эффективным средством повышения качества, снижения трудоемкости и стоимости ремонтов, увеличения производительности труда и значительного сокращения простоев локомотивов в ремонте. Другим важным резервом повышения эффективности производства является концентрация видов ремонта односерийных

локомотивов. При такой концентрации экономически целесообразно применять узкую специализацию с высоким уровнем механизации производственных процессов.

При использовании эффективных методов и средств технической диагностики для оценки состояния основного оборудования локомотивов можно сочетать планово-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта локомотивного парка с экономически более выгодной системой ремонта по необходимости. На основании методов объективного контроля при плановых ремонтах локомотивов нужно осматривать и ремонтировать сборочные единицы и детали в зависимости от технического состояния и этим сократить объем и стоимость ремонтных работ [6].

Таким образом, основные принципы, которые должны быть положены в основу разработки методов совершенствования системы технического обслуживания и ремонта локомотивов, формулируются следующим образом: системный подход к решению проблемы; оптимизация параметров системы ремонтного обслуживания с учетом конкретных условий эксплуатации; учет народнохозяйственной эффективности использования локомотивов при экономической оценке их отказа и порч на линии (с учетом выбора критериев оптимальности); использование характеристик надежности сборочных единиц и деталей локомотивов и вероятностно-статистических методов исследования.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что введение функционирующего агрегатного метода ремонта и средств технической диагностики позволит повысить надежность и срок эксплуатации локомотивов.

Таблица 2 – Техническая характеристика основных видов диагностирующего оборудования

Марка	Габарит (мм)	Масса (кг)	Температурный режим (С°)	Способ эксплуатации	Режим работы Автономный / от сети (ч)	Время диагностики (Т, диагностики)
Доктор 060АТ	250x135x50	20	40/-40	Переносной	3/8	10 мин.
Деста	365x260x165	10	40/-40	Переносной	4/8	20 мин.
Кипарис 5ПК	480x430x210	70	40/-40	стационарный	/8	15 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодное послание Президента Республики Казахстан от 11.12.2014 года. Астана, 2014.
2. Национальный стандарт повышения качества предоставляемых услуг на основных видах транспорта // Министерство юстиции Республики Казахстан. Астана, 2014.
3. Данияров Н.А., Акашев А.З., Келисбеков А.К. О совершенствовании системы планово-предупредительного ремонта тягового подвижного состава // Межд. сборн. АПС КУ «Болашак». – Караганда, 2012. – 83 с.
4. Данияров Н.А., Малыбаев С.К., Акашев А.З., Келисбеков А.К., Ахмадиев М.Т. О пригодности локомотивов к агрегатному методу ремонта // Труды университета КарГТУ. 2013. № 1. С. 61-64.
5. Локомотиву необходим «Доктор» / Игорь Гедоманов // Журнал «Гудок». 2003.
6. Четвергов В.А., Пузанков А.Д. Надежность локомотивов: Учебник для вузов ж.д. трансп. – М., 2003. – 415 с.

УДК 624.003

Проблемы строительной отрасли и пути их решения

Ю.М. КИМ, к.э.н., профессор,

К.Б. ТОГАЙБАЕВ, к.э.н., профессор,

С.Э. КУЗНЕЦОВА, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ИПМ

Ключевые слова: инфраструктура, строительство, аренда, жилье, ремонт, отрасль, индустрия, материал, норматив, проект, технология, смета, площадь, эффективность.

Глава государства РК Н.А. Назарбаев определил строительную отрасль в числе главных приоритетов развития экономики в решении прорывных проектов в ежегодном послании «Нұрлы жол – путь в будущее» [1].

План инфраструктурного развития – стержень новой экономической политики – рассчитан на пять лет, совпадает со второй пятилеткой развития ПФИИР. Общий портфель инвестиций составляет 6 триллионов тенге, доля государственного вложения составляет 15%, в реализации программы намерены участвовать более 100 зарубежных компаний.

Новая антикризисная программа предусматривает развитие тех направлений экономики, которые дадут мультимедийный эффект. Основными направлениями, новой программы являются:

- развитие транспортно-логистической инфраструктуры – реализация строительства автомобильных и железных дорог Западная Европа – Западный Китай, Астана – Алматы, Астана – Усть-Каменогорск, Астана – Актобе – Атырау, Алматы – Усть-Каменогорск, Караганда – Жезказган – Кызылорда, Атырау – Астрахань, железная дорога вдоль побережья Каспия через Туркменистан – Иран с выходом в морские порты Ближнего Востока;

- создание индустриальной инфраструктуры вызовет большой спрос на строительные материалы, про-

дукцию и услуги коммуникационной, энергетической сфер и ЖКХ;

- новые подходы строительства арендного жилья, на которые будет дополнительно выделено на 2015-2016 годы 180 млрд тенге.

- модернизация инфраструктуры ЖКХ и сетей водоснабжения.

Потребность капитального ремонта инфраструктуры инженерных сетей составила не менее 2-х триллионов тенге до 2020 года, с ежегодным выделением по 100 млрд тенге.

За последние годы строительная отрасль Казахстана показывает положительную динамику развития экономики и сегодня является одной из наиболее активно развивающихся отраслей страны. Доля строительной отрасли в ВВП РК составляет 7%, количество людей, работающих в отрасли, составляет около 660 тысяч человек.

В декабре 2014 года в г. Астане состоялся первый Евразийский Конгресс строительной отрасли с участием представителей Таможенного союза (Россия, Казахстан и Беларусь), а также ведущих мировых компаний: Канады, США, Германии, Франции, Испании, Италии, Австрии, Финляндии и Польши, где обсуждался вопрос развития строительного сектора страны и новых возможностей отрасли. По заявлению Александра Беловича, председателя комитета строи-

тельства и производства строительных материалов и ЖКХ, на основе информации, представленной ассоциациями и предпринимателями, за последние годы в отрасли накопилось более 150 проблемных вопросов, часть из которых решена, а другая – находится на стадии рассмотрения. Основные задачи строительного сообщества:

- совершенствование системы управления отраслью;
- совместимость нормативно-правовой базы Казахстана со странами ТС и Евразийского союза (ЕАЭС);
- модернизация ЖКХ;
- модернизация водо- и тепловых сетей;
- развитие предприятий стройиндустрии.

Строительная отрасль очень разобщена, в ней участвует большое количество ассоциаций, которые узкоспециализированы и не имеют единой стратегической позиции. В настоящее время субъектами строительной отрасли является более 18 крупных разрозненных ассоциаций: архитекторов, проектировщиков, сметчиков, застройщиков, инвесторов, генподрядчиков, субподрядчиков и финансовых структур, которые участвуют в реализации программы развития экономики страны, а субъектов строительного рынка у нас более 38 тысяч.

В решении прорывных задач, поставленных главой государства, нужно четко представлять основные направления развития отрасли, знать, где дефицит и где переизбыток предложения и спроса.

Так, например, предприятия стройиндустрии не имеют четкого представления, в каком регионе, сколько и какие нужны строительные материалы. Для производства цемента в стране имеются свободные мощности, однако некоторые регионы закупают цемент из Китая. В рыночных условиях Россия и многие европейские страны имеют общественный орган, в которые входят союзы и ассоциации. Предлагается и в Казахстане создать национальную ассоциацию строительной отрасли для саморегулирования и профессиональной деятельности, которая будет более эффективно решать проблемы в рыночных условиях.

Основная задача национальной ассоциации:

- представление и защита строительного сообщества в органах государственной власти и судах;
- формирование государственной политики в отрасли;
- политика подготовки и аттестации профессиональных специалистов;
- разработка и утверждение стандартов и правил;
- саморегулирование – замена государственного лицензирования на выдачу свидетельства о допуске к работе.

Решение этих задач может снизить несовершенство нормативной базы, привести к дебюрократизации отечественной экономики и формированию гражданского-правовых институтов.

Создание ТС и ЕАЭС, а также в ближайшей перспективе вхождение в ВТО создает много проблем с нормативно-правовой базой для нормальной работы на этих рынках.

Казахстан затратил 4 млрд тенге на переход к системе Еврокодов. Для унификации нормативной базы

должны быть учтены, кроме общих требований, региональные особенности.

Стоит вопрос, кто будет разрабатывать эти нормативы, а также какая организация их будет утверждать? Так, например, Казахстан считает качество и прозрачность, регулируемые Европейской экономической комиссией, в разы может уступать его национальному уровню. Создание комиссии Европейского экономического союза решило бы ряд вопросов по унификации стандартов и технических регламентов между странами-участниками ТС и ЕАЭС.

Строительное бизнес-сообщество в рамках ТС сохраняет технические регламенты «Безопасности зданий и сооружений и строительных материалов», а также может принять за основу Европейскую систему технического регулирования. С Россией есть единая позиция по модернизации в проектировании, ценообразовании, энерго- и ресурсосберегающих и интеллектуальных технологиях для современных проектов.

В настоящее время рынок экспертных работ в области проектирования в субъектах государственной монополии РГП «Госэкспертиза» составляет 80% и лишь 20% осуществляют коммерческие экспертные организации.

В январе 2015 года в Москве президенты ТС России, Беларуси и Казахстана договорились о регулировании нормативно-правовой базы. Однако представители России считают, что эту проблему решить в одностороннем порядке невозможно.

Так, например, по заявлению председателя правления Евразийского банка развития Финогенова И.В. в 2015-2017 гг. будет готовиться программная и нормативная база по переходу к единой политике ЕАЭС – макроэкономической, валютной, финансовой, антимонопольной. Завершение работ по единым финансовым рынкам намечено на 2020-2023 гг., а единые рынки нефти, газа и нефтепродуктов – перспектива 2024-2025 гг. [2].

Формирование единого рынка финансовых, банковских услуг даст возможность международным инвесторам увидеть перспективы и потенциал нашего общего рынка, будет способствовать привлечению инвестиций в регион, развитию бизнеса, созданию новых рабочих мест и в конечном итоге – повышению благосостояния граждан наших стран. Увеличение объема рынка финансов в ЕАЭС на 10% может дать эффект на 40-50%. Это вдвойне важно сегодня с учетом ситуации в экономике, когда инвестиции сокращаются.

Ценообразование в строительстве – достаточно сложный процесс, требует учета многих факторов и зависит:

- от участников рынка;
- источников финансирования;
- стадии инвестиционного проекта;
- цены контракта;
- методов определения сметной стоимости;
- уровня цен на материалы, оплаты труда и эксплуатации механизмов;
- региональных особенностей.

За последние два десятилетия слишком слабо было налажено информационно-аналитическое обеспе-

чение в ценообразовании. В системе ценообразования используются не рыночные, а тарифные механизмы, вместо определения стоимости путем постоянного мониторинга цен, а базовые цены на ресурсы и услуги устанавливаются государством.

В результате использования этих методов стоимость здания и сооружения не соответствует реальным условиям.

С 1 января 2015 года, согласно постановлению правительства, осуществлял переход на ресурсный метод ценообразования в строительстве. Существовавший ресурсный метод, по словам председателя ассоциации сметчиков Казахстана А. Пяртель, устарел, не обладал гибкостью. Вместо рыночного формирования цен было государственное директивное ценообразование в строительстве, что идет вразрез с правилами вступления в ВТО [3].

Международный опыт показывает, что при переходе на рыночные отношения цены определяются законом рынка (спросом и предложением), и ценообразование не является объектом государственного регулирования. При этом используются пособия, стандарты управления проектом, менеджментом качества, шаблоны смет типовых зданий, статистические данные и сведения о новых подходах при составлении смет.

Одним из приоритетных направлений в ежегодном послании Президента Казахстана Н.А. Назарбаева «Нұрлы жол – путь в будущее» указано жилищное строительство. Согласно госпрограмме «Доступное жилье-2020», в рамках которой планируется ввести около 69 млн м² жилья, предусматривается реализация 9 следующих направлений:

- 1) Жилье для очередников местных исполнительных органов (МИО);
- 2) Жилье по линии ЖССБК (для всех категорий населения; для молодых семей)
- 3) Ремонт жилищного фонда по Программе модернизации в Республике Казахстан на 2011-2020 годы (вторичное жилье);
- 4) Жилье в рамках пилотных проектов по сносу аварийного жилья;
- 5) Строительство ИЖС;
- 6) Строительство инженерно-коммуникационной инфраструктуры;
- 7) Строительство жилья в рамках Программы занятости 2020;
- 8) Строительство жилья АО «Фонд недвижимости «Самрук-Казына».

Для обеспечения социально-уязвимой части населения создана новая государственная программа на 2015-2020 годы. По данным акиматов, нуждающиеся в жилье этой категории составляют порядка 300 тысяч казахстанцев, в том числе участников ВОВ 376 человек, детей-сирот 43 638 человек, социально-уязвимых слоев населения 130 303 человека, государственных и военнослужащих 124 000 человек, граждан с аварийным жильем 1752 человека [4].

На 2015 г. по этой программе запланировано 250 млрд тенге, в том числе 145 млрд тенге из национального фонда, облигационный заем КУК 29 млрд тенге. В 2015-2016 годы дополнительно будет выделено 108

млрд тенге. Финансирование арендного жилья будет идти напрямую, без посредников, под низкие проценты, для обслуживания этого кредита достаточно 1-2 процентов.

Основными причинами удорожания стоимости жилья являются: рост цен на строительные материалы на 8%, электроэнергию – 7-10%, заработную плату – 25% и эксплуатацию строительных машин и механизмов – 3%. Государственная программа предусматривала максимальную стоимость 80 тысяч тенге за квадратный метр, а удорожание составило – 10,4%. Основными направлениями снижения стоимости являются:

- типовое проектирование (использование типовых и аналоговых проектов снизит стоимость ПСД на 35-40%);

- проектирование квартир коридорного типа против секционного уменьшит стоимость на 11% (за счет входной группы, которая позволяет увеличить полезную площадь на 6,6%);

- индустриальный метод строительства [5].

За истекший год в республике построено 20 домостроительных комбинатов, из которых только 30% действуют как ДСК, остальные являются заводами железобетонных изделий, которые выпускают отдельные конструкции. Так, например, Саранская ДСК Карагандинской области, мощность которого 40 тысяч квадратных метров в год, выпускает лишь плиты перекрытия. Из опыта работы за период 1960-1980 годов Карагандинского ДСК, мощностью 110 тысяч квадратных метров в год, он мог бы обеспечить 30% ввода жилья по области. Стоимость такого панельного дома, по сравнению с кирпичным, дешевле на 20-25%, а срок строительства сокращается на 20%.

Так, например в странах Евросоюза коэффициент потребности жилья составляет 1,2, соответственно в Китае 1,0, а Казахстане 0,4. По этому показателю при текущем темпе строительства жилья потребуется около десяти лишним лет. Согласно нормативу ООН на одного человека требуется 30 квадратных метров. Темп строительства по этому показателю с 2009-2013 г. повысился с 18,5 кв. метров до 20,9 кв. метров. Для обеспечения жилья по этому нормативу потребуется около 10-12 лет. В 2014 году введено в эксплуатацию 7,517 млн кв. метров, в том числе ИЖС 3,785 млн кв. метров, что составляет 53,9%. Многие программы «Доступное жилье-2020» пробуксовывают, основная причина – это высокая стоимость, большие процентные ставки по кредитам и значительная сумма первоначального взноса. Так, например, средняя стоимость жилья одного квадратного метра четвертого класса пятиэтажного жилого дома повысилась за период с 2011 г. по 2014 г. с 90,8 тысяч тенге до 102,8 тыс. тенге. Соответственно монолитно-каркасного – с 105,7 тыс. тенге до 120 тыс. тенге, что составляет 11,7%, а в г. Астане на 30-50%, а госпрограммой установлена минимальная стоимость – 80 тысяч тенге. Процентные ставки за кредиты доходят до 20%, а стартовый взнос составляет до 30% от стоимости жилья.

Согласно новой программе государство будет представлять арендное жилье под 2% сроком на 20 лет с последующим выкупом без первоначального взноса и посредника.

Одним из серьезных проблем ЖКХ является капитальный ремонт. Общий объем жилого фонда Казахстана составляет 343 млн кв. метров, в том числе в многоэтажных домах составляет 118 тыс. кв. метров. По данным Министерства энергетики, капитальному ремонту подлежит 29 751 дом или 28%, а аварийных домов, подлежащих сносу 3 807, или 3,6%. В надлежащем состоянии находятся 71 560 домов, что составляет 68%. Доля жилья, требующих капитального ремонта, снизилась с 2010 года по 2014 год с 32% до 22%. А к 2020 году необходимо довести до 10% [4]. По скромным подсчетам, на капитальный ремонт ежегодно требуется 100-300 млрд тенге и 100 млрд тенге на эксплуатационные расходы. Такую финансовую нагрузку не имеет возможности выполнить государственный бюджет, тем более в кризисный период, поэтому должен работать рынок собственников жилья.

Сектор ЖКХ потребляет более 40% производимой тепловой энергии и около 22% электроэнергии. При комплексном подходе в ключевых отраслях можно снизить энергосберегающие ресурсы до 20-30%. Так, например, около 70% теплопотерь обеспечивают здания, построенные по старым нормам потребления энергии. Сравнительный анализ удельного потребления тепла в год показывает, что Казахстан потребляет в 3 раза больше, чем страны Евросоюза. Так, например, Швеция на отопление 1 м² жилья расходует 88 кВт·ч/м² в год, Германия – 120, Россия – 210 и Казахстан – 243. После комплексных мер, энергосберегающих мероприятий отдельные регионы снизили потребление тепла до 30-40%. Так, например, в г. Астане сокращено потребление энергии с 285,96 до 229,4, что составляет 20%, в Петропавловске с 333,63 до 263,17, что составляет 21%, в г. Караганде с 251,05 до 175,10, что составляет 30%. В среднем по республике потребление энергии снизилось с 271,79 до 193,30, что составляет 29,1%.

Основные направления энерго- и ресурсосберегающих мероприятий:

- переход на европейский стандарт нормы потребления тепловой электрической энергии;
- при проектировании зданий в обязательном порядке использовать энергосберегающие и ресурсосберегающие материалы и технологии;
- через окна, двери, крышу, ограждающие конструкции и фундамент теплопотери составляют до 70%. После капитального ремонта стоимость двухкомнатных квартир на вторичном рынке увеличивается до 5,0 тысяч тенге за квадратный метр.

Для снижения потребления тепловой энергии необходимо при проектировании придерживаться европейских нормативов, даже современные здания имеют резерв экономии теплоэнергии. Так, например, произведен аудит жилых зданий в г. Астане на предмет энергоэффективности зданий, построенных за последние годы. По результатам замеров классов эффективности и теплотехнических характеристик зданий согласно СН РК 2.04-21-2004* они имеют резерв до 30%.

Для 6-9 этажных зданий фактически потребление тепловой энергии составляет 139 кВт час/м² в год при норме 148 кВт час/м² в год, резерв составляет 9 кВт час/м² в год, а 20% исследуемых зданий выходят за пределы нормы потребления. Для высотных зданий удельное потребление тепловой энергии составляет 127 кВт час/м² в год, верхние границы нормы составляют 132 кВт час/м² в год. Количество зданий сверхнормативного потребления составляет 27%.

В плане нации «100 конкретных шагов», предложенном президентом РК Н.А. Назарбаевым [6], в 48 шаге обозначено внедрение ресурсного метода определения сметной стоимости строительства. Это означает – введение нового метода ценообразования в строительстве, что позволит определять сметную стоимость строительства объектов в текущих ценах с реальной рыночной стоимостью материалов, изделий, оборудования и заработной платой, а также обеспечит оперативное обновление сметно-нормативной базы новыми материалами, оборудованием и технологиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента РК Н.А. Назарбаева «Нұр жол – путь в будущее» // «Индустриальная Караганда». 2014. № 201-202.
2. Материалы Евразийского конгресса «Люди, которые инвестируют в строительную индустрию, – патриоты своей страны» // Строительный вестник. 2014. № 48.
3. Ахметов С. «Казахстанский путь – 2050». Единая цель, единые интересы, единое будущее // Строительный вестник. 2014. № 2.
4. Сагинтаев В. Новая жилищная программа // Строительный вестник. 2014. № 47.
5. Усенбеков К. Проблемы привлекательности программ // Строительный вестник. 2014. № 12.
6. Послание Президента РК Н.А. Назарбаева «План Нации – 100 шагов современного государства для всех» // Индустриальная Караганда, № 72-73 от 22.05.2015 г.

Мультимодальді жүк тасымалының тиімділігін арттыруда сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық үлгісін құрастыру

Т.К. БАЛҒАБЕКОВ, т.ғ.к., доцент,

Ж.Қ. МАҚСҰТОВА, магистрант,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, ӨК кафедрасы

Кілт сөздер: мультимодальді тасымал, көлік құралдары, сызықтық бағдарламалау, теміржол көлігі, оңтайлы тасымал бағыты, математикалық үлгі, жылжымалы құрам.

Қазіргі уақытта халықаралық жүк тасымалын ұйымдастыруда мультимодальді жүк тасымалы эксплуатациялық және техникалық-экономикалық қасиеттері жағынан жетекші орынға ие болуда.

Мультимодальді көліктік қызмет көрсетудің моделін құрастыруда рациональді тасымал бағытын бекітіп, олардың салыстырмалы техника-эксплуатациялық көрсеткіштеріне қарай тиімдісін таңдау маңызды болып табылады. Ең ұтымды тасымал бағытын таңдау – жүк ағынының мультимодальді тасымалын ұйымдастырудағы оң әдіс деп танылады [1].

Тасымал бағытының дұрыс таңдалуы тасымалдың оңтайлы түрі мен көліктік құралдарының санын анықтайды, сондай-ақ тасымал уақытының қысқа мерзімділігін, тасымал үрдісіне кететін қаржы шығындарын, көліктердің бос тұрып қалуын қысқартуға бағытталады. Сонымен қоса, тиімді тасымал бағытын бекіту жүкөнімділігі мен көлік түрлерінің қолданысын жан-жақты қарқынды дамытады. Тиімді таңдалған тасымал бағыты құрылуының арқасында жүктің қажетті нүктеге дейін жеткізілу уақыты 10-30%-ға дейін қысқаруы мүмкін [4].

Ол үшін бірізділікті, яғни көліктік-логистикалық оталардың жоспарға сай орындалуын қадағалау қажет. Олар:

- жүктің соңғы жеткізілу нүктесі жайлы толыққанды ақпарат алу;
- жылжымалы құрам (көлік) түрін таңдай білу;
- өнімнің шығарылуы мен тұтыну орны аралығын картада сызбаға түсіру;
- оңтайлы тасымал бағытын анықтау есебін шығару;
- есептеулер нәтижелерінен алынған көрсеткіштердің өсу немесе кему графигін тұрғызу.

Жоғарыда аталған оңтайлы тасымал бағытын анықтау есебін шығару үшін *сызықтық бағдарламалау* әдісінің математикалық үлгісін ұсынамыз. Бұл әдіс технологиялық байланыс пен жұмыстың бірізділігін сақтай отырып, көліктік техникалық-эксплуатациялық көрсеткіштерді анықтауда салыстырмалы баға беру мүмкіндігін туғызады.

Сызықтық бағдарламалау – шектеулі белгісіз мәндерді анықтауда салыстырмалы баға беру арқылы сызықтық функциялардың экстремалдық (ең үлкен

және ең кіші) шектік мәнін табу туралы ғылым. Сызықтық функция мақсаттық деп, ал теңдіктер мен теңсіздіктер түрінде жазылатын математикалық үлгі шектік жүйесі деп аталады. Мақсаттық функция мен шектік жүйенің өрнектік жазылуы көліктік-экономикалық міндеттің математикалық үлгісі болып табылады [2].

Сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық үлгісін пайдалана отырып, «АрселорМиттал Теміртау» АҚ-ның металл өнімдерін Иранға экспорттауда үш бағытта мультимодальді тасымалдауға кеткен уақыт көрсеткішіне салыстырмалы баға бере отырып, экстремалды, яғни ең аз уақыт, **min** мәнін табуға болады. Осының арқасында ең оңтайлы, жүкті жеткізу жағынан ұтымды деп танылған тасымал бағытын анықтай аламыз.

Жалпы, сызықтық бағдарламалау әдісі математикалық үлгісінің негізгі шарты былай жазылады:

$$Z(T^n) = T_T + T_c + T_a \rightarrow \max(\min). \quad (1)$$

Нақтырақ мына шектеуде:

$$\begin{cases} T_0 + T_T + T_a = Z(T^1), \\ T_0 + T_T + T_a = Z(T^2), \\ T_T + T_c + T_a = Z(T^3), \end{cases} \quad (2)$$

мұнда T_0 – тасымалға қатыссыз көлік түрінің қозғалыс уақыты, тәул., (біздің жағдайда $T_0 = 0$ деп қабылдаймыз).

T_T – теміржол көлігімен тасымалдауға кеткен уақыт, тәул.;

T_c – су көлігімен тасымалдауға кеткен уақыт, тәул.;

T_a – автомобиль көлігімен тасымалдауға кеткен уақыт, тәул.;

T^1 – 1-ші бағыт бойынша тасымалдауға кеткен уақыт, тәул.;

T^2 – 2-ші бағыт бойынша тасымалдауға кеткен уақыт, тәул.;

T^3 – 3-ші бағыт бойынша тасымалдауға кеткен уақыт, тәул.

Сонымен, тасымал уақыты бірнеше факторларға, соның ішінде жүкті әр түрлі көлік құралдарымен жеткізу мерзіміне (уақытына) тәуелді [6].

Теміржол көлігі үшін тасымал уақыты:

$$T_T = t_{\delta c} + L/V_M + t_{\text{кoc}}, \quad (3)$$

мұнда $t_{\delta c}$ – бастапқы және соңғы оталарына кеткен уақыт, тәул;
 V_M – тәулігіне жүріс мөлшері км/сағ;
 L – тасымал қашықтығы, км;
 $t_{\text{кoc}}$ – көліктегі қосымша оталарға кеткен уақыт, тәул.

Су көлігі үшін тасымал уақыты:

$$T_c = L/V_{\text{ком}}, \quad (4)$$

мұнда $V_{\text{ком}}$ – коммерциялық жылдамдық, миль/тәул.;

$$V_{\text{ком}} = L / \left(L/V_{\text{эк}} + \frac{2\lambda D_r}{M} + t_{\text{кoc}} \right), \quad (5)$$

мұнда $V_{\text{эк}}$ – эксплуатациялық жылдамдық, миль/тәул.;

L – тасымал қашықтығы, км;

λ – жүккөтерімділік коэффициенті;

D_r – жүккөтерімділік, т;

M – порттағы жүктік жұмыстардың орташа-есептік тәуліктік мөлшері, т/тәул.

Автомобиль көлігі тасымал уақыты:

$$T_a = t_{\delta c} + L/V_{\text{эк}}, \quad (6)$$

мұнда $t_{\delta c}$ – бастапқы және соңғы оталарға кеткен уақыт, тәул.;

L – тасымал қашықтығы, км;

$V_{\text{эк}}$ – эксплуатациялық жылдамдық, км/сағ [1,5].

Есептеулерге қажетті нақты техникалық-эксплуатациялық параметрлер

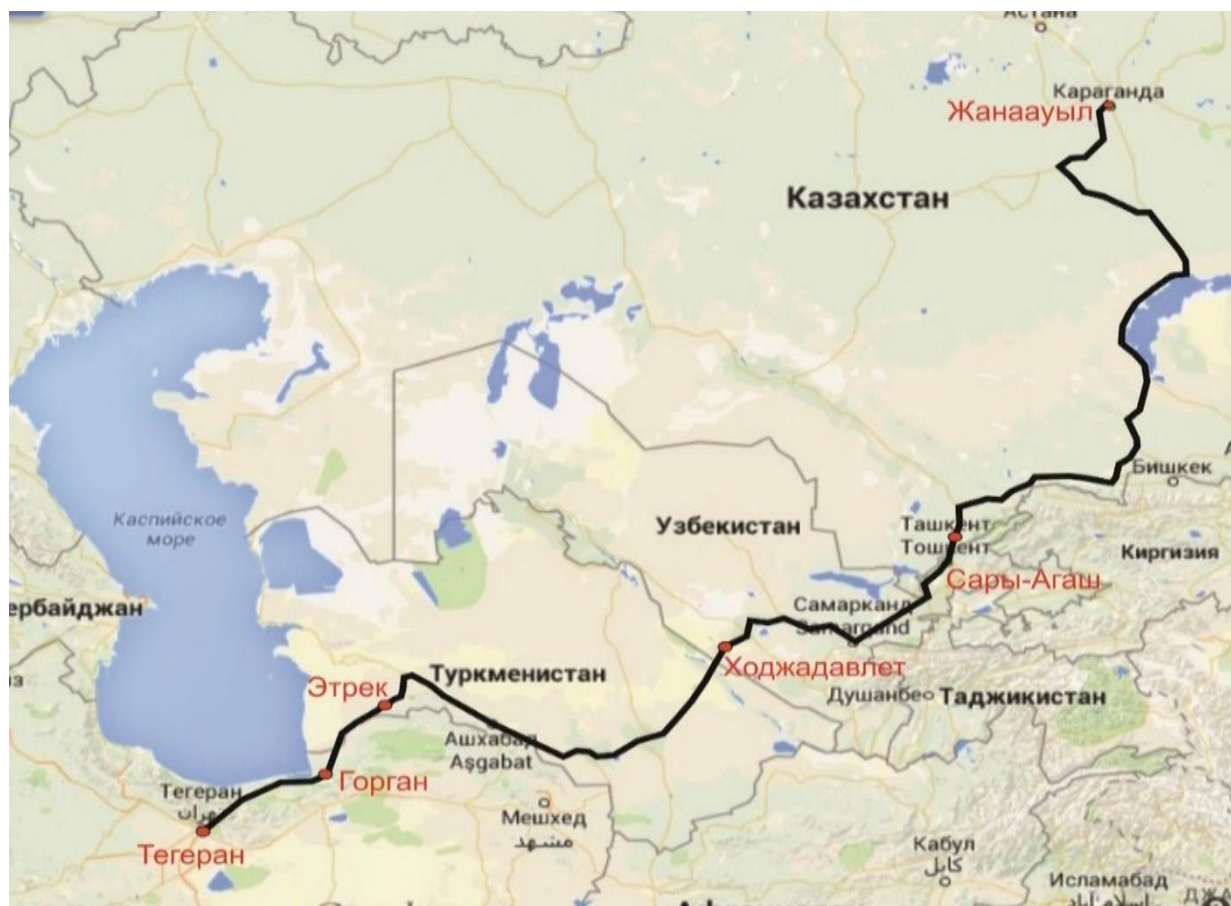
Параметрлер	1-ші бағыт	2-ші бағыт	3-ші бағыт
L_m , км	2866	3798	2201
L_c , миль	—	—	901
$L_{\text{ос}}$, км	410	410	282
V_m , км	200	200	200
$V_{\text{эк}}$, миль/тәул.	—	—	288,8
$t_{\delta c}$, тәул.	2	2	1
$t_{\text{кoc}}$, тәул.	4	3,5	1
M , т/тәул.	—	—	1720
D_r , т	—	—	3920
λ	—	—	0,59

1-ші тасымал бағыты бойынша уақытты анықтау:

$$T_{T1} = 1 + 2866/200 + 4 = 19,33 \text{ тәул.}$$

$$T_{a1} = 2 + \frac{410}{60} = 8,83 \text{ тәул.}$$

мұнда T_{T1} – Жанауыл стансасы (Қазақстан) – Сары-Ағаш ст. – Келес ст. – Ходжадавлет ст. – Фарап ст. – Этрек ст. – Горган ст. бағытында теміржол көлігімен тасымалдау уақыты;
 T_{a1} – Горган ст. – Тегеран (Иран) бағытында автомобиль көлігімен тасымалдау уақыты.



1-сурет – Жүкті жеткізудің бастапқы және соңғы нүктесі аралығындағы 1 тасымал бағытының картадағы сызбасы

2 тасымал бағыты бойынша уақытты анықтау:

$$T_{T2} = 2 + 3798 / 200 + 3,5 = 25 \text{ тәул.}$$

$$T_{a2} = 2 + \frac{410}{60} = 8,83 \text{ тәул.}$$

мұнда T_{T2} – Жанауыл ст. – Жезқазған ст. – Бейнеу ст. – Маңғышлақ – Өзен – Берекет (Түркменстан) – Горган (Иран) бағытында теміржол көлігімен тасымалдау уақыты;
 T_{a2} – Горган – Тегеран бағытында автомобиль көлігімен тасымалдау уақыты.

3 тасымал бағыты бойынша уақытты анықтау:

$$T_{T3} = 1 + 2201 / 200 + 1 = 13,005 \text{ тәул.}$$

$$V_{\text{ком}} = 901 / (901 / 288,8 + 2 * 0,59 * 3920 / 1720 + 3) = 102,5 \text{ миль/тәул.}$$

$$T_{c3} = \frac{901}{102,5} = 8,79 \text{ тәул.}$$

$$T_{a3} = 1 + \frac{282}{60} = 5,7 \text{ тәул.}$$

мұнда T_{T3} – Жанауыл ст. – (Жезқазған-Бейнеу-Маңғышлақ) – Ақтау порты бағытында теміржол көлігімен тасымалдау уақыты;

T_{c3} – Ақтау порты – Бандер-Энзели порты бағытында су көлігімен тасымалдау уақыты;
 T_{a3} – Бандер-Энзели порты (Иран) – Тегеран бағытында автомобиль көлігімен тасымалдау уақыты.

Сонымен, сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық үлгісін қолдана отырып, бірнеше мульти-модальді тасымал бағытының тасымалдау уақытының өзара жиынтық мәндерінің максимум (минимум) шамаға ұмтылу шартын көреміз:

$$\begin{cases} 0 + 19,33 + 8,83 = 28,16 \\ 0 + 25 + 8,83 = 33,83 \rightarrow \max \\ 13,005 + 8,79 + 5,7 = 27,49 \rightarrow \min \end{cases}$$

1 бағыт бойынша тасымал уақыты:

$$Z(T^1) = 28,6 \text{ тәул.}$$

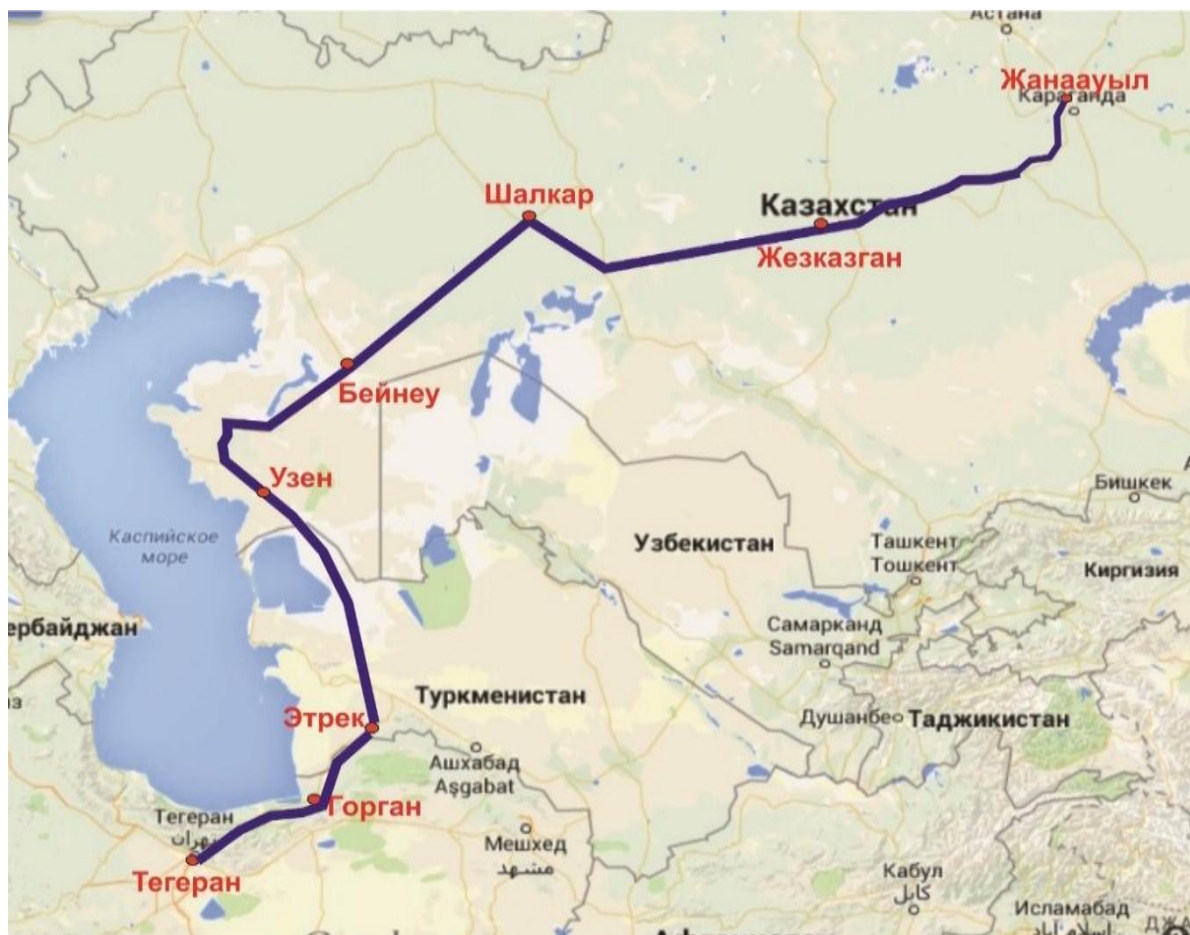
2 бағыт бойынша тасымал уақыты:

$$Z(T^2) = 33,83 \text{ тәул.} \rightarrow \max.$$

3 бағыт бойынша тасымал уақыты:

$$Z(T^3) = 27,49 \text{ тәул.} \rightarrow \min.$$

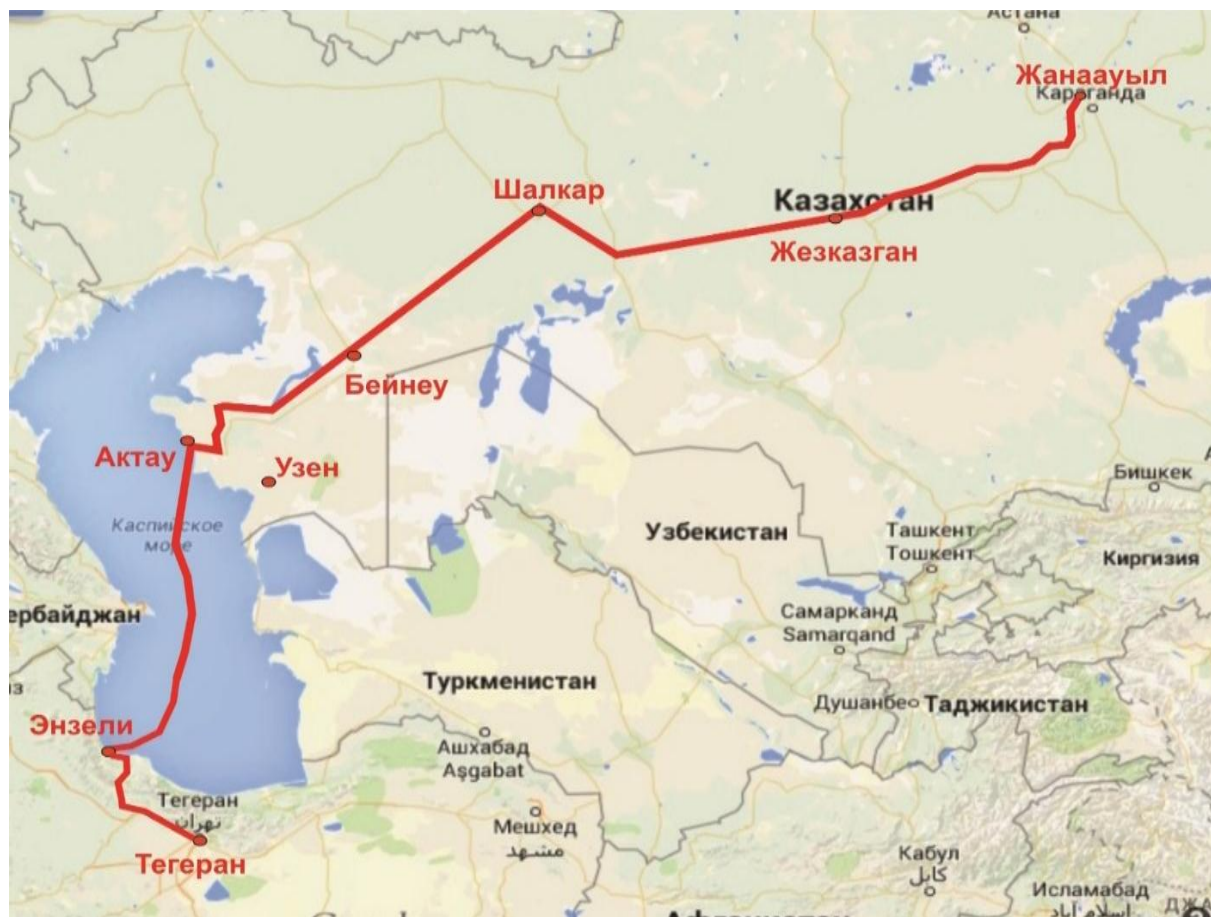
Сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық моделі металл өнімін Қазақстаннан Иранға мульти-модальді тасымалдауда ең оңтайлы тасымал бағытын



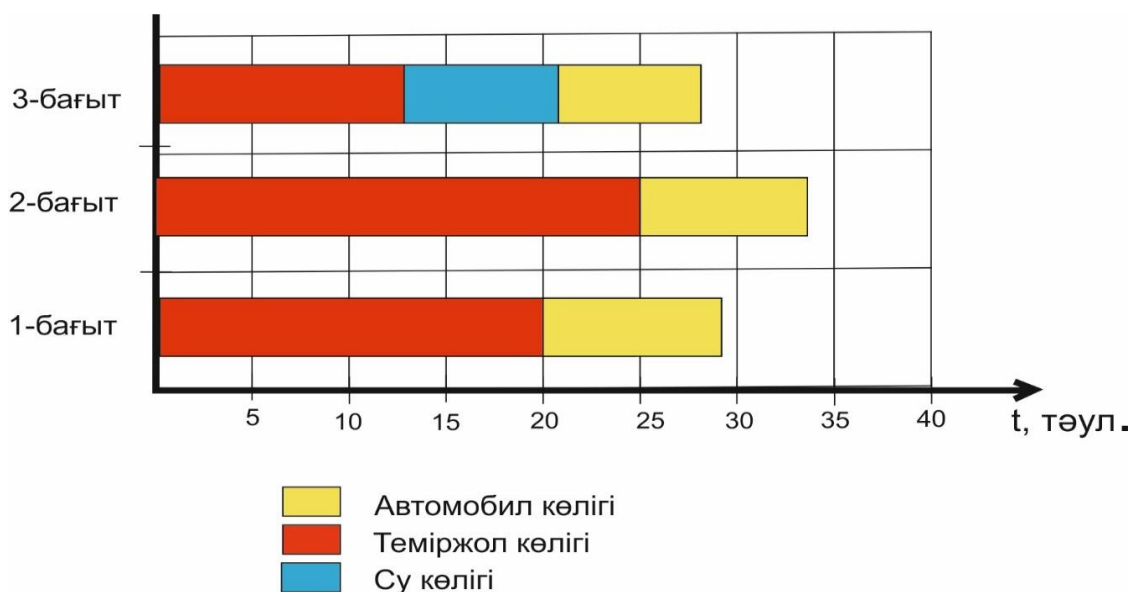
2-сурет – Жүкті жеткізудің бастапқы және соңғы нүктесі аралығындағы 2 тасымал бағытының картадағы сызбасы

таңдауға мүмкіндік берді [7]. Әдістің экстремалдылық шартының орындалуы барысында 3 бағытта теміржол, автомобиль және су көлігінің тасымал уақытын анықтауға арналған өрнектерді пайдалана отырып, есептемелер қорытындысында көрсетілгендей 3 тасымал бағыты бойынша уақыт 27,5 тәулікті көрсетті, яғни өзге нұсқаларға қарағанда тасымал уақыты жуықтағанда 1 және 3 тәулікке қысқарғанын көрсетті.

Нәтижесінде, тасымал уақыты жағынан «Арселор-Миттал Теміртау» АҚ металл өнімдерінің Иранға экспорты үшін ұтымды әрі тиімді тасымал бағыты болып Жаңаауыл стансасынан шыққан жүк Жезқазған-Бейнеу арқылы салынған жаңа теміржол желісінен бастау алып, Ақтау порты мен Энзели портын су көлігінде, одан әрі Энзели-Тегеран автомобиль көлігімен тасымалдау бағыты табылды.



3-сурет – Жүкті жеткізудің бастапқы және соңғы нүктесі аралығындағы 3 тасымал бағытының картадағы сызбасы



4-сурет – Мультимодальді жүк тасымалы бағыттарындағы тасымал уақытының салыстырмалы көрсеткіштері

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Никифоров В.С. Мультиmodalные перевозки и транспортная логистика: Учебное пособие. М.: ТрансЛит, 2007. 272 с.
2. Яретенко Н.И. Математика (Исследование операций). Курс лекций. – Мурманск.: Мурманский государственный технический университет, 2010. 23 с.
3. Комаров А.В. Исследование взаимодействия железнодорожного, водного и автомобильного транспорта в смешанных перевозках: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1956. – 26 с.
4. Резер С.М. Комплексное управление перевозочным процессом в транспортных узлах. М.: Транспорт, 1982. 160 с.
5. Маткеримов Т.Ы., Интыков Т.С., Балгабеков Т.К. Проблемы развития транспортно-логистической системы автомобильного транспорта Республики Казахстан // Труды Международной научно-практической конференции «Наука, образование и производство – ведущие факторы стратегии «Казахстан – 2050». (Сагиновские чтения № 6). 26-27 июня 2014 г. Часть 3. С. 259-261.
6. Кокрекбаев М.К., Балгабеков Т.К., МаксUTOва Ж.К. Проблемы развития транспортно-логистической системы железнодорожного транспорта Республики Казахстан // Там же. С. 242-244.
7. Балгабеков Т.К., Касымжанова А.Д., Жумадилла Б.К. Теміржол көлігінде жолаушы тасымалының инновациялық дамуы // Там же. С. 204-206.

УДК 621.314.6

Высокочастотные электронные трансформаторы на основе резонансных структур

Н.Т. ИСЕМБЕРГЕНОВ¹, д.т.н., профессор,

И.В. БРЕЙДО², д.т.н., профессор, зав. кафедрой АПП,

Л.Г. ЗОТОВ³, к.т.н. доцент,

В.В. ЮГАЙ², докторант PhD,

В.П. РАЗИНКИН¹, д.т.н., профессор, зам. декана факультета радиотехники и электроники,

¹Казахский национальный технический университет им. Сатпаева,

²Карагандинский государственный технический университет,

³Новосибирский государственный технический университет

Ключевые слова: трансформатор, резонанс, конденсатор, коммутация.

В наше время появилась необходимость замены громоздких сетевых трансформаторов, работающих на частоте промышленной сети, на более технологичные высокочастотные и, следовательно, малогабаритные устройства. Вследствие чего возникает необходимость построения электронных силовых трансформаторов (ЭСТ). ЭСТ могут быть использованы для согласования различных уровней напряжений промышленной частоты, при питании электрических машин от низковольтной или высоковольтной сети. Эффективным является также применение регулируемого ЭСТ в качестве стабилизатора сетевого напряжения, который не требует гальванической развязки входа и выхода.

В отличие от известных методов [1-3], принцип построения ЭСТ на основе высокочастотных резонансных структур с переключаемыми конденсаторами является оригинальным, т.к. исключает промежуточное преобразование переменного напряжения сети в постоянное с последующим высокочастотным инвертированием.

К основным показателям качества электронных силовых трансформаторов можно отнести массу, габариты, КПД, коэффициент мощности и коэффициенты гармоник входного и выходного токов.

Принципиальные схемы силовой цепи (СЦ) однотактных ($k=1$), нерегулируемых – повышающего и понижающего ЭСТ на основе резонансных двунаправленных преобразовательных модулей ДПМ(–) приведены на рисунке 1, а на рисунке 2 даны временные диаграммы токов и напряжений, поясняющие их работу в обоих направлениях.

Принцип действия повышающего (понижающего) ЭСТ основан на периодическом параллельном (последовательном) подзаряде конденсаторов его ДПМ(–) на высокой частоте преобразования f_H (десятки кГц) от сети переменного тока, с их дальнейшим последовательным (параллельным) разрядом на нагрузку. Зарядные – VT(1-2), VT(3-2) и разрядные ключи – VT(2-1), VT(2-2) ЭСТ работают поочередно без перекрытий в течение половины периода частоты f_H .

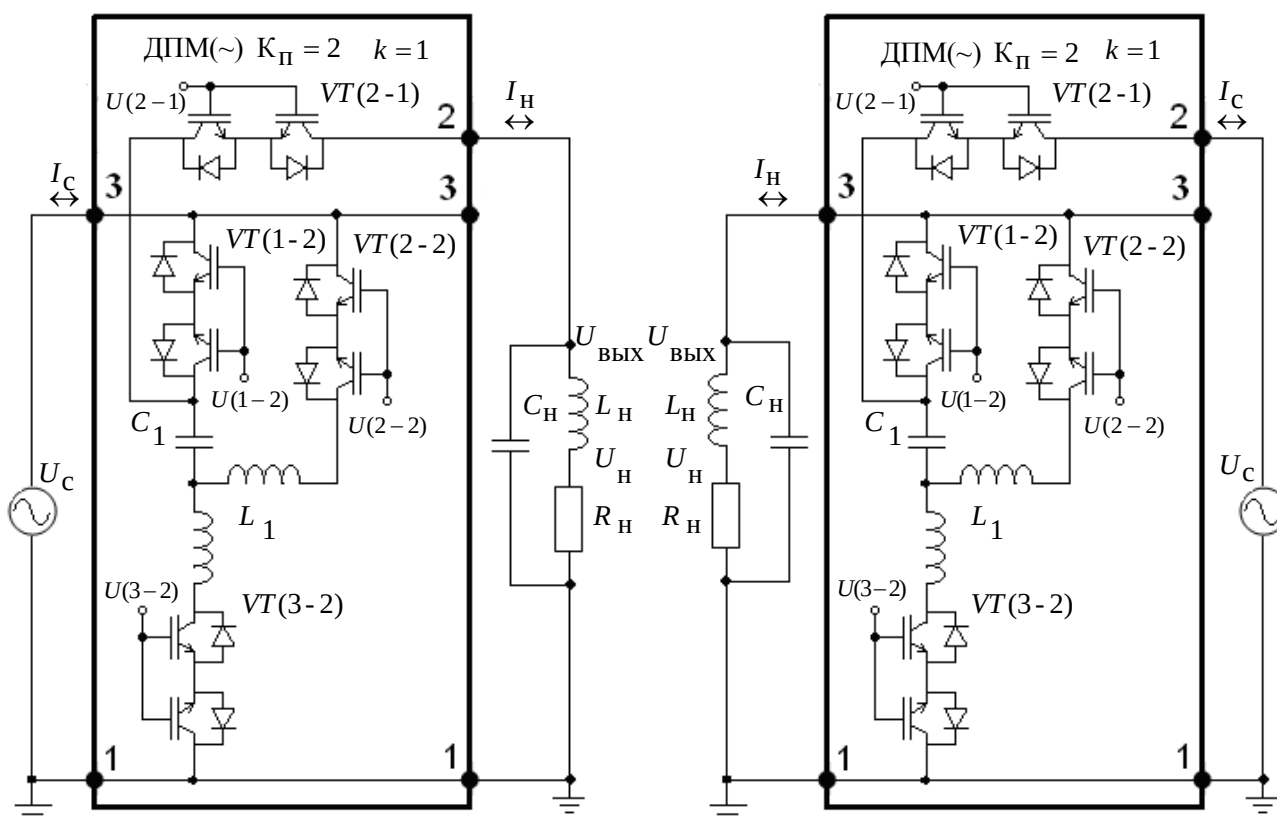


Рисунок 1 – Принципиальные схемы СЦ одноконтурных повышающего и понижающего ЭСТ

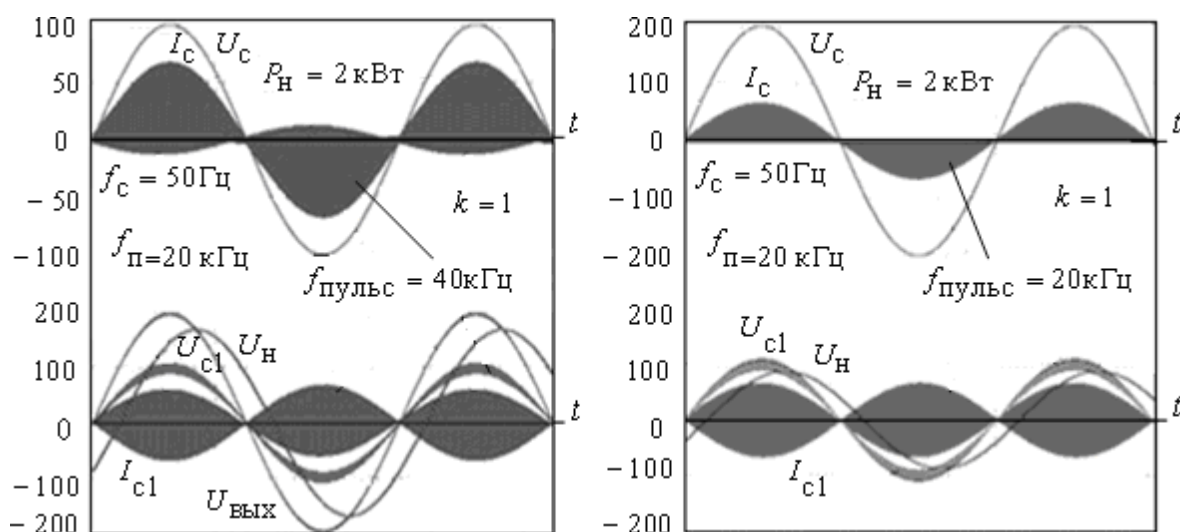


Рисунок 2 – Временные диаграммы, поясняющие работу одноконтурных повышающего и понижающего ЭСТ

Силовая цепь ДПМ(~) упрощается уменьшением числа конденсаторов на единицу, поскольку разряд (заряд) конденсаторов происходит через последовательно соединенную сеть. В результате выходные напряжения повышающего и понижающего ЭСТ зависят от числа конденсаторов его СЦ – N и оказываются равными $U_{\text{вых}} = (N+1) \cdot U_C$ и $U_{\text{вых}} = U_C / (N+1)$, что соответствует коэффициентам преобразования $K_{\Pi} = (N+1)$ и $K_{\Pi} = 1 / (N+1)$. Фильтрация напряжения на нагрузке U_H осуществляется с помощью ФНЧ, образованном элементами самой нагрузки (R_H, L_H).

Одной из важнейших особенностей предлагаемой ЭСТ состоит в том, что благодаря введению во входную и выходную цепи ДПМ(~) реакторов L_1 , а также

конденсатора C_H в контур нагрузки, все двунаправленные ключи, входящие в их состав, работают в режиме мягкой коммутации. Рассматриваемые ЭСТ имеют высокий КПД, т.к. мягкая коммутация практически устраняет динамические потери в указанных ключах.

Также мягкая коммутация позволяет в несколько раз увеличить частоту преобразования f_{Π} ключей в ДПМ(~), и тем самым значительно улучшить удельные массообъемные показатели ЭСТ за счет пропорционального снижения величин емкостей и индуктивностей его СЦ, которые определяются по формулам (1), (2).

Кроме того, при коэффициенте преобразования

используемых ДПМ(∼) $K_{\Pi}=2$ все двунаправленные ключи выбираются одинаковыми, т.к. их токи и напряжения соответственно в открытом и закрытом состояниях совпадают по форме и величине. При этом максимальные напряжения на указанных ключах в закрытом состоянии равны амплитудному напряжению сети $U_{c(макс)} = \sqrt{2} \cdot U_c$.

Для того чтобы улучшить энергетические показатели, входные и выходные характеристики, а также уменьшить массу и объем установки, целесообразно применить многотактные ЭСТ (рисунок 3). Временные диаграммы, поясняющие работу трехтактного ЭСТ, приведены на рисунке 4. Особенность работы k -тактных ЭСТ заключается в том, что работа отдельных ДПМ(∼) равномерно распределена по периоду T_{Π} частоты преобразования f_{Π} , т.е. происходит со сдвигом друг относительно друга на время $\Delta t = \frac{1}{k} \cdot T_{\Pi} = \frac{1}{k \cdot f_{\Pi}}$.

Одним из преимуществ многотактного ЭСТ является резкое снижение коэффициента гармоник входного тока I_c , особенно при $k=3$, за счет увеличения частоты его пульсации до значения

$$f_{пульс} = 2 \cdot k \cdot f_{\Pi} = 6 \cdot f_{\Pi} = 120 \text{ кГц} [4-6].$$

Величины емкости и индуктивности конденсаторов и реакторов всех ДПМ(∼) в составе СЦ многотактного повышающего ЭСТ, обеспечивающие резонанс на высокой частоте преобразования f_{Π} , не зависят от числа конденсаторов – N и определяются выражениями

$$C_1 = \sqrt{2} \cdot \frac{I_{ндмакс}}{f_{\Pi} \cdot k \cdot \delta_{c1} \cdot U_c}, L_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_n^2 \cdot C_1}, \quad (1)$$

где $I_{ндмакс}$ – максимальное действующее значение тока нагрузки ЭСТ,

$$\delta_{cj} = \frac{\Delta U_{c1}}{U_{c1(ср)}} - \text{допустимая относительная пульсация}$$

напряжения на конденсаторах C_1 в ДПМ(∼).

Для понижающего ЭСТ параметры этих элементов, зависят от N и вычисляются по формулам

$$C_1 = \sqrt{2} \cdot \frac{I_{ндмакс}}{(N+1) \cdot k \cdot f_n \cdot \delta_1 \cdot U_c}, L_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_n^2 \cdot C_1}. \quad (2)$$

Сравнение (1) и (2) показывает, что при одинаковых C_1 понижающий ЭСТ способен отдать в нагрузку ток, превышающий ток нагрузки повышающего ЭСТ в $(N+1)$ раз. Это означает, что ЭСТ имеет одинаковую мощность при работе в обоих направлениях, так же, как и обычный силовой трансформатор.

Моделирование электрических процессов в ЭСТ доказывает, что для любых значений k низкочастотные (на частоте сети) огибающие токов сети I_c и нагрузки I_n совпадают по форме и фазе, отличаясь амплитудой в $Kni = (N+1)$ раз, что соответствует эквивалентной схеме (рисунок 5).

Поскольку фазы напряжений U_c и $U_{вых}$ также совпадают, то это означает, что фазовый сдвиг φ между U_c и первой гармоникой I_c и, следовательно, коэффициент мощности входной цепи ЭСТ, равный $\cos \varphi$, полностью определяется фазой комплексного сопротивления контура нагрузки (R_n, L_n, C_n).

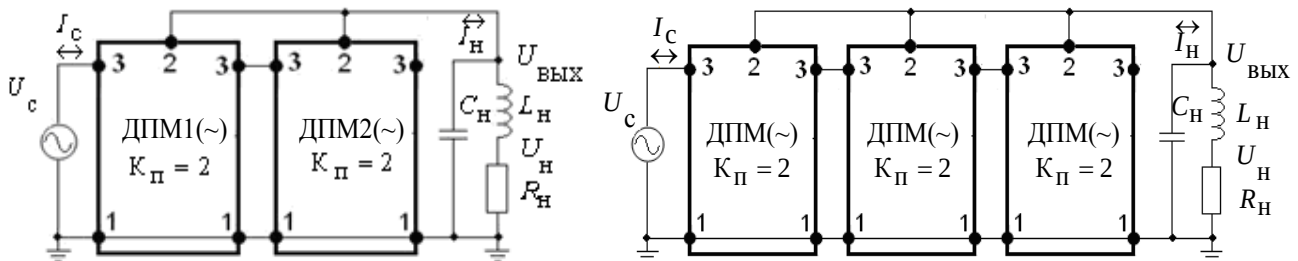


Рисунок 3 – Структурные схемы двух и трехтактных повышающих ЭСТ

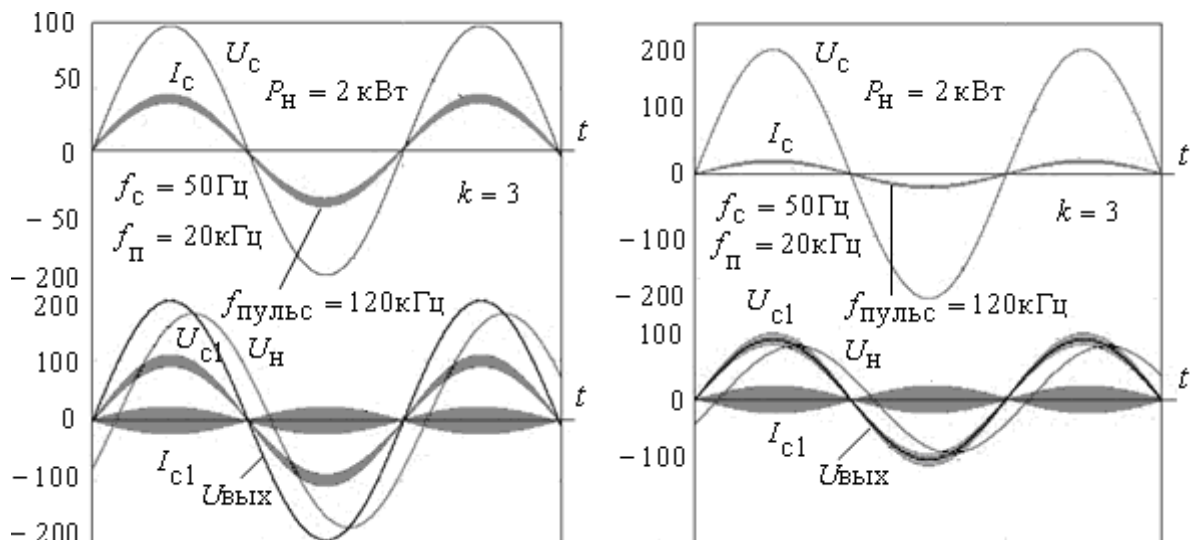


Рисунок 4 – Временные диаграммы, поясняющие работу трехтактного повышающего и понижающего ЭСТ

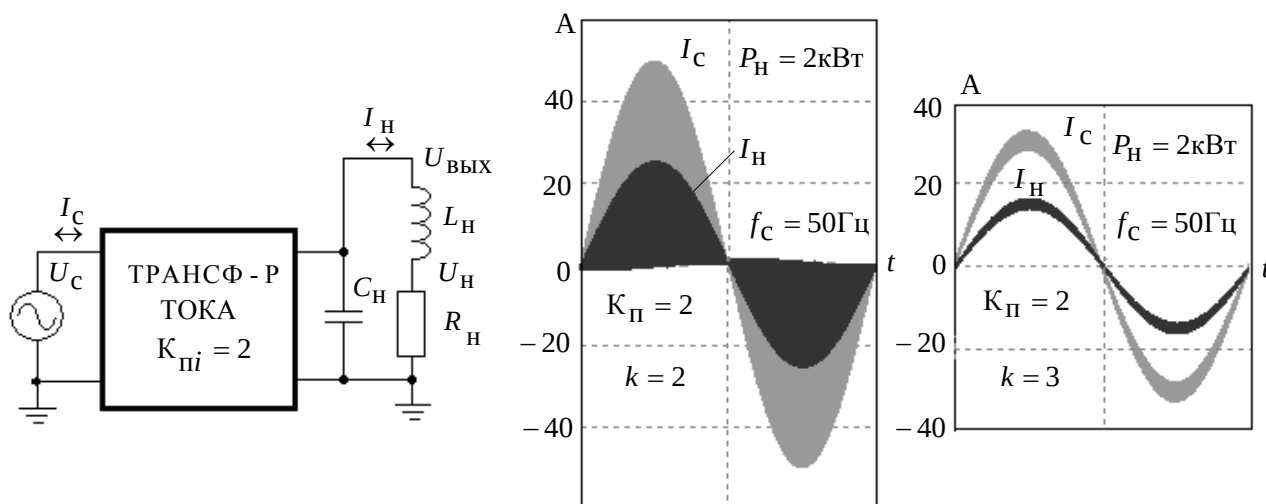


Рисунок 5 – Эквивалентная схема и временные диаграммы огибающих входного и выходного токов ЭСТ

Из этого следует, что максимальное значение $\cos\varphi$ достигается на резонансной частоте контура нагрузки, определяемой выражением

$$f_p = f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{L_n \cdot C_n} - \frac{R_n^2}{L_n^2}}. \quad (3)$$

Определяем выражение для вычисления величины емкости контура нагрузки, обеспечивающей максимум коэффициента мощности входной цепи ЭСТ

$$C_n = \frac{L_n}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_c^2 \cdot L_n^2 + R_n^2}. \quad (4)$$

Максимум функции входного коэффициента мощности $\cos\varphi(C_n)$, не является ярко выраженным, т.е. допускает уменьшение величины C_n без видимого ухудшения энергетических характеристик ЭСТ (рисунок 6), ввиду сравнительно низкой добротности контура нагрузки. Уменьшение номинала C_n позволяет существенно снизить габариты ЭСТ. Заметим, что темпы снижения величины емкости C_n возрастают с увеличением числа тактов преобразования ЭСТ – k . Из графика видно, что если для $k=1$ заметного уменьшения $\cos\varphi$ не наблюдается при снижении емкости C_n с 170 мкФ до 150 мкФ, то уже при $k=2$ её можно уменьшить до величины 90 мкФ, а в трехтактном ЭСТ до 50 мкФ.

Кроме того, графики рисунка 6 показывают преимущество двух и трехтактных ЭСТ по сравнению с однотактным ($k=1$) по КПД (г), коэффициентам мощности (б) и гармоник входного тока (в), а также виду нагрузочной характеристики (а).

Регулируемые ЭСТ применяются при создании систем стабилизации сетевого напряжения. Максимальный КПД и минимальный коэффициент гармоник выходного напряжения достигается регулировкой выходного напряжения по принципу многозонной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) [7]. Силовая цепь регулируемого двухтактного ЭСТ отличается от схемы (рисунок 3) отсутствием конденсатора C_n и алгоритмом управления зарядных ключей VT(1-2) и разрядных VT(2-2) двунаправленных транзисторных ключей в ДПМ1(~) и ДПМ2(~). Регулировка выходного напряжения осуществляется ШИМ сигналов управления

коммутацией разрядных ключей VT(2-2). При этом многозонная ШИМ достигается дополнительным инверсным управлением коммутацией зарядных ключей VT(1-2). Алгоритм управления ключами ДПМ1(~) и ДПМ2(~) определен соответствующими матрицами управления (5).

$$\begin{vmatrix} X(\sim)[t-0,5 \cdot T_n] \\ \bar{X} X(\sim)[t-0,5 \cdot T_n] \\ X \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} U(1-2) \\ U(2-1) & U(2-2) \\ U(3-2) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \bar{X}(\sim) \\ X & X(\sim) \\ \bar{X} \end{vmatrix} \quad (5)$$

Здесь:

- управляющий сигнал X – последовательность управляющих импульсов длительностью $0,5 \cdot T_n$ следующих с частотой $f_n = (1 / T_n)$;
- управляющий сигнал $\bar{X}$ – инвертированный сигнал X ;
- управляющий сигнал $X(\sim)$ – сигнал X , регулируемый по длительности от 0 до $0,5 \cdot T_n$;
- управляющий сигнал $\bar{X}(\sim)$ – инвертированный сигнал $X(\sim)$;
- управляющий сигнал $X(\sim)[t-0,5 \cdot T_n]$ – задержанный на время $0,5 \cdot T_n$ сигнал $X(\sim)$;
- управляющий сигнал $\bar{X}(\sim)[t-0,5 \cdot T_n]$ – инвертированный сигнал $X(\sim)[t-0,5 \cdot T_n]$.

Выводы:

1. Принципы построения многотактных резонансных двунаправленных ЭСТ разработаны и исследованы на основе структур с переключаемыми конденсаторами, имеющих высокий КПД и существенно лучшие массогабаритные показатели по сравнению с аналогами.

2. Исходя из резонансных свойств структуры ЭСТ получены выражения для вычисления параметров реактивных элементов его СЦ.

3. Показано, что при любом количестве тактов ЭСТ коэффициент мощности его входного тока полностью определяется элементами контура нагрузки. Получено выражение для определения величины емкости нагрузки, обеспечивающей максимум коэффициента мощности входного тока ЭСТ.

4. На основе принципа многозонной ШИМ

предложена схема и алгоритм коммутации двухтактного регулируемого ЭСТ, с повышенным КПД и улучшенным коэффициентом гармоник выходного напряжения.

5. Доказано, что увеличение числа тактов

преобразования ЭСТ ведет к заметному уменьшению коэффициента гармоник его входного тока, улучшению нагрузочной, входных и энергетических характеристик, а также позволяет резко снизить величину суммарной емкости его силовой цепи.

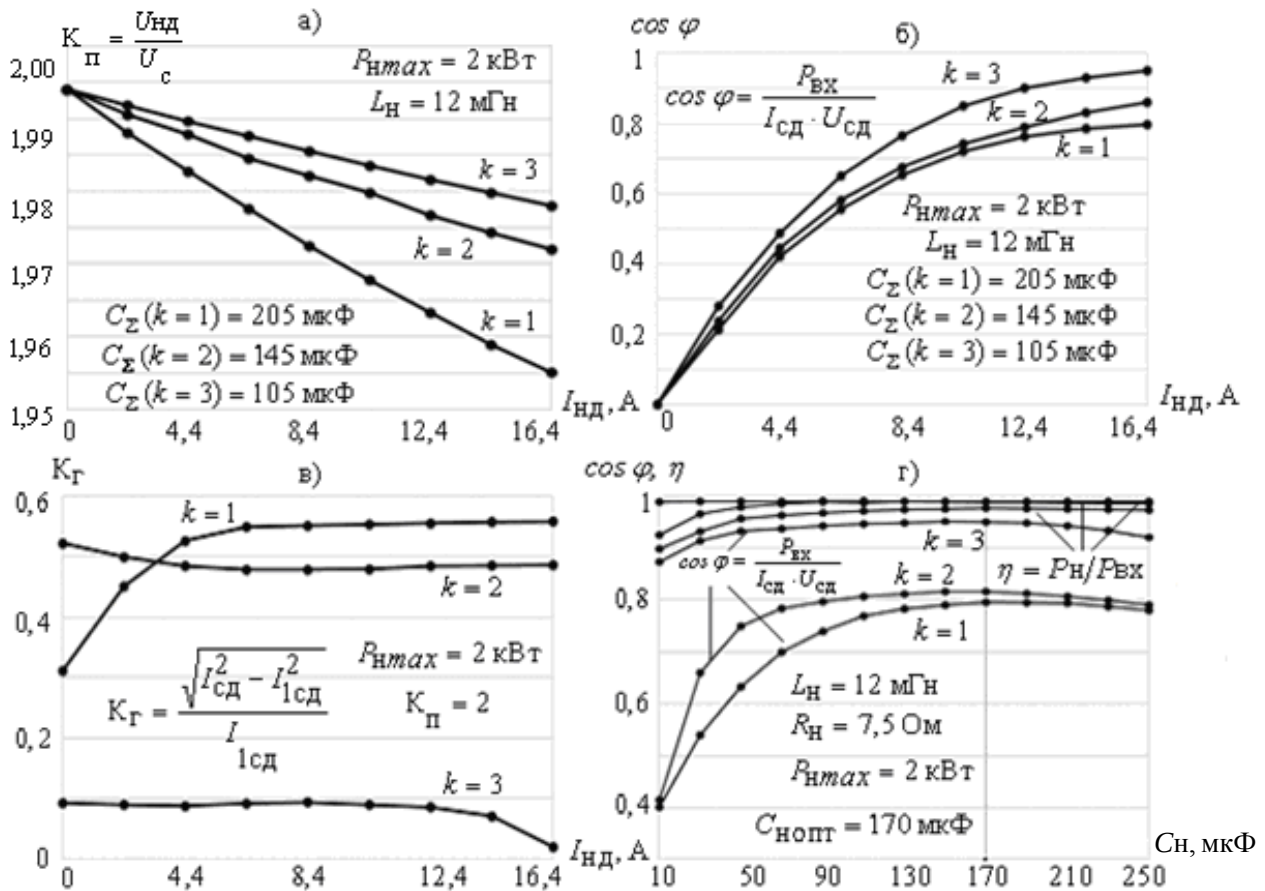


Рисунок 6 – Технические характеристики одно-, двух- и трехтактных ЭСТ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моин В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 376 с.
2. Ромаш Э.М. Высокочастотные транзисторные преобразователи / Э.М. Ромаш, Ю.И. Драбович, Н.Н. Юрченко, П.Н. Шевченко. – М.: Радио и связь, 1988. – 288 с.
3. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники / 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2009. – 672 с.
4. Зотов Л.Г. Конденсаторные повышающие преобразователи с изменяющейся структурой для автономных энергосистем / Л.Г. Зотов // Электротехника. – 2011. – № 4. – С. 46-50.
5. Зотов Л.Г. Понижающие преобразователи постоянного напряжения на основе структур с переключаемыми конденсаторами для автономных энергосистем / Л.Г. Зотов // Научный вестник НГТУ, 2011. – № 1(42). – С. 151-158.
6. Зотов Л.Г. Резонансные DC-DC конвертеры на основе структур с переключаемыми конденсаторами для автономных систем энергоснабжения / Л.Г. Зотов // Радиопромышленность. – 2012. Вып. 1. С. 103-113.
7. Кобзев А.В. Модуляционные источники питания РЭА / А.В. Кобзев, Г.Я. Михальченко, Н.М. Музыченко. – Томск: Радио и связь, 1990. – 336 с.

Восстановление гидроэнергетической установки на Колыванском камнерезном заводе

В.М. ИВАНОВ, д.т.н., профессор,

Б.В. СЁМКИН, д.ф.-м.н., профессор,

Т.Ю. ИВАНОВА, к.т.н., доцент,

И.А. БАХТИНА, к.т.н., доцент,

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Ключевые слова: гидроэнергетическая установка, проект, модель, микро-ГЭС, гидротехнические сооружения, водоналивное колесо, водосбросные сооружения, электроснабжение, энергосбережение, автоматическое управление.

Колыванский камнерезный завод был основан в 1802 г, где в предгорьях Алтая был построен поселок Колывань. На Колыванском камнерезном заводе было создано большое количество произведений искусства, известных во всем мире.

В настоящее время Колыванский камнерезный завод эффективно работает. На заводе установлено новое оборудование в цехе обработки ювелирных изделий. Завод получил несколько крупных заказов на изготовление облицовочной плитки, бордюрного камня, гранитных ступеней, цилиндрических каменных рубашек для химической промышленности. Предприятие сегодня выпускает ювелирные, художественные изделия: вазы, шкатулки, письменные приборы, мозаичные панно, столы с инкрустацией, балясины.

В связи с 200-летием Колыванского камнерезного завода Администрацией Алтайского края было принято решение о восстановлении исторического памятника и создании современной гидроэнергетической установки, включающей микро-ГЭС с водоналивным колесом и гидротехнические сооружения. Работы по реконструкции выполнены по проекту, разработанному кафедрой теплотехники, гидравлики и водоснабжения, водоотведения (ТГиВВ) ФГБОУ ВПО Алтайского государственного технического университета (АлтГТУ).

Фундаментальная научная проблема, на решение которой направлен проект, – это разработка новых и усовершенствование ранее известных гидроэнергетических установок и комплексов на основе возобновляемого источника энергии – потока воды. В результате для электроснабжения и энергосбережения на заводе была установлена микро-ГЭС с водоналивным колесом [1].

В 2015 году к 285-летию села Колывань и 170-летию со дня изготовления Колыванской «Царицы ваз» ученые и сотрудники университета разработали и установили новый, усовершенствованный блок автоматического управления электрической нагрузкой.

Состояние гидротехнических и гидроэнергетических сооружений Колыванского камнерезного завода

До начала реализации проекта сохранились и вос-

становлены некоторые исторические сооружения (рисунок 1): здание завода (рисунок 2); земляная плотина высотой 10 м, которая находилась в хорошем состоянии – отсутствовали видимые выходы фильтрационного потока в нижнем бьефе плотины; водосбросные сооружения (рисунок 3). Состояние водосбросных сооружений удовлетворительное.

Поверхности каменных конструкций имели незначительные трещины, которые образовались под воздействием природных факторов. Русло реки ниже плотины было заполнено отходами камнеобрабатывающего производства. Историческое здание, где было установлено водоналивное колесо, было отремонтировано. Само водоналивное колесо диаметром 6,4 м из дерева отсутствовало. Водоналивное колесо было центральным двигателем, служащим приводом шлифовальных и сверлильных станков.

От подводящего канала остался только трубопровод диаметром 1200 мм, проложенный в теле плотины. Отводящий лоток был завален камнем.

В помещении водоналивного колеса, высота которого 7,5 м, размеры в плане (8,0x2,8) м, сохранилась только одна опора колеса из камня и отводящий канал сечением (1,5x1,5) м длиной 30 м с дном из листовенницы.

Исследования на модели водоналивного колеса

В лаборатории гидротехнических сооружений малых гидроузлов и микро-ГЭС кафедры ТГиВВ АлтГТУ была создана модель водоналивного колеса в масштабе 1:2 диаметром 3 м и шириной 0,88 м (рисунок 4).

Оптимизирована форма лопаток, позволяющая получить наполнение около 50% от максимально возможного объема (объема полукольца) [2, 3].

С применением водоудержателя, расположенного в нижней четверти колеса и выполненного в виде радиально изогнутой стенки с зазором 10 мм от колеса, удалось увеличить наполнение до 60%. Увеличивая наполнение колеса, мы можем при одной и той же снимаемой мощности уменьшить его размеры. По историческим данным, наполнение водоналивного колеса Колыванского камнерезного завода было около 40%.

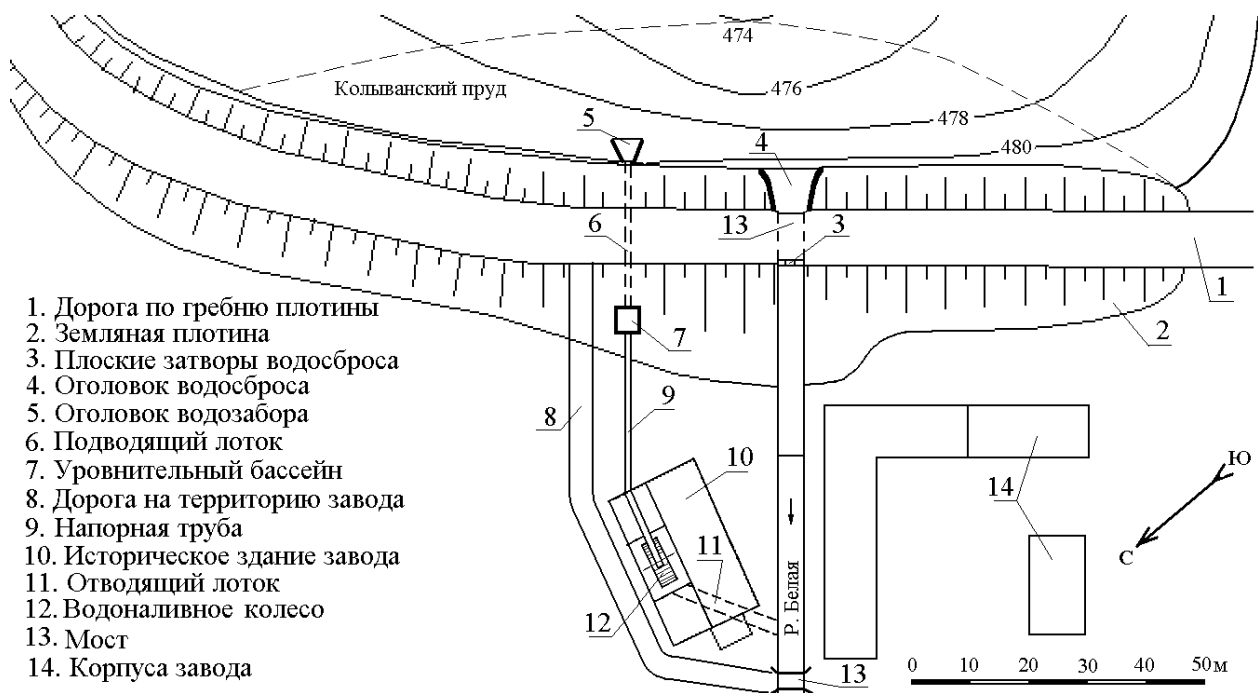


Рисунок 1 – Генплан сооружений Колыванского камнерезного завода

Вода подавалась на модель колеса насосной станцией, включающей пять насосов К160/30, по трубопроводу диаметром 300 мм с задвижками Ду300. Максимальный расход воды 200 л/с. Это позволило создать систему автоматического регулирования водяным колесом мощностью 4 кВт. Вместо первоначально рассчитанного стального вала диаметром 120 мм использовали стальную ось диаметром 60 мм, что было достигнуто за счет передачи вращающего момента от колеса к редуктору через звездочку цепной передачи, закрепленную на спицах.

Для передачи крутящего момента от колеса к редуктору был проведен экспериментальный сравнительный анализ ременной и цепной передач. Установлено, что использовать ременную передачу для низкоборотного колеса не целесообразно. Передаточное отношение цепной передачи к редуктору Ц2У-250-50 составляет 1:1,5.

Передаточное отношение повышающего редуктора 1:50. К нему подключен асинхронный двигатель с частотой вращения 1500 об/мин и мощностью 5,5 кВт.



Рисунок 2 – Историческое здание Колыванского камнерезного завода

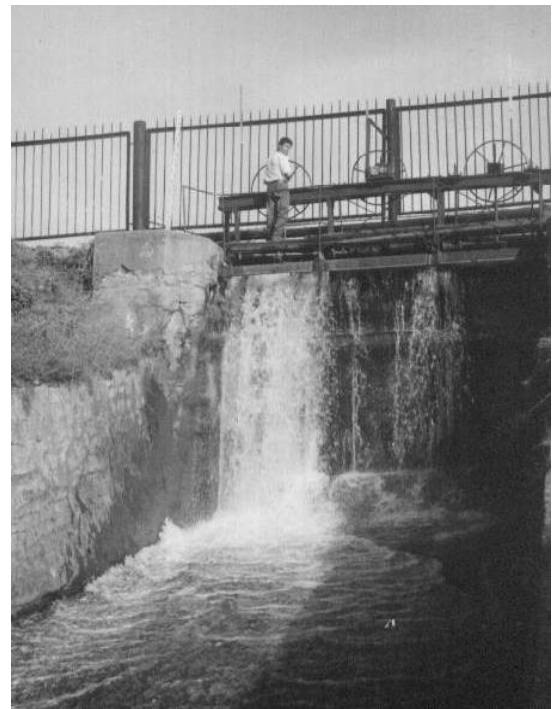


Рисунок 3 – Водосбросные сооружения

При расходе 200 л/с частота вращения модели водоналивного колеса 18-20 об/мин (окружная скорость на внешнем ободе колеса составляет около 3 м/с). При этом максимальная вырабатываемая мощность системы 3 кВт и общий КПД 60% (КПД гидротурбины, например, 90%). Общий КПД водоналивного колеса определялся как отношение электрической мощности $N_{эл}$, фиксируемой ваттметром в блоке управления электрической нагрузки, к гидравлической мощности $N_{гидр}$. Гидравлическая мощность определялась по формуле:

$$N_{гидр} = \rho g H Q,$$

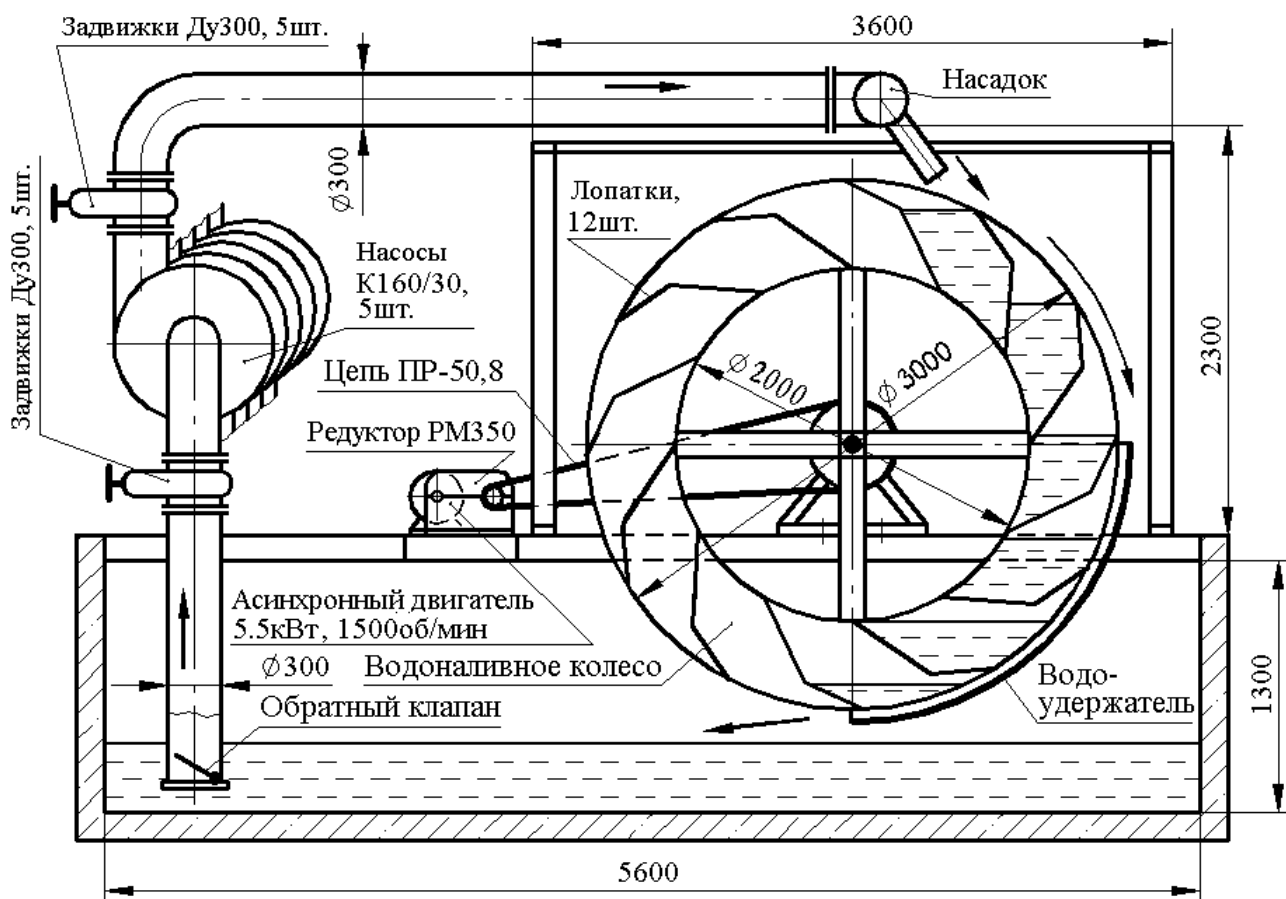


Рисунок 4 – Модель водоналивного колеса

где ρ – плотность воды, кг/м³;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 H – высота от излива воды до уровня воды в отводящем канале, приблизительно равным диаметру колеса, м;
 Q – расход воды, м³/с.

КПД привода составляет 80%, КПД генератора – 80%. Общий КПД был увеличен с 40% до 60% за счет водоудержателя, который задерживал воду в карманах колеса (рисунок 4).

Таким образом, применение водоналивных колес наиболее эффективно в случае прямого использования гидроэнергии низкооборотными потребителями без применения редуктора и преобразования ее в электрическую энергию.

Проект натурного водоналивного колеса

По разработанной в [4] комплексной методике расчета микро-ГЭС и на основе данных, полученных при исследовании модели водоналивного колеса в масштабе 1:2 диаметром 3 м, был разработан проект микро-ГЭС с водоналивным колесом в натуральную величину диаметром 5,5 м, шириной 0,9 м и количеством лопаток – 48 (рисунок 5). Основные технические характеристики микро-ГЭС приведены в таблице 1.

При этом был использован накопленный опыт конструирования лопаток, что позволило достичь наполнения колеса аналогично модели. Применение водоудержателя также позволило увеличить наполнение до 60%. Натурное колесо было спроектировано с деревянными лопатками на металлическом каркасе.

Из водохранилища вода подается в уравнильный бассейн по трубопроводу из бетона размером (1,5х1,5) м через тело плотины и далее поступает на колесо по металлической трубе диаметром 0,8 м с переходом на прямоугольную (0,7х0,7) м.



Рисунок 5 – Водоналивное колесо.

Расчетный расход воды 1000 л/с, при этом частота вращения колеса 10 об/мин, а окружная скорость, так же как и на модельном колесе, около 3 м/с.

Вместо деревянного вала диаметром 500 мм использована стальная ось диаметром 100 мм.

Внутри здания на подводящем трубопроводе предусмотрена задвижка диаметром 500 мм с электроприводом для регулирования расхода воды, подаваемой на колесо (рисунок 6).

Для передачи крутящего момента от колеса к редуктору Ц2-350-31,5 применена цепная передача с передаточным отношением 1:2,5. Передаточное отношение повышающего редуктора 1:31,5.

К редуктору подключен генератор, в качестве которого использован асинхронный двигатель с частотой вращения 750 об/мин и мощностью 16 кВт. При этом максимальная вырабатываемая водоналивным колесом электрическая мощность 12 кВт с общим КПД 60% при среднегодовом расходе около 500 л/с. В летне-осенний период расход снижается до 150 л/с.

Таким образом, применение водоналивных колес может быть эффективно и в наше время для выработки электроэнергии при наличии неиспользуемого возобновляемого источника энергии – потока воды.

Поверочные расчеты на статические и динамические нагрузки крепления за водосбросными сооружениями

В теле каменно-земляной плотины камнерезного завода устроены три водосбросных отверстия с плоскими затворами высотой 4,5 м и шириной 1,5 м для пропуска максимального паводка однопроцентной обеспеченности 12,5 м³/с (рисунок 3). Боковые устои выполнены из бетона, а «быки» из металлического двутаврового профиля. За водосбросными отверстиями расположен быстроток длиной 25 м и перепадом 4,1 м. Русло реки в нижнем бьефе сложено из камней крупностью 150-200 мм. Проведены поверочные расчеты и технико-экономическое сравнение вариантов существующего водосброса с быстроток и водосбросных сооружений, включающих водосливную бетонную плотину практического профиля (рисунок 7).

Толщина водобойной плиты складывается из толщины, воспринимающей статическую нагрузку, и

толщины воспринимающей динамическую нагрузку.

При расчете определено, что толщина плиты на динамическую нагрузку составляет примерно 35% от суммарной, а толщина плиты на статическую нагрузку – около 65%. Толщина плиты водобойного колодца 2,0 м, а при сооружении водобойных стенок – 1,7 м. Общая длина водосбросных сооружений с водобойным колодцем 56 м, а с водобойными стенками – 73 м.

По объемам бетонных работ устройство исторического быстротка с запроектированным водобойным колодцем наиболее экономично.

Недостаток существующего водосброса в том, что за быстротком нет бетонного крепления, а для гашения энергии потока воды в нижнем бьефе используется шероховатое русло реки из каменной наброски, которое размывается в паводковый период.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- 1) применение водоналивных колес наиболее эффективно в случае прямого использования гидроэнергии низкооборотными потребителями без применения редуктора и преобразования ее в электрическую энергию;
- 2) применение водоналивных колес может быть эффективно и в наше время для выработки электроэнергии при наличии неиспользуемого возобновляемого источника энергии – потока воды;
- 3) по объемам бетонных работ устройство исторического быстротка с запроектированным водобойным колодцем наиболее экономично.

В заключение отметим, что в результате работ, проведенных на Колыванском камнерезном заводе, установлена микро-ГЭС с водоналивным колесом диаметром 5,5 м, с одноканальной системой автоматического управления и блоком автоматического управления электрической нагрузкой [5, 6]. В качестве генератора использовался промышленный электродвигатель с короткозамкнутым ротором серии АИР 180М8УЗ, мощностью 15 кВт и синхронной скоростью вращения 750 об/мин.

Основные технические характеристики микро-ГЭС с водоналивным колесом 5,5 м

Мощность, кВт		Напор, м		Расход, м ³ /с	Номинальное напряжение, В		Номинальная частота, Гц
номинальная	максимальная	статический	рабочий		фазное	линейное	
12,0	15,0	6,0 – 6,5	5,5	0,55	230 ⁺¹⁵ ₋₃₀	400 ⁺²⁵ ₋₅₀	50 ± 2,5

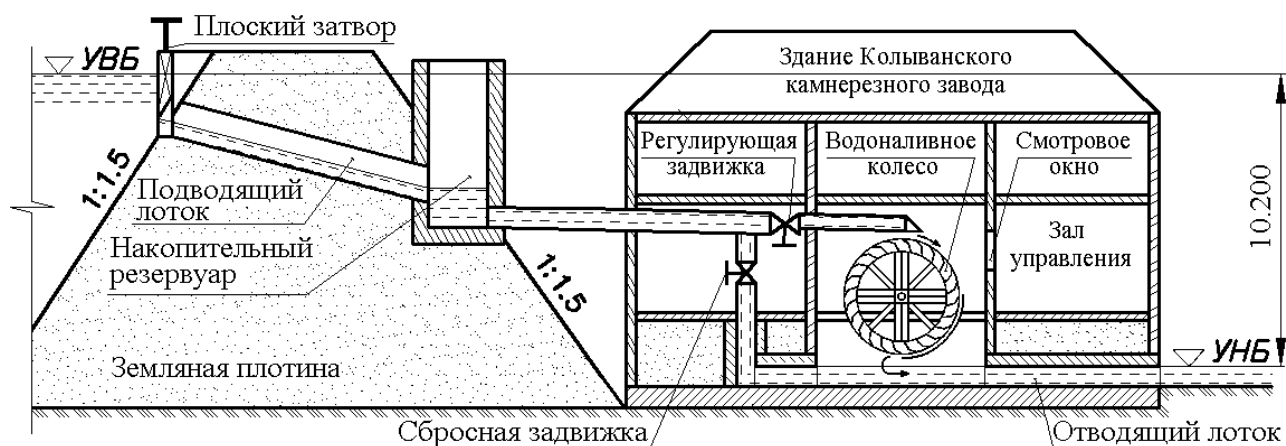


Рисунок 6 – Разрез по оси водовода Колыванского камнерезного завода

Высокие технико-экономические показатели микро-ГЭС достигнуты за счет применения оригинальных конструкторских решений авторов, защищенные патентами РФ на изобретения и полезные модели [2, 3, 5, 6].

В настоящее время микро-ГЭС работает на Колыванском камнерезном заводе и вырабатывает электроэнергию для его нужд. Работа микро-ГЭС в штатном режиме с августа 2002 года показывает, что такие

гидроэнергетические установки могут эффективно использоваться для электроснабжения и энергосбережения автономных потребителей малой мощности круглый год.

Срок окупаемости микро-ГЭС с водоналивным колесом составил 3 года. Экономический эффект от внедрения микро-ГЭС на Колыванском камнерезном заводе составляет в среднем около 300 тысяч рублей в год.

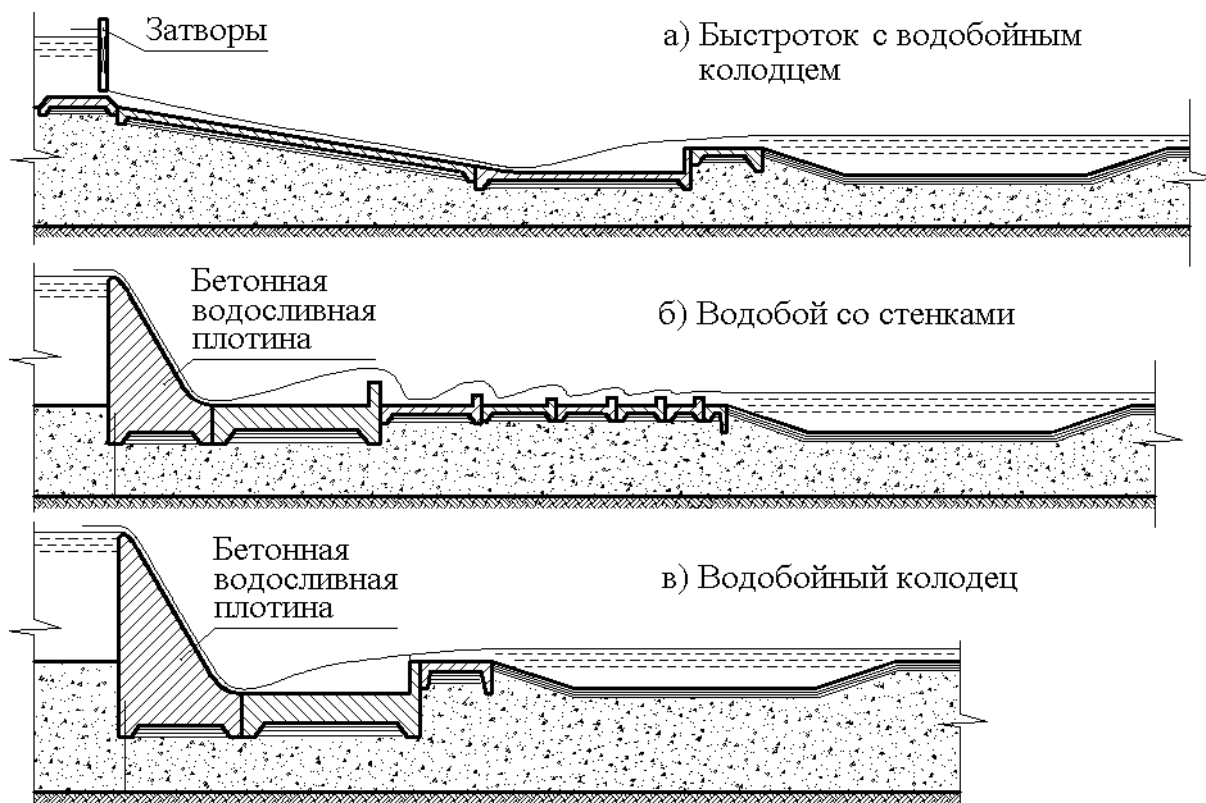


Рисунок 7 – Варианты водосбросных сооружений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сёмкин Б.В. Характеристика и возможность использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии для электроснабжения потребителей небольшой мощности на территории Алтайского края [Текст] / Б.В. Сёмкин, В.М. Иванов, Т.Ю. Иванова, П.П. Свит // Вестник Алтайской науки. – Барнаул, 2008. – № 2(2). – С. 113-122.
2. Патент на изобретение № 2306453. Устройство для преобразования энергии воды в электроэнергию / В.М.Иванов, Б.В. Сёмкин, Т.Ю. Родивилина, П.П. Свит, Г.О. Клейн. – Заявка № 2005133292; Заявл. 28.10.05.; Оpubл. в Б.И., 20.09.07г., Бюл. № 26.
3. Патент на полезную модель № 76397. Гидроэнергетическая установка малой мощности с водяным колесом / В.М. Иванов, Т.Ю. Родивилина, А.П.Маслов, А.А.Блинов. – Заявка № 2007103329; Заявл. 26.01.07. – Оpubл. в Б.И. 20.09.08 г. Бюл. № 26.
4. Свит П.П. Низконапорные микро-ГЭС с автобалластным регулированием (сфера эффективного применения, расчет, конструирование и эксплуатация) [Текст]: монография / П.П. Свит, В.М. Иванов, Б.В. Сёмкин, Т.Ю. Родивилина. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. – 160 с.
5. Патент на полезную модель № 95560. Устройство для выработки электрической энергии из энергии воды / В.М. Иванов, Б.В. Сёмкин, Т.Ю. Иванова, Г.О. Клейн и др. – Заявка № 2010105722; Заявл. 17.02.10. – Оpubл. в Б.И. 10.07.10 г. Бюл. № 19.
6. Патент на полезную модель № 102065. Микрогидроэлектростанция / В.М. Иванов, Т.Ю. Иванова, Г.О. Клейн и др. – Заявка № 2010140030; Заявл. 29.09.10 г.; Оpubл. в Б.И. 10.02.11 г., Бюл. № 4.

Разработка математической модели расчета параметров катодной защиты высоковольтных опор

И.В. БРЕЙДО, д.т.н., профессор, зав. кафедрой,

В.В. КАВЕРИН, к.т.н., доцент,

С.В. ВОЙТКЕВИЧ, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

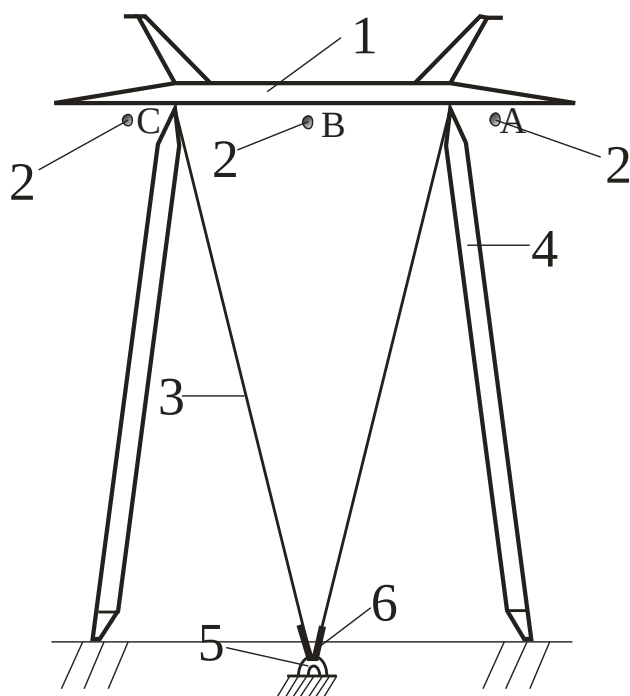
Ключевые слова: электрохимическая коррозия, ток утечки, ток растекания, элемент конструкции опор, схема замещения, модель, метод контурных токов, математическая модель, эксперимент

Как известно, одной из важнейших причин электрохимической коррозии являются характер и величины токов утечки по элементам опоры и токи растекания в почве, вызываемые наведенными электромагнитными полями.

Проведенный анализ не выявил наличие моделей, описывающих влияние токов утечки и токов растекания на элементы конструкции опор ВЛЭП [1-3].

Для разработки модели воспользуемся классическими методами теоретических основ электротехники [4,5]. Преимуществом этих методов является их универсальность, поэтому они могут быть применены для любой конструкции опор.

Рассмотрим конструкцию высоковольтной опоры типа ПБ – 500 (рисунок 1).



1 – траверса, 2 – провода фаз, 3 – оттяжка, 4 – стойка,
5 – анкерный болт, 6 – U-образный болт

Рисунок 1 – Конструкция высоковольтной опоры типа ПБ – 500

Опора ВЛЭП порталного типа с шарнирно за-

крепленными у фундаментов и траверсы стойками и вынесенными из плоскости портала оттяжками. Стойки и траверсы представляют собой либо металлические фермы, либо полые железобетонные трубы. Оттяжки выполняются либо из гибкого стального троса, либо из круглой низколегированной стали. Оттяжки опор ВЛЭП-500 выполняются из двух гибких стальных тросов, свитых между собой.

На рисунке 2 представлена схема замещения опоры типа ПБ-500, совмещенная с изображением конструкции опоры.

Для рассматриваемых приложений наиболее подходящим является метод контурных токов [4,5]. В обобщенной модели, выполненной на основании этого метода, достаточно просто осуществить ее декомпозицию на элементарные контуры распределения токов утечки и по элементам опоры и токов растекания в почве, что обеспечивает наглядность модели [6].

Где:

E_A, E_B, E_C , соответственно, состоит:

- из ЭДС, создаваемой электромагнитными полями, наводимыми в процессе коронирования на элементы крепления проводов фаз A, B, C ;

- ЭДС, создаваемой электромагнитными полями при протекании токов по фазам A, B, C .

E_{cm} – ЭДС, создаваемая электромагнитным полем между проводами и землей;

E_{om} – ЭДС, создаваемая электромагнитным полем между проводами и U-образным болтом;

$E_{a.b.}$ – ЭДС, создаваемая всеми электромагнитными полями, воздействующими на элементы опоры;

Z_A – воздушное сопротивление фазы A ;

Z_B – воздушное сопротивление фазы B ;

Z_C – воздушное сопротивление фазы C .

Z_{cm} состоит:

- из сопротивления железобетона стойки;
- емкостного сопротивления между землей и траверсой.

Z_{om} состоит:

- из сопротивления металла оттяжки;
- сопротивления металла U-образного болта;
- емкостного сопротивления между землей и траверсой.

$Z_{a.b.}$ состоит:

- из сопротивления металла анкерного болта;

- сопротивления железобетонной плиты крепления опоры в грунте;
- сопротивления грунта.

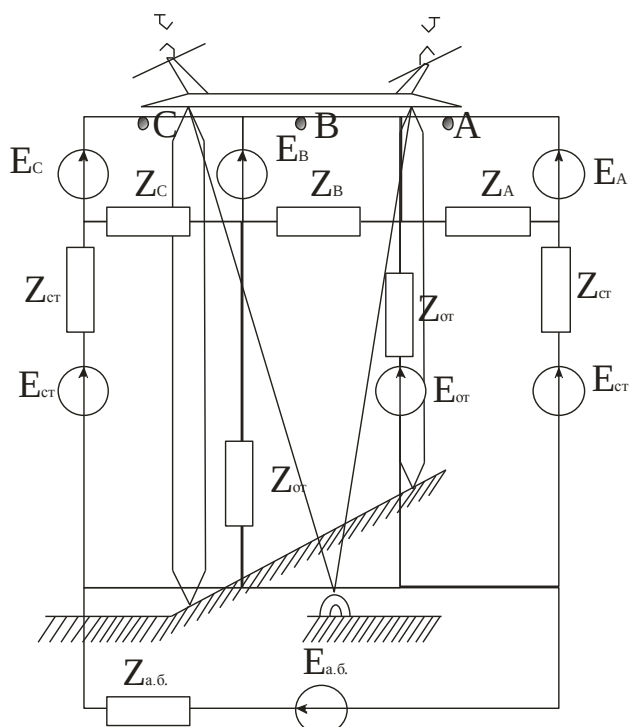


Рисунок 2 – Примерная схема замещения опоры ПБ-500, где E_A, E_B, E_C – источники ЭДС от фаз A, B, C соответственно; $Z_A, Z_B, Z_C, Z_{ст}, Z_{от}, Z_{а.б.}$ – суммарные сопротивления элементов, входящих в контур

В данной модели не учтены все воздушные сопротивления контуров, полученных от фаз, ввиду их больших величин.

Таким образом, получим схему замещения опоры (рисунок 3).

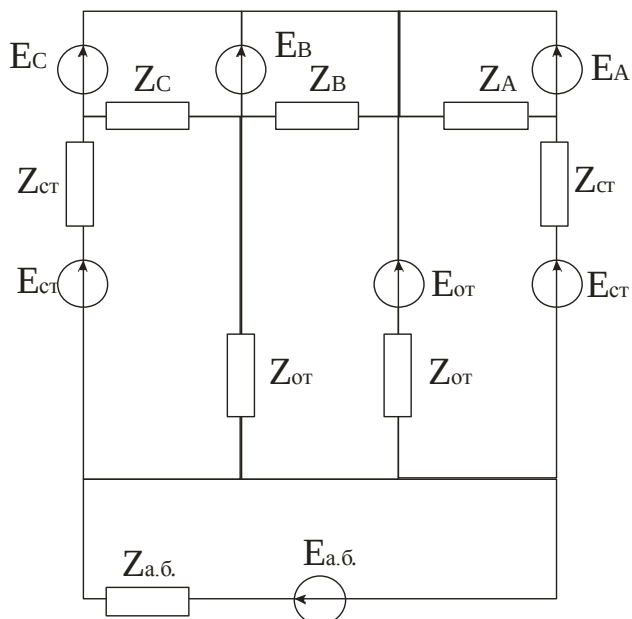


Рисунок 3 – Схема замещения опоры ПБ-500

Произвольно расставляем направления токов в

ветвях цепи, принимаем направления обхода контуров, обозначаем узлы (рисунок 4).

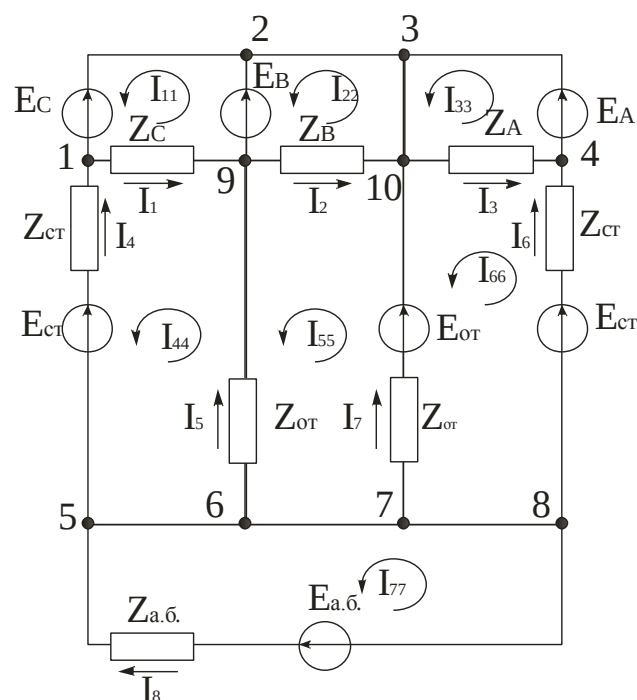


Рисунок 4 – Расстановка токов схемы замещения

Для получения системы уравнений по законам Кирхгофа для расчета токов в ветвях цепи составим по 1-му закону Кирхгофа уравнения для узлов.

- 1) $I_4 - I_1 = 0$;
- 2) $I_1 + I_2 = 0$;
- 3) $I_2 + I_3 = 0$;
- 4) $I_3 + I_6 = 0$;
- 5) $I_8 + I_4 = 0$;
- 6) $I_7 - I_5 = 0$;
- 7) –;
- 8) $-I_6 - I_7 = 0$;
- 9) $I_1 + I_5 + I_2 = 0$;
- 10) $I_2 - I_3 + I_6 = 0$.

По второму закону Кирхгофа составим $m - (p - 1)$ уравнений (где m – кол-во ветвей, p – кол-во узлов), т.е. $16 - (10 - 1) = 7$ для контуров 11-77:

- $-E_C = I_1 Z_C$ (11);
- $-E_B = I_2 Z_B$ (22);
- $E_A = I_3 Z_C$ (33);
- $-E_{ст} = -I_4 Z_{ст} - I_1 Z_C + I_5 Z_{от}$ (44);
- $E_{от} = -I_5 Z_{от} - I_2 Z_B$ (55);
- $E_{ст} = I_6 Z_{ст} - I_3 Z_C$ (66);
- $-E_{а.б.} = -I_8 Z_{а.б.}$ (77).

Суммарное сопротивление контура называется собственным сопротивлением контура:

$$\begin{aligned} Z_{11} &= Z_C; \\ Z_{22} &= Z_B; \\ Z_{33} &= Z_A; \end{aligned}$$

$$Z_{44} = Z_{cm} + Z_C + Z_{om};$$

$$Z_{55} = 2Z_{om} + Z_B;$$

$$Z_{66} = Z_{cm} + Z_A + Z_{om};$$

$$Z_{77} = Z_{a.б.}$$

Так же запишем общие сопротивления контуров – сопротивления ветвей, смежные двум контурам:

$$Z_{14} = Z_{41} = -Z_C;$$

$$Z_{25} = Z_{52} = -Z_B;$$

$$Z_{36} = Z_{63} = -Z_A;$$

$$Z_{45} = Z_{54} = -Z_{om};$$

$$Z_{56} = Z_{65} = -Z_{om}.$$

Остальные общие сопротивления равны нулю.

Таким образом, получим систему уравнений, описывающую схему замещения:

$$I_4 - I_1 = 0;$$

$$I_1 + I_2 = 0;$$

$$I_2 + I_3 = 0;$$

$$I_3 + I_6 = 0;$$

$$I_7 + I_4 = 0;$$

$$I_7 - I_5 = 0;$$

$$-I_6 - I_7 = 0;$$

$$I_1 + I_5 + I_2 = 0;$$

$$I_2 - I_3 + I_6 = 0;$$

$$Z_{11} \cdot I_{11} + Z_{12} \cdot I_{11} + Z_{13} \cdot I_{11} + Z_{14} \cdot I_{11} + Z_{15} \cdot I_{11} + Z_{16} \cdot I_{11} + Z_{17} \cdot I_{11} = E_C;$$

$$Z_{21} \cdot I_{22} + Z_{22} \cdot I_{22} + Z_{23} \cdot I_{22} + Z_{24} \cdot I_{22} + Z_{25} \cdot I_{22} + Z_{26} \cdot I_{22} + Z_{27} \cdot I_{22} = E_B;$$

$$Z_{31} \cdot I_{33} + Z_{32} \cdot I_{33} + Z_{33} \cdot I_{33} + Z_{34} \cdot I_{33} + Z_{35} \cdot I_{33} + Z_{36} \cdot I_{33} + Z_{37} \cdot I_{33} = E_A;$$

$$Z_{41} \cdot I_{44} + Z_{42} \cdot I_{44} + Z_{43} \cdot I_{44} + Z_{44} \cdot I_{44} + Z_{45} \cdot I_{44} + Z_{46} \cdot I_{44} + Z_{47} \cdot I_{44} = E_{cm};$$

$$Z_{51} \cdot I_{55} + Z_{52} \cdot I_{55} + Z_{53} \cdot I_{55} + Z_{54} \cdot I_{55} + Z_{55} \cdot I_{55} + Z_{56} \cdot I_{55} + Z_{57} \cdot I_{55} = E_{om};$$

$$Z_{61} \cdot I_{66} + Z_{62} \cdot I_{66} + Z_{63} \cdot I_{66} + Z_{64} \cdot I_{66} + Z_{65} \cdot I_{66} + Z_{66} \cdot I_{66} + Z_{67} \cdot I_{66} = E_{cm};$$

$$Z_{71} \cdot I_{77} + Z_{72} \cdot I_{77} + Z_{73} \cdot I_{77} + Z_{74} \cdot I_{77} + Z_{75} \cdot I_{77} + Z_{76} \cdot I_{77} + Z_{77} \cdot I_{77} = E_{a.б.}$$

За основу расчета источников ЭДС для контуров 11-33 (рисунок 4) был взят метод, приведенный в статье Тамазова А.И. [7].

Расчет проводился по данным, полученным из справочных и технических характеристик высоковольтной опоры ПБ-500. Согласно расчету в контуре наводится ЭДС, равная $42,7 \cdot 10^{13}$ В. Удельное сопротивление воздуха принято 10^{16} Ом·м.

Таким образом, по предварительным расчетам ток, протекающий в данных контурах, находится в пределах 40-50 мА.

Были проведены эксперименты, суть которых заключается в измерениях наведенных токов, протекающих по тросовым оттяжкам опоры.

Место проведения экспериментальных исследований – участок линии № 5138 Нура-Агадырь, напряжением 500 кВ.

В результате эксперимента с помощью амперметра клещевого типа были определены токи в контуре, образуемом верхней траверсой опоры и оттяжками (контур 11-33 рисунка 4).

Расхождение между рассчитанной величиной токов и полученной экспериментально составило 15-20%, что подтверждает адекватность разработанной модели с точностью, достаточной для инженерных расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толстая М.А., Иоффе Э.И., Потемкинская И.В. Электрохимическая коррозия стальных подземных сооружений переменным током промышленной частоты // Сб. «Газовое дело» № 3. ЦНИИЭНефтегаз, 1964. – С. 19-26.
2. Михайловский Ю.Н. Коррозия металлов под действием переменных токов в жидких электролитах и влажных почвах.: Автореф. дис. ... д-ра хим. наук. – М., 1963. – 30 с.
3. Захаров А.А., Попов В.В., Николашкин С.В. Разработка математической модели и рекомендаций по надежной эксплуатации ВЛ-110 кВ на участке «Якутск-Чурапча-Хандыга» // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова. Том 2. № 4. 2005. – С. 94-99.
4. Иванова, С. Г. Теоретические основы электротехники. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций / С. Г. Иванова, В. В. Новиков. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008.
5. Корнилов Г.П. Теоретические основы электротехники: Конспект лекций. Часть 1. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 133 с.
6. Voytkevich S., Breido I., Kaverin V. Universal Mathematical Model of Leakage Currents and Currents Spread on Elements of High-Voltage Pillar. In Annals of DAAAM for 2014& Proceedings of 25th International DAAAM Symposium. Vienna: DAAAM International, 2014. ISBN 978-3-901509-73-5. ISSN 1726-9679.
7. Tamazov A.I. Crown on the Wires Overhead Lines AC. Sputnik +. М., 2002.

Тұлғаны сәйкестендірудің биометриялық құралдары

В.Н. ГОЛОВАЧЕВА, п.ф.д., Phd филос. докторы, ОӘД директоры,

М.М. КОККОЗ, п.ф.к., доцент, АТЖҚ каф. меңгерушісі,

Н.Ф. АБАЕВА, п.ф.к., ЖМ каф. доценті,

Ә.Н. ТОЙШЫБЕК, ВТМ-14-1 тобының магистранты,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

Кілт сөздер: биометриялық технология, сәйкестендіру, тіркеу модулі, теңдестіру модулі, «eigenfaces», нейрондық желі, құпиясөз, ПИН-код, анализ, жүйе

Қазіргі таңда сәйкестендіру карталары, кілттер және бірегей мәліметтер негізіндегі тұлғаны сәйкестендірудің дәстүрлі әдістері қажетті дәрежеде сенімді болып табылмайды. Сәйкестендіргіш сенімділігін арттырудағы айтарлықтай қадам қауіпсіздік жүйелері үшін биометриялық технологиялардың қолданылуы болып табылды.

Жаңа технологияларды қолдану арқылы шешім табуға болатын мәселелер ауқымы өте кең. Мысалы:

- құпия сөздерді, карталарды, құжаттарды ұрлау немесе жасанды көшірме жасау есебінен қаскүнемнің қорғалатын аймаққа немесе ғимаратқа енуін алдын алу;

- ақпаратқа қолжетімділікті шектеу және оның қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында жауапкершілікті қамтамасыз ету;

- қорғалатын объектілерге енуді тек сертификатталған мамандарға беру;

- енуді қолдану жүйелерін пайдаланумен байланысты үстеме шығыстардың алдын алу;

- қызметкерлердің ғимаратқа ену және кестеге сай жұмысқа келу есебін жүргізу;

Әр түрлі биометриялық сипаттамалар бойынша, бет-әлпетті анықтау үшін арналған технологияларды құрастырудың басы 60-ы жылдарда қаланды. Алайда технология қолданысының тәжірибелік нәтижесі соңғы жылдары ғана көрініс табуда. Заманауи компьютерлердің қуаттылығы және жетілдірілген алгоритмдер сипаттамасы бойынша, қолданушыларға қолжетімді болып келетін, өнімдерді жасап шығаруға мүмкіндік туғызуда [1].

Адамның жеке сипаттамаларын қолдану идеясы жаңалыққа жатпайды. Қазіргі таңда қауіпсіздік жүйелерінде тұлғаны сәйкестендірудің көптеген тәсілдері қолданылатын технологиялар тізімі танымал. Олар:

- саусақ таңбасы (жеке және толық қол);
- бет келбеті (оптикалық және инфрақызыл суреттер негізінде);

- көздің сыртқы мөлдір қабығы;

- дауыс;

- өзге де сипаттамалар.

Барлық биометриялық технологиялардың сәйкестендіру мәселелерін шешуде өзіндік әдіс-тәсілдері бар. Алайда барлық әдістер бір-бірінен қолдану ыңғайлылығы және нәтиженің нақтылығымен ажыратылады. Кез келген биометриялық технология кезең-кезеңмен қолданылады:

- объектіні сканерлеу;

- жеке ақпаратты алу;

- шаблонды құрастыру;

- ағымдағы шаблонды мәліметтер қорымен салыстыру.

Айырып тану биометриялық жүйесі белгілі бір берілген үлгімен, қолданушының нақты физиологиялық немесе мінез-құлықтық сипаттамасы сәйкестігін орнатады [1].

Тіркеу модулі жүйені нақты тұлғаны теңдестіруге «үйретеді». Бейнекамера және өзге құрылғылар, тіркеу кезеңінде, тұлға кескінің сандық көрінісін құру үшін тұлғаны сканерден өткізеді. Бетті сканерден өткізу 20-30 секундқа созылады, нәтижесінде бірнеше кескіндер құрылады. Мінсіз жағдайда, бұл кескіндер сәл әрқилы ракурстар мен бет әлпетіне ие болады. Бұл жағдай нақты мәліметтерді алуға мүмкіндік береді. Арнайы бағдарламалық модуль бұл көріністі өңдеп, тұлғаның өзіндік ерекшеліктерін анықтайды, содан соң үлгі құрады. Беттің кейбір бөліктері уақыт өте келе өзгермейді, мысалы, көздің жоғарғы кескіндері, ауыздың шеті және бет сүйегі облысы. Биометриялық технологиялар үшін құрылған көптеген алгоритмдер, шаш ұзындығынан жоғары шекара облысын саралау үшін қолданылмайтындықтан, тұлға шашының мүмкін болатын өзгерістерін ескеруге мүмкіндік береді. Әр қолданушы кескінінің үлгісі биометриялық жүйенің дерекқорында сақталынады.

Теңдестіру модулі бейнекамерадан тұлға кескінін қабылдап, үлгі сақталынатын сандық форматқа ауыстырады. Қабылданған мәліметтер бір-бірімен сәйкестігін анықтау үшін дерекқорда сақталынатын үлгімен салыстырылады. Тексеріске қажетті ұқсастық деңгейі бір шек іспеттес және ол ДК қуаттылығы, тәулік уақыты, қызметкердің әрқилы типі және өзге факторлар үшін реттелуі мүмкін.

Теңдестіруді анықтау, сәйкестендіру немесе айырып тану түрінде жүзеге асырылуы мүмкін. Анықтау кезінде дерекқорда сақталынатын үлгінің және қабылданған мәліметтердің теңдестігі расталынады. Сәйкестендіру – дерекқорда сақталынатын үлгілердің біреуімен бейнекамерадан қабылданатын кескінің сәйкестігін растайды. Айырып тану кезінде, егер қабылданған мәлімет пен сақталынған үлгі бірдей болып шығатын болса, онда жүйе тұлғаны сәйкес үлгімен теңдестіреді.

Биометриялық жүйелерді қолдану кезінде, әсіресе

бет әлпет бойынша айырып тану жүйелері, дұрыс биометриялық сипаттамаларды енгізген жағдайда да сәйкестендіру жайлы шешім әрқашанда оң болып шықпайды. Бұл жағдай, біріншіден, көптеген биометриялық сипаттамалардың өзгеруімен тығыз байланысты. Жүйеде белгілі бір қате ықтималдылығының деңгейі бар. Сонымен бірге әрқилы технологияларды қолдану кезінде қате өзгеше болуы мүмкін. Енуді бақылау жүйелері үшін, биометриялық технологияларды қолдану кезінде, алдын ала анықтап алған жөн, не маңызды «бөгдені» өткізбеу әлде «өз адамымыздың» барлығын өткізу.

Қауіпсіздік жүйелеріндегі биометриялық технологиялар қолданушылары үшін маңызды фактор қолдану қарапайымдылығы болып табылады. Сканерден өтетін тұлға сипаттамалары ешқандай жайсыздықты сезінбеуі тиіс. Бұл жағдайда, сөзсіз, бет әлпет бойынша айырып тану технологиясы айрықша қызықты әдіс болып табылады [2].

Айқын артықшылықтарға қарамастан, биометриялық мәліметтер тұлғалардың ізіне түсу және жеке өмірлеріне қатысты олардың құқықтарын бұзуы мүмкін бе деген сұрақтар туындататын биометрияға қарсы жағымсыз қате түсініктер тізбегі бар. Көңіл аударарлық өтініштер және қисынсыз даурықпалар арқасында биометриялық технологиялар шынайы іс жағдайынан өзгешелінеді.

Соған қарамастан, соңғы жылдары биометриялық теңдестіру әдістерін қолдану ерекше өзектілікке ие болды. Әсіресе берілген мәселеге АҚШ-та 11 қыркүйекте болған оқиғалардан соң көңіл бөліне басталды. Әлемдік бірлестіктер бүкіл әлемдегі лаңкестік қауіп-қатерінің арту деңгейін және дәстүрлі әдістер арқылы сенімді қорғанысты ұйымдастыру күрделілігін мойындады. Дәл осы қайғылы оқиғалар, заманауи біріктірілген қауіпсіздік жүйелеріне назарды арттыру үшін себеп болды. Жалпыға мәлім түсінік, егер әуе-жайлардағы бақылау қаталдау болса, онда көптеген келеңсіз жағдайлардың алдын алуға болушы еді. Қазіргі таңда оқиғаларға қатысты кінәлілерді іздестіру, бет әлпетті анықтап білу жүйелерімен біріктірілген заманауи бейнебақылау жүйелерін қолдану арқылы айтарлықтай жеңілдеуі мүмкін.

Бет әлпетті айырып тану әдістері

Қазіргі таңда бет әлпетті айырып танудың негізгі төрт түрі бар:

- «eigenfaces»;
- «айрықша белгілерді» саралау;
- «нейрондық желі» негізінде саралау;
- «бет әлпет кескінін автоматты түрде өңдеу» әдісі.

Жоғарыда келтірілген барлық әдістер жүзеге асыру қиындығы және қолдану мақсатымен өзгешелінеді.

«Eigenface» сөзін «өзіндік бет әлпет» деп аударуға болады. Бұл технология бет әлпет кескінінің айрықша сипаттамаларын ұсынатын сұр градациясындағы екіөлшемді кескіндерді қолданады. «Eigenface» әдісі өзге бет әлпетті айырып тану әдістері үшін негіз ретінде қолданылады.

«Eigenface» 100-120 сипаттамаларын құрамдастыра отырып, көп тұлғалар санын қалпына келтіре

алады. Тіркеу кезінде әр нақты адамның «eigenface» коэффициенттер тізбегі ретінде ұсынылады. Кескін сәйкестікті тексеру үшін қолданылатын түпнұсқалықты анықтау тәртібінде, өзгелік коэффициентін анықтау мақсаты үшін «нақты» үлгі тіркелінген үлгімен салыстырылынады. Үлгілер арасындағы өзгелік деңгейі теңдестіру коэффициентін анықтайды. Бет әлпетті сканерлеу мүмкіндігі болған жағдайда, «eigenface» технологиясын жақсы жарықталған ғимараттарда қолдану оңтайлы.

«Айрықша белгілерді» саралау әдістемесі – кеңінен қолданылатын сәйкестендіру технологиясы. Бұл технология «eigenface» әдістемесіне ұқсас, алайда жоғарғы дәрежеде тұлғаның ымын немесе сыртқы келбетін (күлімсіреген немесе тұнжыраған бет әлпет) өзгертуге бейімделген. «Айрықша белгілер» технологиясында бет әлпеттің әрқилы облысындағы ондаған өзіндік ерекшеліктер қолданылады, сонымен қатар салыстырмалы орналасқан жерін есепке ала отыра [2].

Осы параметрлердің жеке қисындасуы әр нақты тұлғаның өзгешеліктерін анықтайды. Тұлғаның бет әлпеті қайталанбас болып келеді, бірақ өзгермелі. Себебі тұлға күле алады, көзілдірік кие алады, мұрт пен сақал жібере алады – осының барлығы сәйкестендіру тәртібінің қиыншылдығын арттырады. Сөйтіп, мысалы, күлген мезетте бет әлпет бөлігінің жылжуы байқалынады. Осындай жылжуларды есепке ала отырып, тұлға бет әлпетінің әр түрлі ымдық өзгерістері кезінде сәйкестендіруге болады. Осы саралау бет әлпеттің жергілікті аумағын қарастыратындықтан, мүмкін ауытқулар жазық бетте 25° дейін болуы ықтимал, және вертикал жазықтықта 15° шамасында және жеткілікті түрде қуатты және қымбат аппаратураны қажет етеді, осыған сәйкес берілген әдістің таралу деңгейін азайтады.

Нейрондық желіге негізделген әдісте, екі бет әлпеттің, тіркелінген және салыстырылатын, өзіндік ерекшеліктері сәйкестікке салыстырылады. «Нейрондық желілер» дерекқорда орналасқан үлгі параметрлерімен және тексерілетін тұлға бет әлпетінің қайталанбас параметрінің сәйкестігін орнататын алгоритмді қолданады, сонымен қатар мүмкін болатын параметрлер саны қолданылады. Сәйкестендіруге қарай дерекқордағы үлгі мен тексерілетін тұлға арасындағы сәйкессіздік анықталынады, одан кейін лайықты салмақ коэффициенттерінің көмегімен тексерілетін тұлғаның дерекқордағы үлгімен сәйкес келу деңгейін анықтайтын механизм жүзеге асырылады. Бұл әдіс қиын жағдайларда тұлғаның сәйкестендіру сапасын арттырады [2].

«Бет әлпет кескінін автоматты түрде өңдеу» әдісі – көз, мұрын ұшы, ауыз бұрыштары іспеттес оңай анықталынатын бет әлпет нүктелері арасындағы арақашықтық қатынасын және арақашықты қолданатын айрықша қарапайым технология. Алайда берілген әдіс «eigenfaces» немесе «нейрондық желі» сияқты соншалықты қуатты емес, ол жеткілікті түрде әлсіз жарықталған жағдайда қолданылуы мүмкін.

Нарықта орын алған бет әлпет бойынша айырып тану әдістері

Қазіргі таңда бет әлпетті айырып тануға тағайындалған коммерциялық өнімдер жасалынған. Осы өнім-

дерде қолданылатын алгоритмдер әрқилы және қай технологияның артықшылығы көп екенін айту қиын. Келесі жүйелер көшбасшылар болып табылады: Visionic, Viisage и Miros.

Visionic компаниясының FaceIt қосымшасы негізінде Рокфеллер университетінде құрастырылған, локалді белгілерін саралау алгоритмі жатыр. Ұлибританиядағы бір коммерциялық компания FaceIt-ді Mandrake деп аталынатын қылмысқа қарсы теледидарлық жүйемен біріктірді. Бұл жүйе тұйық жүйеге біріктірілген 144 камерада келіп түсетін бейне мәліметтер бойынша қылмыскерлерді іздейді. Ұқсастық орнатылған жағдайда, жүйе қауіпсіздік офицеріне хабарлайды. Ресейде Visionic компаниясының өкілдігі «ДанКом» компаниясы болып табылады. Осы саладағы тағы бір көшбасшы, Viisage компаниясы, Массачусетс технологиялық институтында құрылған алгоритмді қолданады. Көптеген Америка Құрама Штаттарында және өзге де мемлекеттердегі коммерциялық компаниялар және мемлекеттік құрылымдар Viisage компаниясының жүйесін сәйкестендіру куәлігімен бірге қолданады, мысалы, жүргізуші куәліктерімен.

ZN Vision Technologies AG (Германия) нарықта бет әлпетті айырып тану технологиясы қолданылатын өнімдерді ұсынады. Бұл жүйелер ресей нарығында «Солинг» компаниясымен ұсынылады. Miros компаниясының TrueFace бет әлпетті айырып тану жүйесінде нейрондық желілер технологиясы қолданылады, ал жүйе Mr.Payroll корпорациясының қолда бар ақшаны беру кешенінде қолданылады және ойынханада, АҚШ көптеген штаттарындағы өзге сауық мекемелерінде орнатылған.

Тәжірибе жүзінде, стандартты электронды күзет жүйелері құрамында бет әлпетті айырып тану жүйелерін қолдану кезінде, сәйкестендіруге тиіс тұлға камераға тік қарап тұр деп болжанады. Осылайша жүйе қарапайым екіөлшемді кескінді қолданады және бұл жағдай алгоритмдерді елеулі түрде қарапайым қылдырады және есептеу қарқындылығын төмендетеді. Алайда бұл жағдайда айырып тану есебі таптаурын емес, себебі алгоритмдер жарықтылық деңгейінің өзгеру мүмкіндігін, бет көрінісінің өзгеруін, көзілдіріктің немесе макияждың барлығын немесе жоқтығын ескеруі қажет.

Тұлғаларды айырып тану жүйелері жұмысының сенімділігі бірнеше факторлардан тәуелді:

Кескін сапасы. Егер біз сәйкестендіретін тұлға камераға тіке қарап тұрмаған жағдайда немесе жаман жарықтылықта түскен болса, жүйенің қателіксіз жұмысының ықтималдылығы азаяды.

Дерекқорға енгізілген фотографияның өзектілігі. Дерекқордың шамасы

Бет әлпетті айырып тану технологиясы стандартты бейнекамералармен жұмыс жасайды. Салыстыру үшін – бейне конференция үшін оңтайлы сапа секундына 15 кадрдан бастап бейнеағымның жылдамдығын талап етеді. Бейнеағымның жоғары жылдамдығы сәйкестендірудің сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Алыс арақашықтықта бет әлпетті айырып тану кезінде, бейнекамера сапасы мен сәйкестендіру нәтижесі арасында тәуелділік пайда болады.

Стандартты дербес компьютерлерді қолдану кезінде дерекқордың көлемі 10000 кескіннен аспайды.

Қазіргі таңда ұсынылатын бет әлпетті айырып тану әдістері қызықты және кеңінен қолданысқа енгізуге жақын, алайда осы әдістерге ғана жүгініп отыруымыз дұрыс болмайды. Ол енуді бақылау жүйелерінің көмекшісі ретінде таптырмайтын зат.

Дәл осы әдіс көптеген жағдайларда қолданылады, мысалы, ұсынылған құжаттар ұсынған адамға тиістілігін анықтаған жағдайда. Мүмкін болу ортасы: шекарашы халықаралық әуежайда төлқұжаттағы фотоны төлқұжат иесінің бет әлпетімен салыстыру кезі. Осындай алгоритм бойынша компьютерлі ену жүйесі жұмыс атқарады. Екеуінің арасындағы өзгешелік, компьютерлі ену жүйесінде фотография дерекқорда сақталынған үлгімен салыстырылады.

Сонымен қатар, инфрақызыл жарықта бет әлпетті айырып тану технологиялары пайда бола бастады. Жаңа технология беттің қан тамырларының жылу шығаруымен немесе, басқаша айтқанда, тұлға бетінің термограммасы, құрылған жылулық сурет. Бұл сурет жүйенің әр қолданушысы үшін қайталанбас болып табылады, және енуді бақылау жүйелері үшін биометриялық сипаттамалары ретінде қолданылуы мүмкін. Берілген термограмма, бет геометриясына қарағанда, тұрақты сәйкестендіргіш болып табылады. Себебі ол тұлға келбетінің өзгеруіне байланысты болмайды.

Қорытындылай келе назарды келесі жағдайға бөлгіміз келеді. Егер сенімді және теріске шығаруға болмайтын тексеріс нәтижесін алу қажет болса, онда биометриялық сәйкестендіруді қолдану оңтайлы шешім болып табылады. Жуық арада құпиясөздер және ПИН-кодтар өзінің орнын жаңа, сенімдірек сәйкестендіру және қуаттау құралдарына береді деп күтілуде. Айта кететін бір жайт, мақалада сипатталып өткен әдістерге негізделген биометриялық технологиялар күнделікті өмірдің барлық саласын қамтиды деп сараланады. Мысалы, жоғарғы оқу орындары (орта), медициналық орталықтар, құқыққорғаушы органдар, халыққа қызмет көрсету орталықтары, мемлекеттік органдар және т.б. Биометриялық технологияға жүктелетін жүк, ең бірінші, мәліметтердің анықтығы және құпия ақпараттарды зиянкес қолына түсу жағдайын алдын алу.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Jain A.K., Bolle R., Pankanti S., eds., Biometrics: Personal Identification in Networked Society, Kluwer Academic, Norwell, Mass., 1999.
2. Brin D., Transparent Society: Will Technology Force Us to Choose Between Privacy and Freedom? Addison-Wesley, New York, 1998.

УДК 622.23.05

Обзор систем дистанционного управления проходческими комбайнами

И.В. БРЕЙДО, д.т.н., профессор, зав. кафедрой АПП,

Н.А. ДРИЖД, д.т.н., профессор,

Р.В. МАРКВАРДТ, ст. преподаватель кафедры АПП,

Карагандинский государственный технический университет

Ключевые слова: проходческий комбайн, дистанционное управление, проходческие работы, горное дело, автоматизация производственных процессов, безопасность.

Проходческий комбайн – горная машина, предназначенная для разрушения массива горных пород, погрузки горной массы в транспортные средства (вагонетки, конвейер, перегружатель и др.). Применяется при проходке горных горизонтальных и наклонных выработок, стволов, строительстве тоннелей. Различают проходческие комбайны избирательного и сплошного разрушения.

Проходческие комбайны избирательного разрушения – машина со стреловидным исполнительным органом с фрезерной коронкой, снабжённой, как правило, резцовым режущим инструментом, обеспечивающим разработку забоя любой формы поперечного сечения.

Проходческие комбайны основные машины в механических системах для развития систем горных выработок.

Комбайны могут быть разделены на три категории [1]:

– легкие – массой до 35 т,

– средние – массой до 55 т,

– тяжелые – массой до 55 тонн.

Например, в польских шахтах легкие проходческие комбайны являются наиболее популярными, около 70% от общего числа – в том числе модификации АМ-50 комбайна, редко используются средние проходческие комбайны, и только иногда тяжелые. Комбайн осуществляет три основные операции: резка, погрузка и перегрузка на другие транспортные механизмы.

Основными компонентами комбайна являются (рисунок 1):

- стрела с режущим органом (1);
- поворотное основание (2);
- погрузчик (3);
- погрузчик (4),
- шасси гусеницы (5);
- гидравлический блок (6);
- блок электрического оборудования (7).

Проходческий комбайн в угольных шахтах явля-

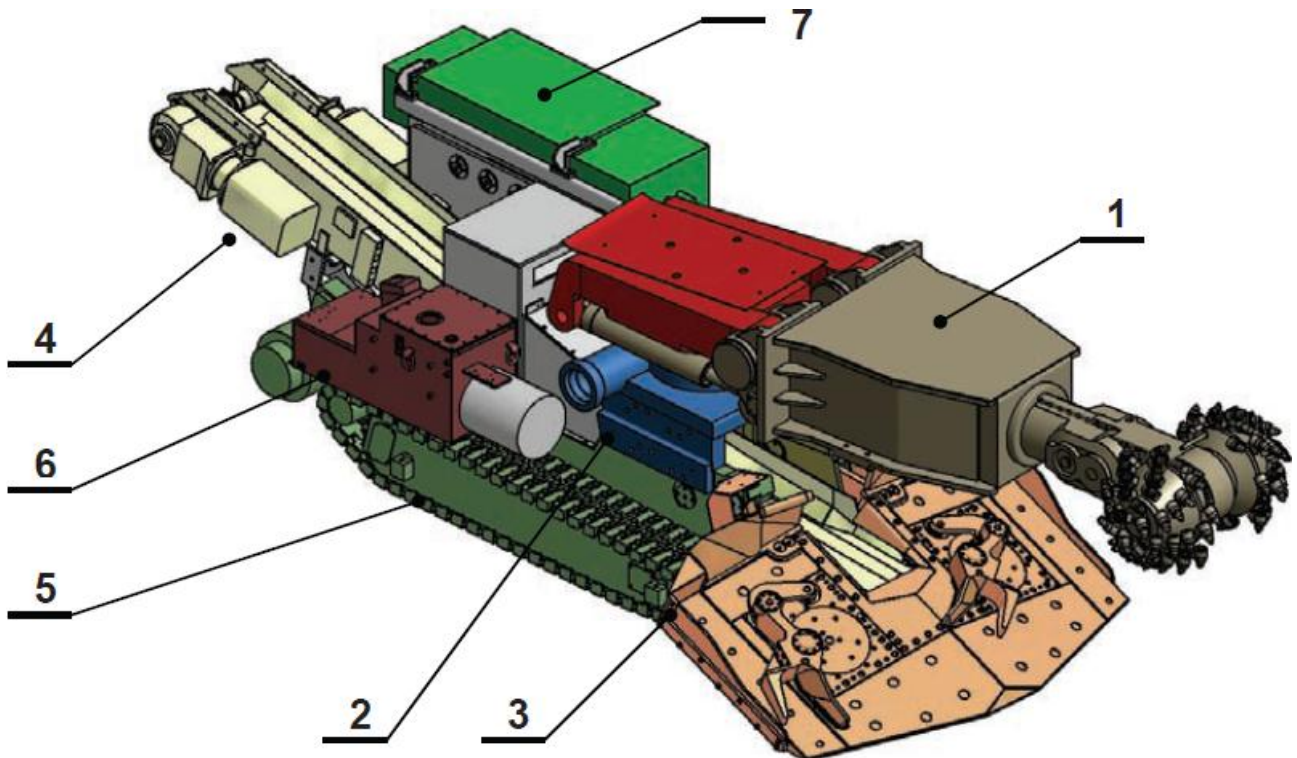


Рисунок 1 – Внешний вид комбайна R-130[1]

ется особо опасным объектом, т.к. при его работе происходит разрушение горных пород, находящихся под давлением. При внезапном выбросе угля и породы, также происходит выброс большого количества газа (в основном метана), при этом концентрация метана в воздушной смеси после выброса может достигать 100%. Это приводит к значительным человеческим жертвам.

Дистанционное управление является одним из важнейших аспектов при работе с комбайнами, так как его наличие существенно снижает вероятность несчастных случаев при проведении проходческих работ.

Производители из дальнего зарубежья оснащают свои проходческие комбайны самыми современными системами управления. Так, например, проходческий комбайн R75 немецкого производителя dh Mining systems оснащен системой дистанционного управления для всех выполняемых комбайном функций. Вес комбайна со всеми опциональными устройствами составляет 75 тонн. Кроме разрушения породы резанием, комбайн способен осуществлять проходческие работы буровзрывным методом. Дистанционное управление всеми этими функциями осуществляется с помощью носимого пульта управления на расстоянии до 35 метров.

Кроме комбайнов, уже оснащенных системами дистанционного контроля и управления, существуют производители опционального оборудования для дооснащения уже существующих комбайнов радиопультами. Примером такого оборудования может служить комплекс CATTRONcontrol производства американской фирмы CATTRON. Данный комплекс представляет собой два отдельных модуля, один из которых осуществляет сбор и обработку информации о состоянии технологического оборудования, установленного на комбайне, а второй модуль является пультом оператора, на котором отображается необходимая информация о состоянии оборудования. Кроме этого, с пульта осуществляется управление всеми функциями комбайна. К недостаткам данной системы можно отнести ограниченность области ее применения, т.к. подключение основного блока управления к комбайну осуществляется по CAN-шине. Это означает, что такую систему можно применить только на комбайнах, уже оснащенных данной шиной, либо оснастить существующий комбайн шиной CAN. Стоит отметить, что оснащение шиной комбайна приведет к практически полной замене всех датчиков, гидрораспределителей, а также, в некоторых случаях, замене силовой части электрооборудования. Такая глубокая модернизация требует больших капитальных затрат, сопоставимых по стоимости со стоимостью современных комбайнов.

На территории СНГ одними из наиболее современных проходческих комбайнов являются комбайны производства ОАО «Копейский машиностроительный завод» серии КП21.

Комбайн КП21 является модернизацией горно-проходческого комбайна ГПКС, одного из наиболее распространенных комбайнов в Карагандинском угольном бассейне.

Первые комбайны КП-21 с дистанционным управлением были выпущены в 2006 году. С целью обеспечения безопасности при работе комбайнов в шахтах, опасных по внезапным выбросам угля и газа, разработан проект и освоено серийное производство комбайнов модификаций КП21-02 и КП21-03 с дистанционным управлением. Такое исполнение комбайна позволяет вести работу на относительно безопасном расстоянии от забоя с носимого кабельного или радиопульта. С целью увеличения скорости проходки и сокращения непроизводительного ручного труда при возведении анкерного крепления разрабатывается проект комбайна КП21 с навесным бурильным оборудованием. Первоначально на этих комбайнах была установлена система дистанционного управления первого поколения.

В этой системе предусматривался носимый пульт, соединенный со станцией управления кабелем длиной 15 м, а также местный пульт управления, устанавливаемый на рабочем месте машиниста и оснащенный дисплеем для вывода информации о работе и отказах системы. Внешний вид пульта управления представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Пульт управления СЭУ КП21Д

Одной из наиболее инновационных систем дистанционного управления проходческим комбайном является SKD-2М [2]. Она основана на датчиках наклона для определения ориентации корпуса комбайна в пространстве и лазерном датчике расстояния СРК-2. Данная система проходит промышленные испытания в Польше. Беспроводная система управления СКД-2М с обширными функциями диагностики обеспечивает местное и дистанционное управление электрическими и гидравлическими функциями комбайна, реализацию пропорциональным управлением комбайна, перемещением и позиционированием режущей головки, диагностику отдельных компонентов машины, мониторинг положения режущей головки по отношению к комбайну или выработке, мониторинг продольной и

поперечной позиции, визуализацию состояния машины на ЖК-дисплее, мониторинг показания с датчиков давления, температуры, датчиков тока и т.д.

Окно оператора данной системы представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Окно оператора в системе SKD-2M

В Польском институте KOMAG разработана многослойная искусственная нейронная сеть для системы управления проходческого комбайна [3].

В настоящее время разрабатывается система дистанционного управления проходческим комбайном с возможностью контролировать оператором в режиме реального времени текущее положение корпуса комбайна и режущего органа из удаленной операторской. Такая система разрабатывается китайскими исследователями [4].

Для решения задачи дистанционного управления комбайном без визуального контроля оператора необходимо решить ряд задач.

Прежде всего, необходимо разработать систему нижнего уровня для сбора информации и управления всеми исполнительными механизмами комбайна. Для этого необходимо проанализировать принципиальные схемы силовой части наиболее распространенных в Карагандинском угольном бассейне проходческих комбайнов. Таким комбайном является комбайн серии 1ГПКС. Основными элементами системы сбора информации будут датчики, определяющие положение рабочего органа комбайна, а также датчики наклона корпуса комбайна. Кроме этого, необходимо предусмотреть замену гидрораспределителей с ручным управлением на гидрораспределители с электронным управлением. Для рассматриваемого комбайна такие распределители производятся уже сейчас. Кроме этого, для лучшего контроля оператором состояния силового оборудования в гидравлические и электрические схемы комбайна будут внедрены датчики для сбора информации о нагрузках на комбайн. При недопустимых нагрузках на комбайн он будет остановлен и оператор получит сообщение об ошибке.

Следующим этапом разработки системы дистанционного управления проходческим комбайном является создание системы обмена информацией между носимым пультом оператора и комбайном, которая

сможет обеспечить непрерывную беспроводную связь в условиях сильных электромагнитных помех, а также со скоростью, обеспечивающей заданные критерии для статических и динамических характеристик работы комбайна. Для создания данной системы необходимо провести ряд имитационных и практических экспериментов для определения допустимых задержек в обработке и передаче сигнала. Важнейшим параметром является проверка достоверности и целостности передаваемых пакетов данных, так как при искажении передаваемой информации могут возникать аварийные ситуации.

Система, обеспечивающая прямолинейное движение комбайна, при различных препятствиях, возникающих при перемещении комбайна, является наиболее сложной с технической точки зрения. Эта система должна постоянно отслеживать положение комбайна корпуса комбайна в трех плоскостях. Это необходимо для обеспечения точности выполнения проходческих работ. На основе данных этой системы будет вычисляться положение рабочего органа и передаваться оператору для обеспечения визуализации технологического процесса. В настоящее время такие системы существуют для проходческих комбайнов непрерывного действия, однако обладают низкими показателями надежности. Большинство таких систем основано на лазерных датчиках положения с системой отражателей (рисунок 4).

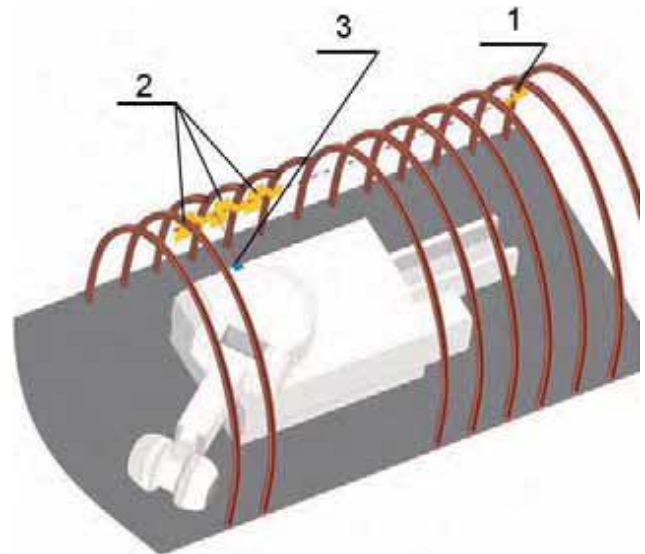


Рисунок 4 – Система позиционирования комбайна

Так, система, изображенная на рисунке 1, состоит из лазерного указателя 1, трех отражателей 2 и датчика 3. Данная система разработана в Институте инновационных технологий ЕМАГ в Польше. В разрабатываемой системе предполагается внедрение инфракрасных датчиков расстояния с активной системой подсветки. Приемники будут располагаться вдоль оси перемещения комбайна в произвольном порядке. Излучатель сигнала будет расположен на самом комбайне. При включении комбайна будет производиться инициализация положения комбайна в пространстве. При этом на основании показаний датчиков будет рассчитываться положение как самого комбайна, так и

рабочего органа. Если при работе комбайна какой-либо из его элементов нагреется до температуры, равной температуре инфракрасного излучателя, излучатель изменит свою рабочую температуру. Такая система должна обеспечить максимальную надежность и точность работы.

После определения положения корпуса комбайна оператор должен задать сечение выработки с носимого пульта управления. При этом система дистанционного управления рассчитывает положение рабочего органа и необходимые для обработки забоя перемещения. При обработке контура должен автоматически выбираться темп обработки с учетом прочностных характеристик разрушаемой породы. Оператору постоянно будут выводиться положение рабочего органа, а также нагрузка на него.

Кроме того, в состав системы дистанционного управления проходческим комбайном будет включена система аварийного контроля состояния газовой среды и работоспособности электромеханической системы комбайна для повышения безопасности проходческих работ.

В ходе исследования также произведена оценка влияния пропускной способности канала управления на точность управления исполнительным приводом. Для этого использованы мобильный робот Robotino с подключенным по беспроводной сети ПО Matlab [5, 6]. Исследования на реальном объекте затруднены, т.к. он работает во взрывоопасной среде, а из-за проблем с финансированием исследований взрывозащищенное исполнение элементов системы управления выполнить не удалось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jasiulek D., Stankiewicz K. An Adaptive Control System of Roadheader with Intelligent Modelling of Mechanical Features of Mined Rock, J. of KONES Powertrain and Transport. 18 (2011) 197-203.
2. Halama A., Loska P., Szymała P. Wireless Control and Directional Navigation of a Roadheader in Drilling Process, Measurement Automation Robotics, 2(2013) 218-223.
3. Jasiulek D., Świder J. Mechatronic Systems in Mining Roadheaders – Examples of Solutions, Measurement Automation Robotics, 1(2013) 121-127.
4. Wang X., Chen Y., Fan Sh., Shi M., Gao Sh., Guo Y. Design of Boom-Type Roadheader Remote Monitoring and Control System, MACE '12 Proceedings of the 2012 Third International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering, 2012, pp 2831-2834.
5. Breido I.V., Markvardt R.V., Sharyy S. (2010). Development of Remote Education Technology on a Base of Mobile Robot System Robotino (2010). 1225-1227, Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium, ISBN 978-3-901509-73-5, ISSN 1726-9679, pp 0613, Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2010.
6. Breido I.V., Markvardt R.V., Zarnitcin A. Modernization of Communication Interface Between Mobile Robot Robotino and Matlab Software, Annals of DAAAM for 2012 & Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium, ISBN 978-3-901509-91-9, ISSN 2304-1382, pp 1107-1110, Editor B[ranko] Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2012.

УДК 332.72(574)

Анализ влияния реального сектора экономики на отдельные сегменты рынка недвижимости в Казахстане

Г.Н. КАЗАКОВА, ст. преподаватель,

И.П. СОН, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ЭП

Ключевые слова: экономика, промышленность, производство, динамика, влияние, рынок, недвижимость, сегмент, анализ, взаимосвязь, перспектива, инвестиция.

Вопрос о состоянии рынка недвижимости и возможного изменения цен на недвижимость, а также состояние финансового сектора волнует почти всех граждан Казахстана. Данные вопросы затрагивают интересы как физических лиц, так и юридических лиц. Особый интерес к анализу рынка недвижимости проявляют его профессиональные участники (брокеры, юридические фирмы, маклеры, риелторы, дилеры, страховые компании, независимые оценщики, прочие уполномоченные лица), для которых анализ рынка недвижимости является базой для объективных расчетов стоимости. Таким образом, проблема систематизации статистических данных, решаемая в статье, позволит использовать полученные наблюдения в последующих исследованиях.

Текущее состояние рынка недвижимости и прогнозы его динамики интересны многим, исходя из того, что рынок недвижимости в национальной экономике выполняет следующие функции:

- эффективное решение социальных задач, связанных с созданием и использованием полезных свойств недвижимости;
- отчуждение полных или частичных прав соб-

ственности на объекты недвижимости от одного экономического субъекта к другому и защиту его прав;

- свободное формирование цен на объекты и услуги;

- перераспределение инвестиционных потоков между конкурирующими видами объектов недвижимости;

- перераспределение инвестиционных потоков между конкурирующими способами использования земель.

Рынок недвижимости подвержен многим внешним влияниям, таким как:

- колебания сезонной активности;
- изменения общей социально-экономической ситуации и региональной экономической конъюнктуры;
- изменения в денежной политике правительства и политике коммерческих банков, определяющих доступность средств финансирования сделки купли-продажи недвижимости;
- изменения в законодательстве по регулированию рынка недвижимости и в налоговом законодательстве [1].

То есть наличие взаимосвязи и взаимозависимости

между показателями развития экономики, в частности её реального сектора, и рынка недвижимости неоспоримо. И именно этот факт послужил выбором тематики данной статьи. Цель статьи – раскрыть вопрос влияния изменений в реальном секторе экономики на различные сегменты рынка недвижимости в Казахстане.

Ученые, работающие в сфере экономики и оценки недвижимости, отмечают, что одной из особенностей развития рынка недвижимости является то, что цикл его развития не совпадает с промышленным циклом на уровне макроэкономики, и этим, в частности, объясняется отрицательная разница доходов от инвестиций в недвижимость и инвестиций в традиционные финансовые активы. Разница динамики промышленного цикла и цикла развития рынка недвижимости иллюстрируется обычно диаграммой, приведенной на рисунке 1 [2].

Высокие темпы инфляции в период промышленного кризиса значительно повышают инвестиционную привлекательность доходной недвижимости, приток капитала на рынок недвижимости теоретически должен возрасти. Поэтому циклы развития рынка недви-

жимости по сравнению с промышленным циклом несколько сдвинуты, что повышает инвестиционную привлекательность доходной недвижимости в период спада реальных ставок доходности традиционных финансовых активов.

Рассмотрим, насколько данные теоретические выкладки реализуются в экономике Республики Казахстан. Для этого на основании данных официальной статистики об объемах промышленного производства составим диаграмму динамики соответствующего показателя за 20 лет (рисунок 2).

Из диаграммы, приведённой на рисунке 2, видно, что промышленное производство в Казахстане растёт, при этом рост достаточно стабилен, спад наблюдался в период «острой фазы» мирового финансового кризиса, в 2007-2009 гг.

Вызвало ли повышение промышленного производства снижение интереса к инвестированию в недвижимость, – в целом сказать достаточно трудно в связи с отсутствием статистических данных обобщающего характера: известно, рынок недвижимости сегментирован, в том числе по назначению и типу недвижимости.



Рисунок 1 – Развитие рынка недвижимости и этапы промышленного цикла

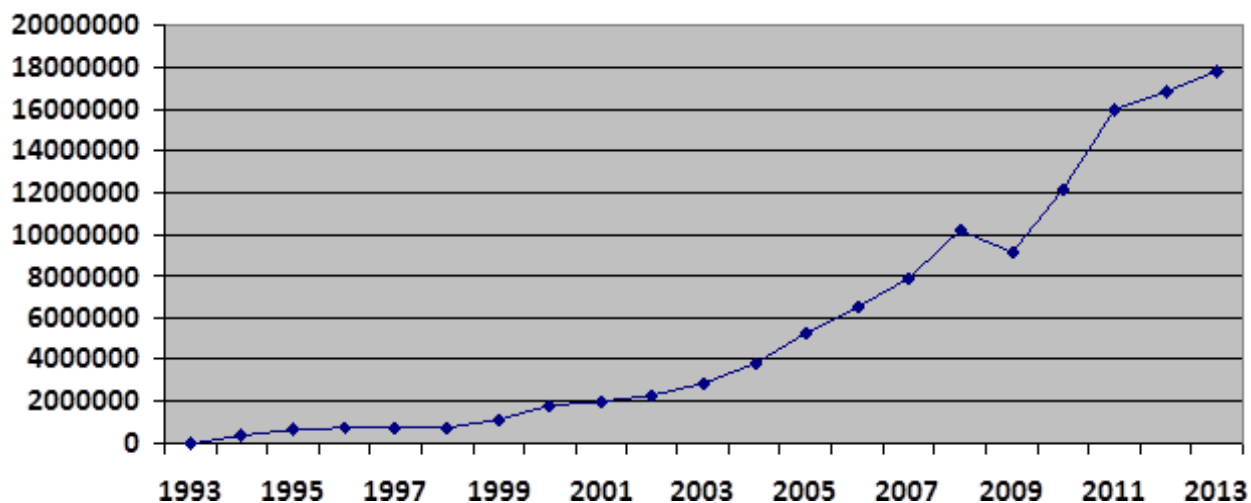


Рисунок 2 – Динамика объема промышленной продукции (товаров, услуг) в Республике Казахстан, млн. тенге

Примечание: диаграмма составлена авторами по данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан [3].

При таком сегментировании выделяются жилая, индустриальная, коммерческая, офисная, многофункциональная недвижимость.

Для оценки вложений предприятий и организаций в производственную (индустриальную) недвижимость рассмотрим объем инвестиций в основные средства.

В аналитическом исследовании, проведенном АО «Казахстанский институт развития индустрии», отмечается, что объем инвестиций в основной капитал в Казахстане в номинальном выражении ежегодно растет. В 2012 г., по сравнению с 2008 г., он увеличился на 1244,1 млрд. тенге до 5455,0 млрд. тенге.

Реальный прирост отмечается, начиная с 2011 г. [4].

Наглядно динамика инвестиций в основной капитал представлена на рисунке 3.

В составе указанных инвестиций присутствуют вложения как в движимое имущество (машины, оборудование, транспортные средства), так и в недвижимое имущество (здания и сооружения). По данным того же исследования, технологическая структура вложений предприятий Республики Казахстан в ос-

новные средства такова:

- инвестиции в строительство и капитальный ремонт зданий (кроме жилья) – 47,0% от всего объема инвестиций;
- инвестиции в машины, оборудование, инструмент, транспорт – 36,6% от всего объема инвестиций;
- инвестиции в прочие основные средства – 16,4% от всего объема инвестиций [4].

Таким образом, очевидно взаимовлияние промышленного роста на рост инвестиций в основной капитал предприятий Республики Казахстан. А так как в указанных вложениях 47,0% приходится на здания и сооружения, то это вызывает расширение сегмента производственной недвижимости на рынке недвижимости.

Переходя к анализу другого значимого сегмента рынка недвижимости, а именно рынка жилой недвижимости, предварительно рассмотрим динамику строительства в Республике Казахстан, так как данная отрасль экономики способствует расширению предложения на рынке недвижимости в целом (рисунок 4) [5].



Рисунок 3 – Динамика инвестиций в основной капитал в Республике Казахстан за 2008-2013 гг.



Рисунок 4 – Динамика объема строительных работ в Республике Казахстан

Диаграмма, приведённая на рисунке 4, что объёмы строительства стабильно возрастают, что как отмечалось выше, можно рассматривать как один из факторов расширения рынка недвижимости в целом и рынка жилья в частности.

На рисунке 5 представлены данные Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан о вводе в эксплуатацию жилья.

Согласно данным Комитета по статистике, объём введенных жилых зданий в 2013 г. вырос на 1,5%, по сравнению с 2012 г., и составил 6844,3 тыс. м². В январе-декабре 2013 г. в жилищное строительство было направлено 477,8 млрд тенге, что на 7,4% больше, чем в 2012 г. Из общего количества жилых зданий введено в эксплуатацию индивидуальных домов 23949, многоквартирных – 687.

Средние фактические затраты на строительство 1 м² жилья в многоквартирных домах в январе-декабре 2013 г. составили 95,2 тыс. тенге и в жилых домах, построенных населением, – 58,4 тыс. тенге. В январе-декабре 2013 г. введено в эксплуатацию 690,5 тыс. м² арендного жилья, кредитного – 439,8 тыс. м².

Большая часть жилья – 5 399,3 тыс. м², или 78,9%, сдана в эксплуатацию частными застройщиками, из них населением 3 587,3 тыс. м², что в общем объёме ввода составляет 52,4%. Увеличение ввода жилья наблюдалось в 13 регионах республики. Значительный рост был отмечен в Павлодарской (в 1,3 раза), Восточно-Казахстанской (в 1,2 раза), Актюбинской, Жамбылской, Карагандинской, Костанайской, Южно-Казахстанской, Северо-Казахстанской областях и городе Алматы (в 1,1 раза).

Таким образом, расширение рынка жилой недвижимости за счет роста предложения достаточно очевидно. Но насколько это расширение произойдет реально, зависит от многих факторов, в том числе ценовых.

В среднем по республике цена продажи 1 м² нового жилья на конец 2014 г. составила 189124 тенге, перепродаваемого благоустроенного – 147380 тенге, а неблагоустроенного жилья – 85282 тенге.

В 2013 г. (декабрь 2013 г. по сравнению с декабрем 2012 г.) цены продажи нового жилья увеличились на 9,6%, перепродажи благоустроенного – на 13,8%, аренды благоустроенного – на 13,7%. При этом за месяц новое жилье подорожало на 4,12%, а цены на вторичном рынке на благоустроенное и неблагоустроенное жилье выросли в октябре на 0,68% и на 0,39% соответственно [5].

Всё изложенное показывает, что рынок недвижимости Казахстана – это зеркало экономической ситуации в стране. В конце 2013 г. эксперты ожидали, что стоимость 1 м² как жилого, так и коммерческого направления подвергнется незначительным корректировкам после первого квартала 2014 г. Но в феврале 2014 г. в Казахстане была проведена одномоментная девальвация национальной валюты на 20%. Цены на первичном рынке жилья с января по октябрь 2014 г. повысились на 9,2%, на вторичном рынке на 16%. Профессиональные участники рынка недвижимости отмечают, что дальнейшая стабилизация цен на рынке жилья возможна лишь при отсутствии повторной девальвации тенге.

Эксперты уверены, что в 2015-2016 гг., в случае отсутствия экономических потрясений в виде очередной девальвации или влияния стоимости нефти и санкций, рынок недвижимости ожидает стабилизация: цены на жилье экономкласса на уровне 150 тыс. тенге и 250 тыс. тенге за 1 м² (в городах Астана, Алматы, Актау, Атырау и Актюбинск).

Ожидается активное развитие гражданского строительства по частным направлениям и государственным программам. В общем порядке в 2015-2016 гг. в стране планируется построить в 1,5 раза больше жилья по сравнению с 2013 и 2014 гг. Активную строительную перезагрузку получит и сектор коммерческого и торгового направления, а также замена ветхого жилья на новое. Однако в настоящее время жилая недвижимость сильно переоценена, особенно в городах Астане и Алматы. Данный фактор стагнирует рынок недвижимости и не позволяет увеличить динамику совершения сделок купли-продажи [7].



Рисунок 5 – Динамика ввода в эксплуатацию жилых домов в Республике Казахстан, млн. тенге

Примечание: диаграмма составлена авторами по данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка недвижимости: Учебник. // Драпиковский А.И., Иванова И.Б., Игнатенко Н.С., Исаев Н.Б., Лукашова И.В., Мокроусов Н.В., Романенко Л.В. / Под ред. А.И. Драпиковского и И.Б. Ивановой – 2-е изд. – Б.: Изд-во «Ега-Басма», 2007. – 480 с.
2. Грязнова А.Г., Федотова М.А. Оценка недвижимости. Москва: Финансы и статистика, 2011. – 496 с.
3. Комитет по статистике МНЭ РК: Официальная статистическая информация > Оперативные данные (экспресс-информация, бюллетени) > Промышленность // <http://stat.gov.kz>
4. АО «Казахстанский институт развития индустрии». – Анализ инвестиций в основной капитал в Республике Казахстан и странах – членах ЕЭП. – Астана, 2013 // <http://www.kidi.gov.kz/analitika>
5. Обзор рынка недвижимости РК на 31.12.2013г. АО «ИО «Казахстанская Ипотечная Компания» // http://www.kmc.kz/uploads/market/obzor_rynka_nedvizhimosti_respubliki_kazahstan_po_sostoyaniyu_na_31.12.2013_g_2.pdf
6. Комитет по статистике МНЭ РК: Официальная статистическая информация > Оперативные данные (экспресс информация, бюллетени) > Строительство / http://stat.gov.kz/faces/publicationsPage/publicationsOper/homeNumbersConstruction?_afLoop=181477995033651
7. Финансовый журнал LS // <http://lsm.kz/k-vesne-nedvizhimost-v-kazahstane-podesheveet.html>

УДК 338.001.36

Экономический анализ как инструмент повышения эффективности управления предприятием

С.А. ТУЛУПОВА, ст. преподаватель,

Н.А. НЕТОВКАНАЯ, ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ЭП

Ключевые слова: анализ, цель, функция, метод, принцип, управление, бизнес-план, резерв, эффективность.

В условиях развития региональной экономики с бурно развивающейся конкуренцией возрастает значение эффективности предприятий. Одним из главных инструментов повышения эффективности деятельности предприятия является экономический анализ.

Роль экономического анализа как средства управления производством с каждым годом возрастает. Это обусловлено необходимостью неуклонного повышения эффективности производства в связи с ростом дефицита и стоимости сырья, повышением научно- и капиталоемкости производства.

В этих условиях руководитель предприятия не может рассчитывать только на свою интуицию. Управленческие решения и действия сегодня должны быть основаны на точных расчетах, глубоком и всестороннем экономическом анализе. Они должны быть научно обоснованными, мотивированными, оптимальными. Ни одно организационное, техническое и технологическое мероприятие не должно осуществляться до тех пор, пока не обоснована его экономическая целесообразность. Недооценка роли экономического анализа, ошибки в планах и управленческих действиях в современных условиях приносят чувствительные потери. И наоборот, те предприятия, на которых серьезно относятся к экономическому анализу, имеют хорошие результаты, высокую экономическую эффективность.

Для управления производством нужно иметь представление не только о ходе выполнения плана,

результатах хозяйственной деятельности, но и о тенденциях и характере происходящих изменений в экономике предприятия. Осмысление, понимание информации достигаются с помощью экономического анализа.

Экономический анализ – это глубокое, научно обоснованное исследование деятельности коммерческой организации с целью повышения эффективности ее функционирования.

Объектами экономического анализа являются имущественно-финансовое положение организации, ее производственная, снабженческо-сбытовая, финансовая деятельность, работа отдельных структурных подразделений организации (цехов, производственных участков, бригад).

Основной целью экономического анализа является подготовка информации для принятия оптимальных управленческих решений и для обоснования текущих и перспективных планов, направленных на достижение краткосрочных и стратегических целей предприятия [1].

Реализация данной цели экономического анализа предполагает оценку сложившейся ситуации, диагностику и прогнозирование ее развития и поиск путей достижения желаемых результатов наиболее эффективными способами. В соответствии с этим выделяют три функции анализа – оценочную, диагностическую и поисковую.

Оценочная функция экономического анализа состоит в определении соответствия состояния эконо-

мики предприятия ее целевым параметрам и потенциальным возможностям, диагностическая – в исследовании причин отклонений от целевых параметров и прогнозировании дальнейшего развития ситуации, а поисковая – в выявлении потенциальных возможностей достижения поставленных целей.

Исходя из целей и основных функций анализа формируются и его задачи:

- изучение состояния и тенденций экономического развития предприятия за прошлые периоды;

- прогнозирование результатов деятельности на основе сложившихся тенденций развития и предполагаемых изменений в перспективе;

- научное обоснование текущих и перспективных планов (целевой программы предприятия);

- контроль за выполнением планов и управленческих решений, за эффективным использованием экономического потенциала предприятия с целью выявления недостатков, ошибок и оперативного воздействия на экономические процессы;

- изучение влияния объективных и субъективных, внешних и внутренних факторов на результаты хозяйственной деятельности, что позволяет объективно оценивать работу предприятия, делать правильную диагностику его состояния и прогноз развития на перспективу, выявлять основные пути повышения его эффективности;

- поиск резервов повышения эффективности производства на основе изучения передового опыта и достижений науки и практики;

- оценка результатов деятельности предприятия по достижению поставленных целей – выполнению планов, уровню результативности и эффективности бизнеса, использованию имеющихся возможностей, положению на рынке товаров и услуг;

- оценка степени финансовых и операционных рисков и выработка внутренних механизмов управления ими с целью укрепления рыночных позиций предприятия и повышения доходности бизнеса;

- обоснование мероприятий по устранению выявленных недостатков и освоению резервов повышения эффективности функционирования предприятия с целью повышения его конкурентных преимуществ [2].

Проводя экономический анализ, необходимо руководствоваться следующими определенными принципами, выработанными наукой и практикой:

- научность (анализ должен соответствовать требованиям экономических законов, использовать достижения науки и техники);

- системный подход (экономический анализ необходимо проводить с учетом всех закономерностей развивающейся системы, то есть изучать явления в их взаимосвязи и взаимозависимости);

- комплексность (при исследовании необходимо учитывать влияние на хозяйственную деятельность предприятия множества факторов);

- исследование в динамике (в процессе анализа все явления должны рассматриваться в их развитии, что позволяет не только понять их, но и выяснить причины изменений);

- выделение основной цели (важным моментом в анализе является постановка задачи исследования и

выявление наиболее важных причин, сдерживающих производство или мешающих достижению цели);

- конкретность и практическая полезность (результаты анализа обязательно должны иметь числовое выражение, а причины изменения показателей должны быть конкретными, с указанием мест их возникновения и путей устранения).

Рассмотренные принципы экономического анализа составляют, таким образом, основу аналитической работы на предприятиях, эффективность которой обеспечивается комплексностью их использования на любом уровне управления [3].

В процессе анализа первичная информация проходит аналитическую обработку:

- проводится сравнение достигнутых результатов производства с данными за предыдущие моменты времени, с показателями других предприятий и среднеотраслевыми;

- определяется влияние разных факторов на величину результативных показателей;

- выявляются недостатки, ошибки, неиспользованные возможности, перспективы и т. д.

На основе результатов анализа разрабатываются и обосновываются управленческие решения. Экономический анализ предшествует решениям и действиям, обосновывает их объективность и эффективность.

Результативность экономического анализа в значительной степени зависит от его информационного и методического обеспечения. Все источники данных для экономического анализа делятся на нормативно-плановые, учетные и внеучетные. К источникам информации нормативно-планового характера относятся все типы планов, которые разрабатываются на предприятии (перспективные, текущие, оперативные, технологические карты), а также нормативные материалы, сметы, ценники, проектные задания и др. Источники информации учетного характера – это все данные, которые содержат документы бухгалтерского, статистического и оперативного учета, а также все виды отчетности, первичная учетная документация. Внеучетные источники информации – это документы, регулирующие хозяйственную деятельность, а также данные, характеризующие изменение внешней среды функционирования предприятия.

Экономический анализ тесно связан с составлением бизнес-планов. Результаты экономического анализа за истекшее время создают базу для разработки бизнес-планов на предстоящий период. Затем их данные используются в качестве источников информации для экономического анализа.

В процессе проведения экономического анализа используются методы индукции и дедукции. Метод индукции (от частного к общему) предполагает, что исследование хозяйственных явлений начинается с отдельных фактов, ситуаций и переходит к изучению хозяйственного процесса в целом. Метод же дедукции (от общего к частному) характеризуется, наоборот, переходом от общих показателей к частным, в частности к анализу влияния отдельных факторов на обобщающие экономические показатели.

С помощью экономического анализа вырабатываются стратегия и тактика развития предприятия, обос-

новываются планы и управленческие решения, осуществляется контроль за их выполнением, проводится сравнительный анализ маркетинговых мероприятий, включающий сопоставление реального развития событий с ожидаемым за определенный отрезок времени, анализ конкретных потребителей и оценка последними качества выпускаемых товаров, проводится оценка финансово-хозяйственной деятельности предприятия, его финансовой устойчивости, ликвидности, платежеспособности. Разнообразный методический инструментарий позволяет изучить внутреннюю и внешнюю среду фирмы, оценить результаты деятельности всего предприятия, его структурных подразделений, отдельных работников, определить конкурентную среду и место субъекта хозяйствования на конкурентном рынке.

Как уже было отмечено выше, экономический

анализ обеспечивает принятие управленческих решений, поэтому по праву его можно назвать основой менеджмента. Принятие оптимальных решений невозможно без проведения комплексных исследований как в рамках предприятия, так и в рамках окружающей его среды, которая является, с одной стороны, поставщиком ресурсов для его деятельности, а с другой, потребителем его продукции. Помимо этого, она создает определённые условия для его функционирования. В связи с вышеперечисленным экономический анализ является и обеспечивающей базой маркетинга.

Таким образом, экономический анализ является важным элементом в системе управления производством, действенным инструментом выявления внутрихозяйственных резервов, основой разработки научно обоснованных планов и управленческих решений для повышения эффективности управления предприятием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Когденко В.Г. Экономический анализ. 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2011. – 399 с.
2. Головина Л.А., Жигунова О.А. Экономический анализ. Учебник. – М.: Издательство: КноРус, 2013. – 400 с.
3. Исмагилов Р.Х. Основы экономического анализа в вопросах и ответах. Учебное пособие. – М.: Издательство: Феникс, 2015. – 286 с.

УДК 369.014+338.23

Реформирование накопительной пенсионной системы в Республике Казахстан

А.К. УРАЗБЕКОВ, к.э.н., доцент,

Е.И. БОРИСОВА, к.э.н., ст. преподаватель,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ЭП

Ключевые слова: реформа, пенсия, фонд, взносы, доход, инвестиции, система, модернизация, вкладчики.

Продолжительное время в республике велись разговоры о необходимости реформирования современной накопительной пенсионной системы в Казахстане.

Прежде чем говорить о реформировании пенсионной системы, рассмотрим статистику, то есть, каких результатов добились накопительные пенсионные фонды. Так, на 1 января 2013 года в республике функционировали 11 накопительных пенсионных фондов.

Если вспомнить выступление главы государства на совещании, посвященном итогам года и реализации Стратегии-2050, то становится понятно, что систему могут ожидать более глубокие и принципиальные реформы [1]. Президент РК подверг критике деятельность НПФ, в этой связи правительство совместно с экспертами Всемирного банка провели анализ деятельности фондов, и эксперты ВБ пришли к мнению о неэффективности деятельности НПФ.

Конечно, пенсионный рынок Казахстана требует реформирования.

Говоря о пенсионных накоплениях вкладчиков, в целом наблюдается рост количества счетов по обязательным пенсионным взносам и суммы пенсионных

накоплений. Наглядно это можно увидеть в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, по состоянию на 1 января 2012 года количество счетов вкладчиков по обязательным пенсионным взносам составило 8 137 395 с общей суммой пенсионных накоплений 2 645,6 млрд тенге. За 2012 год количество счетов вкладчиков, перечисляющих обязательные пенсионные взносы, увеличилось на 285 117 и на 1 января 2013 года их количество составило 8 422 512, пенсионные накопления также увеличились на 532 млрд тенге [2]. Количество счетов вкладчиков по добровольным пенсионным взносам составило на 1 января 2012 года 38 318 с общей суммой пенсионных накоплений 1,2 млрд тенге. За 2012 год количество счетов вкладчиков (получателей), перечисляющих добровольные пенсионные взносы, уменьшилось на 525 единиц.

Количество счетов вкладчиков по добровольным профессиональным пенсионным взносам по состоянию на 1 января 2013 года составило 4 225 с общей суммой пенсионных накоплений 0,1 млрд тенге.

Пенсионные накопления вкладчиков (получателей), увеличившись за 2012 год на 531,8 млрд тенге (20,1%), на 1 января 2013 года составили 3 183,2 млрд

тенге, по количеству пенсионных взносов также наблюдается положительная динамика: по сравнению с 2012 годом пенсионные взносы увеличились на 466,4 млрд тенге, то есть прирост составил 23,3%. Объем пенсионных накоплений представлен в таблице 2.

Из таблицы 2 можно увидеть, что «чистый» инвестиционный доход на 1 января 2013 составил 667,4 млрд тенге и вырос по сравнению с 2012 годом на 20,02%. Доля «чистого» инвестиционного дохода в сумме пенсионных накоплений выросла незначительно на 0,1 млрд тенге, по сравнению с 2012 годом. Это можно наблюдать на рисунке к таблице 2.

В структуре инвестиционного портфеля накопительных пенсионных фондов за рассматриваемый период значительных изменений не происходило. По-прежнему основную долю инвестиционного портфеля занимают государственные ценные бумаги РК и корпоративные ценные бумаги эмитентов Республики Казахстан (таблица 3).

В таблице 3 можно видеть, что в инвестиционном портфеле фондов доля государственных ценных бумаг преобладает, 50,5% от общего объема инвестированных пенсионных активов, это существенно влияет на доходность фондов, так как государственные ценные бумаги отличаются низкой доходностью и длительным сроком погашения. Увеличение инвестиций в ГЦБ было связано не только с консервативной политикой уполномоченного органа, но и с дефолтами казахстанских эмитентов, которые принесли значительные убытки НПФ, а также отсутствием инстру-

ментов для инвестирования пенсионных активов. Так, доля ценных бумаг, эмитенты которых на 1 января 2013 года допустили дефолт по выпускам ценных бумаг, составила 0,5% от общего объема пенсионных активов, что в абсолютном выражении составило 16,9 млрд тенге. На сегодняшний день, по нашему мнению, бумаги, которые дают доходность выше инфляции на рынке отсутствуют. Положение усугубляется отсутствием интересных эмитентов и неразвитостью фондового рынка страны.

Модернизация пенсионной системы осуществляется в соответствии с Посланием Главы государства народу Казахстана и поручением Правительству о создании Единого накопительного пенсионного фонда (ЕНПФ). Пенсионные накопления граждан были консолидированы в ЕНПФ до 1 июля 2013 года. Правительством РК создан ЕНПФ на базе существующего ГНПФ, 100% акций которого принадлежат Национальному банку РК. Ожидается, что по всем видам обязательных пенсионных взносов будет сохранена гарантия государства по их сохранности, а перевод пенсионных накоплений граждан будет осуществлен в полном объеме [3].

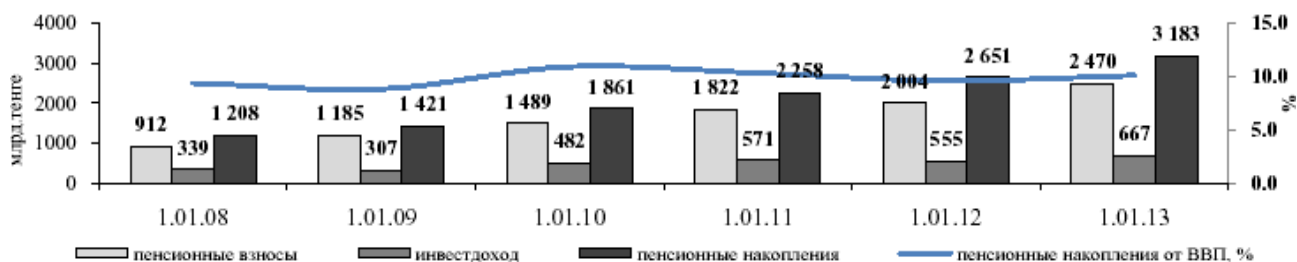
Появление Единого накопительного пенсионного фонда явилось мощным стимулом развития банковского сектора, так как в условиях усиления конкуренции со стороны фондов банки были вынуждены создавать новые инструменты инвестирования, искать новые инвестиционные проекты, новых клиентов для кредитования, работать с ними на качественно новом уровне.

Таблица 1 – Вкладчики накопительных пенсионных фондов в РК

Количество вкладчиков накопительных пенсионных фондов		1.01.12	1.01.13		
			Всего	По умеренному инвестиционно- му портфелю	По консерватив- ному инвестици- онному портфелю
По обязательным пенсионным взносам	Количество счетов вкладчиков	8 137 395	8 422 512	8 169 367	253 145
	Пенсионные накопления, млрд тг	2 645,6	3 177,6	3 138,4	39,2
По добровольным пенсионным взносам	Количество счетов вкладчиков	38 318	37 793	37 793	0
	Пенсионные накопления, млрд тг	1,2	1,3	1,3	0
По добровольным профессио- нальным пенсионным взносам	Количество счетов вкладчиков	4 102	4 225	4 225	0
	Пенсионные накопления, млрд тг	0,1	0,1	0,1	0
Примечание – составлено по материалам сайта www.afn.kz [2]					

Таблица 2 – Пенсионные накопления вкладчиков в накопительных пенсионных фондах в РК

Объем пенсионных накоплений, млрд. тенге	01.01.12	01.01.13	Прирост (в %)
Пенсионные накопления	2 651,4	3 183,2	20,1
Пенсионные взносы	2 003,7	2 470,1	23,3
«Чистый» инвестиционный доход	555,1	667,4	20,02
Доля «чистого» инвестиционного дохода в сумме пенсионных накоплений	20,9	21,0	0,1%-ных пункта
Примечание – составлено на основании данных сайта www.afn.kz [2]			



Динамика изменения пенсионных взносов, «чистого» инвестиционного дохода и пенсионных накоплений

Таблица 3 – Совокупный инвестиционный портфель НПФ

Финансовые инструменты	01.01.12		01.01.13		Прирост (в %)
	млрд тенге	в %	млрд тенге	в %	
ГЦБ РК, в том числе	1 154,0	45,3	1 579,4	50,5	36,9
ценные бумаги Мин. финансов	1 067,7	41,9	1 535,4	49,1	43,8
ноты Национального Банка	80,7	3,2	38,4	1,2	-52,4
ценные бумаги местных исполнительных органов	5,6	0,2	5,5	0,2	-1,8
Негосударственные ценные бумаги иностранных эмитентов	145,9	5,7	159,1	5,1	9,0
акции	18,4	0,7	21,2	0,7	15,2
облигации	127,5	5	137,9	4,4	8,2
Ценные бумаги международных финансовых организаций	92,9	3,6	72,9	2,3	-21,5
ГЦБ иностранных эмитентов	126,7	5	66,7	2,1	-47,4
Аффинированное золото	126,4	5	114,5	3,7	-9,4
Негосударственные ценные бумаги эмитентов РК, в том числе	724,2	28,4	812,1	25,9	12,1
акции	145,8	5,7	170,4	5,4	16,9
облигации, в том числе					
номинированные в иностр. валюте	26,4	1	78,9	2,5	198,9
номинированные в тенге	552,0	21,7	562,8	18	2,0
Вклады в банках второго уровня	176,9	7	324,8	10,4	83,6
Производные ценные бумаги	-0,9	0	-0,1	0	-88,9
Итого	2 546,	100	3 129,4	100	22,9
Примечание – составлено на основании данных сайта www.afn.kz [2]					

В настоящее время в Казахстане, несмотря на положительные итоги рыночных реформ и позитивные сдвиги в макроэкономической динамике, состояние пенсионного обеспечения населения все еще не соответствует современным требованиям. Для Казахстана реформа пенсионного обеспечения с 1998 года связана с появлением частного (негосударственного) сектора, с особенностями «ломки» командно-административной системы управления, с ограниченностью финансирования социальных нужд и персональной ответственностью каждого трудоспособного гражданина за свое обеспечение в старости.

Следует отметить, что общие принципы, на которых строилась пенсионная реформа, достаточно верны. На начальном этапе реформа принесла ощутимый положительный результат, покончив с задержками пенсий, и в целом стабилизировала ситуацию в сфере пенсионного обеспечения. Частные накопительные пенсионные фонды прочно интегрировались в систему экономических и общественных связей. Однако наряду со значительными успехами при проведении пенсионной реформы были допущены серьезные методологические просчеты, которые привели к тому, что пенсионное обеспечение нынешних пенсионеров не смогло полностью адаптироваться к рыночным условиям и стать автономным от государственного бюджета. Во времена функционирования накопительных пенсионных фондов также постоянно говорилось о низкой их доходности. Однако за основу брался лишь неблагоприятный кризисный период 2008-2009 годов, когда мировая экономика получила ущерб в сотни миллиардов долларов. Всего же за 15 лет своего существования все казахстанские НПФ перекрывают инфляцию в полтора раза. Средняя доходность казахстанских НПФ с 1998 года превысила 348%, при ин-

фляции – 211%. Эти цифры показали, что пенсионные фонды справились со своей задачей.

6 февраля 2013 года заместитель премьер-министра РК Кайрат Келимбетов рассказал, о необходимости проведения очередной пенсионной реформы. Он предложил создать ЕНПФ на базе ГНПФ, проведя консолидацию до 1 июля 2013 года. Управление народными деньгами он предложил отдать Национальному банку РК.

Причинами создания ЕНПФ и ликвидации частных НПФ называются: нежелание финансировать казахстанскую экономику, низкая доходность и сделки с аффилированными компаниями. Все эти обвинения, на наш взгляд, абсурдны и наталкивают на мысль, что господа реформаторы имеют смутное представление о системе, которую взялись реформировать.

После слияния всех накопительных фондов в единый в портфеле ЕНПФ оказались активы тридцати дефолтных компаний на сумму 95 миллиардов тенге. Сотрудники фонда уверяют, что вины фонда здесь нет. Переоценку активов в свое время делал Национальный банк РК. Им только передали то, что уже имелось в портфеле других накопительных фондов. Единый накопительный пенсионный фонд Казахстана, толком не заработав, уже понес многомиллиардные убытки.

По мнению эксперта Айдары Алибаева, убытков можно было избежать, если бы в свое время государство жестко регулировало финансовый рынок: «Проблемы появились тогда, когда государство слабо контролировало покупку вот этих бумаг непонятно у кого. Они начали покупать ценные бумаги аффилированных компаний, они начали покупать ценные бумаги не совсем понятных компаний. Не очень прозрачных компаний». Он не исключил, что частные нако-

пительные пенсионные фонды все же знали, что покупают активы сомнительных компаний.

Со слов начальника управления инвестиционного анализа и проблемных активов АО «ЕНПФ» А. Джаикбаева: «Пенсионные фонды, начиная с 2007 года вплоть до передачи активов в ЕНПФ инвестировали активы по своему усмотрению. Они покупали ценные бумаги различных компаний. В результате тех потрясений, которые происходили на финансовом рынке Казахстана, часть компаний допустила дефолт».

В Едином накопительном пенсионном фонде заверяют, что уже активно работают над возвратом убытков. Однако неизвестно, удастся ли вообще вернуть эти деньги.

В последнее время упорно идут разговоры об активном сотрудничестве ЕНПФ с банками второго уровня (БВУ), даже стали известны такие факты, что Фонд уже «перекачал» более половины триллиона тенге БВУ. А будет ли такого рода сотрудничество эффективным? Так как Национальный банк управляет активами ЕНПФ, то, конечно, БВУ приветствуют такую инициативу. Банкиры не прочь получить доступ к пенсионным деньгам. А их сейчас в ЕНПФ скопилось немало – на начало октября 2014 г. они достигли почти 4,3 трлн тенге, или около \$23,7 млрд.

Если вспомнить функционирование накопительных пенсионных фондов, они также вкладывали в банки, но больше от этого проиграли, чем выиграли. По разным оценкам, только от реструктуризации обязательств БТА, Альянса, Темір и Астаны-Финанс НПФ потеряли от \$500 млн до \$700 млн.

Здесь уместно напрашивается вопрос, куда будет направлена значительная часть пенсионных средств и попадет ли через банки в реальный сектор экономики? Есть обоснованные опасения, что часть занятых у ЕНПФ средств пойдет на погашение внешних долгов банков, которые на 1 января этого года составляли \$11,2 млрд. Не исключено, что пенсионные деньги

могут попасть на валютный рынок в качестве инструмента для проведения спекулятивных операций.

Какой вообще будет контроль за использованием пенсионных активов банками, и готов ли Национальный банк РК нести ответственность в случае невозврата или потери части средств ЕНПФ?

Целью пенсионной реформы должно быть создание такой системы, когда граждане получают достойную пенсию. И Казахстан может достигнуть этой цели, продолжая аккуратную и квалифицированную модернизацию системы пенсионного обеспечения страны, включающую в себя накопительную, солидарную и профессиональную компоненты.

Сейчас завершена процедура приема-передачи пенсионных активов и обязательств по договорам о пенсионном обеспечении из всех накопительных пенсионных фондов в АО «Единый накопительный пенсионный фонд». «На сегодняшний день уже заключено более 270 тысяч договоров по обязательным профессиональным пенсионным взносам. Еще порядка 7 тысяч находятся в стадии заключения. С начала года сумма взносов составила порядка 6,2 миллиарда тенге.

Уже сейчас видно, что сомнительные и непрофессиональные реформы приведут к неконтролируемым и неблагоприятным последствиям, которые заденут каждого казахстанца. Налицо нарушение конституционных прав казахстанцев, их право на неприкосновенность частной собственности, право на выбор каждого гражданина, где осуществлять накопления своей пенсии!!! В результате этих действий пенсионное обеспечение жителей нашей страны ухудшится, что чревато серьезным социальным напряжением.

Главное – такая реформа подорвет доверие граждан к власти и явно не будет способствовать выполнению поручения Президента РК Правительству и Национальному Банку РК обеспечить соответствующие меры по «повышению эффективности пенсионной системы» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан – 2050»: новый политический курс состоявшегося государства». Астана, 2012.
2. Официальный сайт АФН – www.afn.kz
3. «Сохранить плюсы, не нарастив минусы» от 6 февраля 2013 года – www.pensia.kz
4. «Создание ЕПНФ может замедлить развитие фондового рынка в Казахстане» от 24 февраля 2013 года – www.kursiv.kz
5. Концепция дальнейшей модернизации пенсионной системы Республики Казахстан до 2030 года. Астана, 2014.

Энергосбережение, энергоэффективность: опыт, проблемы

А.А. ФЕСЕНКО, ст. преподаватель,

Л.О. КАРАКЧИЕВА, преподаватель, магистр,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ИПМ

Ключевые слова: светильник, лампа, освещение, киловатт, мощность, энергосбережение, энергобаланс, энергоаудит, энергопотребление, окупаемость, эффективность, экология.

В настоящее время существует ряд проблем для организации планирования энергосбережения, включая недостаток исходного статистического материала, небольшой опыт в разработке и организации процесса привлечения ресурсов и средств, направленных на повышение энергоэффективности, недостаточность межсекторального взаимодействия в этих вопросах. В качестве важнейших мер необходимы: повышение эффективности государственного контроля обязательных мероприятий по повышению энергоэффективности, мониторинг мероприятий, стимулирование развития рынка за счет информационного обмена, популяризация энергосбережения, а также исследование и адаптация международного опыта в области энергоэффективности.

В области энергосбережения поставлена задача по снижению энергоемкости внутреннего валового продукта не менее чем на 10% к 2015 году и 25% к 2020 году соответственно [1].

Проблема рационального использования энергетических ресурсов приобретает все большую актуальность для мирового сообщества, а ее решение становится стратегической задачей для многих государств. Отказаться от использования электричества невозможно, более того, развитие экономики требует увеличения мощностей, и к 2025 году прогнозируется удвоение спроса на электроэнергию. Только использование современных технологий, обеспечивающих эффективное расходование энергетических ресурсов, позволит избежать дефицита.

Понимая, что внедрение современных энергосберегающих технологий возможно лишь посредством установления новых стандартов искусственного освещения, многие страны проводят планомерную политику в области разработки нормативных актов. Например, в США вступил в силу нормативный акт, который предполагает полный отказ от неэффективных источников света к 2014 году, при этом затраты сократятся более чем на 20 млрд долларов.

По опыту развитых стран эффективными мерами по стимулированию энергосбережения считается право пользования налоговыми льготами, получение субсидий на частичное покрытие затрат по внедрению технологий и ссуд по сниженным процентным ставкам, применение энергетическими компаниями льготной тарифной сетки для зданий с низким энергопотреблением, внедрение системы контроля энергопотребления и привлечения к ответственности за нару-

шение установленных норм строительства и эксплуатации зданий.

Больших успехов в области энергосбережения в США достигли за последние 10-15 лет. В это время за счет энергосберегающих мероприятий энергопотребление было снижено на 20%. Такой эффект был получен, прежде всего, в результате проведения многочисленных научных исследований, определивших направления энергосбережения, а также своевременного принятия соответствующих законодательных актов и внедрения на их основе новых строительных технологий. Американские граждане, живущие в энергетически неэффективных домах, с недостаточно хорошей изоляцией, имеют право рассчитывать на государственную поддержку в лице Министерства энергетики США после оценки энергоэффективности жилья и предоставления услуг по дальнейшему его утеплению. В настоящее время эта программа охватила более 5 млн семей. Она включает: энергоаудит, изоляцию стен и труб, утепление дома, усовершенствование системы климат-контроля (нагревание, вентиляция, кондиционирование). Программа повышения энергоэффективности жилья позволит владельцам домов снизить счета за коммунальные услуги на 20%, что уменьшит бюджетные расходы семьи и внесет существенный вклад в улучшение экологической обстановки. Программа подразумевает 10%-ую налоговую скидку от стоимости изоляционных работ, установки окон, отвечающих новым требованиям. В итоге среднестатистическая семья имеет возможность сэкономить до \$1500. Налогоплательщики, занимающиеся повышением энергоэффективности жилья, могут рассчитывать на льготы в уплате подоходного налога. Усовершенствование жилья включает: изоляцию, установку двойных оконных рам, установку двойных дверей, окно в крыше, энергоэффективную систему климат-контроля, теплоотражательную кровлю, энергоэффективные нагреватели воды. По одному из вариантов программы, которая предоставляет безлимитную 30%-ую налоговую льготу, владельцы жилья должны закончить работу по усовершенствованию до 2016 года. Программа подразумевает компенсацию стоимости материалов и оборудования. Она включает: установку тепловых насосов, солнечных нагревателей воды, фотогальванических энергосистем.

Опыт энергосбережения имеется в Европе, Японии и Скандинавии. Уже на протяжении многих лет в Европе, странах Скандинавии используют энергосбе-

регающие технологии при строительстве и реконструкции зданий. В этих странах создали необходимые законодательные нормы с учетом экономических интересов собственников жилья и инвесторов. Повышения уровня энергоэффективности добиваются с помощью применения эффективной теплоизоляции, установки теплонасосов, современных оконных рам и дверей, не допускающих утечки теплого воздуха, использования котельных установок с высоким КПД и приборов поквартирного регулирования температуры. В Германии на реконструкцию домов с целью понижения энергопотребления было потрачено более 1,5 млрд евро. Более того, владельцам жилья, желающим провести реконструкцию дома, предоставляются налоговые льготы в размере 20% и банковские кредиты с низкой процентной ставкой. Являясь энергозависимой от поставок энергоносителей другими странами, Германия решает проблему энергетической безопасности путем энергосбережения и стимулирования развития альтернативных видов энергии. Более трети всего объема электроэнергии получают от ветроустановок. Инвесторы получают возможность разместить на крышах зданий солнечные батареи и подавать полученную энергию в городскую сеть. При покупке компьютеров и электроприборов административные учреждения обязаны приобретать энергоэкономные приборы. В Австрии начало работать предприятие по производству биогаза. Биогаз, вырабатываемый из древесины, по качествам не уступает природному газу, его используют для отопления электростанций, автомобилей, работающих на смешанном топливе. Биогазовые установки способны вырабатывать около 100 куб.м биогаза в час. В настоящее время подобные проекты готовятся в Германии и Швеции. Во Франции в 2005 году для семей, желающих использовать технологии экономии термической энергии в собственном жилище, ввели в действие программу налоговых льгот. При модернизации жилья им предоставляется кредит, право на возмещение до 50% расходов по установке систем терморегуляции, модернизации отопления и использованию альтернативных источников энергии: биотопливо, энергия солнца и ветра [4].

Основные тенденции в сфере освещения. По всему миру растут расходы на электроэнергию, что обусловлено высокими ценами на нефть. Растет осведомленность об изменениях климата, принимаются соответствующие законы, что приводит к сокращению выбросов углекислого газа. Новые осветительные решения, создающие особую атмосферу и повышающие безопасность, становятся частью нашей жизни. Продолжает расти спрос на энергоэффективное освещение на развивающихся рынках. Бурно развиваются светодиодные технологии.

На сегодняшний день большинство потребителей недостаточно осведомлены о возможностях экономии электроэнергии с помощью энергоэффективных технологий и пока не в полной мере доверяют их качеству. Это часто происходит из-за того, что на рынке появляются некачественные и несертифицированные продукты, которые стоят дешевле, но по качеству существенно уступают изделиям известных, зарекомендовавших себя производителей. Поэтому при вы-

боре изделия важно ориентироваться не только и не столько на стоимость приборов электроэнергии, сколько принимать во внимание другие факторы – производителя, качество изготовления, срок службы, гарантии по использованию и т.д.

Энергоэффективное освещение в городах. С точки зрения муниципальных органов и государственных учреждений есть несколько основных сфер применения энергоэффективных световых технологий. В первую очередь, это уличное освещение, затраты на которое составляют до 90% всех энергозатрат, и здесь возможно сэкономить до 65% расходуемых средств. Следующая область – это освещение нежилых площадей: административных зданий, школ, офисов. Здесь от 40 до 75% энергии тратится исключительно на освещение, а возможная экономия составляет порядка 75%. Для крупного бизнеса переход на энергоэффективные световые решения позволит значительно сократить издержки и суммарную стоимость владения парком светотехнического оборудования. К примеру, в промышленности на освещении складских помещений и конвейерных линий возможна экономия до 60%. В продуктовой розничной торговле (преимущественно в освещении супермаркетов) потенциал экономии составит до 30%. Если говорить об уличном освещении, то хорошая видимость означает безопасность на дорогах и спокойствие на улицах в темное время суток. Качество подсветки позволяет изменить облик архитектурных ансамблей и исторических памятников. Существенная часть городского бюджета тратится на электроэнергию, которая часто расходуется крайне неэффективно. Энергосберегающие осветительные системы известных мировых производителей, которые в среднем снижают потребление энергии на 50%, могут стать основой муниципальных проектов, нацеленных на решение ряда экономических, экологических и социальных задач. Результат – новый финансовый потенциал, здоровая, безопасная атмосфера городского пространства, улучшение экологической ситуации и создание нового уникального облика города. Если в государственном и коммерческом секторах переход на энергоэффективные технологии в освещении может быть осуществлен относительно централизованно, путем принятия стимулирующих мер и постепенного запрета установки устаревшего оборудования, то энергосбережение в домашних хозяйствах – более сложная задача. По оценкам компании Philips, потенциальная экономия от перехода на энергоэффективные световые решения в домашнем хозяйстве составляет 30%, что эквивалентно 1,9 млрд евро.

Сегодня в быту по-прежнему используются обычные лампы накаливания, которые работают до 1 тыс. часов, то есть примерно год. Обычную лампу накаливания мощностью 100 Ватт можно заменить 20-Ваттной энергосберегающей лампой: света будет столько же, лампа прослужит в 10 раз дольше, а расход электроэнергии уменьшится в пять раз.

На сегодняшний день большинство потребителей недостаточно осведомлены о возможностях экономии с помощью энергоэффективных технологий и пока не в полной мере доверяют их качеству. Поэтому необходимо предоставить людям возможность на соб-

ственном опыте убедиться в эффективности энергосберегающих ламп [3].

Гигантский ресурс работы светодиодов практически решает проблемы, связанные с необходимостью их замены. Кроме того, светоизлучающие диоды способны надежно функционировать в самом широком диапазоне рабочих температур.

Если говорить о цене изделия как таковой, то LED-изделия действительно «не каждому по карману». До сих пор затраты на светодиодные модули в два раза выше стоимости неоновых изделия аналогичной яркости. Однако производители по всему миру продолжают наращивать мощности по изготовлению светодиодов и цены на данные источники света неуклонно понижаются. Практика показывает, что совокупные затраты на приобретение и эксплуатацию светодиодных изделий в конечном итоге оказываются в 2-2,5 раза ниже затрат на обычные светильники.

Сравнение различных типов освещения по базовым характеристикам можно рассмотреть в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение светодиодных ламп с люминесцентными и лампами накаливания

Тип лампы	Потребляемая мощность, Вт	Срок эксплуатации, час	Цена, тг
Лампа накаливания	100	700	60
Люминесцентная лампа	20	8000	600
Светодиодная лампа	10	50000	4000

Исходя из данных, указанных в таблице, можно сделать следующий вывод: цена светодиодной лампы в 66,7 раз превышает цену лампы накаливания и в 6,7 раз люминесцентную лампу. Однако за время работы одной светодиодной лампы понадобится 71 лампа накаливания, или 6 люминесцентных ламп.

Светодиодная лампа при непрерывной эксплуатации будет работать 5,8 лет, люминесцентная лампа 333 дня, а лампа накаливания 29 суток [2]. Важным препятствием к переходу на энергосберегающие лампы в быту является стойкое предубеждение потребителей о мнимой дороговизне ламп. Но потребители не учитывают, что стоимость складывается не только из цены самой лампы, но и расходов на потребляемую энергию. Так, при средней стоимости энергосберегающей лампы в 600 тенге, она служит в 10 раз дольше, а значит, не требует частой замены и потребляет в 5 раз меньше электроэнергии, что отражается на счетах за электричество. Таким образом, кажущаяся дешевой обычная лампа накаливания на самом деле обходится в течение, например, одного года в три раза дороже «дорогой» энергосберегающей лампы. Экономия,

окупаемость и рентабельность инвестиций будут еще больше при расчете на три года и более.

В Казахстане энергосбережение и повышение энергоэффективности в сфере жилищно-коммунального хозяйства является в настоящее время приоритетной задачей, которая позволит решить комплекс проблем: энергетических, экологических и экономических. Жилищный сектор сегодня потребляет около 40 процентов отпускаемой тепловой энергии. По экспертным оценкам около 70% зданий имеют теплотехнические характеристики, не отвечающие современным требованиям (особенно это касается зданий постройки 1950-1980 годов), из-за чего они теряют через ограждающие конструкции, по экспертным оценкам, до 30% тепловой энергии, потребляемой для отопления. По данным исследований, проведенных в 2010 году, в Казахстане расход тепловой энергии в зданиях составляет около 270 кВт на кв. метр в год, что существенно выше среднеевропейских показателей 100-120 кВт на кв. метр в год. Проблемой, существенно влияющей на высокое теплотребление, является ухудшение технического состояния многоквартирного жилищного фонда. Сегодня значительная часть жилищного фонда республики не отвечает моральным, архитектурно-планировочным, техническим требованиям. Не соответствуют современным стандартам показатели энергосбережения многоквартирных жилых домов. Учитывая, что жилищно-коммунальное хозяйство является основной отраслью, обеспечивающей надлежащий уровень социального комфорта и основных бытовых потребностей населения, организация энергосбережения в нем позволит существенно сократить энергозатраты и сэкономить природные ресурсы, также даст толчок для развития энергосберегающих технологий. Зарубежный опыт показывает, что для продвижения энергосберегающих технологий необходимы комплексный подход, совершенствование действующего законодательства, разработка правовых и технических мер стимулирования, применение экономических и правовых механизмов воздействия на собственников жилья и строительные компании. Информационные меры воздействия не только призывают к экономному использованию энергии, но и дают конкретные советы по ее экономии, а также описание экономических выгод от энергосберегающих технологий.

В связи с вышеизложенным, можно отметить, что предприятиям необходим переход на энергосберегающее освещение, так как энергосбережение и повышение энергоэффективности всех отраслей хозяйства является в настоящее время приоритетной задачей государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана от 11 ноября 2014 года. Астана, 2014.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак, 2011. – 972 с.
3. Материалы информационного агентства Kazakhstan Today.
4. www.thegef.org

Қазақстандағы экономикалық әртараптандырудың қалыптасуы

А.Е. ҚИЗАТ, магистрант,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, КЭ кафедрасы

Кілт сөздер: әртараптандыру, жекешелену, Бразилия, эталондық, бағдарлама, стратегия, инновациялық, индустриаландыру, экономика, олқылықты, мамандандыру, технология, бәсеке, инвестициялық, мемлекеттік.

Барлық дамыған елдерде негізгі мәселе болып бәсекеге қабілетті өнеркәсіп және экономикалық өсуді қамтамасыз ету табылады. Дәл осы мақсаттар қуып жететін жетілдірудің тұжырымдамаларын жасауға әсер етті. Бұл тұжырымдама дамыған елдердің жолын қадағалай отырып, дамушы мемлекеттердің дамудың жоғары қарқынын қамтамасыз ететіндігінен шығады.

Дамыған елдермен жақындасу жай ғана жетілдіруді емес, жеделдетілген жетілдіруді талап етеді. Қандай да бір деңгейде бұл тек кейбір жаңа индустриялық елдерге мүмкін болды. Осыған байланысты тәжірибе, жоғары деңгейде дамығандардың қатарына кіруге тырысатын барлық елдерге ерекше қызығушылық туғызады.

Осымен байланысты латын америкалықтардың, оның ішінде Бразилияның жетілдіру тәжірибесі қызықтырады. Бүгінгі таңдағы Бразилияның экономикалық жетістіктері – 1990 ж. басынан жүргізілген құрылымдық реформалар мен барлық шаруашылық механизмнің жетілдірілуін қамтамасыз ететін ашық экономика үлгісіне өтудің нәтижесі Л.С. Окунев өз кітабында белгілегендей «Бразилия: демократиялық жоба ерекшелігі. Латын америкалық алыптың жаңа саяси тарихтар парақтары (1960-2006 жж.)», «Реал жоспарын» (1994 ж. бастап) жүзеге асыру төңірегінде және басқа стратегиялық сипаттағы макроэкономикалық шешімдер, ұлттық экономика тек қана бақылаусыз инфляциядан құтылып қойған жоқ, сондай-ақ жаңа деңгейлер мен сапа алды.

Экономикалық өзгерістің негізі болып көптеген төменгі тиімді мемлекеттік кәсіпорындардың жекешеленуі табылды. 1997-2000 жж. мемлекеттік меншіктен жеке қолға беруден алынған табыс сомасынан Бразилия әлемде бірінші орынды иеленді. Латын Америкасында және әлемде үшінші болған жекешеленудің ең көлемді актісі, тек қана «Телебраз» телефон компаниясының жекешеленуі қазынаға 19 млрд долларды әкелді. Дамудың стратегиялық бағыттарын ұстанатын және анықтайтын, үкімет саясатының нәтижесі болып табылатын өңдеу өнеркәсібі озық салалары қатарының ролі елеулі артты: инвестициялық тауарлар, дәрі-дәрмектер, жартылай өткізгіштер мен бағдарламалық қамтамасыз ету өндірісі. Өндірістің технологиялық мәдениетін жоғарылатуға ерекше назар салынды. Нәтижесінде осы ғасырдың бірінші онжылдығы аяғында жергілікті өндіріс есебінен өнеркәсіп бұйымдарына 90% сұраным, соның ішінде 80% астамы машина және жабдықтар қамтамасыз етілді. Жоғары технологиялы салалардан авиақұрылыс екпіндей жоғарылады.

«Эмбраер» компаниясы ұшу аппараттарынан тек «Боинг» және «Эйрбас» концерндеріне жол беріп, әлемде үшінші өндіруші болды.

Едәуір салмақты өндіруші өнеркәсіп алды. Мемлекет әлемдегі бірінші темір кенін өндіруші болып табылады, марганец пен танталдан екінші және ниобий бойынша нақты алпауыт (әлемдік өндірістің 95% жоғары), боксит, қалайы, литий, магний өндіруден алғашқы бестікке енеді. Сала көшбасшысы – кен өндірісінің жалпы көлемінің үшінші үлесіне келетін КВРД (KVRD) компаниясы. КВРД – әлемдегі орасан зор темір кені компаниясы және марганец пен феррокорытпадан маңызы бойынша екінші өндіруші. 2006 ж. КВРД инвестор ретінде күшті ілгері басты және 18 млрд долларға дерлік ірі канадалық «Кэнэдиен майнинг» фирмасын сатып алды.

Бразилиялық экономиканың көзір картасы мен бірегей ресурсы – жоғары деңгейде дамыған және әртараптандырылған агроөнеркәсіптік кешен (АӨК). 1991 ж. бастап негізгі шаруашылық тауарларға баға ырықтандырылғанда аграрлық өндіріс жоғары және орнықты қарқынмен өседі. Үкімет АӨК мемлекеттік қолдау мен реттеуге толық кешенді шаралар қабылдағанын айта кеткен жөн, оның ішінде – мөлшері жылына 10 млрд доллардан асатын, жеңілдік шартымен ауыл шаруашылығын несиелендіру бағдарламасы.

Инновацияны дамытудағы мемлекет табысының куәсі болып ауыл шаруашылығының энергетикалық секторы деп атауға болатын АӨК шеңберінде жаңа перспективалық саланы жасау табылды. Сөз 2007 жылы басталған «эталондық бағдарлама» қабылдануымен байланысты басталған энергетикалық стратегиядағы түбегейлі өркендеу жайлы болады. Бүгінде Бразилия биоотынның (қант құрағының негізінде) – энергияның аздаған пайдалы қайта жаңартылатын көзінің жетекші әлемдік өндірушісі болып табылады. «Эталондық бағдарлама» инновациялық экономиканың басқа көшбасшы-мемлекеттермен (АҚШ, Үндістан) техникалық әріптестікті дамытуға жағдай жасайды және бразилиялық экспорттаушылар үшін тұрмыстың жаңа сыйымды нарығын құрайды. Бұл жайында В.М. Давыдов, А.В. Бобровников «Әлемдік экономика мен саясаттағы өрлеп келе жатқан алыптардың ролі» кітабында жазады. [2]. Жетілдірудің макроэкономикалық стратегиядағы маңызды орын экономикалық және әлеуметтік дамыту (BNDES) Ұлттық банкісіне, ірі мемлекеттік несиелік мекемеге жоғары активтермен 220 млрд жатқызылады. 1952 ж. құрылған BNDES елдің шаруашылық дамуының пәрменді құралына,

нақты сектордағы тек қана алып компаниялардың ғана емес, сонымен бірге шағын және орта кәсіпкерліктегі кәсіпорындардың, сондай-ақ көптеген бразилия экспорттаушыларының маңызды қаржыландыру көзіне айналды. 2009 жылы (әлемдік дағдарыстың қызған кезінде) BNDES 74 млрд доллар сомаға несие ұсынды және соңғы құлдырауды жеңілдетуде елеулі роль атқарды, мыңдаған жергілікті тауар өндірушілердің «аман қалуына» көмектесті.

Үкімет ішкі сату өсімін өзінің макроэкономикалық саясатының бір стратегиялық басымдылығы ретінде жария етті. Билік экспорттық қызметті реттейтін нормативтердің белгілі артық санын айтарлықтай қысқартты, сауда операцияларының әзірлену үрдісін жеңілдетті. Экспортты ұлғайтуда едәуір рөлді экспорттаушылар қолдауының үш басты бағыттарын бөлуге болатын кешенді жүйе ойнады:

- қаржыландыру көзіне қол жеткізуді жеңілдету. Несиелеудің Мемлекеттік бағдарламалары көптеген экспорттаушыларға көмек көрсететін, бірақ бірінші кезекте – жаңа және дәстүрлі емес тауарлар өндірушілеріне Бразилия Банкі мен BNDES арқылы жүзеге асырылады;

- салықтық ауыртпалықты төмендету. Елде экспорттық қызметті реттейтін арнайы салықтық және кедендік тәртіптемесі әрекет етеді (20 тәртіпте). Оларға ішкі нарықта қызмет көрсететін ұлттық экспорттаушылар мен компаниялар, немесе баж төлеу, алымдар мен салықтар, немесе өтемақы алады;

- ұйымдастырушылық-ақпараттық қолдау. Ол арнайы бағдарламалар шеңберінде әр түрлі министрліктермен, Ішкі сауда палаталарымен, экспортты жылжыту бойынша Федералдық агенттіктермен, шағын және орта кәсіпорындарды қолдаудың Бразилиялық қызметімен және басқа ведомстволармен жүзеге асырылады.

Бүтіндей, жинақталған өндірістік және ауылшаруашылық әлеуетінің және биліктің тиімді дағдарысқа қарсы саясатының арқасында, бразильдік экономика салыстырмалы түрде дағдарыстық сынақтарды жеңіл өткерді (2009 ж. ІЖӨ тіпті азырақ өсті – 0,3%-ға) және осу траекториясына қайта шықты.

Әлемдік тәжірибе Қазақстан үшін жалпы дамудың жеке стратегиясының, соның ішінде жетілдіру стратегиясының жасалуына негіз болды. Қоғамның барлық құрылымдарын сапалы қайта құру қажеттілігін сезіну бұрын пайда болды. Алғаш рет бұл ой Қазақстан-2030 даму стратегиясында шықты, және әрбір кейінгі 10 жыл сайын елдің бүтіндей әлеуметтік-экономикалық және қоғамдық-саяси дамуының басым бағыттары анықталады. Дамудың индустрияландырудан кейінгі деңгейіне өтуге тырысу нәтижесінде жеделдетілген индустрияландыру арқылы экономиканың инновациялы-технологиялық «қайта жүктелуі» үшін күштердің қайта топтастырылуы қажет болатын ҚР 2003-2015 жылдарға индустриалды-инновациялық дамуы Стратегиясында іске асырылды.

Стратегияны жүзеге асырудың бірінші кезеңі барысында 2003-2005 жылдары белгілі нәтижелерге қол жетті: әрекет ететін заңнамаға өзгерістер мен толықтырулар енгізілді, жаңа заңдар құрылды, дамудың мемлекеттік институттарының жаңалары құрылды және мемлекеттің инвестициялық және инновациялық

жобаларда қатысуын, тиімді жобаларды таңдауда мемлекет қатысуымен жүзеге асырылатын мамандарды даярлауды қамтамасыз ететін бұрынғылары жандандырылды.

Әлемде қор нарығының жеткіліксіз деңгейде дамуы және коммерциялық банктер жүйесінде «бос қиялдың» құрылу мүмкіндігі болмауы жағдайында, дамудың мемлекеттік институттарының бөлінуі де әлемдік тәжірибеге берілгенін атап өткен жөн. Әрбір қазақстандық институтта жеке мақсаттары мен тапсырмаларының болуына қарамастан, олардың барлығы мемлекеттік инвестициялық қызметтің тиімділігін жоғарылатуға және арттыруға, елдегі инновациялық белсенділікке әрекет етуге, республиканың бәсекеге қабілеттілігінің өсуін қамтамасыз ете отырып, әлемдік нарықтарда қазақстандық тауарлар мен қызметтердің жылжуына әрекет етуге үндейді. Оларға экономиканың әртараптандырылуы үрдісінде қозғаушы күш рөлі жатқызылады.

Стратегияны жүзеге асырудың бірінші кезеңінде инновациялық инфрақұрылымды құруға: ұлттық және технологиялық парктерге, кәсіпкерлік-инкубаторларына және техникалық толысуына емес инновациялық қорлардың өзіне баса назар аударылды.

Стратегияда кәсіпкерліктің қатысуына маңызды орын анықталды. Соның ішінде, инвестициялау үшін саланы таңдаудағы негізгі ұсыныстарды кәсіпкерлік өкілдері енгізулері қажет. Алайда мұнымен байланысты жеке меншік сектор қазір инновацияда негізгі сұраныс субъектісі болып табылмайды, табылған да емес, инновациялық үрдіске кәсіпкерлікті салу – әжептәуір проблемалы. Сондықтан мейлінше соңғы кезеңде бұл міндетті мемлекет өзіне алды. Инновациялық жүйенің дамымауы, нарықтардың ғаламдануы – мұның бәрі мемлекетті кәсіпкерлік-қауымдастығы үшін инвестициялық бағдарларды анықтау мақсатында, маркетингтік зерттеулерді жүргізу бойынша шығындарды өзіне алуға мәжбүр етеді.

Тек 2006 жылда орта мерзімді және ұзақ мерзімді болашақта республиканың дамуы үшін, отандық, аймақтық және ғаламдық нарықтардың қажеттіліктері бойынша тоғыстырылған зерттеулерді жүргізу Жоспары бекітілді.

Стратегияны жүзеге асыруда ОӘК инвестициялық және өндірістік әлеуетін пайдалану бойынша бөлімге және өнеркәсіп жетілдірілуінің басым бағыттарын анықтау үшін экономиканың басқа да негізгі салаларына жеткіліксіз назар аударылды.

Жоғары технологиялық жабдықтар негізінде экономиканы жетілдіру Стратегияда тек Қазақстан Республикасының 2010-2014 жылдарға үдемелі индустриалды-инновациялық дамуы бойынша Бағдарламасының қабылдануымен түйінді болды.

Осылайша, Индустриялық-инновациялық дамуды жүзеге асырудың бастапқы кезеңін, экономиканың жаңа құрылымының сапалы жасалуының барлық мәселелері айнада көрініс тапқандай, қалыптасу кезеңі ретінде сипаттауға болады. Ел үшін өткір мәселе болып, төменгі бәсекеге қабілеттілік, өндірістің деформацияланған құрылымы және экономиканың ұдайы өндірістік үлгісі қала берді.

2006 жылдан бастап, бірінші кезеңнің көптеген

жаңсақтықтары жойылған кезең, Стратегияны жүзеге асырудың жаңа сатысы келіп жетті. Бұл кезең ғылыми-өнеркәсіптік ортаны жандандыруды және ғылыми әлеуетті мейлінше тиімді пайдаланып, жаңа технологияларды игеруді қарастырды. Бұл кезеңнің келесі ерекшелігі, жеке меншік сектордың бастамасын игеру, таңдап алынған жобаларды жүзеге асырудың қатысушы-инвесторларын іздеу, кадрларды даярлау, негізгі және қосалқы объектілердің құрылысы мен қайта құрылуы болып табылды. Және бұл кезеңнің тағы бір өзгешелігі, ол экономикалық өсу мен ғаламдық дағдарыс кезеңінде келді.

Нақ сол кезде «Қазақстанның 30 корпоративтік көшбасшысы» бағдарламасын қабылдауға септігін тигізген, кәсіпорынның жетілдірілуі мен экономика құрылымының әртараптандырылуына бағытталған, көптеген жобалардың жүзеге асырылуы ұйғарылды.

Басым салалар агроөнеркәсіптік кешен, құрылыс индустриясы, мұнай өңдеу, металлургия, химия өнеркәсібі және фармацевтика, энергетика, көліктік және телекоммуникациялық инфрақұрылымның дамуы болып анықталды. Дамудың жалпы бағыты экономиканың әртараптандырылуы болды.

Экономиканың әртараптандырылуы екі үлкен кезеңде жүзеге асырылуы тиіс болатын. Бірінші кезеңде экономикалық өсудің қозғаушы күші мұнай газ секторы болуы тиіс болатын. Сондықтан үлкен тауарлық дайындықтағы өнімді өндіру үшін, мұнай өңдейтін және мұнайхимиялық кәсіпорындарының құрылысы, әрекет етуші күштер және жаңа құбырлар құрылысы есебінен, мұнай газдық сектордың экспорттық мүмкіндігін кеңейту мен мұнай шығаруды ұлғайту тапсырмасы тұрды. Екінші кезеңде, табыстың ұлғаюы мен қоғамның әлеуметтік дамуында сапалы өзгерістерді қамтамасыз ететін, еңбек өнімділігін арттыру және экономиканың шикізаттық емес салаларын дамыту есебінен, экономикалық даму қамтамасыз етілуі тиіс. Сонымен, 2006-2009 жж. мұнай газ кешенінің әртараптандырылуы мен басқа да қор өндіретін салаларға басты назар аударылды.

2007 ж. қыркүйекке дейін республикада экономикалық өсу жалғасты: ол 103,8 млрд долларды құрады. Өнеркәсіптік өндіріс осы кезеңде 2006 ж. 51 млрд доллардан бастап 2007 ж. 62,9 млрд долларға дейін өсті. 2001-2007 жж. мұнай газ және металлургиялық кешен көш бастады. Олардың үлесі өнеркәсіптік өндірісте жалпы көлемде 44,3-тен 63,9%-ға дейін өсті. Осы көрсеткіштің жартысына (48%) шаққанда, мұнай мен газ шикізатына, ілеспе қызмет көрсетулерге келді.

Өндіру секторында шығару көлемі үш реттен көп – 2001 ж. 937,2 млрд теңгеден, 2007 ж. 2,9 трлн теңгеге ұлғайды. Бірақ, шешуші фактор құндық болған, мұнай газ өндірісінің озық серпіні, өңдеу өнеркәсібінің салыстырмалы салмағын 46,8-ден 38,1%-ға дейін төмендетті [3]. Сондықтан да, өңдеу және отын-энергетикалық секторының озық дамуына бағдар бұрынғыдай сақталды.

Нәтижесінде экономика жандандырылған импорт алдында әлсіз болды. Ұлттық шаруашылықтың импорттан тәуелділігі, ішкі өндірістің маңызды секторларында өндірістің бірдей өсуімен сүйемелденбеді. Мұнан өзге, әртараптандырылуға бөлінген мемлекет-

тік инвестициялардың көлемі, қандай да бір байыпты құрылымдық алға басуларға апармайтындай, жеткіліксіз әрі бытыраңқы болды.

Қазақстан үшін жаңа, инновациялық кәсіпкерлікті құру, әлемдік нарыққа шығу және бәсекелес болу, әлемнің жетекші компанияларын стратегиялық әріптес ретінде тартуда және жаңа ұлттық кәсіпкерлік әртараптандырудың белсенші ойыншысы болып шығатындай шындалғанмағандықтан, мемлекеттің бастамалары кәсіпкерлік-қауымдастықтан қажетті қолдау таба алмады. Ал мемлекеттік қорлар бұл үшін анық жеткіліксіз болды. Осы себепті, дағдарысқа дейінгі кезеңде индустриалды-инновациялық дамудың мақсаты толықтай қол жетімсіз болды.

Ғаламдық қаржылық дағдарыс Қазақстан экономикасының әлсіздігін тағы бір рет көрсетіп, жағдайды қиындатты. Алайда, тіпті республика үкіметі құлдырауы кезеңінде, индустрияландырудан кейінгі бағамнан да, дамудың инновациялық жолындағы бағамнан да бас тартқан жоқ.

Бұл жолдағы негізгі мәселелердің бірі, жаңа тәртіпке негізделген кәсіпкерлік пен ғылымның жемісті өзара әрекеттестігінің болмауы болып табылды.

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей, инновациялық стратегиялармен қатар, мемлекет пен кәсіпкерліктің тиімді әріптестігі – ұлттық экономиканың екпіндеген инновациялық өсуінің ажырамас құраушысы. Қоғамдастық, мемлекет пен кәсіпкерліктің де өзара сенімдері де маңызды.

Өткен жылы Ресейдің Ассоциация менеджерлерімен өткізілген сауалдар нәтижесінде және Қазақстанның статистика жөніндегі Агенттігінің мәліметтеріне сүйенсек, инновациялы белсенді кәсіпорындардың үлесі 10-12%-дан аспайды. Инновацияны жүзеге асыруға бөлінген ақша қаражаттары негізінен бар өнім мен үрдісті жақсартуға жұмсалады (75% сауалнамаға жауап беруші). Тек 16% компаниялар өндірілетін өнімді жақсартуда жаңалықтарды енгізетіндерін көрсеткен. Авиақұрылыс және көлік құрылысы ғылыми-техникалық және инновациялық әлеуеттің шығындалуының шегінде тұр және инновациялық жаңару қарқынынан әлемдік көшбасшылардан едәуір артта қалуда. Инновацияны тудырудың басты көзінің бірі – шағын инновациялық кәсіпкерліктің те жайы мәз емес.

Экономиканың бәсекеге қабілеттілігінің түйінді факторы – өнімділік бойынша, соңғы жылдардың оң серпініне қарамастан, Қазақстан елдердің дамуы жөнінен орта есеппен қалуда: 2008 жылғы мәліметке сүйенсек, сатып алу қабілетінің тепе-теңдігіне бойынша, еңбек өнімділігі Қазақстанда адам басына 22,6 мың долларды құраса, ол уақытта Ресейде 33,4, Жапонияда – 68,2, ал АҚШ-та 98,1 мың долларды құрады [4].

Мұның бәрі Қазақстан дамуының торапты жолының түзетілуі мен нақтылануының, сервисті-технологиялық экономиканы құруына алдын-ала анықтат берді. Жаңа вектор жетекші рөлді инновация мен адам капиталы ойнауы қажеттігіндей, қарқынды индустрияландыру ретінде белгіленген [5].

2010 жылдың 1 ақпаны Президент жарлығымен 2020 жылға дейін Қазақстан дамуының жаңа Стратегиялық жоспары бекітілді. Бұл стратегиялық жоспар-

дың өзіндік ерекшелігі бар. Мақсаты бұдан бұрынғы 2015 ж. дейінгі ҚР индустриалды-инновациялық дамуының Стратегиясында, «Қазақстанның 30 корпоративтік көшбасшысы» бағдарламасында, сондай-ақ индустрияландыру саласындағы басқа да құжаттарда, 2020-Стратегиялық жоспарында мазмұндалғанына қарамастан, оның өзіндік ерекшеліктері бар. Біріншіден, үлкен стратегиялық тапсырмаларды шешу мүмкін болуы үшін, ол жеткілікті ұзақ мерзімді қамтиды. Екіншіден, оның көрсеткіштерінің ұлғайтылған, жалпылама сипаттамасы бар. Үшіншіден, бұл жоспардың ішкі және сыртқы факторлардың өзгеру беталысына байланысты болашақтағы кезеңге балама сценарийлерді қарастыратын нұсқалық сипаттамасы бар. Төртіншіден, стратегиялық жоспар кезеңді түрде қарастырылатын болады, түзетіледі, жағдаяттың өзгеруі есебінен немесе экономикалық циклдың бір сатыдан екіншісіне өтуінде ұзартылатын болады.

Стратегиялық жоспарды жүзеге асыру үшін индустриалды-инновациялық даму бағыты бойынша бірнеше үлкен бағдарламалар жасалды. Бәрінен бұрын, бұл 2010-2014 жылдарға Қазақстан Республикасы үдемелі индустриалды-инновациялық дамуының Мемлекеттік бағдарламасы.

Индустрияландыру саясатын сәтті жүзеге асырудың негізгі шарты, өндіріс факторлары өнімділігінің өсуі және ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету болуы тиіс.

Негізгі мақсат экономиканы әртараптандыру және шикізаттық емес экспорттың ұлғаюы болып қала береді. Бұл мақсатқа жету үшін келесі бағыттар ұсынылады.

Әртараптандыру үрдісін ақпараттық-талдау қамтамасыз ету үшін, Қазақстан экономикасы негізгі салаларының жүйелік талдауы және бағасы негізінде жүргізілетін, олардың әлемдік нарықтағы бәсекеге қабілеттілігі тұрғысынан, талдау жүйесінің құрылуы және экономика секторларының мониторингі қарастырылады. Қазақстан экспорттаушыларының қалыс қалуына әкеліп соғатын немесе олардың бәсекелестік артықшылығын қамтамасыз ететін факторлар анықталатын болады. Болашақ «олқылықты» жобалар жайлы отандық компанияларды ақпараттандыру жүйесі құрылатын болады.

Шикізаттық емес салада инвестициялық белсенділікті реттеу үшін, елімізде инвестициялық қызметті жүргізудің негізгі шарттарын жетілдіру, халықаралық

стандарттарға сай келетін тиісті өндірістік және көлік-коммуникациялық инфрақұрылымды құру, білікті жұмыс күшімен қамтамасыз ету қарастырылған.

Алып мультипликативтік әсермен жаңа технологиялық және жүйе құру өндірісін дамыту үшін, экономика құрылымын түпкілікті қайта жасайтын жобаларды анықтайтын, «олқылықты» инвестициялық жобаларды жүзеге асыру бойынша бас жоспар жасалады.

Алып отандық кәсіпкерлікті тарту мақсатында «олқылықты» инвестициялық жобаларды жүзеге асыруда, ел аумағында 5-6 кластерлерді жасау мен дамыту және олардың шағын және орта кәсіпкерлікпен өзара әрекеттестігін реттеуде әлеуметтік-мемлекеттік серіктестік тетігінің жетілдірілуі жоспарланған.

Қаржылық институттар бұрынғыдай ұлттық және жергілікті деңгейлердегі ірі инвестициялық жобаларды жүзеге асыруға тартылатын болады.

Жер қойнауын пайдалану саласында, соның ішінде «Отандық өндірушілер мен шетел инвесторларының бірыңғай тізілімі ақпараттық жүйесінің құрылуы» есебінен, Қазақстан сервис нарығын дамыту бойынша ықпалды шаралар қабылданатын болады.

Минералды-шикізаттық кешеннің, кен химиялық саланың, машина жасау, химия және өңдеу өнеркәсібінің басқа да салаларының аралас және ілеспелі өндірісінің дамуына ерекше көңіл бөлінетін болады.

Кәсіпорынның өңдеу өнеркәсібінің жетілдірілуі үшін, технологиялық дамуына жағдай жасау үшін кешенді шаралар жасалған, соның ішінде, қазіргі технологиялар жеткізуші-компанияларына жаңа технологиялармен жұмыста қазақстандық персоналдың міндетті оқытылуын өткізуге мәжбүр болады [5].

Сөйтіп, қабылданған Бағдарлама өзіне халықаралық нарықтарда бәсекелесуге қабілетті жоғарғы қосылған құнмен отандық өндірушілердің өсуі негізінде, экономиканың әртараптандырылуын қамтамасыз ету бойынша жүйелі шаралардың кешенін қосады.

Бұрын қабылданған индустриалды дамыту құжаттарынан айырмасы, Бағдарлама үлкен айқындалумен ерекшеленеді, онда ғаламдық қаржылық дағдарысты әкелген өзгерістер есепке алынған.

Экономиканы әртараптандыру басым шикізаттық емес сектордың озық дамуына бағытталған, дегенмен ол индустриалды-инновациялық үрдістің катализаторлары деп аталатын «дәстүрлі мамандандыру» (ресурс шығарушы кешен) саласының құрылымдық жетілдірілуі арқылы жасалатын болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Окунева Л.С. Бразилия: особенности демократического проекта. Страницы новейшей политической истории латиноамериканского гиганта (1960-2006 гг.). – М., 2008.
2. Давыдов В.М., Бобровников А.В. Роль восходящих гигантов в мировой экономике и политике (шансы Бразилии и Мексики в глобальном измерении). – М., 2009.
3. Новый экономический курс Казахстана: аналитический обзор // Казахстанская правда, 25 января 2008 г.
4. Бюллетень Счетного комитета по контролю за исполнением республиканского бюджета № 23, I квартал 2010 г.
5. Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2010-2014 годы. Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958.

Кластерный фактор конкурентоспособности экономики: зарубежный опыт

В. КАН, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ОПМ

Ключевые слова: конкурентоспособность, кластер, инновация, региональная политика, бенчмаркинг, потенциал, конкурентное преимущество, индустриальный кластер.

Современное развитие мировой экономики имеет богатый опыт повышения конкурентоспособности путем реализации кластерного развития отраслей промышленности. Широко известны кластеры в сфере производства мебели, обуви, продуктов питания, в инновационной сфере (биотехнологии, телекоммуникации), а также в крупном промышленном производстве. Так, в 1960-1970 годах кластеры завоевали сильные позиции как в традиционных отраслях промышленности (например, опыт Италии), так и в высокотехнологичных отраслях (Силиконовая долина). В 90-е годы XX-го века кластеры были широко признаны как важнейший элемент стимулирования производительности труда в промышленности и инновационного потенциала предприятий, а также формирования новых видов коммерческой деятельности.

В США в рамках кластеров работает более половины предприятий, а доля ВВП, производимого в них, превышает 60%. В ЕС насчитывается свыше 2 тыс. кластеров, в которых занято 38% рабочей силы.

Учитывая необходимость повышения конкурентоспособности отраслей промышленности Казахстана в условиях интеграции страны в глобальную экономику, рассмотрим зарубежный опыт формирования кластеров.

В настоящее время в экономической литературе условно можно выделить три центра кластерного развития: западноевропейский, североамериканский и азиатский, каждый из которых имеет свои отличительные черты [1].

К специфическим чертам кластерного подхода к развитию экономики в западноевропейском регионе можно отнести следующие:

- активное вмешательство государства в развитие экономики; разработка политики кластерного развития на государственном уровне; переход от макроэкономического регулирования к технологической и промышленной политике, которая основана на развитии кластеров;

- программные документы кластерной политики подлежат законодательному оформлению и одобрению в Европарламенте;

- государственная политика стимулирует развитие связей между бизнесом, вузами и исследовательскими институтами;

- привлечение крупных зарубежных фирм в центры знаний и предпринимательства;

- формирование центров высоких технологий и конкурентоспособности, технополисов на базе и во-

круг университетов; студенты принимают участие в работе фирм;

- «подтягивание» отсталых регионов путем формирования кластеров, которые основаны на инновационных технологиях;

- образование трансграничных кластеров.

Особенности североамериканских кластеров:

- политика малого вмешательства государства в процесс кластерного развития;

- отсутствие официальной государственной политики в сфере кластерного развития (в виде государственных документов, структур, ответственных за формулирование кластерной стратегии);

- приоритет инновационных кластеров, которые построены на базе и вблизи крупного университета (научного центра) посредством предприятия-лидера в отрасли;

- создание механизма формирования кластеров, основанного на взаимодействии правительства штатов, университетов, и бизнеса: – научные центры и университеты вместе с компанией-лидером инициируют создание кластеров;

- правительство штатов выделяет первоначальный капитал, затем привлекаются средства частных компаний.

Что касается формирования кластеров в Азиатском регионе, то можно отметить такие особенности, как:

- важная роль традиций и восточных религиозных концепций;

- относительная изолированность от мировых рынков в предыдущие периоды развития, что определило необходимость для азиатских производителей вести конкурентную борьбу за уже занятые на мировых рынках «ниши» и за формирование конкурентоспособных кластеров;

- активная помощь государства в экспансии отечественных производителей и продвижении отечественных товаров на внешних рынках;

- защита отечественных производителей на внутренних рынках от иностранной конкуренции.

Для успешной реализации кластерного развития отраслей экономики в нашей стране важно изучение мирового опыта формирования, становления и развития экономик западных стран кластерного типа. Классическими примерами успешных кластеров являются группы компаний в области информационных технологий в Силиконовой долине США, кластер телекоммуникаций в Финляндии, производство кинофильмов

в Голливуде, Монпелье во Франции, кластер «Био Долина», расположенный на стыке границ Франции, Германии и Швейцарии.

В таблице представлены основные направления кластерного развития отраслей экономики зарубежных стран.

Зарубежные отраслевые кластеры

Страна	Отраслевые направления
Финляндия	Электронные технологии и связь, информатика, агропроизводство и пищевая промышленность, транспорт и коммуникации, легкая промышленность, лесобумажный комплекс
Германия	Машиностроение, электроника, биотехнологии, нефтегазовый комплекс, фармацевтика, автомобилестроение
Швейцария	Информатика, электронные технологии и связь, нефтегазовый комплекс, электроника, машиностроение, легкая промышленность, здравоохранение
Франция	Биотехнологии и биоресурсы, косметика и фармацевтика, агропроизводство
Италия	Косметика и фармацевтика, пищевая промышленность, агропроизводство, машиностроение, легкая промышленность, электроника, телекоммуникации
США	Информационные технологии, пищевая промышленность, биотехнологии, автомобилестроение, компьютерные технологии, энергетика
Япония	Автомобилестроение
Канада	Биотехнологии, телекоммуникации, пищевая промышленность, мультимедийный кластер
Примечание: составлено на основе источника [2]	

Европейская кластерная политика базируется на Европейской региональной хартии, заключенной в 1968 году. В 1968 г. был создан директорат Европейской Комиссии по региональной политике, и именно на основе данной структуры в 90-х годах XX в. были приняты общие положения Европейской кластерной политики. «Зеленая книга кластерных инициатив», которая была представлена в Гетеборге в 2003 году, определяет важность кластерных инициатив и включает в себя ряд необходимых факторов для эффективного формирования кластеров. В 2006 году был создан Европейский Кластерный Альянс, который состоит из партнеров, участвующих в крупномасштабных кластерных проектах на государственном уровне, финансируемых через программу «PRO INNO Europe initiative» Европейской Комиссии. ЕС рассматривает кластерную политику в качестве ключевого инструмента конкурентоспособности отраслей и регионов, повышения инновационного потенциала и экономического развития в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Одной из существующих в Европе организаций, стимулирующих развитие кластеров, является ESCA – Европейский секретариат кластерного анализа. Эта организация была основана одним из германских инновационных агентств для предоставления консультационной помощи и распространения знаний и методологии среди всех участников кластерного развития.

В рамках своей деятельности ESCA занимается

пропагандой и распространением лучших практик кластерного управления путем проведения бенчмаркинга и присвоения «знаков качества» кластерам и управляющим компаниям кластеров, а также формирует методологию по программам кластерного развития [3].

Опыт Финляндии показывает, что во многом именно благодаря кластерной политике она смогла выйти в мировые лидеры по конкурентоспособности и превратиться в телекоммуникационную супердержаву. Процесс кластеризации в Финляндии начался с того, что в этой стране в 1996 году группой финских исследователей были выделены 10 промышленных кластеров с различной степенью развитости.

Далее с помощью ряда индикаторов была выявлена степень инновационности компаний, формирующих кластеры, и рассмотрены перспективы развития каждого кластера с учётом проведения кластерной политики. Взяв за основу ромб конкурентных преимуществ М. Портера, были определены сильные и слабые стороны ромба для каждого из кластеров, намечена последовательность улучшения всех детерминант конкурентоспособности, сделан упор на производство товаров и услуг с повышенной добавленной стоимостью.

Государство стимулировало развитие кластеров, гарантируя развитие свободного рынка и создавая специализированные факторы производства с помощью целого комплекса мероприятий: развития рынка труда, системы образования, технопарков и программы центров знаний (Centre of Expertise Programme), транспортной системы, поддержки малого и среднего бизнеса, поощрения использования энергосберегающих технологий и других программ. Результатом этой работы явилось то, что наиболее быстрыми темпами развиваются телекоммуникационный, природный и здравоохранительный кластеры, которые в настоящее время являются локомотивами экономики Финляндии.

Основной объем экспорта в Финляндии составляют лесной, телекоммуникационный и информационный кластеры.

Целлюлозно-бумажные и деревообрабатывающие компании лесного кластера имеют один из самых высоких уровней производительности труда в промышленности как внутри страны, так и в мире. Финляндия удерживает около 40% мирового рынка оборудования по производству целлюлозы и почти 30% по производству бумаги.

Показательным примером эффективно развитого кластера в Финляндии является г. Оулу, в котором расположена компания Nokia. Её рассвет начался в 1992 году, когда она начала специализироваться на выпуске мобильных телефонов. Тогда она выпускала 50 млн комплектов в год, а в 2002 году объем продаж достиг 1 млрд комплектов.

Компания Nokia объединила 120 предприятий, которые специализируются в микроэлектронике и программном обеспечении. В число ведущих фирм финских кластеров входят такие крупные транснациональные компании, как «Siemens», «Ericsson», «IBM», «Fujitsu» [4]. Металлургический и машиностроительный кластеры Финляндии также высоко развиты. Ко-

нечной продукцией металлургического кластера являются высокотехнологичные заготовки для машиностроения из различных видов сталей.

В США более половины предприятий – это предприятия кластера, работающие в одном регионе и максимально использующие его природный, научный, интеграционный потенциал. Продукция кластеров ориентирована главным образом на экспорт или импортозамещение. Американская модель развития кластеров нацелена на повышение конкурентоспособности в глобальном масштабе на базе преимуществ, основанных на научно-технологических достижениях и инновациях. Новые высокие технологии, большие расходы на НИОКР и, как следствие, рост эффективности производства позволяют производить продукцию, отвечающую требованиям мировых рынков, что является главным критерием национальной и региональной конкурентоспособности. В США осуществляется федеральная поддержка НИОКР в университетах, где проводится большая часть научных и технологических исследований. Университеты обеспечивают формирование национального человеческого капитала в научной и технологической областях, подготавливая квалифицированные кадры. Особенность американской модели конкурентоспособности состоит в совместной деятельности государственных структур, промышленных предприятий и академических организаций. Функция правительства заключается в развитии научно-технологического партнерства, законодательно утвержденном предоставлении налоговых кредитов и льготного налогообложения предприятиям, осуществляющим государственные и собственные программы НИОКР. В результате этого особо динамичное развитие получают регионы, на территории которых сформированы промышленные кластеры.

Самым ярким примером кластеров в США является Силиконовая Долина в Калифорнии. Граница расселения людей, работающих в долине, находится в радиусе 160 км, выходя за географические рамки Силиконовой долины и достигая городов Ливермор и Сан-Франциско. В такой ситуации органам власти на местах было необходимо сохранить управление развитием долины в собственных руках, координируя процессы как в заливе, так и за его пределами [5].

Большой интерес представляет итальянский опыт формирования региональных кластеров в легкой промышленности, основанный на интеграции преимущественно малых и средних предприятий. В создании итальянских кластеров ощутима роль государства, хотя надо отметить, что по инициативе крупного капитала или государства кластеры образуются крайне редко. Государство осуществляет управление, нацеленное на помощь, т.е. обеспечивает скидки на экспорт, гарантийное покрытие, поддержку, привлечение инвесторов, консалтинг. В итальянской модели существует более гибкое и «равноправное» сотрудничество предприятий: как правило, внешнеторговую экспансию возглавляют не крупные компании, а предприятия малого и среднего бизнеса. Кластер конкурентоспособен благодаря географической концентрации в определенном регионе, что дает преимущества в виде взаимного доверия, тесной связи в местном сообще-

стве, местных традиций, предпочтений, навыков и умений. По мере роста кластера формируется рынок труда, состоящий из кадрового потенциала, мотивированного к предпринимательской деятельности. Набирая экономический рост, малые предприятия в кластере, обладая синергетическим эффектом, становятся более гибкими за счет внутрикластерных связей между предприятиями, связей между населением и властью, между кластером и местностью [6].

В Германии различаются три разновидности кластеров: научные, передающие свои технологии в производство; объединяющие исследования и производство; возникающие на базе инновационных фирм, работающих в конкурентной среде. Развитию территорий способствует федеральное устройство, в соответствии с которым земли имеют большую самостоятельность и осуществляют собственные программы развития за счет своих средств. Страна идет по пути развития на основе высоких технологий, и в этом направлении происходит консолидация усилий промышленности и научных центров. Финансовые ресурсы промышленные кластеры получают из федеральных и местных источников. В Германии работают три лучших мировых кластера из семи кластеров высоких технологий, получивших почетное название «Силиконовая долина XXI века», – это Мюнхен, Гамбург и Дрезден.

С середины 80-х годов XX в. все силы правительства Германии были направлены на создание стратегии развития промышленности среднего уровня. На тот момент основной целью стало быстрое и широкое использование улучшенных производственных технологий, а также программного обеспечения. Основное внимание в этой стратегии принадлежало крупной индустрии, поэтому доля ее финансирования составила более двух третей всех затрат на развитие и исследование. В 2006 году в Германии приняли Стратегию инновационного и технологического развития: определили новые приоритеты страны с учетом мировых направлений развития техники, науки и технологий. В документе были изложены 17 ключевых секторов, которые имели для национального хозяйства важнейшее значение [7].

В Шотландии формирование интегрированных предприятий и подготовка специалистов осуществляются через создание сетей местных инициативных предприятий, которые контролируют местную инфраструктуру, включая маркетинг, разработку инвестиционных программ и т. д. Шотландская модель кластера предусматривает наличие компании, как правило, с мировым именем. Вокруг крупного предприятия начинают формироваться более мелкие структуры, образуя кластер. Кластер в Шотландии основывается на трех ключевых программах: повышение мастерства, связи промышленности с университетами, повышение конкурентоспособности малых предприятий.

Японский опыт в создании кластеров является одним из успешных примеров в мировой практике. После окончания II Мировой войны страна быстро перешла от реконструкции последствий войны к быстрому росту. Значительную роль сыграло развитие наукоемких хабов промышленности в регионах в 80-90-е годы

XX века. Мировой нефтяной кризис 1973 и 1979 гг. значительно повлиял на изменения в структуре индустрии и регионального развития. Принятие Законов о технополисах (1983), о содействии концентрации знаний в регионах (1989) для содействия развитию регионов способствовало дальнейшему развитию индустриальной политики.

Тенденция к переносу производств за рубеж и децентрализованному государству привело к изменениям, в частности, принятию законов об активации специфических региональных промышленных агломераций (1997), о содействии созданию нового бизнеса (1999), индустриальной кластерной политики (2001), облегчению создания новых бизнес-инициатив для МСБ (2005), о формировании и развитии региональных индустриальных кластеров (2007). Все это обусловило то, что в течение 2001-2009 гг. в Японии были успешно реализованы 18 региональных индустриальных кластеров в 9 регионах страны. Основными факторами успеха индустриальных кластеров стали:

1. Участие основных крупных компаний (компаниям были готовы взять бизнес-риски и играть основную роль в кластере)

2. Лидерство руководителя кластера (руководитель кластера ведет и управляет сетью внутри кластера, использует лучшие стороны для успешного развития кластера).

Успех региональных индустриальных кластеров был возможен благодаря структурным изменениям в иерархии кластеров и изменениям во взаимодействии между участниками. Более глубокое внедрение сети сотрудничества между индустрией, академией и государством в регионах способствовало успеху. Крупные компании, снижая издержки на НИОКР внутри компаний, переходили на совместные проекты с МСБ и

университетами. В результате усиливалась роль МСБ и университетов в инновациях, что также способствовало росту крупных компаний как получателей инновационных решений.

В настоящее время Япония разрабатывает комплексный план развития индустриальных кластеров с 2014 года, который направлен на развитие МСБ и усиление роли университетов в производимой продукции и инновациях.

Важнейшей составляющей успеха кластерного развития в Японии является кооперация между университетами, индустрией и государством (У-И-Г). «Треугольник», где участники находятся в равных условиях, и взаимозаинтересованы в достижении успеха, способствует ускоренному развитию и укреплению связей внутри кластера. Связь внутри У-И-Г можно охарактеризовать в следующем порядке [8]:

1. *Университет-Государство*: включает подготовку и переподготовку человеческих ресурсов, организацию профильных стажировок.

2. *Университет-Индустрия*: развитие НИОКР, включая НИОКР идей, знаний, развитие патентного лицензирования.

3. *Индустрия-Государство*: создание условий и ресурсное обеспечение, включая государственную политику, оперативную поддержку, условия и оборудование, финансирование, субсидирование.

Перспективность развития кластерной политики в казахстанских условиях несомненна, потому что они позволяют на основе объединения органов власти, науки и бизнеса повысить качество производимой продукции и снизить издержки, что на сегодняшний день является важным условием обеспечения конкурентоспособности продукции Казахстана на мировом рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Намазбеков М. Кластерное развитие в условиях глобализации: опыт зарубежных стран // *Analytic*. 2005. № 3.
2. Федотова А.Ю. Промышленные кластеры и переход к новому технологическому укладу: исторический аспект и перспективные тенденции // *Инженерный вестник Дона*. Том 23. 2012. № 4-2.
3. Стратегия кластеризации промышленности Липецкой области / ООО Центр консалтинга «Панацея». – Санкт-Петербург, 2013.
4. Пятинкин С.Ф., Быкова Т.П. Развитие кластеров: сущность, актуальные подходы, зарубежный опыт. – Минск: Тесей, 2008. – 72 с.
5. Вертакова Ю.В., Положенцева Ю.С., Хлынин М.Ю. Формирование и развитие промышленных кластеров // *Технико-технологические проблемы сервиса* / 2014. № 1(27).
6. Тищенко А.Н. Теория и практика организации кластеров: зарубежный опыт // *Проблемы економіки* № 2. 2010.
7. Батрюмова Н.Н. Технопарки как элемент инновационной экономики // *Инновации*. – 2009. – № 1.
8. Куанышев Т.Г. Кластерное развитие экономики. Опыт Японии и перспективы в Казахстане / АО «Институт Экономических исследований».

Научные сообщения

УДК 620.193.01

Анализ причин наружной коррозии нефтепроводов

С.С. ШАХАНОВА, магистрант,

Ж.К. АМАНЖОЛОВ, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра РАиОТ

Ключевые слова: коррозия, нефтепровод, электрохимическая коррозия, гальванический элемент, биокоррозия.

Основной причиной коррозионного разрушения металла трубопровода является нарушение верхнего изолирующего слоя. В этом случае компоненты окружающей среды (кислород воздуха, атмосферная влага, грунтовые воды, бактерии и т.д.) получают доступ к поверхности металла и могут вызывать как химическую, так и электрохимическую коррозию.

Нарушение целостности изолирующего покрытия трубы могут иметь различные причины [1], например:

- деформация земной поверхности в результате сейсмической активности, подвижки грунтов в результате проседаний, оползней и т.д.;

- повреждение изолирующего покрытия в результате несанкционированных строительно-монтажных работ в зоне прохождения трубопровода (прокладка траншей и т.д.);

- несанкционированные (в том числе и противоправные) врезки ответвлений в основной трубопровод.

Грунт – очень агрессивная коррозионная среда, которая состоит из множества элементов. Коррозионная агрессивность почвы (грунта) определяется некоторыми факторами: влажностью, pH, аэрацией, составом почвы, пористостью, электропроводностью. По коррозионной активности грунты различают: высокой, средней, низкой агрессивности. Глинистые грунты способны долго удерживать в себе влагу, за счет чего считаются наиболее агрессивными в коррозион-

ном отношении. Песчаные в коррозионном отношении практически инертны. Торфяные, глинистые, болотные почвы, содержащие большое количество органических кислот обладают сильным негативным воздействием на находящийся в них металл. Величина pH этих грунтов имеет повышенное либо пониженное значение (оптимальное значение – 6-7,5), за счет чего коррозионные процессы ускоряются. Влага, которая находится в почве, ускоряет прохождение процессов коррозии, превращая почвенную среду в электролит, и способствует прохождению именно электрохимических коррозионных процессов. Влага легче проходит сквозь почву, если почва имеет более пористую структуру. При наличии в грунте растворенных солей и различных минералов он становится более электропроводным, электродные процессы на катоде и аноде протекают легче, что является причиной увеличения скорости почвенной коррозии. Высокая неоднородность грунта также влияет на скорость почвенной коррозии. Возникают гальванические элементы, из-за которых коррозионное разрушение носит неравномерный характер. В грунтах живет множество различных микроорганизмов, которые оказывают очень большое влияние на коррозионную агрессивность почв. Коррозионное разрушение, вызванное наличием и жизнедеятельностью живых организмов, носит название – биокоррозия. Микроорганизмы в почве могут существовать при наличии кислорода и без

него. Среди бактерий, которые оказывают очень сильное влияние на почвенную коррозию, можно выделить серобактерии, железобактерии и анаэробные сульфатредуцирующие бактерии.

Следует отметить, что основным коррозионным процессом в суммарной скорости почвенной коррозии является электрохимическая коррозия. Рассмотрим возможность протекания этого процесса подробнее.

Само протекание электрохимической коррозии возможно только в том случае, если поверхность металла контактирует с растворами электролитов. В нашем случае это возможно, так как грунтовые воды содержат различные растворенные соли и минералы, то есть соответствуют определению – «раствор электролита».

Другим важнейшим фактором протекания электрохимической коррозии является наличие контакта двух различных металлов. Существующие технологии получения черных металлов не позволяют получить абсолютно чистое вещество. Любая сталь содержит в

своем составе примеси различных металлов. Так как они различаются электрохимической активностью, то на поверхности различных металлов, контактирующих с растворами электролитов, возникают различные электродные потенциалы. Это приводит к образованию на поверхности трубы микрогальванических элементов.

Таким образом, поверхность корродирующего металла представляет собой обычно многоэлектродный, т.е. состоящий из нескольких (более двух) отличающихся друг от друга электродов, гальванический элемент (рисунок 3). В первом приближении эту поверхность можно рассматривать как двухэлектродную систему, т.е. состоящую из участков двух типов – анодных (одного сорта) и катодных (тоже одного сорта).

Причины возникновения электрохимической гетерогенности (неоднородности) поверхности раздела металл-электролит при электрохимической коррозии металлов приведены в таблице [2].

Типы коррозионных гальванических элементов

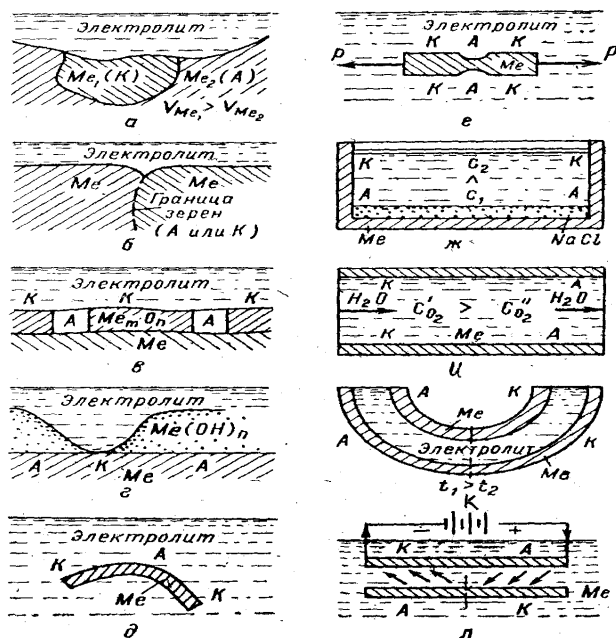
Общая причина возникновения гетерогенности	Конкретная причина гетерогенности	Обычная полярность участков.
Неоднородность металлической фазы	Микро- и макровключения Неоднородность сплава	Включения с более положительным электродным потенциалом являются катодами (рисунок 3.3а) Участки сплава, обогащенные компонентом с более положительным электродным потенциалом, являются, как правило, катодами
Неоднородность поверхности металла	Наличие границ блоков и зерен кристаллитов Выход дислокаций на поверхности металла Анизотропность металлического кристалла	Границы блоков и зерен могут быть и катодами, и анодами (рисунок 3.3б) Область выхода дислокации на поверхность обычно является анодом Различные грани монокристаллов могут быть анодами или катодами
Субмикроскопическая (атомарная) неоднородность поверхности металла	Наличие разнородных атомов в твердом растворе	Атомы или группы атомов металла с более отрицательным электродным потенциалом являются в ряде случаев анодами
Неоднородность защитных пленок на поверхности металла	Макро- и микроскопы в оксидной пленке Неравномерное распределение на поверхности металла вторичных продуктов коррозии	Металл в порах является анодом (рисунок 3.3в) Участки металла под продуктами коррозии, как правило, являются анодами (рисунок 3.3г).
Неоднородность внутренних напряжений в металле	Неравномерная деформация Неравномерность приложенных внешних нагрузок	Более деформированные участки металла являются анодами (рисунок 3.3д) Более напряженные участки металла являются анодами (рисунок 3.3е)
Неоднородность жидкой фазы	Различие в концентрации собственных ионов данного металла в электролите Различие в концентрации нейтральных солей в растворе Различие в pH Различие в концентрации кислорода или других окислителей	Участки металла, соприкасающиеся с более разбавленным раствором, при установлении искаженного обратимого электродного потенциала являются анодами Участки металла, соприкасающиеся с более концентрированными растворами солей с активным анионом, являются анодами (рисунок 3.3ж), а с растворами пассивирующих солей, наоборот, – катодами Участки металла, соприкасающиеся с раствором с более низким значением pH, являются катодами Участки металла, соприкасающиеся с раствором с большей концентрацией кислорода или другого окислителя, являются катодами (рисунок 3.3и)
Неоднородность физических условий	Различие температуры Неравномерное распределение лучистой энергии Неравномерное наложение внешнего электрического поля	Более нагретые участки металла являются анодами (рисунок 3.3к) Более интенсивно облучаемые участки металла являются анодами Участки металла, где положительные заряды (катионы) выходят в электролит, являются анодами (рисунок 3.3л)

Таким образом, электрохимическая гетерогенность поверхности корродирующего металла приводит к дифференциации последней на анодные (с более отрицательным электродным потенциалом V_a) участки.

Электрохимическая коррозия на неоднородной поверхности металла аналогична работе короткозамкнутого гальванического элемента. Основным результатом протекания электрохимической коррозии является разрушение анодных участков металла, путем превращения их в непрочные оксиды и гидроксиды (ржавчина).

Величина стандартного электродного потенциала железа ($E^0 = -0,44$ В) в большинстве случаев имеет более отрицательное значение, чем величина электродного потенциала большинства примесей, поэтому при протекании электрохимической коррозии будет разрушаться железо, то есть основной металл трубы. Таким образом, в случае нарушения целостности защитного изолирующего покрытия трубопровода и контакта открытых участков трубы с грунтовыми водами возникают коррозионные гальванические элементы, сварные швы, несмотря на использование специальных сварочных электродов, также являются зонами коррозионного разрушения металлов, так как состав сварного шва всегда отличается от состава металлов трубы.

Кроме этого, если на оголенный участок трубы приходится изгибающее механическое напряжение, которое возникло в процессе укладки трубы, то возникает коррозионный гальванический элемент типа д (рисунок 1) [3]. То есть, на этом участке трубы параллельно будут работать несколько коррозионных гальванических элементов, что сильно увеличит скорость коррозионного разрушения незащищенного участка трубы.



К – катодная область, А – анодная область металла

Рисунок 1 – Типы коррозионных гальванических элементов

Если участок трубопровода с нарушенным изоляционным покрытием контактирует с различными типами грунтов, то возникают, так называемые аэрационные пары, соответствующие примерам а,б (рисунок 1) [3]. Работа коррозионного гальванического элемента поясняет схема, представленная на рисунке 2 [3].

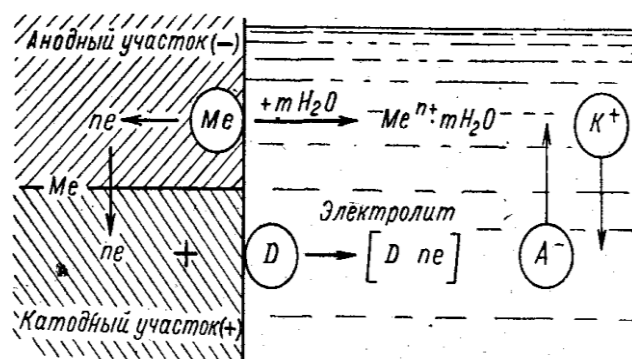


Рисунок 2 – Схема электрохимического коррозионного процесса

Аэрационные пары (пары неравномерной аэрации) возникают на поверхности ряда металлов (в том числе и железа) в результате того, что приток кислорода к одной части поверхности металла больше, чем другой. При этом установлено, что на участках металлов с меньшей аэрацией кислорода, возникает анодная зона, то есть этот участок металла подвергается коррозионному разрушению. Схема аэрационной пары представлена на рисунке 3 [3].

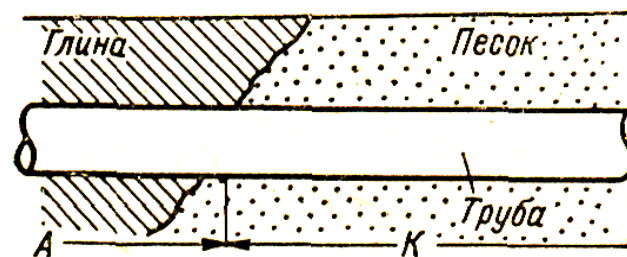


Рисунок 3 – Возникновение аэрационной гальванической пары при прохождении стальной трубы через участки грунта с различной проницаемостью для воздуха

Таким образом, можно сделать вывод, что любое нарушение целостности наружного защитного изоляционного покрытия всегда приводит к возникновению почвенной коррозии металлов, в котором главенствующая роль отводится электрохимической коррозии.

Понятно, что риск коррозионного разрушения металла трубопроводов можно значительно снизить, если не нарушать технологический регламент работы нанесения защитного покрытия в процессе строительства трубопровода, а также вести контроль за сохранением целостности защитного покрытия в процессе всего срока эксплуатации трубопровода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М., 1976.
2. Мустафин Ф.М., Кузнецов М.В., Быков Л.И. Защита от коррозии. Т. 1. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2004. – 806 с.
3. Нефтегазовое строительство / Под ред. И.И. Мазура, В.Д. Шапиро. – М.: Недра, 2005. – 790 с.

Сұйық металдарға арналған корреляциялық функциялардың өзара әрекеттесу потенциалдарын үздіксіз бөлшектер әдісімен зерттеу

Г.С. ШАИХОВА, аға оқытушы,

Г.Ш. МАХМЕТОВА, аға оқытушы,

Б.Ш. АЛИМОВА, аға оқытушы,

Ж.М. ТӨЛЕУТАЕВА, аға оқытушы,

Л.Ж. ҚАСЫМОВА, аға оқытушы,

Ж.Ж. ШАИХОВА, ИС-12с тобының студенті,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, «Жоғары математика» кафедрасы

Кілт сөздер: корреляциялық функциялар, үздіксіз бөлшектер әдісі, потенциалдық функциялар, Борн-Боголюбов-Грин және Криквуд теңдеуі, Перкус-Йевик теңдеуі, молекулалық динамика әдісі.

Сұйықтық теориясындағы мүмкіндіктерді ашатын математикалық аппарат бар болады. Бұл корреляциялық функциялар теориясы, оның мәні үлестірімнің атомдық-молекулалық функцияларын анықтаудан тұрады [1]. Корреляциялық функциялар теориясына конденсацияланған күй теориясына негіз салған, классиктердің көптеген жұмыстары арналған. Осыған байланысты Криквудтың, Боголюбовтың, Гриннің және т.б. жұмыстарына тоқталу қажет. Олардың белгілеулерін ұстанып, бірқалыпты-изотермиялық жүйені қарастырамыз. Осы жүйеден s атомдардан тұратын ерікті ішкі жүйені айырып көрсетеміз және осы ішкі жүйе бөлшектерінің үлкен көлемдерде байқалу ықтималдығын, мысалы $dq_1, dq_2, dq_3, \dots, dq_s, dW(q_1, \dots, q_s)$ түрінде белгілейміз. Онда V_s көлеміне нормаланған ықтималдықтар тығыздықтары $F_s(q_1, q_2, \dots, q_s)$ корреляциялық функциялары деп аталады, немесе:

$$dW(q_1, q_2, \dots, q_s) = \frac{1}{V^s} F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) dq_1 dq_2 dq_3, \dots, dq_s.$$

Нормаланған V_s мағынасы $V \rightarrow \infty$ болғанда $F_s(q_1, q_2, \dots, q_s)$ функциясының ақырлы болып қалуынан тұрады.

[2, 3] жұмыста көрсетілгендей, егер жүйемен қарастырылатын бөлшектер өзара әрекеттеспесе және бір-біріне тәуелсіз болса, онда $F_s(q_1, q_2, \dots, q_s)$ функциясын былай көрсетуге болар еді:

$$F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) = F_1(q_1) F_1(q_2) \dots F_1(q_s),$$

немесе қысқаша:

$$F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) = \prod_i^s F_i(q_i).$$

Сонымен бірге, егер біз мына айырымды қарастырсақ:

$$F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) - \prod_i^s F_i(q_i), \quad (1)$$

онда бұл өрнек ішкі жүйенің ішінде бар болатын бөлшектер орындарындағы корреляцияны сипаттайтын болады. Ал абсолют мәндер бөлшектердің орындары

бойынша орналасуындағы реттелгендіктің шамасы қызметін атқарады. Егер:

$$F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) - \prod_i^s F_i(q_i) = 0,$$

болса, онда сұйықтықтарда алыс рет болмайды деп айтуға болады.

[3] жұмыста көрсетілгендей, корреляциялық функциялар үшін нормалау шартынан шығатыны:

$$\frac{1}{V^s} \int F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) dq_1 dq_2 dq_3, \dots, dq_s = 1,$$

және бұл ара қатыс әр ретті корреляциялық функциялар арасындағы байланысты келесі түрде анықтауға мүмкіндік береді:

$$\frac{1}{V^{s-p}} \int \dots \int F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) \times \\ \times dq_{p+1} dq_{p+2} dq_{p+3} \dots dq_s = F_p(q_1, q_2, q_3, \dots, q_p).$$

Корреляциялық функциялар симметрия қасиеттерін иеленеді, олар былай жазылады:

$$F_2(q_1, q_2) = F_2(q_2, q_1).$$

Біз алдымен жүйе бірқалыпты және изотермиялы деп болжайтындықтан, онда корреляциялық функция үлестірімнің Гиббс функциясына пропорционал:

$$F_N(q_1, q_2, q_3, \dots, q_N) = \frac{V^N}{Q_N} \exp\left(-\frac{U_N(q_1, q_2, q_3, \dots, q_N)}{kT}\right).$$

Онда [4] жұмыста көрсетілгендей, кез келген $F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s)$ функциясы үшін келесі интегралды жазуға болады:

$$F_s(q_1, q_2, q_3, \dots, q_s) = \\ = V^s \int \dots \int \mathcal{L}_N(q_1, q_2, q_3, \dots, q_N) dq_{s+1} dq_{s+2} \dots dq_N,$$

мұнда $\mathcal{L}_N = \frac{\exp\left[-\frac{U_N(q_1, q_2, q_3, \dots, q_N)}{kT}\right]}{Q_N}$ функцияны білдіреді.

Егер балқытпада біртекті және сыртқы күштер жоқ болса, онда бір бөлшектің орындары тең ықтималды, яғни, нормалау шартына сәйкес мына теңдік орын алады:

$$V \rightarrow \infty \text{ болғанда, } F_1(q) = 1$$

Бұл жағдайда бөлшектердің кез келген таңдалған бөлшектің төңірегінде үлестірілуі сфералық симметриялық шарды білдіреді, сондықтан келесі $F_2(qq')$ функциясы қарастырылатын бөлшектер жұбының өзара ара қашықтығына байланысты болады, сондықтан былай жазуға болады:

$$F_2(q, q') = q(|q - q'|). \quad (2)$$

Егер бұл шарт сақталса, мұндай өзара әрекеттесуді жұптық деп атау қабылданған. Онда F_1 және F_2 біртекті емес корреляциялық функциялары жүйесі аса күрделі болады. Мұндай жағдайды сипаттау үшін жаңа координаталарға ауысамыз:

$$r = q - q', \quad R = \frac{1}{2}(q + q'),$$

олар бөлшектер ғылымының өзара және орта орындарын анықтайды. Сонымен бірге (1) былай қайта жазылады:

$$F_2(qq') = F_2\left(R - \frac{1}{2}, R + \frac{1}{2}r\right) = F_2^*(r, R).$$

F_2 функциясының жұп болып табылатынына ерекше көңіл аудару керек:

$$F_2^*(r, R) = F_2^*(-r, R).$$

Практика жүзінде корреляциялық функциялардың толық теориясы құрылған деп санауға болады. Алайда математикалық сипатты проблемалар бар. Қойылған міндеттерді шешу үшін аса үнемді алгоритмдерді іздеу қажет болса да, осы проблемаларды шешу үшін негізінде сандық әдістер қолданылады. Осыған байланысты біздің корреляциялық функцияларды статистикалық функциялардың үздіксіз бөлшегі түрінде жіктеумен беру әдістемесіне тоқталуымыз қажет.

[3] жұмыста көрсетілгендей, бұл әдістің мәні мынадан тұрады: Лапласдың уақытқа тәуелді корреляциялық функцияларды түрлендіруінің үздіксіз бөлшегі түрінде статикалық корреляциялық функциялар арқылы жіктеу қажет.

Келтірілген жіктеулердің қайтымсыз процестердің уақыттық корреляциялық функцияларының аппаратымен тығыз байланысты екенін атап кету қажет. Бірақ жіктеу әдістемесі алуан түрлі, және сондықтан әдістерді сәтті таңдаған кезде ол диссипациялық құбылыстардың сипатын анықтау мүмкіндігін береді. Қажетті ара қатыстарды шығару үшін бізге (1)-өрнекке қайтып келу, және $f_j(t)$ мен f_{j+1} арасындағы байланысты анықтау керек.

f_j -ге f_i проекциясын $i\Omega_j f_j$ түрінде белгілейміз, онда [4] жұмысқа сәйкес:

$$i\Omega F_j = (\dot{f}_j, f_j^*) (f_j, f_j^*)^{-1},$$

$$\dot{f}_j = iL_j f_j = i\Omega_j f_j + f_{j+1},$$

сондықтан:

$$\dot{f}_j(t) = i\Omega_j f_j(t) + \exp(iLt) f_{j+1},$$

f және g функциясының ортогональдылығын пайдаланып, мынаны жазамыз:

$$(L_j f, q^*) = (f, [L_j g]^*).$$

Төмендегіні ескеріп:

$$L = \prod_{i=0}^{j-1} (1 - P_i) L_0 = \left[1 - \sum_{i=0}^{j-1} P_i \right] L_0,$$

мынаны алуға болады:

$$(L_j f, q^*) = (j, [L_j g]^*).$$

$P_i L_j g$ -ға f ортогональдылығын пайдаланып, соңғы өрнек мына түрге түрленеді:

$$(f, [L_j; g]^*) = \left(f, \left[\left(1 - \sum_{i=j}^{j-1} P_i \right) L_j g \right]^* \right). \quad (3)$$

(2) және (3)-өрнектерді пайдалану біздің келесі формуланы алуымызға мүмкіндік береді:

$$\dot{\Phi}_j(t) = i\Omega_j \Phi_j(t) + (f_{j+1}, f_j^*(-t)) (f_j f_j^*)^{-1},$$

интеграл түрінде:

$$\dot{\Phi}_j(t) = i\Omega_j \Phi_j(t) - \int_0^t \Phi_{j+1}(t-s) \Delta_{j+1} \Phi_j(s) ds, \quad (4)$$

мұнда мынадай белгілеу енгізілген:

$$\Delta_j = (f; f_j^*) (f_{j-1} f_{j-1}^*)^{-1}.$$

Лаплас түрлендіруін пайдаланып, (4)-өрнекті мына түрге келтіреміз:

$$\tilde{\Phi}_j(z) = \frac{1}{z - i\Omega_j \tilde{\Phi}_{j+1}(z) \Delta_{j+1}}.$$

$\tilde{\Phi}_{j+1}$ функциясын тура осы түрде беруге болады және, осыған ұқсас процедураны қолданып, келесі түрде берілетін, шексіз бөлшектер тізбегін алуға болады:

$$\tilde{\Phi}_j(z) = \frac{1}{z - i\Omega_j + \frac{\Delta_{j+1}}{q - i\Omega_{j+1} + \frac{\Delta_{j+2}}{i\Omega_{j+2} + \dots}}}$$

$$\tilde{\Phi}_j(z) = \frac{\Delta_{n+1}}{z - i\Omega_{n-1} \Delta_n \tilde{\Phi}_n(z)}.$$

Жалпы жіктеулер саны n -ге тең болғандықтан, және мұнда $j \leq n-1$

Әрі қарай мына белгілеулерді енгіземіз:

$$G_j^{(n)}(z) = F_{j+1}^{(n)}(z),$$

$$F_j^{(n)}(z) = [z - i\Omega_j] F_{j+1}^{(n)}(z) + \Delta_{j+1} F_{j+2}^{(n)}(z),$$

сонымен бірге:

$$F_n^{(n)}(z) = 1,$$

$$F_{n-1}^{(n)}(z) = z - i\Omega_{n-1} + \Delta_n \Phi_n(z),$$

онда теңдеу ықшамдалған түрде былай жазылады

$$\Phi_j(z) = \frac{G_j^{(n)}(z)}{F_j^{(n)}(z)}. \quad (6)$$

Онда (6)-теңдеудің коэффициенттерін мына түрде береміз:

$$C_j(z) = \frac{F_{j+1}^{(n)}}{F_j^{(n)}(z)},$$

мұнда әдеттегідей $j \leq n-1$.

Онда $A(z)$ функциясы үшін мына формуланы аламыз:

$$A(z) = \frac{1}{F_0^{(n)}(z)} \left[\sum_{j=0}^{n-1} F_{j+1}^{(n)}(z) f_j + f_n(z) \right].$$

Сөйтіп, берілген нәтиже $A(t)$ эволюциясының $F_0^{(n)}(z)$ функциясымен анықталатынын көрсетеді.

Тура осындай нәтижені $f_j(t)$ кездейсоқ күші қозғалысының және j -ші ретті теңдеуі үшін алуға болады. Басқаша айтқанда:

$$f_j(t) = i\Omega_j f_j(t) + \int_0^t \varphi_j(t-s) f_j(s) ds = f_{j+1}(t),$$

мұнда былай белгіленген:

$$(f_{j+1}(t_1), f_j^* + 1(t_2)) = \varphi_j(t_1 - t_2)(f_j, f_j^*).$$

Егер $j=0$ деп қабылдасақ, онда мынаны аламыз:

$$f_0(t) = i\Omega_0 f_0(t) + \int_0^t \varphi_0(t-s) f_0(s) ds = f_1(t),$$

бұл Ланжевен теңдеуін білдіреді, мұнда:

$$f_0(t) = A(t).$$

Бұл біздің $f_{j+1}(t)$ – жалпыланған кездейсоқ күш деп қорытынды жасауымызға мүмкіндік береді.

Жүйеге әсер ететін сыртқы ауытқулар релаксациялық функциялар көлемінде сипатталуы мүмкін. Бұл жағдайда (5)-теңдеуден келесі ара қатыс шығады:

$$\Phi_0(z) = \frac{(A(z), A^*)}{(A, A^*)} = \frac{1}{z - i\Omega_0 + \frac{\Delta_1}{z - i\Omega_0 + \frac{\Delta_2}{z - i\Omega_0 + \dots \frac{\Delta_{n-1}}{z - i\Omega_0 + \Delta_n \tilde{\Phi}_n(z)}}}},$$

Ω_j және Δ_j параметрлері f_j және f_j статикалық корреляциялық функциялары арқылы анықталады:

$$f_j = \left[1 - \sum_{e=0}^{j-1} P_e \right] iL f_{j-1},$$

$$f_j = \left[1 - \sum_{e=0}^{j-1} P_e \right] iL f_j,$$

мұнда f_j және f_j функцияларын аса нақты беруге болады:

$$f_0 = A, \quad f_1 = \ddot{A} - \left[\frac{(\dot{A}, A^*)}{(A, A^*)} \right] A,$$

мұнда $\dot{A} = iL_0 A$.

Егер енді жады функциясына ауыссақ, онда екінші ретті моменттерді анықтауға болады (есептеуіш процедураларды өткізіп). Ол үшін былай жазамыз:

$$\frac{\partial}{\partial f} \tilde{\Phi}(t) = -M(p) \int_0^t ds \tilde{\Phi}(s) - \int_0^1 ds M^{(2)}(t-s) \tilde{\Phi}(s).$$

Лаплас түрлендіруін қолданған соң мынаны аламыз [3]:

$$\tilde{\Phi}(t) = \frac{\tilde{\Phi}(0)}{z + \frac{M(0)}{\tilde{M}^{(2)}(z)}},$$

бұл өрнекті Тейлор-Маклорен қатарына жіктеп, төмендегіні аламыз [4]:

$$\tilde{\Phi}(t) = 1 - \frac{M(0)}{2!} t^2 + O(t^4) + \dots,$$

Онда $t=0$ уақыт моментінде айқын ара қатысты аламыз:

$$\ddot{\Phi}(t=0) = -M(0).$$

Осы формулаларды бірлестіріп, мынаны аламыз:

$$\tilde{\Phi}(t) = \left(z + \frac{M(0)}{z + \tilde{M}^{(2)}(z)} \right)^{-1},$$

бұл мына түрде жазылған, жады функциясына әкеледі:

$$\dot{M}(t) = - \int_0^t ds M^2(t-s) M(s).$$

Бұл процедура жұмыста келтірілгендіктен, $M^{(n)}$ арналған өрнектің толық тұжырымын қалдырып, түпкілікті түрде былай жазуға болады:

$$M^{(n)}(t) = \delta_n \left(1 + \frac{\delta_{n+1} t^2}{2!} + \dots \right),$$

мұнда δ_n – статикалық корреляциялық функциялар. Онда алғашқы екеуі, яғни $M^{(1)}(0)$ және $M^{(2)}(0)$ мын түрде жазылады:

$$M^{(1)}(0) = \delta_1 = \langle \omega^2 \rangle,$$

$$M^{(2)}(0) = \delta_2 = \langle \omega^4 \rangle / \langle \omega^2 \rangle - \langle \omega^2 \rangle^2,$$

$$\delta_2 \delta_3 = (\langle \omega^6 \rangle / \langle \omega^2 \rangle) - (\langle \omega^4 \rangle / \langle \omega^2 \rangle)^2.$$

Бұл өрнектерде k және ω байланысты шашырау функциясын зерттеуде $\langle \omega^m \rangle$ келесі түрде берілген:

$$\langle \omega^m \rangle = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} d\omega \omega^m S(k, \omega)}{\int_{-\infty}^{\infty} d\omega S(k, \omega)}.$$

Сөйтіп, $S(k, \omega)$ когеренттік шашырау функциясын білдіреді.

Әдетте балкытпалардың құрылымын есептеу үшін гидродинамикалық жуықтауды қолданады, оның мәні келесі теңдеуді жорамалдаудан тұрады. Біріншіден,

барлық процестер k кіші толқындық векторлары және ω жиіліктері болғанда, екіншіден, шексіз үлкен k және ω болғанда қарастырылады.

Сонымен бірге $\lambda_{ce} \ll 1$ болуы қажет (яғни еркін жүріс ұзындығы және $\omega\tau_{CT} \ll 1$, мұнда τ_c – балқытпа бөлшектерінің қақтығысу уақыты).

Бұл жағдайда, импульстер ағынының корреляциялық функциясын мына түрде көрсетуге болады:

$$\Phi_L(k, z) = \frac{z}{z^2 + zM(k, z) + k^2 V_T^2}.$$

Онда [5] жұмыста келтірілген әдістемеге сәйкес мына түрде жазуға болады:

$$L = \frac{\beta}{\Omega} \lim_{\omega \rightarrow 0} \lim_{k \rightarrow 0} \left(\frac{m\omega}{m\beta} \right)^2 \frac{N}{m\beta} R_e \tilde{\Phi}_L(k, \omega) = \eta_v + \frac{4}{3} \eta_s,$$

мұнда η_v – көлемдік тұтқырлық, η_s – ығысу тұтқырлығы, L – жоғарыда айтылған, ізделіп отырған қабылдағыштықты білдіреді.

Алайда онда нейтрондық және рентгендік шашырау дифракциясын өлшеу үшін гидродинамикалық жуықтауды қолдануға қиын қол жеткізілетін облыста, бұл эксперименттік деректер құрылымдық зерттеулер үшін қызмет атқарады. Соңғы уақытта нейтрондық дифракциялық эксперименттерді аз бұрыштық шашырату қолданылады, осы теңдеу бойынша жұмыстар келесі жұмыстарда қарастырылады.

Бұл жерде біздің компьютерлік эксперименттердің жоғарыда баяндалған корреляциялық функциялар теориясынан шығатын формулаларына тоқталғымыз келді. Осы жұмыста сипатталған теория, ақырында, бізді сұйық күйді сипаттауға арналған теңдеулерге әкеледі, олардың біреуі [4] жұмыстағыдай жазылуы мүмкін:

$$-kT \nabla \ln g(|r_1 - r_2|) = \nabla_1 \phi(|r_1 - r_2|) + \frac{N}{V} \int \left[\nabla_1 \phi(|r_1 - r_2|) g(|r_1 - r_3|) \kappa(|r_2 - r_3|) dV_3 \right],$$

ол суперпозициялық жуықтаудағы Боголюбов-Борн-Грин теңдеуі деп аталады. Әрине, бұл ара қатыстардың басқа түрлері де бар, мысалы, Перкус-Йевик теңдеуі және т.б. Атап айтқанда [5]:

$$e^{\phi(r)/kT} g(r) = 1 - \frac{N}{V} \int \left[e^{\phi(r)/kT} - 1 \right] g(r') \left[g(|r - r'|) - 1 \right] dV', \quad (7)$$

көптеген компьютерлік эксперименттер көрсеткендей, олар анық нәтижелер береді және сұйық күйдің, әсіресе металл балқытпалардың құрылымын аса дұрыс сипаттайды. Алайда есептеу нәтижелерінің дәлдігі $\phi(r)$ потенциалының түріне, яғни бөлшек аралық өзара әрекеттесу потенциалына, сондай-ақ $g(r)$ функцияларының түріне күшті тәуелді болады.

Қорытынды. Аса жоғары ретті корреляциялық функциялар өзара әрекеттесу потенциалдары үздіксіз функциялар болған жағдайда ғана, үздіксіз бөлшектер аппараты әдісін қатыстырумен зерттелуі мүмкін, ал үзілетін потенциалдық функциялар жағдайы үшін әдіс қолайсыз. Сондықтан Борн-Боголюбов-Грин және Криквуд теңдеуі, сондай-ақ оның салдары ретінде Перкус-Йевик теңдеуі сұйық күйдің бірқатар ерекшеліктерін айқындауға мүмкіндік береді, бірақ бұл теңдеулер аз негізделген және жуықталған теорияны білдіретін, Борн-Криквуд суперизациясы принципінің негізінде құрылған. Осыған байланысты молекулалық динамика әдісінің негізінде компьютерлік модельдеуді қатыстыру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Структура и динамика молекулярных систем. Сборник тезисов докладов сообщений на 11 Всероссийской конференции. – Яльчик, Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ. 2004. – 345 с.
2. Grabuleda Xavi, Ivanov Petko, Jaime Carlos. Modeling by Molecular Dynamics and Free Energy Perturbation Simulations // J. Phys. Chem. B – 2003. – 107, № 31. – P. 7582-7588.
3. Полухин В.А., Ухов В.А., Дзугутов М.М. Компьютерное моделирование динамики и структуры жидких металлов. – М.: Наука, 1981. – 324 с.
4. Фишер И.З. Статистическая теория жидкостей. – М.: ГИФ МЛ, 1961. – 280 с.
5. Шаихова Г.С. Металл балқытпалар типті стохастикалық жүйелердегі кластерлердің агрегациясы. Диссертациялық жұмыс, Қарағанды, 2010.

РЕЗЮМЕ

УДК 78.147:51:37.031.4. ГОЛОВАЧЁВА В.Н., АБАЕВА Н.Ф., КОККОЗ М.М. **К вопросу о качестве математической подготовки студентов технического вуза.**

Математическое образование является обязательным компонентом инженерного образования и играет значительную роль в подготовке будущих инженеров. В статье рассмотрены вопросы качественной математической подготовки студентов технического вуза. Рассмотрена уникальная роль математического образования в формировании личности, ее интеллектуальном развитии. Выявлено значение математического образования для выпускников технического вуза. Определены современные требования к курсу высшей математики в техническом вузе. Предложены пути повышения качества преподавания математики в техническом вузе. Представлен некоторый международный опыт содержания математической подготовки на примере технической специальности.

УДК 378.1(574). САРСЕНБЕКОВ Н.Ж., КУСАЙНОВА М.А. **Актуальные вопросы системы высшего образования.**

Рассмотрено управление системы высшего образования как регулирование процесса образования. Приоритетной задачей реформирования системы высшего образования Республики Казахстан является интеграция в мировое образовательное пространство путем приведения управления казахстанской системой высшего образования в соответствие с общепризнанными международными нормами и стандартами. Проанализированы характерные особенности о переходе Казахстана на трехуровневую систему обучения: бакалавриат, магистратура, докторантура PhD. Выявлена и обоснована индивидуализация и дифференциация образования. Рассмотрены некоторые тенденции развития высшего академического и профессионального образования, в частности, проблема взаимодействия дополнительных и основных образовательных программ профессионального образования.

УДК 323.1(574):811(574). ЕРАХТИНА И.И., ЖАРКЕВИЧ О.М., ГЕЙДАН И.А. **Результаты внедрения полиязычного обучения на примере специальностей «Машиностроение» и «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)».** Полиязычное образование – основа становления полиязычной личности. Она обеспечивает конкурентоспособность и социальную мобильность человека. В статье приведены предпринятые меры и шаги по их выполнению при внедрении полиязычного обучения. Проанализированы результаты внедрения

ЭОЖ 78.147:51:37.031.4. ГОЛОВАЧЁВА В.Н., АБАЕВА Н.Ф., КОККОЗ М.М. **Техникалық ЖОО студенттерін математикалық даярлау сапасы туралы мәселеге.**

Математикалық білім инженерлік білімнің міндетті компоненті болып табылады және болашақ инженерлер даярлауда маңызды роль атқарады. Мақалада техникалық ЖОО студенттерін сапалы математикалық даярлау мәселелері қарастырылған. Жеке тұлғаны қалыптастыруда, оның зияткерлік дамуында математикалық білім берудің бірегей ролі қарастырылды. Техникалық ЖОО түлектері үшін математикалық білімнің мәні айқындалды. Техникалық ЖОО-да жоғары математика курсына қойылатын жаңа заманғы талаптар анықталды. Техникалық ЖОО-да математиканы оқыту сапасын арттыру жолдары ұсынылды. Техникалық мамандықтың үлгісінде математикалық даярлау мазмұнының кейбір халықаралық тәжірибесі берілді.

ЭОЖ 378.1(574). САРСЕНБЕКОВ Н.Ж., КУСАЙНОВА М.А. **Жоғары білім жүйесінің маңызды мәселелері.**

Жоғары білім беру жүйесін басқару білім беру процесін реттеу ретінде қарастырылды. Қазақстан Республикасы жоғарғы білім жүйесін реформалаудың басым міндеті әлемдік білім беру кеңістігіне қазақстандық білім беру жүйесін басқаруды жалпы мойындалған халықаралық нормалар мен стандарттарға сәйкес келтіру арқылы шоғырландыру болып табылады. Қазақстанның үш деңгейлі оқыту жүйесіне ауысуы туралы өзіндік ерекшеліктері талданды: бакалавриат, магистратура, PhD докторантура. Білім беруді жекелеңдіру және дифференциалау айқындалды және негізделді. Жоғары академиялық және кәсіптік білімді дамытудың кейбір беталысы жеке алғанда, кәсіптік білім берудің қосымша және негізгі білім бағдарламаларын өзара әрекеттесу проблемасы қарастырылады.

ЭОЖ 323.1(574):811(574). ЕРАХТИНА И.И., ЖАРКЕВИЧ О.М., ГЕЙДАН И.А. **«Машина жасау» және «Стандарттау, сертификация және метрология (салалар бойынша)» мамандықтар үлгісінде көп тілдік оқытуды енгізу нәтижелері.** Көп тілдік білім беру – көп тілді тұлғаның қалыптасу негізі. Ол адамның бәсекеге қабілеттілігін және әлеуметтік ұтқырлығын қамтамасыз етеді. Мақалада көп тілдік оқытуды енгізген кезде оларды орындауда қабылданған шаралар және қадамдар келтірілген. «Машина жасау» және «Стандарттау, сертификат-

UDC 78.147:51:37.031.4. GOLOVACHYOVA V.N., ABAYEVA N.F., KOKKOZ M.M. **Technical Students Mathematical Training Quality of.**

Mathematical education is a core component of engineering education and plays a significant role in training of future engineers. In the article there are considered the issues of high-quality mathematical training of students of a technical college. There is considered a unique role of mathematical education in formation of the personality, the intellectual development. The value of mathematical education for graduates of technical college is revealed. The modern requirements to course of the higher mathematics in technical college are defined. There are proposed the ways of improving the quality of teaching mathematics at technical colleges. Some international experience of the content of mathematical training on the example of a technical specialty is provided.

UDC 378.1(574). SARSENBEKOV N.Zh., KUSAYINOVA M.A. **Topical Issues of Higher Education System.**

In the article there is considered control of the higher education system as the education process regulation. The article deals with the issues of the modern system of higher and postgraduate education. The priority task of reforming the system of higher education of the Republic of Kazakhstan is integration into the world educational space by coercion of controlling the Kazakhstan system of higher education in compliance with the conventional international standards and norms. There are analyzed characteristics of the transition of Kazakhstan to the three-level system of training: bachelor degree, master degree, PhD doctoral studies. The individualization and differentiation of education is revealed and justified. In the article some tendencies of the development of higher academic and vocational education are considered. In particular, the problem of interaction of additional and main educational programs of professional education is discussed.

UDC 323.1(574):811(574). YERAKHTINA I.I., ZHARKEVICH O.M., GEYDAN I.A. **Results of Polylingual Training Introduction on Example of Specialties «Mechanical Engineering» and «Standardization, Certification and Metrology» (on Branches).** Polylingual education is the basis of formation of a polylanguage personality. It provides competitiveness and social mobility of a person. In the article there are provided measures and steps taken for their execution in the implementation of polylingual training. The results of implementation of polylingual training on the

полиязычного обучения на примере специальностей «Машиностроение» и «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)». Представлены пропорции изучения специализированных дисциплин на трех языках, обеспеченность учебной литературой. Выявлены проблемы для студентов и преподавателей, ведущих занятия в полиязычных группах. Даны предложения по решению проблем полиязычного обучения.

УДК 004.891. НУРГАЗИНОВА Г.Ш., МУХАМЕДИЕВА К.М. **Онтологическая модель предметной области как фундамент для создания интеллектуальных средств обучения и контроля знаний.**

Данная работа является одной из работ, содержащих описание онтологической модели предметной области «Элементарная алгебра» (школьный курс). Описана актуальность разработки интеллектуальных средств обучения и контроля знаний. Рассмотрен поэтапный подход к построению онтологии. Разработка онтологии необходима для семантического представления знаний. Рассмотрено понятие онтологической модели предметной области, специфические особенности онтологий как моделей данных. Схематично представлена логическая структура предметной области. Экспериментальная разработка онтологии представлена в системе Protégé.

УДК 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., НАСЫРХАНОВА Б.К., ШИЛЬНИКОВА И.О., ПАК Д.Ю. **О формировании образовательных стандартов на основе отраслевых рамок квалификаций и профессиональных стандартов.**

Обозначена проблема несоответствия между спросом и предложением рабочей силы. Отражена роль национальной и отраслевых рамок квалификаций во взаимосвязи рынка труда и системы образования. Структурно показано отличие макета отраслевой рамки от национальной. Сделан фрагментальный анализ отраслевых рамок в разных сферах экономики. Представлена структура профессионального стандарта, в том числе с изменениями. Обозначены недостатки уже разработанных рамок квалификаций и профессиональных стандартов. Акцентируется внимание на необходимости тесного сотрудничества работодателей и специалистов сферы высшего образования в плане разработки профессиональных стандартов.

УДК 544.33; 544.34. ПЛАТОНОВА Е.С., ЖЕТЕСОВА Г.С., ЮРОВ В.М., ГУЧЕНКО С.А. **Коррозионная стойкость деталей горно-шахтного оборудования.**

Анализ преждевременного выхода из строя конструкций и оборудования показал, что в большинстве случаев причиной является коррозия. Антикоррозионная защита сооружений не обладает требуемыми защитными свойствами. В результате - преждевременный выход из строя технологического оборудования и конструкций. Восстановление оборудования приводит к нарушению рабочего режима водоочистки и значительным экономическим потерям. В настоящее время разработано достаточное количество методов нанесения защитных покрытий на детали механизмов и машин. Однако большинство из них трудоемки и требуют значительного времени. В случае малых партий деталей, а также для ответственных узлов лучше использовать нитрид-титановые покрытия, которые кроме повышения коррозионной стойкости, обладают повышенной прочностью. Приведены результаты экспериментальных исследований коррозионностойких покрытий на некоторых деталях горношахтного оборудования.

тау және метрология (салалар бойынша)» мамандықтар үлгісінде көп тілдік оқытуды енгізу нәтижелері талданды. Үш тілде мамандандырылған пәндерді зерделеу пропорциясы, оқу әдебиетімен қамтамасызданғандығы көрсетілді. Көп тілді топтарда сабақтар жүргізетін студенттер мен оқытушылар үшін проблемалар анықталды. Мақаланың соңында Көп тілдік оқыту проблемаларын шешу бойынша ұсыныстар берілген.

ЭОЖ 004.891. НУРГАЗИНОВА Г.Ш., МУХАМЕДИЕВА К.М. **Пәндік аймақтың онтологиялық моделі оқыту және білімін бақылаудың интеллектуалды құралдарын жасау іргетасы ретінде.**

Берілген жұмыс «Элементар алгебра» (мектеп курсы) пәндік аймақтың онтологиялық моделінің сипаттамасынан тұратын жұмыстардың бірі болып табылады. Оқыту және білімін бақылаудың интеллектуалды құралдарын әзірлеу маңыздылығы сипатталды. Онтологияны құруға сатылау амалы қарастырылды. Онтологияны әзірлеу білімін семантикалық көрсету үшін қажетті. Пәндік аймақтың онтологиялық моделінің түсінігі, онтологияның өзіне тән ерекшеліктері деректер модельдері ретінде қарастырылды. Пәндік аймақтың логикалық құрылымы сұлбалы түрде берілген. Онтологияны эксперименттік әзірлеу Protégé жүйесінде берілген.

ЭОЖ 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., НАСЫРХАНОВА Б.К., ШИЛЬНИКОВА И.О., ПАК Д.Ю. **Біліктіліктің және кәсіптік стандарттардың салалық шеңбері негізінде білім беру стандарттарын қалыптастыру туралы.**

Жұмыс күшінің сұранысы мен ұсынысы арасында сәйкессіздік проблемасы белгіленді. Еңбек нарығы мен білім беру жүйесінің өзара байланысында біліктіліктің ұлттық және салалық шеңберінің ролі бейнеленді. Құрылымдық түрде салалық шеңбер макетінің ұлттықтан айырмасы көрсетілді. Экономиканың түрлі салаларында салалық шеңберлерге фрагменттік талдау жасалды. Кәсіптік стандарт құрылымы, оның ішінде өзгерістермен берілді. Біліктіліктің және кәсіптік стандарттардың әзірленген шеңберлерінің кемшіліктері белгіленді. Жұмыс берушілер мен жоғары білім саласындағы мамандардың кәсіптік стандарттар әзірлеу жоспарында жақын ынтымақтастығының қажеттігіне назар аударылды.

ЭОЖ 544.33; 544.34. ПЛАТОНОВА Е.С., ЖЕТЕСОВА Г.С., ЮРОВ В.М., ГУЧЕНКО С.А. **Кен-шахта жабдығы тетіктерінің коррозиялық төзімділігі.**

Конструкцияның және жабдықтың мезгілінен бұрын қатардан шығуын талдау, көптеген жағдайларда себебі коррозия болып табылатынын көрсетті. Құрылысты антикоррозиялық қорғау талап етілген қорғаныш қасиеттеріне ие емес. Нәтижесінде - технологиялық конструкция мен жабдықтың мезгілінен бұрын қатардан шығуы. Жабдықты қалпына келтіру су тазартудың жұмыс режимінің бұзылуына және айтарлықтай экономикалық шығындарға алып келеді. Қазіргі кезде механизмдер мен машиналардың тетіктеріне қорғаныш жабындарын салу әдістерінің жеткілікті саны әзірленді. Алайда олардың көпшілігі еңбек көлемді және айтарлықтай уақытты талап етеді. Тетіктердің кіші партиясы жағдайында, сонымен қатар жауапты түйіндер үшін нитрид-титан жабындарын пайдаланған артық, олар коррозиялық төзімділігін арттырумен қатар, жоғары беріктікке ие болады. Кен-шахта жабдығының кейбір тетіктерінде коррозияға төзімді жабындарын эксперименттік зерттеу нәтижелері келтірілген.

example of specialties «Mechanical Engineering» and «Standardization, Certification and Metrology (on Branches)» are analyzed. There are presented proportions of studying specialized disciplines in three languages, provision with educational literature. Problems for students and teachers conducting classes in polylingual groups are revealed. At the end of the article there are given proposals for the solution of problems of polylingual training.

UDC 004.891. NURGAZINOVA G.Sh., MUKHAMEDIYEVA K.M. **Ontological Model of Subject Domain as Base for Developing Intellectual Training Aids and Knowledge Control.**

This work is one of the works containing a description of an ontological model of the subject domain «elementary algebra» (school course). The relevance of development of intellectual training aids and monitoring of knowledge is described. Step-by-step approach to the development of ontology is considered. The development of ontology is necessary for semantic representation of knowledge. The concept of an ontological model of the subject domain, specific features of ontologies as data models is considered. The logic structure of data domain is schematically provided. The exploratory development of ontology is provided in Protégé system.

UDC 378.014.24(1-87). PAK Yu.N., NASSYRKHANOVA B.K., SHILNIKOVA I.O., PAK D.Yu. **Forming Educational Standards Based on Industry Qualification Frames and Professional Standards.**

There is shown the mismatch problem between labor supply and demand. There is reflected the role of the national and industry frames of qualifications in correlation of the labor market and the education system. There is structurally shown the difference between the prototype of the industry frame and the national one. There is made a fragmental analysis of the industry frames in different spheres of economy. The structure of the professional standard including all changes is provided. Shortcomings of already developed frames of qualifications and professional standards are designated. There is emphasized the attention on the need of close cooperation of employers and experts of the sphere of higher education in the development plan of professional standards.

UDC 544.33; 544.34. PLATONOVA Ye.S., ZHETESSOVA G.S., YUROV V.M., GUCHENKO S.A. **Corrosion Resistance of Mining Equipment Parts.**

The analysis of premature failure of structures and equipment showed that in most cases corrosion is the reason. Anticorrosive protection of structures doesn't possess the required protective properties. As a result there is observed premature failure of the technological equipment and constructions. The restoration of the equipment leads to violation of the operating mode of water purification and considerable economic losses. At present a sufficient quantity of methods of plotting protecting covers on a part of mechanisms and machines is developed. However the majority of them are labor-consuming and require considerable time. In case of small kits of parts, as well as for responsible sites it is better to use nitride titanium coverings which alongside with corrosion resistance increase possess the increased durability. In the article the results of experimental studies of corrosion resistant coverings are given for some parts of mining equipment.

УДК 622.7(6). ИСАГУЛОВ А.З., КВОН Св.С., ОМАРОВА А.Е. **Повышение износостойкости рельсовой стали.**

В работе исследована структура стали, используемой для изготовления проводников направляющих скиповых стволлов шахт. Показано, исходный материал не подвергается упрочняющей термообработке, что обуславливает его низкую износостойкость. Исследована микроструктура стали по всей длине рельса с учетом зон риска (стыки). Проведен металлографический анализ неметаллических включений. Проведены лабораторные эксперименты по упрочнению рельсовой стали. Измерены основные механические свойства стали после упрочнения. В результате предложенных мер износостойкость рельсовой стали повышается в 1,4-3-1,5 раза. Оптимальной структурой для упрочненной рельсовой стали является сорбит закалки.

УДК 621.771. КРИВЦОВА О.Н., ИБАТОВ М.К., САМОДУРОВА М., ЛЕЖНЕВ С.Н., ПАНИН Е.А. **Напряженно-деформированное состояние валков стана горячей прокатки.**

Моделирование напряженно-деформированного состояния валков с использованием активного и пассивного экспериментов необходимо для определения напряжений, деформаций и перемещений валков чистовых клетей НШПС-1700, используемых для построения формы активной образующей профилированных рабочих валков, необходимой для улучшения профиля и плоскостности полосы на станах горячей прокатки. Основной деформацией валков четырехвалковых систем являются прогиб и упругое сжатие опорных и рабочих валков. Ключевое влияние на качество проката оказывает величина стрелы прогиба рабочего вала. Объектом исследований являются прокатные валки чистовых клетей НШПС-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау». Для расчета использовались механические свойства валков различных исполнений: ЛПХНд-63, ЛПХНд-74, HiCr, ICDP, AS1180xx, HVS80. В статье обоснована возможность адаптации математических моделей напряженно-деформированного состояния рабочих валков чистовых клетей НШПС. Исследовано влияние на них различных технологических факторов, необходимых для улучшения профиля и плоскостности полосы на станах горячей прокатки. Проведено деформационное моделирование прогибов рабочих валков в чистовых клетях стана. Исследованы и проанализированы модели процесса деформации валков в программном комплексе Deform-3D.

УДК 669.14:621.78. АЗБАНБАЕВ Э.М., ИСАГУЛОВ А.З., АЗОТТЕ А., АЙТБАЕВ Н.Б. **Влияние асимметричной прокатки в конусообразных валках на механические свойства низкоуглеродистой стали.**

Исследовано влияние асимметричной прокатки в конусообразных валках на механические свойства низкоуглеродистой стали. Заготовка ($H \mid B \mid L = 10 \mid 45 \mid 100 \text{ мм}^2$) из низкоуглеродистой стали, содержащая 0,15 % С (массовая доля) с начальным средним размером зерна 60 мкм, была деформирована до толщины 5 мм в конусообразных валках с соотношением диаметров валков 1,5, а также в цилиндрических валках. Прокатку проводили при трех различных температурах: 900 °С, 1000 °С и 1100 °С. Были проведены четыре прохода асимметричной прокатки в конусообразных валках, чтобы получить толщину 5 мм с общим обжатием 61,7%. Прочностные свойства образца после асимметричной прокатки были значительно выше (580 МПа) по сравнению с симметричной прокаткой (486 МПа).

ЭОЖ 622.7(6). ИСАГУЛОВ А.З., КВОН Св.С., ОМАРОВА А.Е. **Рельс болатының тозу төзімділігін арттыру.**

Жұмыста шахталардың бағыттаушы төңгеріштік оқпандарының өткізгіштерін дайындау үшін пайдаланылатын болаттың құрылымы зерттелді. Бастапқы материал беріктендіргіш термиялық өңдеуге түспейтіні көрсетілді, бұл оның тозу төзімділігінің төмендігінің себебі болады. Рельстің барлық ұзындығы бойынша болаттың микроқұрылымы, қатер (істіктер) аймағын ескере отырып, зерттелді. Металл емес қосындыларға металлографиялық талдау жүргізілді. Рельстік болатты беріктендіру бойынша зертханалық эксперименттер жүргізілді. Беріктендіргеннен кейін болаттың негізгі механикалық қасиеттері өлшенді. Ұсынылған шаралар нәтижесінде рельстік болаттың тозу төзімділігі 1,4-3-1,5 есе артады. Беріктенген рельстік болат үшін оңтайлы құрылымы шынықтыру сорбиті болып табылады.

ЭОЖ 621.771. КРИВЦОВА О.Н., ИБАТОВ М.К., САМОДУРОВА М., ЛЕЖНЕВ С.Н., ПАНИН Е.А. **Ыстықтай илемделген орнақтң пішім біліктерінің кернеулі-деформацияланған күйі.**

Пішімбіліктердің кернеулі-деформацияланған күйін актив және пассив эксперименттерді пайдалана отырып, модельдеу ыстықтай илемделген орнақтарда жолақ бейінін және жазықтылығын жақсарту үшін қажетті бейімделген жұмыстың пішімбіліктерінің белсенді түзушісінің формасын құрастыру үшін пайдаланылатын НШПС-1700 таза клетьтердің пішімбіліктерінің кернеуін, деформациясын және орын ауыстыруын анықтау үшін қажет. Төрт пішімбіліктік жүйенің пішімбіліктерінің негізгі деформациясы тіректік және жұмыс пішімбіліктерінің иілуі мен серпінді сығылуы болып табылады. Илем сапасына жұмыстық пішімбіліктің иілу жебесінің шамасы түйінді әсер етеді. Зерттеу нысаны «АрселорМиттал Теміртау» АҚ НШПС-1700 таза клетьтердің илемдеу пішімбіліктері болып табылады. Есептеу үшін әр түрлі орындалған пішімбіліктердің механикалық қасиеттері пайдаланылды: ЛПХНд-63, ЛПХНд-74, HiCr, ICDP, AS1180xx, HVS80. Мақалада НШПС таза клетьтердің жұмыстық пішімбіліктерінің кернеулі-деформацияланған күйінің математикалық модельдерін бейімдеу мүмкіндігі негізделген. Оларға ыстықтай илемделген орнақтарда жолақ бейінін және жазықтылығын жақсарту үшін қажетті түрлі технологиялық факторлардың әсері зерттелді. Орнақтң таза клетьтерінде жұмыстық пішімбіліктердің иілуіне деформациялық модельдеу жүргізілді. Deform-3D бағдарламалық кешенде пішімбіліктердің деформациясы процесінің моделі зерттелді және талданды.

ЭОЖ 669.14:621.78. АЗБАНБАЕВ Э.М., ИСАГУЛОВ А.З., АЗОТТЕ А., АЙТБАЕВ Н.Б. **Конус тәріздес пішім біліктерде ассиметриялық илемнің төмен көміртекті болаттың механикалық қасиеттеріне әсері.**

Конус тәріздес пішім біліктерде ассиметриялық илемнің төмен көміртекті болаттың механикалық қасиеттеріне әсері зерттелді. Түйіршіктерінің бастапқы орташа өлшемі 60 мкм 0,15 % С (массалық бөлігі) мөлшері болатын төмен көміртекті болаттан алынған дайындама ($H \mid B \mid L = 10 \mid 45 \mid 100 \text{ мм}^2$) пішім біліктері диаметрлерінің қатынасы 1,5 конус тәріздес пішім біліктерде, сонымен қатар цилиндр пішім біліктерде 5 мм қалыңдыққа дейін деформацияланды. Илемдеуді үш түрлі температура кезінде жүргіздік: 900 °С, 1000 °С және 1100 °С. Конус тәріздес пішім біліктерде, жалпы сығымдауы 61,7% 5 мм қалыңдықты алу үшін ассиметриялық илемдеудің төрт өтпесі жүргізілді. Ассиметриялық илемдеуден кейін үлгінің беріктік қасиеттері (580 МПа) симметриялы илемдеумен салыстырғанда анағұрлым жоғары болды.

UDC 622.7(6). ISSAGULOV A.Z., KVON Sv.S., OMAROVA A.Ye. **Increasing Wear Resistance of Rail Steel.**

In the work there is studied the structure of steel used for manufacturing mine shaft guides. It is shown that the initial material isn't exposed to the hardening heat treatment that causes its low wear resistance. The steel microstructure on the entire length of the rail taking into account risk zones (joints) is probed. The metallographic analysis of nonmetallic inclusions is carried out. Laboratory experiments on hardening of rail steel are made. The main mechanical properties after steel hardening were measured. As a result of the proposed measures wear resistance of rail steel increases by 1.4-1.5 times. The optimum structure for the hardened rail steel is hardening sorbitol.

UDC 621.771. KRIVTSOVA O.N., IBATOV M.K., SAMODUROVA M., LEZHNEV S.N., PANIN Ye.A. **Stressed-and-Strained State of Hot Strip Mill Rolls.**

Simulation of the stressed-and-strained state of rolls with use of the active and passive experiments is necessary for determination of stresses, deformations and relocation of rolls of the finishing stands of NShPS-1700 used for the development of the form of the active generator of profiled working rolls necessary for improving of the profile and flatness of the strip on hot strip mills. The main deformation of rolls of the four-roll systems are the bending and elastic compression of supporting and working rolls. The value of the bending of the working roll has the key impact on the quality of rolling. The object of researches are the rolls of finishing stands of NShPS-1700 of JSC ArcelorMittal Temirtau. For calculation of mechanical properties of rolls of different versions there were used: LPHND-63, LPHND-74, HiCr, ICDP, AS1180xx, HVS80. In the article the possibility of adaptation of mathematical models of stressed-and-strained state of working rolls of finishing stands of NShPS is justified. The impact on them of different technological factors necessary for improving of the profile and flatness of the strip on the hot strip mill is probed. The deformation simulation of the bending of working rolls in finishing stands of the mill is carried out. There are analyzed the process models of deformation of rolls in the program Deform-3D complex.

UDC 669.14:621.78. AZBANBAYEV E.M., ISAGULOV A.Z., AZOTTE A., AYTBAEV N.B. **Asymmetrical Rolling Impact in Cone-Shaped Rolls on Mechanical Properties of Low-Carbon Steel.**

There is considered the impact of asymmetrical rolling in cone-shaped rolls on mechanical properties of low-carbon steel. A blank ($H \mid B \mid L = 10 \mid 45 \mid 100 \text{ mm}^2$) from low-carbon steel containing 0.15% C (mass fraction) with initial average grain size of 60 microns was deformed to the thickness of 5 mm in cone-shaped rolls with the ratio of diameters of rolls 1.5, as well as in cylindrical rolls. The rolling was carried out at three different temperatures: 900 °C, 1000 °C and 1100 °C. There were carried out four passes of asymmetrical rolling in cone-shaped rolls for obtaining the thickness of 5 mm with the general pressing of 61.7%. Strengthening properties of the sample after asymmetrical rolling were much higher (580 MPas) in comparison with the symmetric rolling (486 MPas).

УДК 621.793.7. ЧЕРНЫЙ А.В., СМIRNOV И.В., БАРТЕНЕВ И.А. **Защитные свойства плазменных покрытий на основе плакированных порошков.**

Проведены экспериментальные исследования коррозионной, эрозийной и износостойкости защитных покрытий. Было использовано плазменное напыление плакированного порошка оксида алюминия. В качестве подслоя для композиционного керамического покрытия применен порошок интерметаллида NiAl. Он обладает высокими защитными свойствами и прочностью сцепления с основой. Газотермическое напыление плакированных керамических порошков осуществляли специально разработанным плазматроном. Выявлено влияние металлических оболочек из титана, алюминия и меди на керамических частицах на растрескивание, пористость и коррозионную стойкость плазменных покрытий. Исследование покрытий на износ в агрессивной среде показали повышение износостойкости покрытий в 6-8 раз.

УДК 669.14:621.78. АЗБАНБАЕВ Э.М., ИСАГУЛОВ А.З., ЗАКАРИЯ Н.Б., ЕРМАГАНБЕТОВ Н.З. **Перспективные технологии получения ультрамелкозернистых материалов.**

Проведен обзор существующих способов реализации интенсивной пластической деформации с целью получения в материалах ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры и повышенных механических свойств. В частности, проведен анализ процессов асимметричной прокатки и разработанный авторами процесс прокатки в конусообразных валках. Описаны основные результаты исследования характера распределения эквивалентных деформаций, а также эволюция механических свойств и микроструктуры в процессе прокатки в конусообразных валках. Показана эффективность процесса прокатки в конусообразных валках при получении УМЗ структуры на примере низкоуглеродистой стали.

УДК 621.791.014. СЛИВИНСКИЙ А.А., КОРОТЕНКО В.В., БОЧЕНИН В.И. **Математическое моделирование тепловых процессов импульсной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом тонколистовой нержавеющей стали.**

Современное программное обеспечение CAE моделирования (англ. Computer-aided engineering) для моделирования тепловых процессов при сварке основано на использовании метода конечных элементов (FEM). Оно не дает возможности учитывать пульсацию дуги. Это обстоятельство вызывает необходимость проведения дополнительных операций и расчетов. Основной частью экспериментальных исследований являются измерения термических циклов сварки в точках ЗТВ и пульсирующей дуги. Теоретические исследования базируются на использовании математического аппарата для создания основной зависимости расчета эквивалентного тока. Используются также современные методики моделирования тепловых процессов сварки. Сравнение показывает, что предложенный метод расчета эквивалентного значения тока дает достаточную сходимость с экспериментальными данными для использования его в тепловых расчетах процессов TIGp сварки.

УДК 669.04:621.763. КОСНИКОВ Г.А., ИСИН Д.К., ЖОЛДУБАЕВА Ж.Д., КУСЖАНОВА А., ИСИН Б.Д. **Разработка литейных композиционных алюминиевых сплавов.** Представлен процесс плазменной инъекции наноструктурированных порошковых композиционных материалов (НПКМ) в металлические расплавы. Этот процесс в сочетании с двухплоскостным магнитодинамическим

ЭОЖ 621.793.7. ЧЕРНЫЙ А.В., СМIRNOV И.В., БАРТЕНЕВ И.А. **Жалатпалы ұнтақ негізінде плазмалық жабынның қорғаныш қасиеттері.**

Қорғаныш жабындарының коррозиялық, эрозиялық және тозуға төзімділігіне эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Алюминий оксидінің жалатпалы ұнтағын плазмалық шашырату пайдаланылды. Композициялық керамикалық жабын үшін ішкі қабат ретінде NiAl интерметаллид ұнтағы қолданылды. Ол жоғары қорғаныш қасиеттеріне және негізбен ілінісу беріктігіне ие. Жалатпалы керамикалық ұнтақтарды газтермиялық шашыратуды арнайы әзірленген плазматронмен жүзеге асырды. Керамикалық бөлшектердегі титаннан, алюминийден және мыстан алынған металл қабықтардың плазмалық жабындардың жарылуына, кеуектілігіне және коррозиялық төзімділігіне әсері анықталды. Жабынның агрессивті ортада тозуын зерттеу жабынның тозу төзімділігінің 6-8 есе артқанын көрсетті.

ЭОЖ 669.14:621.78. АЗБАНБАЕВ Э.М., ИСАГУЛОВ А.З., ЗАКАРИЯ Н.Б., ЕРМАГАНБЕТОВ Н.З. **Ультразвук түйіршікті материалдар алудың перспективасы технологиялары.**

Материалдарда ультразвук түйіршікті (УҰТ) және жоғары механикалық қасиеттер алу мақсатында қарқынды иілмді деформацияны жүзеге асырудың қолданыстағы тәсілдеріне шолу жүргізілді. Жеке алғанда, асимметриялық илемдеу процестеріне талдау және авторлар әзірлеген конус тәріздіс біліктерде илемдеу процесіне талдау жүргізілді. Эквивалентті деформацияның таралу сипатын зерттеудің негізгі нәтижелері, сонымен қатар конус тәріздіс біліктерде илемдеу процесінде механикалық қасиеттері мен микроқұрылымының эволюциясы сипатталды. Төмен көміртекті болат үлгісінде УҰТ құрылымын алған кезде конус тәріздіс біліктерде илемдеу процесінің тиімділігі көрсетілді.

ЭОЖ 621.791.014. СЛИВИНСКИЙ А.А., КОРОТЕНКО В.В., БОЧЕНИН В.И. **Импульстік аргонодағалы дәнекерлеудің жылу процесстерін жұқа қаңылтырлы тоттанбайтын болаттың вольфрамылық электродымен математикалық модельдеу.**

Дәнекерлеу кезінде жылу процесстерін модельдеу үшін CAE модельдеуді (англ. Computer-aided engineering) жаңа заманғы бағдарламалық қамтамасыз ету соңғы элементтер әдісін (FEM) пайдалануға негізделген. Ол доға бүлкілін ескеру мүмкіндігін бермейді. Бұл жағдай қосымша операциялар мен есептеулер жүргізу қажеттігін тудырады. Эксперименттік зерттеулердің негізгі бөлігі ЗТВ нүктелерінде дәнекерлеудің және бүлкілдеуші доғаның термиялық циклдерін өлшеу болып табылады. Теориялық зерттеулер эквиваленттік токты есептеудің негізгі тәуелділігін жасау үшін математикалық аппаратты пайдалануға негізделді. Сонымен қатар дәнекерлеудің жылулық процесстерін модельдеудің жаңа заманғы әдістемесі де пайдаланылады. Салыстыру, токтың эквиваленттік мәнін есептеуде ұсынылған әдіс TIGp дәнекерлеу процесстерінің жылулық есептерінде оны пайдалану үшін эксперименттік деректермен жеткілікті ұқсастық беретінін көрсетеді.

ЭОЖ 669.04:621.763. КОСНИКОВ Г.А., ИСИН Д.К., ЖОЛДУБАЕВА Ж.Д., КУСЖАНОВА А., ИСИН Б.Д. **Құйма композициялық алюминотрицалық қорытпалар әзірлеу.**

Наноқұрылымдалған ұнтақтық композициялық материалдардың (НҰКМ) металл балқымаларға плазмалық инъекция процесі берілген. Осы процесстің екі жазықтықтық магнит-динамикалық (МГД)-араластырумен үйлесім

UDC 621.793.7. CHORNY A.V., SMIRNOV I.V., BARTENEV I.A. **Protective Properties of Plasma Coverings Based on Plated Powders.**

There were carried out pilot studies of corrosion, erosive and wear resistance of protecting covers. Plasma evaporation of the plated aluminum oxide powder was used. As the underlayer there was used the NiAl intermetallic compound powder for the composition ceramic covering. It possesses high protective properties and durability of bonding with the basis. Gas-thermal evaporation of the plated ceramic powders was realized by a specially developed plasmatron. The impact of metal jackets from titanium, aluminum and copper on ceramic particles on cracking, porosity and corrosion resistance of plasma coverings is revealed. Studying the coverings for wear in hostile environment showed the increase of wear resistance of coverings by 6-8 times.

UDC 669.14:621.78. AZBANBAYEV E.M., ISAGULOV A.Z., ZAKARIA N.B., ERMAGANBETOV N.Z. **Prospective Technologies of Obtaining Ultra-Fine-Grained Materials.**

The review of the existing methods of implementation of intensive plastic deformation for the purpose of obtaining in materials of ultra-fine-grained (UFG) structure and the increased mechanical properties is carried out. In particular, the analysis of processes of asymmetrical rolling and the process of rolling developed by the authors in cone-shaped rolls is carried out. The main results of studying the nature of distribution of the equivalent deformations, as well as evolution of mechanical properties and the microstructure in the course of rolling in cone-shaped rolls are described. The efficiency of the process of rolling in cone-shaped rolls when obtaining UFG structure is shown on the example of low-carbon steel.

UDC 621.791.014. SLIVINSKY A.A., KOROTENKO V.V., BOCHENIN V.I. **Mathematical Simulation of Argon Arc Welding Thermal Processes with Thin-Sheet Stainless Steel Tungsten Electrode.**

The up-to-date software of CAE simulation (English Computer-aided engineering) for simulation of thermal processes when welding is based on using the finite-element method (FEM). It doesn't give the chance to consider the arc pulsation. This circumstance causes the necessity to perform additional operations and calculations. The main part of the pilot studies are measurements of thermal cycles of welding at the in points of ZTV and the pulsating arc. Theoretical studies are based on the use of mathematical apparatus for the development of the main dependence of calculation of the equivalent current. There are also used up-to-date techniques of simulation of thermal processes of welding. Comparing shows that the proposed method of calculation of the equivalent value of current gives sufficient convergence with the experimental data for using it in thermal calculations of processes of TIGp welding.

UDC 669.04:621.763. KOSNIKOV G.A. ISSIN D.K., ZHOLDUBAYEVA Zh.D., KUSZHANOVA A., ISSIN B.D. **Developing Foundry Composite Alumomatrix Alloys.**

There is presented the process of plasma injection of nanostructured powder composition materials (NSCM) into metal melts. This process in combination with biplanar magnetic dynamic (MGD) agitation has basic advantages before

(МГД)-перемешиванием имеет принципиальные преимущества перед другими методами ввода материалов. Описано получение наноструктурных композиционных алюмоматричных сплавов (НКАС). Разработка требует оптимизации рабочих режимов в зависимости от типа матричного сплава, состава и количества вводимых частиц, объема производства заготовок и фасонных изделий в производственных условиях. Данный процесс является безальтернативным при производстве НКАС непрерывным литьем. Продукция выпускается в виде слитков. Эти слитки используются в качестве шихтовых материалов при производстве фасонных изделий и заготовок для получения изделий методами пластического деформирования.

УДК 556.1. РОМАНОВ А.А., ПОРТНОВ В.С., МАУСЫМБАЕВА А.Д., САГИНДЫКОВ К.И. **Изучение коллекторов Южно-Торгайской впадины.**

Для достоверной оценки глинистости сложно построенных коллекторов месторождений нефти и газа Южно-Торгайской впадины использован спектрометрический гамма-каротаж. Определена природа повышенной радиоактивности коллекторов. Установлены критерии выявления коллекторов, обладающих повышенной радиоактивностью. Установлено соответствие определений глинистости коллекторов по керну и спектрометрическому гамма-каротажу. Установлены петрофизические характеристики коллекторов и их взаимосвязи. Доказана эффективность применения спектрометрического гамма-каротажа для определения коэффициента глинистости коллекторов, литологического расчленения разреза месторождений Южно-Торгайской впадины.

УДК 911.3:574. ЖАКУПОВ А.А., САПАРОВ Қ.Т., МАЗБАЕВ О.Б., ДЖАНАЛЕЕВА Г.М., МУСАБАЕВА М.Н. **Основы рекреационно-географической оценки развития туристической кластерной системы в Баянаульском национальном природном парке.**

В качестве предпосылок развития туризма можно отметить рекреационно-географическую оценку. В результате исследования используя методы оценки определенной территории, в оценке координационного туристическо-рекреационного потенциала территории местности применили метод в казахстанских исследованиях. При освоении природных ресурсов в развитии туризма на примере Баянаульского государственного национального парка должны выступать комплексные исследования оценочных работ. В качестве объекта будут проведены комплексные исследования в определении и оценке природных и социально-экономических предпосылок нынешнего состояния туристическо-рекреационной сферы парка и развития туризма. В их число можно отнести перспективы развития рекреационной сферы в регионе, важность координации во времени эффективного комплекса туристическо-рекреационных рекомендаций, основы создания предпосылок для определения новых направлений рекреационного использования природы. Определена эффективность организации туристических и экскурсионных маршрутов на берегу охраняемых озер Жасыбай, Сабындыкөл, Торайгыр. В ходе оценки определены необходимые для туристов ресурсные запасы, рассмотрены возможности их использования.

де материалдар енгізудің басқа әдістері алдында түбегейлі басымдығы болады. Нанокұрылымдалған композициялық алюмоматрицалық қорытпалар (НКАҚ) алу сипатталған. Әзірлеу матрицалық қорытпа типіне, енгізілетін бөлшектер құрамына және мөлшеріне, дайындамалар мен фасондық бұйымдарды өндірістік жағдайларда өндіру көлеміне байланысты жұмыс режимдерін оңтайландыруды талап етеді. Берілген процесс НКАҚ үздіксіз құю арқылы өндірісі кезінде баламасыз болып табылады. Өнім кесек құймалар түрінде шығарылады. Осы кесек құймалар бұйымды иілімдік деформациялау әдістерімен алуға арналған фасондық бұйымдар мен дайындамалар өндірісі кезінде шихта материалдары ретінде пайдаланылады.

ӘОЖ 556.1. РОМАНОВ А.А., ПОРТНОВ В.С., МАУСЫМБАЕВА А.Д., САГИНДЫКОВ К.И. **Оңтүстік Торғай ойпатының коллекторларын зерттеу.**

Оңтүстік Торғай ойпатының мұнай мен газ кен орындарының күрделі құрылған коллекторларының саздылығын ақиқат бағалау үшін спектрометрлік гамма-каротаж пайдаланылды. Коллекторлардың жоғары радиобелсенділік табиғаты анықталды. Жоғары радиобелсенділікке ие коллекторларды анықтау критерийлері белгіленді. Коллекторлардың саздылығын керн және спектрометрлік гамма-каротаж бойынша анықтамасының сәйкестігі бекітілді. Коллекторлардың петрофизикалық сипаттамалары және олардың өзара байланысы белгіленді. Коллекторлардың саздылық коэффициентін анықтау үшін спектрометрлік гамма-каротаж, Оңтүстік Торғай ойпаты кен орындарының қимасын литологиялық бөлшектеуді қолдану тиімділігі дәлелденді.

ӘОЖ 911.3:574. ЖАКУПОВ А.А., САПАРОВ Қ.Т., МАЗБАЕВ О.Б., ДЖАНАЛЕЕВА Г.М., МУСАБАЕВА М.Н. **Баянауыл ұлттық табиғи саябағында туристік кластерлік жүйені дамытудың рекреациялық-географиялық бағалау негіздері.**

Туризмді дамытудың алғышарты ретінде рекреациялық географиялық бағалауды алуға болады. Зерттеулер нәтижесінде белгілі бір аумақ бойынша бағалау әдістерін қолдана отырып туристік-рекреациялық жергілікті жердің аумағының үйлесімді туристік-рекреациялық әлеуетінің бағасын беруде қазақстандық зерттеулердегі әдісті пайдаландық. Туризмді дамытудағы табиғат ресурстарын игеруде Баянауыл мемлекеттік ұлттық саябағы мысалында бағалау жұмыстарын кешенді зерттеу жолға қойылуы керек. Зерттеу нысаны ретінде саябақтың туристік-рекреациялық сферасының қазіргі жағдайы мен туризмді дамытудың табиғи және әлеуметтік-экономикалық алғы шарттарын анықтау және бағалауда кешенді зерттеулер жүргізіледі. Олардың қатарына аумақта рекреация саласын дамытудың болашақ келешегін, табиғи ортаның сапасын сақтау үшін туристік-рекреациялық ұсыныстардың тиімді кешенін уақытта үйлестірудің маңыздылығын, рекреациялық табиғат пайдаланудың жаңа бағыттарын анықтауға алғышарттар жасалынуының негіздері қаланды. Қорғауға алынған Жасыбай, Сабындыкөл, Торайгыр көлдерінің жағалары туристік және экскурсия саяхат маршруттарын ұйымдастыруға қолайлылығы анықталды. Бағалау барысында туристерге қажетті ресурстық қоры анықталып, оның пайдалану мүмкіндіктерін шешу жолдары қарастырылды.

other methods of materials introduction. There is described the obtaining of nanostructural composite alumomatrix alloys (NCAA). The development requires optimization of operating modes depending on the type of the matrix alloy, composition and quantity of the entered particles, output of blanks and shaped products in the working conditions. This process is the continuous casting uncontested by the production of NCAA. The production is output in the form of ingots. These ingots are used as the charge materials in the production of shaped products and blanks for obtaining the products by methods of plastic deforming.

UDC 556.1. ROMANOV A.A., PORTNOV V.S., MAUSSYMBAYEVA A.D., SAGINDYKOV K.I. **Studying Reservoirs of the South-Torgay Hollow.**

For the authentic assessment of shaliness of complicated-constructed reservoirs of oil and gas fields of the South-Torgay hollow there is used spectrometer gamma logging. The nature of the increased radioactivity of reservoirs is defined. The criteria of detection of the reservoirs possessing the increased radioactivity are set. Compliance of determination of the reservoirs shaliness by the core and spectrometer gamma logging is set. Petrophysical characteristics of reservoirs and their correlation are set. The efficiency of using spectrometer gamma logging for determination of coefficient of shaliness of reservoirs, the lithological partition of the fields section of the South-Torgay hollow is proved.

UDC 911.3:574. ZHAKUPOV A.A., SAPAROV K.T., MAZBAYEV O.B., JANALEYEVA G.M., MUSSABAYEVA M.N. **Bases of Recreation-Geographical Assessment of Tourist Cluster System Development in Bayanaul National Nature Park.**

As premises of the development of tourism it is possible to note a recreation-geographical assessment. As a result of research using the valuation methods of a certain territory, in the assessment coordination tourist recreation potential of the territory of terrain there was applied the method in the Kazakhstan research. Within exploitation of natural resources in the development of tourism on the example of Bayanaul State National park complex are to be complex studies of evaluation works. As the object complex studies in determination and assessment of natural and social and economic premises of the present status of the tourist recreation spheres of the park and the development of tourism will be carried out. In their number it is possible to refer prospects of the development of the recreational sphere in the region, the importance of coordination in time of the effective complex tourist recreation recommendations, the basis of developing premises for determination of new directions of recreation use of the nature. The efficiency of organization of tourist and excursion routes on the bank of the protected lakes Zhasybay, Sabyndykol, Toraygyr is defined. During the assessment there are defined the resource inventories necessary for tourists, considered the possibilities of their use.

УДК 622.8. АМАНГЕЛДЫКЫЗЫ А., ПОНОМАРЕВА М.В., АЙТПАЕВА А.Р. **Исследование метаносности угля пласта К₇ в районе шахтного поля шахты им. Т. Кузембаева.**

Статья посвящена вопросам изучения газосодержания угольных пластов. Целью исследований является уровень газосодержания угольного пласта шахтного поля шахты им. Т. Кузембаева. Угольный бассейн расположен в Карагандинской области, в средней части восточного бассейна р. Нуры. Вопросы газосодержания угольных пластов имеют очень большое значение при разработке угольных месторождений. От газосодержания месторождения зависит чередование различных литотипов пород. Они залегают в кровле и почве разрабатываемых угольных пластов, от которых зависит их устойчивость. Распределение метана в угленосной толще подчиняется закономерностям газовой статистики, которые отражают изменение газосодержания горного массива от его пористости, газового давления, температуры, естественной влажности, газопроницаемости, стадии метаморфизма и других факторов. Основные факторы, определяющие газосодержание угленосной толщи: сорбционная емкость, газовое давление и газопроницаемость. Для расчета газовыделения из угольного пласта нужно знать начальное газовое давление и закономерность его изменения под влиянием горных работ. Обработка данных газосодержания угольных пластов производилась методом математической статистики.

УДК 622.4:331.45. СЫЗДЫКБАЕВА Д.С. **Расчет необходимого количества воздуха для проветривания горных выработок при работе горнотранспортного оборудования с дизельным приводом.**

В статье проведен краткий анализ существующих методов определения расчетного количества воздуха, подаваемого в горные выработки рудников. Большую роль в загрязнении атмосферы рудников играют горнотранспортные машины, применяемые для транспортировки и добычи руды. Вредное воздействие выхлопа (отработавших газов) дизельных двигателей объясняется содержанием в них различных токсичных компонентов. Основными из них являются продукты неполного сгорания топлива: угарный газ, углеводороды, альдегиды, бенз-а-пирен, также оксиды азота как продукт высокотемпературного синтеза азота с кислородом в цилиндрах дизельных двигателей. Предлагается новый подход к расчету потребного количества воздуха с учетом общей мощности двигателей горнотранспортного оборудования в руднике. Полученная расчетная суммарная мощность дизельных двигателей позволяет компоновать количество машин и другой горнотранспортной техники, исходя из мощностей дизельных двигателей этого оборудования и выполняемых ими производственных задач.

УДК 552.2. ПАШКОВА М.А., ПОНОМАРЕВА М.В. **Петрографическое исследование углей и вмещающих пород месторождения Шубарколь.**

Представлены результаты исследования петрографии угля и вмещающих пород на месторождении Шубарколь. В задачу исследования входит определение минералогического состава, размеров выделений, структур и текстур, этапы формирования угля из высших растений и наличие минеральных примесей. Основным показателем для характеристики степени метаморфизма углей принимался показатель отражения витринита. Результаты петрографического исследования углей позволяют установить природу

ӨЖ 622.8. АМАНГЕЛДЫКЫЗЫ А., ПОНОМАРЕВА М.В., АЙТПАЕВА А.Р. **Т. Кузембаев атындағы шахтаның шахта алқабы ауданында К₇ қабаты көмірінің метандылығын зерттеу.**

Мақала көмір қабаттарының газдылығын зерттеу мәселелеріне арналған. Зерттеу мақсаты Т. Кузембаев атындағы шахтаның шахта алқабында көмір қабатының газдылық деңгейін зерттеу болып табылады. Көмір бассейні Қарағанды облысында, Нұра өзенінің шығыс бассейнінің ортаншы бөлігінде орналасқан. Көмір қабаттарының газдылық мәселелері көмір кен орындарын әзірлеген кезде өте үлкен мәнге ие болады. Кен орнының газдылығына тау жыныстарының түрлі литотиптерінің кезектесуі тәуелді. Олар қазылатын көмір қабаттарының жабыны мен топырағында түзіледі, оларға өздерінің төзімділігі тәуелді. Көмірлі қабаттағы метанның таралуы газ статикасының заңдылықтары бағынады, олар тау сілемі газдылығының оның кеуектілігінен, газ қысымынан, температурадан, табиғи ылғалдылығынан, газ өткізгіштігінен, метаморфизм сатысынан және басқа факторлардан өзгеруін бейнелейді. Көмір қабатының газдылығын анықтайтын негізгі факторлар сорбциялық сыйымдылық, газ қысымы және газ өткізгіштік. Көмір қабатынан газ бөлінуін есептеу үшін бастапқы газ қысымы және оның тау жыныстары әсерінен өзгеру заңдылықтарын білу керек. Көмір қабаттарының газдылық деректерін өңдеу математикалық статистика әдісімен жүргізілді.

ӨЖ 622.4:331.45. СЫЗДЫКБАЕВА Д.С. **Дизельдік жетегі бар тау-кен көлік жабдығының жұмысы кезінде кен қазбаларын желдетуге арналған ауаның қажетті мөлшерін есептеу.**

Мақалада кеніштердің кен қазбаларына берілетін ауаның есептік мөлшерін анықтаудың қолданыстағы әдістеріне қысқаша талдау жүргізілді. Кеніштердің атмосферасын ластандыруда руданы тасымалдау және өндіру үшін қолданылатын тау-кен көлік машиналары үлкен роль атқарады. Дизельдік қозғалтқыштарда пайдаланылған газдың зиянды әсері оларда түрлі ұйытқы компоненттердің мөлшерімен түсіндіріледі. Олардың ішінде негізгілері отынның толық жанбау өнімдері болып табылады: иісті газ, көмірсутегілері, альдегидтер, бенз-а-пирен, сонымен қатар дизельдік қозғалтқыштар цилиндрлерінде азоттың оттегімен жоғары температуралық синтезінің өнімі ретінде азот оксидтері болып табылады. Кеніште кен көліктік жабдық қозғалтқыштарының жалпы қуатын ескергенде ауаның қажетті мөлшерін есептеудің жаңа амалы ұсынылады. Дизельдік қозғалтқыштардың алынған есептік қосынды қуаты, осы жабдықтың дизельдік қуатынан және олар атқаратын өндірістік міндеттерден шыға отырып, машиналардың және басқа кен көліктік техниканың санын құрастыруға мүмкіндік береді.

ӨЖ 552.2. ПАШКОВА М.А., ПОНОМАРЕВА М.В. **Шубаркөл кен орындарының көмірі мен сыйдырушы тау жыныстарын петрографиялық зерттеу.**

Шубаркөл кен орындарында көмір мен сыйдырушы тау жыныстарының петрографиясын зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу міндеттеріне минералогиялық құрамын, бөлінді мөлшерін, құрылымдары мен текстураларын, көмірдің жоғарғы өсімдіктерден қалыптасу кезеңдерін және минералды қоспалардың болуын анықтау енеді. Көмір метаморфизмінің дәрежесін сипаттау үшін негізгі көрсеткіш ретінде витринитті бейнелеу көрсеткіші қабылданды. Көмірді петрографиялық зерттеу нәтижелері бастапқы органикалық материал

UDC 622.8. AMANGELDYKYZY A., PONOMARYOVA M.V., AYTAYEVA A.R. **Studying Methane Content of K₇ Seam in Mining Field of T. Kuzembayev Mine.**

The article deals with the issues of studying gas content of coal layers. The purpose of the studies is the level of gas content of the coal layer of the mine field at T. Kuzembayev mine. The coal basin is located in the Karaganda region, in the middle part of the east basin of the Nura river. The issues of gas content of coal layers are of very great importance in the development of coal fields. Alternation of different lithotypes of rocks depends on gas content of the field. They lie down in the roof and the soil of the developed coal layers on which their stability depends. The distribution of methane in carboniferous thickness submits to the regularities of the gas statics which reflect changing the gas content of the massif on its porosity, gas pressure, temperature, natural humidity, gas permeability, stage of metamorphism and other factors. The pacing factors defining gas content of carboniferous thickness are: the getter capacity, gas pressure and gas permeability. For calculation of gas emission from a coal layer it is necessary to know the initial gas pressure and regularity of its changing under the impact of mining operations. The data handling of gas content of coal layers was made by the method of mathematical statistics.

UDC 622.4:331.45. SYZDYKBAYEVA D.S. **Calculation of Air Quantity Needed for Mining Workings Ventilation in Mining-Transport Equipment Operation with Diesel Drive.**

In the article there is carried out a short analysis of the existing methods of determination of estimated amount of the air given to workings of mines. In the pollution of the atmosphere of mines a great role is played by the mining-transport machines used for transportation and production of ore large role. Harmful effects of exhaust (exhaust gases) of diesel engines are explained by the maintained in them different toxic components. The main of them are products of incomplete combustion of fuel: carbon monoxide, hydrocarbons, aldehydes, benzopyrene, as well as nitrogen oxides as the product of high-temperature synthesis of nitrogen with oxygen in cylinders of diesel engines. There is proposed a new approach to calculation of the required amount of air taking into account the general power of engines of the mining-transport equipment in mine, the obtained estimated total power of diesel engines permits to arrange a number of machines and other mining-transport equipment, proceeding from capacities of diesel engines of this equipment and production tasks which are carried out by them.

UDC 552.2. PASHKOVA M.A., PONOMARYOVA M.V. **Petrographic Studying of Coals and Enclosing Rocks of Shubarkol Deposit.**

There are presented the results of studying the petrography of coal and enclosing rocks at the Shubarkol deposit. The research problem includes determination of mineralogical composition, the amount of inclusions, structures and textures, stages of formation of coal from the higher plants and availability of mineral impurity. For the characteristic of the level of metamorphism of coals the index of reflection of vitrinite was accepted as the main index. The results of petrographic research of coals permit to set the nature of the initial organic materials, their genesis and selection of rational use in the

исходных органических материалов, их генезис и выбор рационального использования в народном хозяйстве. Одним из способов применения угля является метод гидрогеннизации. Гидрогеннизация применяется для переработки малозольных и легкообогащаемых углей невысокой стадии метаморфизма с возможностью получения моторного топлива, угольной смолы, смазочных масел, парафина.

УДК 622.7. ПОРТНОВ В.С., ЮРОВ В.М., ДАРИБАЕВА А.Р., НҰРТАЗА Ж.Б. **Оценка работы диспергирования руд и минералов с использованием геофизических методов разведки.**

Использован термодинамический подход к анализу геофизической информации. Установлена связь между физическими свойствами руд и энергией диспергирования. Получены связи между поверхностным натяжением минералов и измеренными величинами в геофизических методах разведки. Установлены закономерности между работой диспергирования и магнитной восприимчивостью руд, удельным сопротивлением, теплопроводностью, интенсивностью рассеянного гамма-излучения, приращением силы тяжести и скоростью упругих волн. Дана сравнительная характеристика экспериментальных и теоретических значений коэффициента теплопроводности минералов. Определено поверхностное натяжение некоторых минералов. Получена размерная зависимость свойств твердого тела.

УДК 669-026.661. АХМЕТОВ А.Б., ЮДАКОВА В.А., КУСАЙНОВА Г.Д. **О влиянии комплексного раскислителя на механические свойства низколегированной стали.**

В статье описано проведение опытно-промышленных испытаний с раскислением низколегированной стали марки 09Г2С по действующей технологии - ферросилицием (ФС) и вторичным алюминием, и с использованием взамен них нового комплексного раскислителя - ферросиликоалюминия (ФСА). Проведено изучение качественных показателей (уровня механических свойств) опытного металла (образцов листа, прошедшего горячую прокатку) в сравнении с показателями проката из стали, раскисленной по действующей технологии. Исследовано, каким образом влияют на механические свойства такие показатели, как количество внесенного в металл кремния, количество алюминия и серы в готовом металле. Показано, что при использовании сплава ФСА для обработки стали марки 09Г2С и прочностные и пластические свойства удовлетворяют требованиям стандартов, причем показатели механических свойств опытного металла несколько выше, чем у сравнительного. Это доказывает, что использование ФСА способствует модифицированию оксисульфидных неметаллических включений в более благоприятную глобулярную форму через образование легкоплавкой эвтектики, что благоприятно сказывается на механических свойствах опытного металла в целом.

УДК 622. АЙМАГАМБЕТОВА Р.Ж., САЙЛАУКЫЗЫ Ж. **Напряженно-деформированное состояние массива горных пород.**

Рассмотрена задача определения напряженно-деформированного состояния в окрестности выработки квадратного поперечного сечения с применением метода конечных элементов. Сложность данной задачи объясняется разнообразием свойств горных пород, условиями проведения и залегания самих выработок, геометрий и пр. Показана возможность применения элементов высоко-

дар табиғатын, олардың генезисін және халық шаруашылығында тиімді пайдалануды таңдауды белгілеуге мүмкіндік береді. Көмірді қолдану тәсілдерінің бірі гидрогеннизация әдісі болып табылады. Гидрогеннизация метаморфизмнің жоғары емес сатысындағы күлі аз және оңай байытылатын көмірді қайта өңдеу үшін мотор майын, көмір шайырын, майлағыш майларды, парафинді алу мүмкіндігімен қолданылады.

ЭОЖ 622.7. ПОРТНОВ В.С., ЮРОВ В.М., ДАРИБАЕВА А.Р., НҰРТАЗА Ж.Б. **Рудалар мен минералдарды барлаудың геофизикалық әдістерін пайдалану арқылы бөлшектеу жұмысын бағалау.**

Геофизикалық ақпаратты талдауға термодинамикалық тәсіл пайдаланылды. Рудалардың физикалық қасиеттері мен бөлшектеу энергиясы арасында байланыс белгіленді. Минералдардың беттік тартымы мен геофизикалық барлау әдістерінде өлшенген шамалар арасында байланыс алынды. Рудаларды бөлшектеу және магниттік қабылдағыштығы, меншікті кедергісі, жылу өткізгіштігі, шашыраңқы гамма-сәулелену қарқындылығы, ауырлық күшінің өсімі мен серпінді толқындар жылдамдығы арасында заңдылықтар бекітілді. Минералдардың жылу өткізгіштік коэффициентінің эксперименттік және теориялық мәндеріне салыстырмалы сипаттама берілді. Кейбір минералдардың беттік тартылысы анықталды. Қатты дене қасиеттерінің өлшемдік тәуелділігі алынды.

ЭОЖ 669-026.661. АХМЕТОВ А.Б., ЮДАКОВА В.А., ҚҰСАЙНОВА Г.Д. **Төмен қоспаланған болаттың механикалық қасиеттеріне кешенді қышқылдатқыштардың ықпалы туралы.**

Мақалада 09Г2С маркалы төмен қоспаланған болатты әрекеттегі технология – ферросилицием (ФС) және екінші реттік алюминиймен қышқылдату арқылы және олардың орнына жаңа кешенді қышқылдатқыш – ферросиликоалюминийді (ФСА) қолдану арқылы сынақтық-өнеркәсіптік тәжірибелер жүргізу сипатталған. Сынақ металының (ыстық илектен өткен табақ үлгілерінің) сапалық көрсеткіштерін (механикалық қасиеттер деңгейін) әрекеттегі технология бойынша қышқылданған болаттан жасалған илектің көрсеткіштерімен салыстыру арқылы зерделеу жүргізілді. Металға енгізілген кремний мөлшері, дайын металлдағы алюминий мен күкірт мөлшері сияқты механикалық қасиеттердің қалайша әсер ететіндігі зерттелді. 09Г2С маркалы болатты өңдеу үшін ФСА қорытпасын қолдану кезінде беріктік және иілділік қасиеттердің стандарттардағы талаптарды қанағаттандыратындығы көрсетілген, сонымен бірге сынақ металының механикалық қасиеттері, салыстырмалы металға қарағанда, айтарлықтай жоғары екендігі анықталды. Бұл ФСА-ны қолданудың оңай балқытылатын эвтектика арқылы оксисульфидті бейметалл қосылыстарды анағұрлым жағымды глобулярлы формаға өзгертетіндігін дәлелдейді, ал бұл, өз кезегінде, жалпы алғанда сынақ металдың механикалық қасиеттеріне жағымды ықпал етеді.

ЭОЖ 622. АЙМАГАМБЕТОВА Р.Ж., САЙЛАУКЫЗЫ Ж. **Тау жыныстары сілемінің кернеулі-деформацияланған жағдайы.**

Соңғы элементтер әдісін қолданумен қатар квадратты көлденең қиманы қазу төңірегінде кернеулі-деформацияланған күйді анықтау мәселесі қарастырылды. Берілген мәселенің күрделілігі тау жыныстарының қасиеттерінің алуан түрлілігімен, қазбаларының өздерін жүргізу және түзілу жағдайларымен, геометриясымен және т.б. түсіндіріледі. Бұрыштық концентратор төңірегінде кернеулі-деформа-

national economy. One of the methods of using coal is the hydrogenating method. Hydrogenating is applied to the processing of low-ash and the highly dressible coals of a low stage of metamorphism with the possibility of obtaining motor fuel, carbon pitch, lubricant oils, paraffin.

UDC 622.7. PORTNOV V.S., YUROV V.M., DARIBAYEVA A.R., NURTAZA Zh.B. **Assessing Ore and Mineral Dispersion Using Geophysical Methods of Exploration.**

There is used a thermodynamic approach to the analysis of geophysical information. There is established the connection between physical properties of ores and energy of dispersion. There are obtained the relations between surface tension of minerals and the measured values in geophysical methods of investigation. Consistent patterns between operation of dispersion and magnetic susceptibility of ores, unit resistance, heat conduction, intensity of scattered gamma radiation, an increment of gravity and speed of elastic waves are determined. The comparative characteristic of the experimental and theoretical values of the coefficient of heat conduction of minerals is obtained. The surface tension of some minerals is defined. There is obtained the dimensional dependence of properties of a solid body.

UDC 669-026.661. AKHMETOV A.B., YUDAKOVA V.A., KUSSAINOVA G.D. **Complex Deoxidizer Impact on Mechanical Properties of Low-Alloyed Steel.**

In the article there is described carrying out trial tests with grade 09G2S low-alloy steel deoxidation by the operating technology: with ferrosilicium (FS) and secondary aluminum, and with using instead of them a new complex deoxidizer, ferrosilicoaluminum (FSA). There was carried out studying the quality indicators (level of mechanical properties) of experimental metal (samples of the sheet which passed hot rolling) in comparison with rolling indices from steel deoxidized by the operating technology. It is probed how such indices as amount of silicon entered to metal, amount of aluminum and sulfur in ready metal impact mechanical properties. It is shown that when using FSA alloy for grade 09G2S steel processing both strengthening and plastic properties meet requirements of standards, and, the indices of mechanical properties of experimental metal are slightly higher than at the comparative. It proves that the use of FSA promotes modifying of oxysulphidic nonmetallic inclusions in more favorable globular form through the formation of fusible eutectic that favorably affects mechanical properties of experimental metal in general.

UDC 622. AYMAGAMBETOVA R.Zh., SAYLAUKYZY Zh. **Stressed-and-Strained State of Mining Rocks Massif.**

There is considered the task of determining stressed-and-strained state in the neighborhood of the square transverse section working with application of the method of finite elements. Complexity of this task is explained by the variety of properties of rocks, conditions of drifting and bedding of workings, geometry and so forth. The possibility of using the elements of a high order of approximation for separation of

го порядка аппроксимации для выделения сингулярной составляющей напряженно-деформированного состояния в окрестности углового концентратора. Подобные задачи являются типичными в механике горных пород. Для описания разрушения в окрестности углового выреза необходимо выделить сингулярности составляющей поля напряжений, что в случае сложного напряженного состояния требует применения численных методов.

УДК 691.5. АХМЕТЖАНОВ Т.Б. **Технология изготовления вяжущих веществ низкой водопотребности.**

Высокоэффективные вяжущие вещества нового поколения сегодня получают с использованием многокомпонентных составов. В статье теоретически обоснована возможность получения малоклинкерных вяжущих с применением технологии механохимической активации. По такому принципу получают малоклинкерные вяжущие, содержащие отходы разного происхождения, включая зольные и шлаковые отходы. Процесс механохимической активации при изготовлении малоклинкерных вяжущих является более сложным вследствие большего содержания различных минеральных компонентов в процессе совместного измельчения. Данная технология основана на механической активации портландцемента или клинкера с минеральными добавками и модификатором, содержащим водопонижающий компонент. Наиболее активными с точки зрения связывания суперпластификатора могут быть оксид и гидроксид кальция. Все это в совокупности должно привести как к увеличению прочностных свойств, так и к повышению эксплуатационных характеристик малоклинкерных вяжущих и бетонов на их основе.

УДК 621.01.531.4. БАКИРОВ Ж.Б., ТАЖЕНОВА Г.Д., БАКИРОВ М.Ж. **Расчет виброзащитных систем при случайных воздействиях.**

Рассмотрены вопросы определения вероятностных характеристик и расчета эффективности одноосных виброизоляторов с нелинейными характеристиками. Внешнее воздействие является случайным процессом силового или кинематического типа. Стохастическая задача о нелинейных колебаниях решается методом статистической линеаризации. Для различных типов нелинейных виброизоляторов получены коэффициенты линеаризации упруго-диссипативных характеристик. Линеаризованные уравнения решаются спектральным методом. В результате решения получены спектральные плотности, дисперсии выходных процессов и выражения для определения коэффициента эффективности виброзащиты при различных случайных воздействиях. Приведены алгоритмы и примеры расчета трех типов нелинейных виброизоляторов.

УДК 624.072.7. ЖОЛМАҒАМБЕТОВ С.Р., ҚОЖАС А.К., ЖОЛМАҒАМБЕТОВ Н.Р., ҚОЖАСОВ С.К. **Оценка технического состояния строительных конструкций и анализ причин появления и развития дефектов и повреждений галереи конвейера У-45.**

Казахстанским многопрофильным институтом Реконструкции и Развития (КазМИРР) выполнены работы по экспертному обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций галереи конвейера У-45. Необходимость проведения данных работ вызвана длительным периодом эксплуатации и истечением нормативных сроков по специализированному обследованию и капитальному ремонту объекта, а также происшедшим 04.03.2014 года пожаром в сооружении моста

цияланған күйдің сингулярлық құраушысын бөлу үшін аппроксимацияның жоғары дәтігі элементтерін қолдану мүмкіндігі көрсетілген. Осындай мәселелер тау жыныстары механикасында типтік болып табылады. Бұрыштық ойық төңірегінде бұзылуды сипаттау үшін кернеу өрісін құраушының сингулярлығын бөлу қажет, бұл күрделі кернеулі күй жағдайында сандық әдістерді қолдануды талап етеді.

ӘОЖ 691.5. АХМЕТЖАНОВ Т.Б. **Су қажеттілігі төмен тұтқырғыш заттар дайындау технологиясы.**

Жаңа буындағы тиімділігі жоғары тұтқыр заттарды бүгінгі күні көп компонентті құрамдарды пайдалану арқылы алады. Мақалада механохимиялық белсендіру технологиясын қолдану арқылы аз клинкерлі тұтқырғыштар алу мүмкіндігі теориялық түрде негізделді. Осындай принцип бойынша, күлді және қожды қалдықтармен қоса түрлі тектегі қалдықтар болатын аз клинкерлі тұтқырғыштар алады. Аз клинкерлі тұтқырғыштар дайындаған кезде механохимиялық белсендіру процесі бірлестіріп ұсақтау процесінде түрлі минералдық компоненттердің көп мөлшері салдарынан анағұрлым күрделі болып табылады. Берілген технология портландцементті немесе су төмендеткіш компоненті болатын минералдық қоспалары және түрлендіргіші бар клинкерді механикалық белсенділендіруге негізделген. Суперпластификаторды байланыстыру тұрғысынан кальций оксиді және гидроксиді анағұрлым белсенді болуы мүмкін. Осының бәрін жинақтағанда беріктік қасиеттерінің артуына да, сондай-ақ аз клинкерлі тұтқырғыштардың және олардың негізінде бетонның пайдалану сипаттамаларының артуына алып келуі мүмкін.

ӘОЖ 621.01.531.4. БАКИРОВ Ж.Б., ТАЖЕНОВА Г.Д., БАКИРОВ М.Ж. **Кездейсоқ әсер ету кезінде дірілден қорғау жүйелерін есептеу.**

Сызықтық емес сипаттамалары бар бір осьті діріл оқшаулағыштардың ықтималдық сипаттамаларын анықтау және тиімділігін есептеу мәселелері қарастырылды. Сыртқы әсер ету күштік немесе кинематикалық типтегі кездейсоқ процесс болып табылады. Сызықтық емес тербелістер туралы стохастикалық міндет статистикалық сызықтау әдісімен шешіледі. Сызықтық емес діріл оқшаулағыштардың әр түрлі типтері үшін серпімді-диссипативтік сипаттамаларды сызықтау коэффициенттері алынды. Сызықталған теңдеулер спектрлік әдіспен шешіледі. Шешім нәтижесінде спектрлік тығыздық, шығыс процестердің дисперсиясы және түрлі кездейсоқ әсер ету кезінде дірілден қорғау тиімділігінің коэффициентін анықтауға арналған өрнектер алынды. Сызықтық емес діріл оқшаулағыштардың үш типін есептеу алгоритмдері мен мысалдары келтірілді.

ӘОЖ 624.072.7. ЖОЛМАҒАМБЕТОВ С.Р., ҚОЖАС А.К., ЖОЛМАҒАМБЕТОВ Н.Р., ҚОЖАСОВ С.К. **Құрылыс конструкцияларының техникалық күйін бағалау және У-45 конвейері галереясының ақаулары мен бұзылуларының пайда болуы мен даму себептерін талдау.**

Қазақстан көп бейінді реконструкциялау және дамыту институты (ҚазКРДИ) У-45 конвейері галереясының құрылыс конструкциясының техникалық күйін сараптамалық зерттеу мен бағалау жұмыстарын жүргізді. Бұл жұмыстарды жүргізу қажеттілігі ұзақ мерзім бойы пайдаланудан және нысанды арнайы зерттеу мен күрделі жөндеуден өткізудің нормативтік мерзімі өткендіктен, сонымен бірге 04.03.2014 жылы конвейер көпірінің нысанында орын алған өрт жағдайынан туындап

a singular component of the stressed-and-strained state in the neighborhood of the angular concentrator is shown. Similar tasks are typical in mechanics of rocks. The description of corrupting in the neighborhood of the angular notch requires separation of singularity of the component of the field of stresses that in case of multi-axial stress requires the use of numerical methods.

UDC 691.5. AKHMETZHANOV T.B. **Technology of Manufacturing Binding Agents of Low Water Consumption.**

Highly effective binding agents of a new generation are obtained with the use of multicomponent compositions today. In the article there is theoretically justified the possibility of obtaining low-clinker binders using the technology of mechanical chemical activation. By such a principle there is obtained the waste of different origin low-brick binding containing, including cindery and slag waste. The process of mechanical chemical activation in case of manufacturing low-clinker binders is more difficult owing to the bigger content of different mineral components in the course of joint grinding. This technology is based on mechanical activation of Portland cement or clinker with mineral components and the modifier containing a water step-down component. Oxide and hydroxide of calcium can be the most active from the point of view of a binding superplasticiser. All this in total shall lead both to increasing the strengthening properties, and to increasing the utilization properties of low-clinker binders and concrete on their basis.

UDC 621.01.531.4. BAKIROV Zh.B., TAZHENOVA G.D., BAKIROV M.Zh. **Designing Vibro-Protective Systems under Random Effects.**

There are considered the issues of determination of probable characteristics and calculation of the efficiency of monoaxial vibro-insulators with nonlinear characteristics. The external impact is an accidental process of the force or kinematic type. The stochastic task of nonlinear oscillations is solved by the method of statistical linearization. For different types of non-linear vibro-insulators there are obtained the coefficients of linearization of the elastic and dissipative characteristics. The linearized equations are solved by a spectral method. As a result of the decision spectral densities, dispersions of output processes and expression for determination of effectiveness ratio of vibro-protection in case of different accidental impacts are obtained. Algorithms and examples of calculation of three types of non-linear vibro-insulators are given.

UDC 624.072.7. ZHOLMAGAMBETOV S.R., KOZHAS A.K., ZHOLMAGAMBETOV N.R., KOZHASSOV S.K. **Assessment of Technical State of Building Structures and Analyzing Reasons of Occurring and Developing Defects and Damages of U-45 Conveyor Gallery.**

The Kazakhstan Multi-Discipline institute of Reconstruction and Development (KazMIRR) performed works for the expert survey and assessment of technical condition of building structures of the gallery of U-45 conveyor. The necessity of carrying out these works was caused by the long period of operation and expiration of normative periods for specialized survey and major repair of the object, as well as the happened on 04.03.2014 fire in a structure of the bridge of the conveyor. The structure of the gallery is in operation more than 35 years.

конвейера. Сооружение галереи находится в эксплуатации более 35 лет. Конвейерная галерея У-45 – надземное наклонное сооружение, располагаемое между зданиями отделения окончательного дробления и зданием погрузочной станции отгрузочных шихты. В ходе проведения обследования здания было установлено, что дефекты и повреждения строительных конструкций объекта носят эксплуатационный характер. После того как отдельные конструкции объекта оказались в зоне основного температурного воздействия, в них были выявлены дефекты и повреждения значительного характера и техническое состояние было оценено как ограниченно работоспособное и аварийное. Для обеспечения эксплуатационной надежности несущих и ограждающих строительных конструкций объекта сотрудниками КазМИРР были предложены прогрессивные и эффективные способы их восстановления. Для успешной эксплуатации объекта большое значение имеет обеспечение качества строительства. Для повышения качества строительства необходимо строить без дефектов, своевременно проводить техническое обследование и планомерно-предупредительные ремонты.

УДК 625.111. ДЕДОВ А.Н., КЕЛИСБЕКОВ А.К., БЕЙСЕМБАЕВ Д.М. **К вопросу совершенствования системы ремонта маневровых локомотивов.**

В статье анализируется пригодность локомотива к агрегатному методу ремонта. Рассматривается общая характеристика форм и методов ремонта в локомотивных депо. По методам ремонта бывают: индивидуальные и агрегатные. Агрегатный ремонт является более используемым, чем индивидуальный. Непременным условием применения агрегатного ремонта является взаимозаменяемость агрегатов, узлов и деталей. Внедрение новых средств диагностики позволяет в кратчайшие сроки провести диагностику локомотивов и выявить их неисправности. Рассматривается вопрос внедрения трехуровневой системы диагностики локомотивов.

УДК 624.003. КИМ Ю.М., ТОГАЙБАЕВ К.Б., КУЗНЕЦОВА С.Э. **Проблемы строительной отрасли и пути их решения.**

В статье дана оценка строительной отрасли и ее роль в развитии народного хозяйства Республики Казахстан. В статье указываются основные направления развития отрасли, трудности, встречающиеся в данной отрасли. Формирование единого рынка финансовых, банковских услуг дает возможность международным инвесторам увидеть перспективы и потенциал общего рынка, будет способствовать привлечению инвестиций. Отмечаются недостатки в области ценообразования строительства и пути их преодоления. Несовершенство нормативной базы в строительстве часто приводит к нарушению технологии в строительстве. В связи с этим стоит вопрос, кто будет разрабатывать эти нормативы и кто их будет утверждать.

УДК 656.02(574)=512.122. БАЛГАБЕКОВ Т.К., МАКСУТОВА Ж.К. **Составление математической модели метода линейного программирования в повышении эффективности мультимодальных грузоперевозок.**

В статье рассматриваются актуальные вопросы организации международной транспортировки продуктов ОА «Арселор Миттал Темиртау». Произведена экспертиза транспортировочных показателей по экспортному направлению основной продукции (металла).

отыр. Галерея нышаны 35 жылдан астам уақыт бойы пайдаланылып келеді. У-45 конвейерлік галереясы – жер үстіндегі көлбеу нышан, ол соңғы ұсақтау бөлімінің ғимараттары мен шихтаны түсіру-тасу станциясы ғимаратының арасында орналасады. Ғимаратқа зерттеу жүргізу барысында нысандағы құрылыс конструкцияларының ақаулары мен бұзылулары пайдалану сипатында екендігі анықталды. Нысанның жеке конструкциялары негізгі температуралық ықпал ету аймағына тап болғаннан кейін, оларда айтарлықтай сипаттағы ақаулар мен бұзылулар анықталды және техникалық күйі жұмысқа қабілеттілігі шектеулі әрі апаттық деп бағаланды. Нысанның салмақ түсетін және қоршау конструкцияларының пайдалану сенімділігін қамтамасыз ету үшін ҚазКРДИ қызметкерлері оларды қалыпқа келтірудің прогрессивті әрі тиімді тәсілдерін ұсынды. Нысанды сәтті пайдалану үшін құрылыс сапасын қамтамасыз ету өте маңызды болып табылады. Ал құрылыс сапасын арттыру үшін құрылысты ақаусыз жүргізу керек, техникалық зерттеу жұмыстары мен жоспарлы әрі алдын-ала жөндеу жұмыстарын мезгілінде жүргізіп отыру керек.

ӨОЖ 625.111. ДЕДОВ А.Н., КЕЛИСБЕКОВ А.К., БЕЙСЕМБАЕВ Д.М. **Маневрлік локомотивтерді жөндеу жүйесін жетілдіру мәселесіне.**

Мақалада локомотивтің агрегаттық жөндеу әдісіне жарамдылығы талданады. Локомотив деполарында жүргізілетін жөндеу жұмыстарының формалары мен әдістерінің жалпы сипаттамасы қарастырылады. Қолданылатын әдіске қарай жөндеу жұмыстары жеке және агрегаттық болады. Агрегаттық жөндеу жеке жөндеу жұмыстарына қарағанда көбірек қолданылады. Агрегаттарды, түйіндер мен тетіктерді өзара алмастыру мүмкіндігі агрегаттық жөндеуді қолданудың басты шарты болып табылады. Жаңа диагностикалау құралдарын енгізу ең қысқа мерзімде локомотивтерге диагностикалау жүргізуге және олардың бұзылғандығын анықтауға мүмкіндік береді. Локомотивтерді диагностикалаудың үш деңгейлі жүйесін енгізу мәселесі қарастырылуда.

ӨОЖ 624.003. КИМ Ю.М., ТОГАЙБАЕВ К.Б., КУЗНЕЦОВА С.Э. **Құрылыс саласының мәселелері және оларды шешу жолдары.**

Мақалада құрылыс саласының бағасы және оның Қазақстан Республикасының халық шаруашылығын дамытудағы ролі берілген. Мақалада саланы дамытудың негізгі бағыттары, осы салада кездесетін қиындықтар көрсетілген. Бірыңғай қаржы және банк қызметтерінің нарығын қалыптастыру халықаралық инвесторларға жалпы нарықтың перспективасы мен әлеуетін көруге мүмкіндік береді және бұл істе инвестициялар тартуға ықпал етеді. Құрылысты бағалау және саласындағы кемшіліктер көрсетіледі және олардың алдын алу жолдары ұсынылады. Құрылыстың нормативтік базасының аз жетілгендігі құрылыстағы технологияның бұзылуына әкеледі. Осыған орай бұл нормативтерді кім әзірлейді және оларды кім бекітеді деген мәселе туындайды.

ӨОЖ 656.02(574)=512.122. БАЛГАБЕКОВ Т.К., МАҚСҰТОВА Ж.Қ. **Мультимодальді жүк тасымалының тиімділігін арттыруда сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық үлгісін құрастыру.**

Мақалада «Арселор Миттал Темиртау» АҚ өнімдерін халықаралық тасымалдауды ұйымдастырудың өзекті мәселелері қарастырылды. Негізгі (металл) өнімнің экспортталатын бағыты бойынша тасымал көрсеткішінің сараптамасы жүргізілді. Сондай-ақ желісінде мультимодальді жүк тасымалының проб-

The conveyor gallery U-45 is an elevated oblique construction located between buildings of separation of final crushing and of loading station of furnace charge shipment. During the survey of the building it was established that defects and damages of the structures of the object have an operational character. After separate structures of the object appearing in the zone of the main temperature impact there were revealed defects and damages of a considerable character in them and technical condition was estimated as it was limited operable and abnormal. For supporting the operational reliability of the bearing and guarding building structures of the object by employees of the KazMIRR proposed progressive and effective methods of their restoration. Supporting the quality of the structures is of great importance for successful operation of the object. For improvement of the construction quality it is necessary to build free of defects, to conduct timely technical examination and planned and preventive repairs.

UDC 625.111. DEDOV A.N., KELISBEKOV A.K., BEYSEMBAYEV D.M. **Improving Repair System of Shunting Locomotive.**

In the article there is analyzed suitability of the locomotive to the modular method of repair. There is considered the total characteristic of forms and methods of repair in locomotive depots. By the methods repairs are divided into: individual and modular. Modular repair is used more widely than individual repair. An indispensable condition of application of modular repair is interchangeability of aggregates, sites and parts. Implementation of new diagnostic aids permits to carry out diagnostics of locomotives in the shortest possible time and to reveal their failure. There is considered the issue of implementation of three-level system of diagnostics of locomotives.

UDC 624.003. KIM Yu.M., TOGAYBAYEV K.B., KUZNETSOVA S.E. **Problems of Civil Engineering and Ways of their Solution.**

In the article there is given the assessment of civil engineering branch and its role in the development of national economy of the Republic of Kazakhstan. In the article there are specified the main directions of the development of the branch, difficulties which are found in this branch. Formation of the uniform market of financial, banking services gives the chance to the international investors to see perspectives and potential of the common market, will promote attraction of investments. Shortcomings of the area of pricing in civil engineering construction and ways of their overcoming are marked. Imperfection of the regulatory base in construction often leads to violation of technology. In this regard there is a question who will develop these standards and who will approve them.

UDC 656.02(574)=512.122. BALGABEKOV T.K., MAKUTOVA Zh.K. **Making Mathematical Model of Linear Programming Method in Increasing Efficiency of Multimodal Cargo Transportations.**

In the article there are considered the topical issues of organization of the international transportation of products of JSC «ArcelorMittal Temirtau». The expertise of shipping indices in the exported direction of the main production (metal) is made. In article there are also specified the problems of multimodal cargo transpor-

Также указываются проблемы мультимодальной грузоперевозки и основные перспективы развития. В связи с этим, описаны свойственные преимущества и параметры относительно расширения области применения видов транспорта. Приведены формулы определения времени доставки груза в указанное место. Используя математическую модель линейного метода программирования, проведен сравнительный анализ времени перевозок. В соответствии с этим осуществив расчеты времени транспортировки транспортных средств по направлению выбранных в нескольких вариантах перевозок, предложен выбор самого выгодного, более оптимального направления перевозки.

УДК 621.314.6. ИСЕМБЕРГЕНОВ Н.Т., БРЕЙДО И.В., ЗОТОВ Л.Г., ЮГАЙ В.В., РАЗИНКИН В.П. **Высокочастотные электронные трансформаторы на основе резонансных структур.**

В статье рассматривается принцип построения многотактных электронных силовых трансформаторов, основывающихся на резонансных структурах с переключаемыми конденсаторами. Показано, что заметное увеличение КПД и резкое снижение суммарной емкости конденсаторов силовой цепи трансформатора достигается увеличением числа тактов преобразования. Кроме того, существенно улучшаются коэффициент гармоник входного тока и входной коэффициент мощности. Предложена схема и алгоритм коммутации двухтактного регулируемого ЭСТ. Получены выражения для определения параметров нагрузки, обеспечивающих максимум нагрузки. Рассчитаны параметры по уменьшению коэффициента гармоник выходного тока. Приведены принципы построения многотактных ЭСТ, имеющих более высокий КПД и существенно лучшие массогабаритные показатели по сравнению с аналогами.

УДК 621.311.21. ИВАНОВ В.М., СЕМКИН Б.В., ИВАНОВА Т.Ю., БАХТИНА И.А. **Восстановление гидроэнергетической установки на Колыванском камнерезном заводе.**

В связи с юбилеем Колыванского камнерезного завода Администрацией Алтайского края было принято решение о восстановлении исторического памятника и создании современной гидроэнергетической установки, включающей микроГЭС с водоналивным колесом и гидротехнические сооружения. Работы по реконструкции выполнены по проекту, разработанному учеными Алтайского государственного технического университета. Авторами была создана модель водоналивного колеса в масштабе 1:2 и полномасштабный блок автоматического управления электрической нагрузкой, а также выполнены поверочные расчеты на статические и динамические нагрузки крепления за водосбросными сооружениями и проведены все необходимые испытания. В результате для электроснабжения и энергосбережения на заводе была установлена микроГЭС с водоналивным колесом диаметром 5,5 м, шириной 0,9 м и количеством лопаток 48. Основные технические характеристики микроГЭС: мощность 15 кВт, расход 0,55 м³/с, напор 5,5 м, напряжение фазное – 230 В, частота 50 Гц, общий КПД 60%. В настоящее время микроГЭС эффективно работает в штатном режиме на заводе и вырабатывает электроэнергию для его нужд круглый год. Срок окупаемости микроГЭС составил 3 года, а экономический эффект от её внедрения составляет в среднем около 300 тысяч рублей в год.

лемалары мен келешек дамуының негізгі шарттары көрсетіледі. Осыған орай, көлік түрлерінің өзіндік артықшылықтары мен қолданылу аясын кеңейтуге қатысты параметрлер сипатталған. Жүктің дiттеген жеріне жеткізілу уақытын анықтауға қатысты формулалар келтірілген. Сызықтық бағдарламалау әдісінің математикалық үлгісін пайдалана отырып, тасымал уақытының салыстырмалы анализі жасалды. Соған сәйкес бірнеше нұсқада таңдалған тасымал бағыты бойынша көлік құралдарының тасымал уақыттарына есептемелер жүргізіліп, ең ұтымды, әрі оңтайлы тасымал бағытын таңдау ұсынылды.

ӘОЖ 621.314.6. ИСЕМБЕРГЕНОВ Н.Т., БРЕЙДО И.В., ЗОТОВ Л.Г., ЮГАЙ В.В., РАЗИНКИН В.П. **Резонанстық құрылымдар негізіндегі жиілігі жоғары электрондық трансформаторлар.**

Мақалада ауыстырылатын конденсаторлары бар резонанстық құрылымдарға негізделетін көп ырғақты электрондық күш трансформаторларын құру принципі қарастырылады. ПӘК-нің айтарлықтай артуы мен трансформатордың күш тізбегіндегі конденсаторлардың жиынтық сыйымдылығының күрт төмендеуіне түрлендіру ырғақтарының санын арттыру арқылы қол жеткізуге болатындығы көрсетілген. Сонымен қатар, кіріс тогы мен қуаттың кіріс коэффициентінің үйлесімділік коэффициенті де айтарлықтай жақсарады. Екі ырғақты реттелетін ЭКТ сұлбасы және коммутация алгоритмі ұсынылған. Максимум жүктемені қамтамасыз ететін жүктеме параметрлерін анықтауға арналған әрнәкттер алынды. Шығыс тогының үйлесімділік коэффициентін төмендету бойынша параметрлер есептелді. Анағұрлым жоғары ПӘК-не және аналогтармен салыстырғанда, үздік масса габариттік көрсеткіштерге ие болатын көп ырғақты ЭКТ-ын құру принциптері көрсетілген.

ӘОЖ 621.311.21. ИВАНОВ В.М., СЕМКИН Б.В., ИВАНОВА Т.Ю., БАХТИНА И.А. **Колыван тас кесу зауытындағы гидроэнергетикалық қондырғыны қалпына келтіру.**

Колыван тас кесу зауытының мерейтойына орай Алтай өңірінің Әкімшілігі тарихи ескерткішті қалпына келтіру және су қуатын доңғалағы бар микроГЭС пен гидротехникалық нышаны бар заманауи гидроэнергетикалық қондырғы жасау туралы шешім қабылдады. Қайта құру жұмыстары Алтай мемлекеттік техникалық университетінің ғалымдары әзірлеген жоба бойынша орындалды. Авторлар 1:2 масштабта су қуатын доңғалақ моделін және электр жүктемесін автоматты түрде басқарудың толық масштабты блогын жасады, сонымен бірге су жинайтын нышандарды бекітудің статистикалық және динамикалық жүктеме-лерін тексеру есептеулері орындалды әрі барлық қажет сынау жұмыстары орындалды. Нәтижесінде электрмен қамту мен энергия сақтау үшін зауытта диаметрі 5,5 м, ені 0,9 м және күректер саны 48 болатын су қуатын жоңғалағы бар микроГЭС орнатылды. МикроГЭС-тің негізгі техникалық сипаттамалары: қуаты 15кВт, шығыны 0,55 м³/с, арыны 5,5 м, фазалық кернеу – 230 В, жиілігі 50 Гц, жалпы ПӘК 60%. Қазіргі таңда микроГЭС зауытта штаттық режимде тиімді жұмыс істейді және оның қажеттіліктеріне арналған электр энергиясына жыл бойы өндіреді. МикроГЭС-тің өтелімділік мерзімі 3 жылды құрап, оны енгізуден түсетін экономикалық тиімділік орташа алғанда жылына шамамен 300 мың рубль болады.

tation and the main conditions of perspective of its development. In this regard, peculiar advantages and parameters concerning the extension of application field of means of transport are described. There are presented the formulas for definition of time of delivery of a cargo in the specified place. Using mathematical model of the linear method of programming, the comparative analysis of time of transportations is carried out. According to it, having performed the calculation of time of transportation of vehicles to the direction of the transportations selected from several options, there is proposed the choice of the most favorable, more optimum direction of transportation.

UDC 621.314.6. ISSEMBERGENOV N.T., BREYDO I.V., ZOTOV L.G., YUGAY V.V., RAZINKIN V.P. **High-Frequency Electronic Transformers Based on Resonance Structures.**

In the article the principle of creation of the multi-stroke electronic power transformers which are based on resonant structures with the switched condensers is considered. It is shown that the noticeable increase in efficiency and sharp lowering of total capacitance of condensers of the force circuit of the transformer is reached by increasing the number of clock periods of conversion. Besides, the coefficient of harmonics of the input current and input electrical power factor improve significantly. The diagram and algorithm of switching of two-stroke adjustable EST is proposed. Expressions for determination of the parameters of loading providing the loading maximum are obtained. Parameters on reduction of coefficient of harmonics of the output current are calculated. The principles of developing multistage ESTs having higher efficiency and significantly better mass-dimensional indexes in comparison with analogs are given.

UDC 621.311.21. IVANOV V.M., SYOMKIN B.V., IVANOVA T.Yu., BAKHTINA I.A. **Restoration of Hydropower Station at Kolyvan Stone-Cutting Plant.**

Due to the anniversary of the Kolyvan stone-cutting plant the Administration of the Altai Krai made a decision of restoration of the historical monument and developing a modern hydropower station including micro hydroelectric power station with a water filling wheel and hydraulic engineering constructions. Operations on reconstruction are executed on the project developed by scientists of Altai State Technical University. The authors developed a model of a water filling wheel in scale 1:2 and a full-scale unit of automatic control of electrical loading, as well as testing calculations on static and dynamic loads of fixing behind water-waste constructions were executed and carried out all the necessary tests. As a result for electrical power supply and energy saving at the plant the micro hydroelectric power station with a water filling wheel of diameter 5.5 m, width 0.9 m and quantity of blades 48 was set. The main technical characteristics of micro hydroelectric power station: power 15 kW, expenditure 0.55 m³/s, pressure 5.5 m, phase voltage 230 V, frequency 50 Hz, total efficiency 60%. Now the micro hydroelectric power station effectively works in the standard mode at the plant and works out electric power for its needs all the year round. The payback period of the micro hydroelectric power station made 3 years, and economic effect of its implementation averages about 300 thousand rubles a year.

УДК 621.316.9:621.315. БРЕЙДО И.В., КАВЕРИН В.В., ВОЙТКЕВИЧ С.В. **Разработка математической модели расчета параметров катодной защиты высоковольтных опор.**

Протяжённость высоковольтных линий электропередач (ВЛЭП) в Республике Казахстан превышает 23 тыс. км, причем их большая часть пролегает вне населённых пунктов. Любая авария на линии электропередач напряжением 110-500 кВ, связанная с пробоями изоляции, обрывом токоведущих проводов, падением опор, приводит к перебоям электроснабжения целых регионов республики. Так как указанные высоковольтные линии электропередач являются стратегическими для системы электроэнергетики Казахстана, то ущерб от их аварий значителен. В процессе эксплуатации элементы конструкции опор высоковольтных линий электропередач, расположенные под землёй, контактируют с различными средами: грунтом, водой, воздухом и, кроме того, подвергаются воздействию блуждающих в грунте токов, наводимых токоведущими элементами высоковольтных линий электропередач. В связи с наличием дрейфующих ионов в грунте, вызванных утечками и электромагнитными полями линий электропередач возникают процессы электрохимической коррозии, что приводит к активному разрушению металла и железобетона, и соответственно элементов опор высоковольтных линий электропередач. Эффект электрохимической коррозии описывается в виде уравнений электрохимических реакций.

УДК 612.087.1:343.982.323=512.122. ГОЛОВАЧЕВА В.Н., КОККОЗ М.М., АБАЕВА Н.Ф., ТОЙШЫБЕК Ә.Н. **Биометрические средства идентификации личности.**

Статья составлена в следующей последовательности: область применения биометрических технологий, средства идентификации личности в системах безопасности, этапы применения и модули биометрической технологии, виды распознавания лица. Может реализовываться в виде приравнивания, идентификации или распознавания. Идентификация – установление соответствия изображения с видеокамеры с одним из образцов, сохраняемых в базе данных. При распознавании если принимаемая информация и сохраненный образец будут одинаковы, то система приравнивает личность в соответствии с образцом. В настоящее время в поисках виновных происшествий, в распознавании лица системами современного видеонаблюдения используются разные методы распознавания. Методы: «eigenfaces», подбор «особых примет», подбор на основе «нейронной линии», метод «автоматической обработки лица. В настоящее время актуальность описанной технологии в системах контроля доступа и системах безопасности объясняется его вспомогательным применением.

УДК 622.23.05. БРЕЙДО И.В., ДРИЖД Н.А., МАРКВАРДТ Р.В. **Обзор систем дистанционного управления проходческими комбайнами.**

На данном этапе развития техники нашли широкое распространение различные системы дистанционного управления удаленными объектами. Следует отметить, что подобные системы находят применение в различных отраслях не только науки и техники, но и в повседневной жизни. Они заменяют человека в различных тяжелых и вредных производствах, военных, космических отраслях, высокотехнологичных производствах, быту и т.д. Но, к сожалению, применение таких

ЭОЖ 621.316.9:621.315. БРЕЙДО И.В., КАВЕРИН В.В., ВОЙТКЕВИЧ С.В. **Жоғары вольтті тіреулерді катодты қорғау параметрлерін есептеудің математикалық моделін әзірлеу.**

Қазақстан Республикасындағы жоғары вольтті электр беріліс желілерінің (ЖЭБЖ) ұзындығы 23 мың км-ден асады, сонымен бірге олардың көп бөлігі елді мекеннен тыс жерлермен өтеді. Кернеуі 110-500 кВ болатын электр беріліс желісіндегі оқшаулаудың бұзылуымен, ток өткізетін сымдардың үзілуімен, тіреулердің құлауымен байланысты кез келген апат республикада көптеген аймақтарды электрмен қамтуда іркілістердің орын алуына әкеледі. Өйткені аталған жоғары вольтті электр беріліс желілері Қазақстанның электр энергетикасы жүйесі үшін стратегиялық болып табылады, онда апаттардан түсетін зардап та жоғары болады. Пайдалану процесінде жоғары вольтті электр беріліс желілеріндегі жер асты орналасатын тіреу конструкцияларының элементтері әр түрлі орталармен қатынасқа түседі, олар: топырақ, су, ауа және, бұдан бөлек, жоғары вольтті электр беріліс желілерінің ток өткізгіш элементтермен өтетін топырақтағы токтың ықпалына түседі. Топырақта электр беріліс желілерінің жылыстауынан және электр магниттік өрістерден туындайтын жылжымалы иондардың болуына орай электр химиялық коррозия процесі туындайды, бұл металл мен темір бетонның, сәйкесінше жоғары вольтті электр беріліс желілеріндегі тіреу элементтерінің белсенді бұзылуына әкеледі. Электр химиялық коррозия нәтижесі электр химиялық реакциялар теңдеулері түрінде сипатталады.

ЭОЖ 612.087.1:343.982.323=512.122. ГОЛОВАЧЕВА В.Н., КОККОЗ М.М., АБАЕВА Н.Ф., ТОЙШЫБЕК Ә.Н. **Тұлғаны сәйкестендірудің биометриялық құралдары.**

Мақала құрамы келесі тізбектен құралған: биометриялық технологиялардың қолданылу аясы, қауіпсіздік жүйелеріндегі тұлғаны сәйкестендіру тәсілдері, биометриялық технологияның қолданылу кезеңдері және модульдері, бет әлпетті айырып танудың түрлері. Теңдестіруді анықтау, сәйкестендіру немесе айырып тану түрінде жүзеге асырылуы мүмкін. Сәйкестендіру – дерекқорда сақталынатын үлгілердің біреуімен бейнекамерадан қабылданатын кескіннің сәйкестігін растайды. Айырып тану кезінде, егер қабылданған мәлімет пен сақталынған үлгі бірдей болып шығатын болса, онда жүйе тұлғаны сәйкес үлгімен теңдестіреді. Қазіргі таңда оқиғаларға қатысты кінәлілерді іздестіру, бет әлпетті анықтап білу жүйелерімен біріктірілген заманауи бейнебақылау жүйелері әр түрлі айырып тану әдістерін қолданады. Әдістер: «eigenfaces», «айрықша белгілерді» саралау, «нейрондық желі» негізінде саралау, «бет әлпет кескінін автоматты түрде өңдеу» әдісі. Сипатталған технологияның өзектілігі, қазіргі таңда енуді бақылау жүйелерінде және қауіпсіздік жүйелерінде көмекші ретінде қолданылуымен түсіндіріледі.

ЭОЖ 622.23.05. БРЕЙДО И.В., ДРИЖД Н.А., МАРКВАРДТ Р.В. **Ұңғылау комбайндарын қашықтықтан басқару жүйелеріне шолу.**

Техниканың қазіргі даму кезеңінде шалғайдағы нысандарды қашықтықтан басқарудың әр түрлі жүйелері кенінен қолданысқа енді. Айта кететін жайт, мұндай жүйелер ғылым мен техниканың әр түрлі салаларында ғана емес, күнделікті өмірде де қолданыс тауып келеді. Олар әр түрлі ауыр әрі зиянды өндірістерде, әскери, ғарыштық салаларында, жоғары технологиялық өндірістерде, тұрмыста және т.б. адам күшін алмастыра алады. Алайда, өкінішке орай, мұндай жүйелерді

UDC 621.316.9:621.315. BREYDO I.V., KAVERIN V.V., VOITYKEVICH S.V. **Developing Mathematical Model of Designing High-Voltage Supports Cathode Protection Parameters.**

The length of high-voltage power lines (HVPL) in the Republic of Kazakhstan exceeds 23 thousand km, and their largest part lies out of settlements. Any accident on the line of electricity transmissions of 110-500 kV connected to insulation breakthrough, breakaway of current carrying wires, falling of support leads to interruptions of electrical power supply to the whole regions of the Republic. As the specified high-voltage lines of electricity transmissions are strategic for the system of power industry of Kazakhstan, a damage from their accidents is considerable. In operation the elements of the supporting construction of high-voltage lines of electricity transmissions located underground, contact to different environments: soil, water, air and, besides, are affected by currents wandering in soil imposed by the current carrying elements of high-voltage power lines. Due to the existence of drifting ions in soil caused by leaks and electromagnetic fields of power lines there are electrochemical corrosion processes that leads to the active corrupting of metal and steel concrete, and accordingly the elements of supporting high-voltage lines of electricity transmissions. The effect of electrochemical corrosion is described in the form of equations of electrochemical reactions.

UDC 612.087.1:343.982.323=512.122. GOLOVACHOVA V.N., KOKKOZ M.M., ABAYEVA N.F., TOYSHYBEK A.N. **Biometric Means of Personality Identification.**

The article is made in the following sequence: the application field of biometric technologies, means of personality identification in security systems, stages of application and modules of biometric technology, types of recognition of a person. It can be implemented in the form of equating, identification or recognition. Identification is the establishment of compliance of the image from the video camera with one of the samples saved in the database. In case of recognition if the accepted information and the saved sample will be identical, the system equates the personality according to the sample. Now in searching for guilty in incidents, in recognition of a person by systems of the up-to-date video surveillance there are used different methods of recognition. The methods are: «eigenfaces», selection of «special signs», selection on the basis of «the neural line», a method of «hands-off processing» of the person. Now the relevance of the described technology in monitoring systems of access and security arrangements is explained by its auxiliary application.

UDC 622.23.05. BREYDO I.V., DRIZHD N.A., MARKVARDT R.V. **Review of Systems for Remote Controlling Heading Machine.**

At the present stage of development of technique there are widely used different systems of remote controlling objects. It should be noted that similar systems find application not only in different branches of sciences and techniques, but also in everyday life. They replace the person in different heavy and harmful productions, military, space branches, hi-tech productions, life, etc. But, to a regret, the use of such systems in mining industry is very restricted. It is influenced by different factors, one of which is the absence of qualified specialists having

систем в горнорудной промышленности весьма ограничено. На это влияют различные факторы, одним из которых является отсутствие квалифицированных специалистов, имеющих опыт работы с такими системами, а также отсутствие накопленного опыта научных исследований в области дистанционного управления объектами в условиях подземной добычи полезных ископаемых. В связи с этим встает вопрос о проведении исследований с целью изучения особенностей применения таких систем, которые могли бы дать импульс к внедрению систем в различных отраслях применения.

УДК 332.72(574). КАЗАКОВА Г.Н., СОН И.П. **Анализ влияния реального сектора экономики на отдельные сегменты рынка недвижимости в Казахстане.**

Текущее состояние рынка недвижимости и прогнозы его динамики интересны многим. Рынок недвижимости в национальной экономике выполняет ряд важнейших функций и подвержен многим внешним влияниям. Наличие взаимосвязи и взаимозависимости между показателями развития экономики, в частности ее реального сектора, и рынка недвижимости неоспоримо. Цель статьи – раскрыть вопрос влияния изменений в реальном секторе экономики на различные сегменты рынка недвижимости в Казахстане. Исследование, проведенное в статье, показало очевидное взаимовлияние промышленного роста на рост инвестиций в основной капитал предприятий Республики Казахстан и расширение сегмента производственной недвижимости на рынке недвижимости в период с 1993 по 2013 гг. Приведённые в статье данные также показывают наличие взаимосвязи между ростом строительства и динамикой жилого сегмента рынка недвижимости. В завершение в статье приводится обобщённый анализ мнений экспертов о динамике рынка недвижимости в 2015-2016 гг.

УДК 338.001.36. ТУЛУПОВА С.А., НЕТОВКАНАЯ Н.А. **Экономический анализ как инструмент повышения эффективности управления предприятием.**

Одним из главных инструментов повышения эффективности деятельности предприятия является экономический анализ. Управленческие решения и действия сегодня должны быть основаны на точных расчетах, глубоком и всестороннем экономическом анализе. Объектами экономического анализа являются: имущественно-финансовое положение организации, ее производственная, снабженческо-сбытовая, финансовая деятельность, работа отдельных структурных подразделений. Выделяют три функции анализа – оценочную, диагностическую и поисковую. Принципы экономического анализа составляют основу аналитической работы на предприятии, эффективность которой обеспечивается комплексностью их использования на любом уровне управления. Результативность экономического анализа в значительной степени зависит от его информационного и методического обеспечения. Экономический анализ является важным элементом в системе управления производством, действенным инструментом выявления внутрихозяйственных резервов, основой разработки научно обоснованных планов и управленческих решений для повышения эффективности управления предприятием.

кен-рудалы өнеркәсіпте пайдалану айтарлықтай шектеулі болып тұр. Бұған әр түрлі факторлар ықпал етеді, олардың бірі мұндай жүйелермен жұмыс істеу тәжірибесі бар білікті мамандардың жоқтығы, сонымен бірге пайдалы қазбаларды жер асты өндіру жағдайында нысандарды қашықтықтан басқару облысында да тәжірибенің жоқтығы болып табылады. Осыған орай бұл жүйелерді әр түрлі салаларға енгізуде ілгерілік бере алатын мұндай жүйелерді пайдалану ерекшеліктерін зерделеу мақсатында зерттеулер жүргізу мәселесі орын алады.

ӘОЖ 332.72(574). КАЗАКОВА Г.Н., СОН И.П. **Экономиканың нақты секторының Қазақстандағы жылжымайтын мүлік нарығының жеке сегменттеріне тигізетін ықпалын талдау.**

Жылжымалы мүлік нарығының қазіргі күйі мен оның қарқынының болжамдары көпшілікке қызық болып табылады. Жылжымайтын мүлік нарығы ұлттық экономикада көптеген маңызды функциялар қатарын орындайды және оған көптеген сыртқы ықпалдар әсер етеді. Экономика дамуының көрсеткіштері арасындағы, дәлірек айтқанда, оның нақты секторы мен жылжымайтын мүлік нарығының арасында өзара байланыс пен өзара тәуелділіктің болуы даусыз. Мақаланың мақсаты – экономиканың нақты секторындағы өзгерістердің Қазақстандағы жылжымайтын мүлік нарықтың әр түрлі сегменттеріне әсер ету мәселесін ашу. Мақалада жүргізілген зерттеу өнеркәсіптік өсудің Қазақстан Республикасындағы кәсіпорындардың негізгі капиталына және 1993 жыл мен 2013 жыл аралығында жылжымайтын мүлік нарығындағы өндірістік жылжымайтын мүлік сегментін кеңейтуге арналған инвестициялардың өсуіне айтарлықтай өзара әсер ететіндігін көрсетті. Мақалада көрсетілген деректер де құрылыстың өсуі мен жылжымайтын мүлік нарығындағы тұрғын үй сегментінің өсу қарқыны арасында өзара байланыстың болатындығын көрсетті. Нәтижесінде мақалада сарапшылардың 2015-2016 жылдарда жылжымайтын мүлік нарығының қарқыны туралы пікірлері жалпы талданды.

ӘОЖ 338.001.36. ТУЛУПОВА С.А., НЕТОВКАНАЯ Н.А. **Экономикалық талдау кәсіпорынды басқару тиімділігін арттыру құралы ретінде.**

Экономикалық талдау кәсіпорын қызметінің тиімділігін арттырудың басты құралдарының бірі болып табылады. Басқару шешімдері мен әрекеттері бүгінгі күні нақты есептеулерге, терең әрі жан-жақты экономикалық талдауға негізделуі керек. Экономикалық талдау объектілері: ұйымның мүліктік-қаржылық жаңдайы, оның өндірістік, тұрмыстық-қамту, қаржылық қызметі, жеке құрылымдық бөлімшелердің жұмысы. Талдаудың үш функциясы ажыратылады – бағалау, диагностикалық және іздеу функциялары. Экономикалық талдау принциптері кәсіпорындардағы аналитикалық жұмыс негізін құрайды, оның тиімділігі оларды кез келген басқару деңгейінде қолдану кешенділігімен қамтамасыз етіледі. Экономикалық талдау нәтижелілігі оның ақпараттық және әдістемелік қамтамасыз етуіне байланысты болады. Экономикалық талдау өндірісті басқару жүйесіндегі маңызды элемент, шаруашылық ішіндегі резервтерді анықтау құралы, кәсіпорынды басқару тиімділігін арттыруға арналған ғылыми негізделген жоспарлар мен басқару шешімдерін әзірлеу негізі болып табылады.

experience with such systems, as well as the absence of the accumulated experience of scientific research in the field of distant object management in the conditions of underground mining. In this regard there is the question of carrying out studies for the purpose of studying the features of using such systems which could give pulse to implementation of systems in different branches of application.

UDC 332.72(574). KAZAKOVA G.N., SON I.P. **Analyzing Economy Real Sector Impact on Separate Segments of Real Estate Market in Kazakhstan.**

The current state of the market of real estate and forecasts of its dynamics are interesting to a lot. The market of real estate in the national economy executes a number of the major functions and is subject to many external impacts. The existence of correlation and interdependency between indicators of the development of economy, in particular its real sector and the market of real estate is indisputable. The article purpose is to open the issue of the impact of changes in the real sector of economy on different segments of the market of real estate in Kazakhstan. The research which is carried out in the article showed obvious interference of the industrial growth on the growth of investments into fixed capital of enterprises of the Republic Kazakhstan and extension of the segment of production real estate in the market of real estate during the period from 1993 to 2013. The data provided in the article also show the existence of correlation between the growth of construction and dynamics of the inhabited segment of the market of real estate. The generalized analysis of experts' opinions on dynamics of the market of real estate in 2015-2016 is provided in the article.

UDC 338.001.36. TULUPOVA S.A., NETOVKANAYA N.A. **Economic Analysis as Instrument for Increasing Efficiency of Enterprise Management.**

One of the principal instruments of increasing the efficiency of activities of an enterprise is the economic analysis. Administrative decisions and actions shall be based on exact calculations, the deep and all-round economic analysis today. The objects of the economic analysis are: property financial position of an organization, its production, supplying and marketing, financial activity, operation of separate structural subdivisions. There are separated three functions of the analysis: evaluation, diagnostic and retrieval. The principles of the economic analysis make the basis of analytical operation at the enterprises which efficiency is provided with the complexity of their use at any level of control. The productivity of the economic analysis substantially depends on its information and methodical support. The economic analysis is an important element in the production management system, an effective instrument of detection of intra-economic reserves, a basis of development of evidence-based plans and administrative decisions for increasing the effective management of the enterprise.

УДК 369.014+338.23. УРАЗБЕКОВ А.К., БОРИСОВА Е.И. **Реформирование накопительной пенсионной системы в Республике Казахстан.**

Рассмотрены вопросы реформирования пенсионной системы в Республике Казахстан. Модернизация пенсионной системы осуществляется в соответствии с Посланием Главы государства народу Казахстана и поручением Правительству о создании ЕНПФ. Проведенный анализ показывает, что накопительная пенсионная система имеет свои недостатки и преимущества. Показано, что пенсионная система страны в последние годы не отличается качественным развитием, а рост количественных показателей не свидетельствует об ее эффективности. Сделан акцент на необходимости разработки и принятия комплекса мер, направленных на улучшение показателей ЕНПФ, в первую очередь в инвестиционном плане. Отмечено, что накопительная пенсионная система мотивирует население к накоплению личных сбережений и самостоятельному обеспечению собственной старости, устанавливая зависимость размера получаемых пенсионных выплат от внесенных взносов и результатов инвестиционного управления ими. Для эффективного решения поставленных задач основными принципами модернизации пенсионной системы являются: последовательность и поэтапность преобразований, сбалансированность распределения ответственности за пенсионное обеспечение между государством, работодателем и работником, защита пенсионных прав граждан, прозрачность процесса управления пенсионными активами, системность преобразований пенсионной системы и их осуществление в зависимости и во взаимосвязи с макроэкономическим развитием.

УДК 621.31:64.011.1. ФЕСЕНКО А.А., КАРАКЧИЕВА Л.О. **Энергосбережение, энергоэффективность: опыт, проблемы.**

В статье рассмотрены вопросы энергосбережения и энергоэффективности экономики. В процессе исследования установлено, что рациональное использование энергетических ресурсов приобретает все большую актуальность для мирового сообщества. Решение энергосбережения и энергоэффективности экономики становится стратегической задачей для многих государств. Проанализировано применение энергосберегающих технологий в освещении. Приведено сравнение различных типов освещения по базовым характеристикам. Полученные результаты могут быть использованы в учебном процессе, в проведении научно-исследовательской работы по данному направлению. Проанализировав статью, можно сделать вывод: для продвижения энергосберегающих технологий необходимы комплексный подход, совершенствование действующего законодательства, разработка правовых и технических мер стимулирования, применение экономических и правовых механизмов.

УДК 338.33:512.122. КИЗАТ А.Е. **Формирование экономической диверсификации в Казахстане.**

В статье основной проблемой развитых стран рассматривается обеспечение конкурентоспособного промышленного и экономического роста. Свидетелем государственного дохода в развитии инновации является агропромышленный комплекс. В каждом казахстанском институте ориентируются на повышение и рост эффективности государственной инвестиционной деятельности. Обеспечивается рост конкурентоспособности республики. Обращено внимание на продвижение казахстанских товаров и услуг в

ЭОЖ 369.014+338.23. ОРАЗБЕКОВ А.К., БОРИСОВА Е.И. **Казахстан Республикасындағы жинақтаушы зейнетақы жүйесін реформалау.**

Қазақстан Республикасындағы зейнетақы жүйесін реформалау мәселелері қарастырылған. Зейнетақы жүйесін жаңғырту Елбасының Қазақстан халқына арнаған Жолдауына және БЖЗҚ-ын жасау туралы Үкіметке берген тапсырмасына сәйкес жүзеге асырылады. Жүргізілген талдау көрсеткендей, жинақтаушы зейнетақы жүйесінде өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Сонымен бірге еліміздің зейнетақы жүйесі соңғы жылдары сапалы дамумен ажыратылмайтындығы көрсетілген, ал мөлшерлік көрсеткіштердің өсуі оның тиімділігін қуаландырмайды. БЖЗҚ-ның көрсеткіштерін, бірінші кезекте, инвестициялық жоспарда, жақсартуға бағытталған шаралар кешенін әзірлеу мен қабылдау қажеттілігіне екіл жасалған. Жинақтаушы зейнетақы жүйесі тұрғындарды жеке жинақ ақшаларын жинауға және қартайған шағын өздігінен қамтамасыз етуге ынталандырады да, енгізілген жарналардан түсетін зейнетақы төлемдерінің өлшемі мен оларды инвестициялық басқару нәтижесіне қатысты тәуелділік орнатады. Зейнетақы жүйесін жаңғыртуға қойылған мақсаттарды тиімді шешуге арналған негізгі принциптер: түрлендірулердің тізбектілігі мен кезеңдігі, мемлекет, жұмыс беруші мен жұмыскер арасында зейнетақымен қамтамасыз ету үшін жауапкершілікті үйлестіру теңгерімділігі, азаматтардың зейнетақы құқықтарын қорғау, зейнетақы активтерін басқару процесінің айқындығы, зейнетақы жүйесіндегі түрлендірулер жүйелілігі және оларды макроэкономикалық дамумен тәуелділікте әрі өзара байланысты жүзеге асыру.

ЭОЖ 621.31:64.011.1. ФЕСЕНКО А.А., КАРАКЧИЕВА Л.О. **Энергия үнемдеу, энергия тиімділігі: тәжірибесі, мәселелері.**

Мақалада экономиканың энергия үнемдеу және энергия тиімділігі мәселелері қарастырылған. Зерттеу процесінде энергетикалық ресурстарды тиімді пайдалану әлемдік қауымдастық үшін үлкен өзектілікке ие болып келе жатқандығы көрсетілген. Экономиканың энергия үнемдеуі мен энергия тиімділігін шешу көптеген мемлекеттер үшін стратегиялық мәселе болып табылады. Жарықтандыруда энергия үнемдеу технологияларын қолдану талданды. Негізгі сипаттамалар бойынша жарықтандырудың әр түрлі типтері салыстырылды. Алынған нәтижелерді оқу процесінде, осы бағыттағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде қолдануға болады. Мақаланы талдай келе, мынадай қорытынды жасауға болады: энергия үнемдеу технологияларын жетілдіру үшін кешенді тәсіл, әрекеттегі заңнаманы жетілдіру, ынталандырудың құқықтық әрі техникалық шараларын әзірлеу, экономикалық және құқықтық механизмдерді қолдану керек.

ЭОЖ 338.33:512.122. КИЗАТ А.Е. **Қазақстандағы экономикалық әртараптандырудың қалыптасуы.**

Мақалада дамыған елдерде негізгі мәселе болып бәсекеге қабілетті өнеркәсіп және экономикалық өсуді қамтамасыз ету қарастырылады. Инновацияны дамытудағы мемлекет табысының күәсі агро-өнеркәсіптік кешен болып табылды. Әрбір қазақстандық институтта мемлекеттік инвестициялық қызметтің тиімділігін жоғарылатуға және арттыруға бағыттайды. Республиканың бәсекеге қабілеттілігінің өсуін қамтамасыз етеді. Әлемдік нарықтарда қазақстандық тауарлар мен қызметтердің жылжуына әрекет етуге көңіл бөлінуде.

UDC 369.014+338.23. URAZBEKOV A.K., BORISOVA Ye.I. **Reforming Funded Pension System in Republic of Kazakhstan.**

There are considered the issues of reforming the pension system in the Republic of Kazakhstan. Upgrade of the pension system is carried out according to the Message of the Head of state to the people of Kazakhstan and the assignment to the Government about developing ENPF. The carried-out analysis shows that the funded pension system has its shortcomings and advantages. It is shown that the pension system of the country doesn't differ in high-quality development in recent years, and the growth of the quantitative indices doesn't testify to its efficiency. The emphasis is placed on the need of development and acceptance of a package of measures directed at improving the indices of NPF, first of all in the investment plan. It is marked that the funded pension system motivates the population to accumulation of personal savings and independent support of own old age, setting a dependence of the amount of the received pension payments on the entered contributions and result of investment control of them. For the effective solution of objectives, the basic principles of upgrade of the pension system are: sequence and phasing of conversions, balance of distribution of responsibility for provision of pensions between the state, the employer and the worker, protection of the pension rights of citizens, transparency of the administrative process by pension assets, systemacity of conversions of the pension system and their implementation in dependence and in correlation with the macroeconomic development.

UDC 621.31:64.011.1. FESSENKO A.A., KARAKCHIYEVA L.O. **Energy Saving, Energy Efficiency: Experience, Problems.**

In the article there are considered the issues of energy saving and energy efficiency of economy. In the process of studying it was established that the rational use of energetic resources acquires the increasing relevance for the world community. The solution of energy saving and energy efficiency of economy becomes a strategic task for many states. Application of energy saving technologies in lighting is analyzed. Comparing of different types of lighting on base characteristics is given. The obtained results can be used in the educational process, in carrying out research and development operation in this direction. Having analyzed the article, it is possible to draw a conclusion: the integrated approach, enhancement of the current legislation, development of legal and technical measures of stimulation, application of economic and legal mechanisms is necessary for the advance of energy saving technologies.

UDC 338.33:512.122. KIZAT A.E. **Forming Economic Diversification in Kazakhstan.**

In the article there is considered the support of competitive industrial and economic growth as the main problem of the developed countries. The witness of the state revenue in the development of innovations is the agro-industrial complex. At each Kazakhstan institute they are guided by the increase and growth of the efficiency of the state investment activities. They are urged to affect innovative activity in the country, to provide the growth of competitiveness of the Republic. They are called for actions in advancing the Kazakhstan goods and services in the world economy. Complex

мировой экономике. Для совершенствования производства обработки предприятия, создания условий для технологического развития приняты комплексные меры.

УДК 332.12. КАН В. **Кластерный фактор конкурентоспособности экономики: зарубежный опыт.**

В статье анализируется экономическое развитие зарубежных стран, выбравших развитие промышленных кластеров в качестве ведущего фактора повышения конкурентоспособности. Автор рассматривает особенности кластерного развития экономики в странах Западной Европы, США и Азии. Акцентируется внимание на отраслевых направлениях развития кластеров в США, Германии, Японии и др. Вместе с тем подробно рассмотрены государственные поддержки кластерной инициативы в ведущих странах мира.

УДК 620.193.01. ШАХАНОВА С.С., АМАНЖОЛОВ Ж.К. **Анализ причин наружной коррозии нефтепроводов.**

В статье рассматриваются процессы коррозии, которым подвергаются трубопроводы и оборудование в процессе эксплуатации. Коррозия металлических сооружений наносит большой материальный и экономический ущерб. Она приводит к преждевременному износу агрегатов, установок, линейной части трубопроводов, сокращает межремонтные сроки оборудования, вызывает дополнительные потери транспортируемого продукта. При подземной прокладке стальные трубопроводы подвергаются почвенной коррозии. В грунтах почти всегда содержатся соли, кислоты, щелочи и органические вещества, которые вредно действуют на стенки стальных труб. В некоторых случаях такая коррозия может вызвать очень быстрое появление сквозных свищей в металле трубы и этим вывести трубопровод из строя, такие разрушения происходят особенно часто в трубопроводах, уложенных без достаточной защиты от коррозии. Таким образом, успешная защита трубопроводных систем от коррозии может быть осуществлена при своевременном обнаружении коррозионных разрушений, определении их величины и выборе защитных мероприятий. В начальный период эксплуатации состояние трубопровода определяется качеством проектирования и строительства. Влияние этих факторов уменьшается во времени и доминирующее значение приобретают условия работы трубопровода.

УДК 669.05+512.122. ШАИХОВА Г.С., МАХМЕТОВА Г.Ш., АЛИМОВА Б.Ш., ТӨЛЕУТАЕВА Ж.М., ҚАСЫМОВА Л.Ж. ШАИХОВА Ж.Ж. **Исследование методом непрерывных частиц взаимодействующих потенциалов корреляционных функций для жидких металлов.**

Существует математический аппарат, раскрывающий возможности жидкостных теорий. Это теории корреляционных функций, значение которых состоит в определении атомно-молекулярных функций распределения. Мы хотим остановиться на формулах, выводимых из теории корреляционных функций компьютерных экспериментов. В работе описана теория, которая в конечном итоге приводит к описанию уравнений для жидкого состояния. Однако точность расчетных результатов сильно зависит от вида $\varphi(r)$ потенциала, т.е. междучастичного потенциала взаимодействия, а также от вида $g(r)$ функции.

Кәсіпорынның өңдеу өнеркәсібін жетілдірілуі үшін, технологиялық дамуына жағдай жасау үшін кешенді шаралар жасалған.

ӘОЖ 332.12. КАН В. **Экономиканың бәсекеге қабілеттілігінің кластерлік факторы: шетелдік тәжірибе.**

Мақалада бәсекеге қабілеттілікті арттырудың жетекші факторы ретінде өнеркәсіптік кластерлерді дамытуды таңдаған шетел мемлекеттерінің экономикалық дамуы талданады. Автор Батыс Еуропа, АҚШ пен Азия елдеріндегі экономиканың кластерлік даму ерекшеліктерін қарастырады. АҚШ, Германия, Жапония және т.б. мемлекеттерде кластерлерді дамытудың салалық бағыттары назарға алынады. Сонымен бірге әлемнің жетекші мемлекеттеріндегі кластерлік бастаманы мемлекеттік қолдау толық қарастырылған.

ӘОЖ 620.193.01. ШАХАНОВА С.С., АМАНЖОЛОВ Ж.К. **Мұнай құбырларының сыртқы коррозиясының себептерін талдау.**

Мақалада пайдалану процесінде құбырлар мен жабдықтар ұшырайтын коррозия процесстері қарастырылады. Металл нышандардағы коррозия үлкен материалдық және экономикалық зардап әкеледі. Ол агрегаттардың, қондырғылардың, құбырдың сызықтық бөлігінің мерзімінен бұрын тозуына әкеледі, жабдықтың жөндеу аралық мерзімін қысқартады, тасымалданатын өнімнің қосымша шығындалуын тудырады. Жер асты төмеу кезінде болат құбырлар топырақтық коррозияға ұшырайды. Топырақта әрдайым тұз, сілті және органикалық заттар болады, олар болат құбырлардың қабырғаларына зиян келтіреді. Кей жағдайларда мұндай коррозия құбыр металында толассыз тесіктердің тез пайда болуын туындату мүмкін және құбыр өткізгішті істен шығарады, мұндай бұзылулар көбінесе коррозиядан қорғалмаған құбыр өткізгіштерде орын алады. Осылайша, құбыр өткізгіш жүйелерді коррозиядан сәтті түрде қорғауды коррозиялық бұзылуларды мезгілінде тапқан кезде, олардың шамасын анықтаған кезде және қорғау шараларын таңдаған кезде жүзеге асыруға болады. Пайдаланудың бастапқы кезеңінде құбыр өткізгіштің күйі жобалау және құрылыс сапасымен анықталады. Бұл факторлардың ықпалы уақыт өткен сайын азаяды да, құбыр өткізгіштердің жұмыс істеу жағдайлары басым мәнге ие болады.

ӘОЖ 669.05+512.122. ШАИХОВА Г.С., МАХМЕТОВА Г.Ш., АЛИМОВА Б.Ш., ТӨЛЕУТАЕВА Ж.М., ҚАСЫМОВА Л.Ж., ШАИХОВА Ж.Ж. **Сұйық металдарға арналған корреляциялық функциялардың өзара әрекеттесу потенциалдарын үздіксіз бөлшектер әдісімен зерттеу.**

Сұйықтық теориясындағы мүмкіндіктерді ашатын математикалық аппарат бар болады. Бұл корреляциялық функциялар теориясы, оның мәні үлестірімнің атомдық-молекулалық функцияларын анықтаудан тұрады. Бұл жерде біздің компьютерлік эксперименттердің корреляциялық функциялар теориясынан шығатын формулаларына тоқталғмыз келді. Осы жұмыста сипатталған теория, ақырында, бізді сұйық күйді сипаттауға арналған теңдеулерге әкеледі. Алайда есептеу нәтижелерінің дәлдігі $\varphi(r)$ потенциалының түріне, яғни бөлшек аралық өзара әрекеттесу потенциалына, сондай-ақ $g(r)$ функцияларының түріне күшті тәуелді болады.

measures are taken for the enhancement of production of processing enterprises, developing the conditions for the technological development.

UDC 332.12. KAN V. **Cluster Factor of Economy Competitiveness: Foreign Practice.**

In the article there is analyzed the economic development of foreign countries which selected the development of industrial clusters as the leading factor of increasing competitiveness. The author considers the features of the cluster development of economy in the countries of Western Europe, the USA and Asia. Attention is focused on the branch directions of the development of clusters in the USA, Germany, Japan, etc. At the same time there are explicitly considered the state support of the cluster initiative in the leading countries of the world.

UDC 620.193.01. SHAKHANOVA S.S., AMANZHOLOV Zh.K. **Analyzing Causes of Pipeline External Corrosion.**

In the article there are considered corrosion processes to which pipelines and the equipment in the course of operation are exposed. Corrosion of metal constructions causes extensive material and economic damage. It leads to the premature wear of aggregates, installations, linear parts of pipelines, reduces reserve maintenance periods of the equipment, causes additional losses of the transported product. In case of the underground laying steel pipelines are exposed to soil corrosion. Soil almost always contains salts, acids, alkalis and organic substances which harmfully affect walls of steel pipes. In certain cases such corrosion can cause very fast appearance of open fistulas in metal of the pipe and to put the pipeline out of action; such damages happen especially often in the pipelines which are laid down without sufficient protection against corrosion. Thus, successful protection of pipeline systems against corrosion can be realized in case of timely detection of corrosion damages, determination of their value and a choice of protective measures. At the initial stage of operation the status of the pipeline is defined by the quality of design and construction. The impact of these factors decreases in time and the dominating value is acquired by operating conditions of the pipeline.

УДК 669.05+512.122. ШАИХОВА Г.С., МАХМЕТОВА Г.Ш., АЛИМОВА Б.Ш., ТӨЛЕУТАЕВА Ж.М., ҚАСЫМОВА Л.Ж., ШАИХОВА Ж.Ж. **Studying by Continuous Particles Method of Correlation Functions Interacting Potentials for liquid Metals.**

There exists a mathematical apparatus revealing the possibilities of liquids theories. They are the theories of correlation functions which importance consists in defining atomic-molecular functions of distribution. We would like to consider the formulas derived from the theory of correlation functions of computer experiments. In the article there is described the theory that finally leads to the description of equations for liquid state. However, the accuracy of calculation results depends strongly on the type of $\varphi(r)$ potential, i.e. inter-particle potential of interaction, as well as on the type of $g(r)$ function.

Информационное сообщение

Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» Карагандинского государственного технического университета входит в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных результатов диссертаций.

Результаты реформы высшей школы и системы научной аттестации в Республике Казахстан, основанные на трехуровневой системе образования, в соответствии с принципами организации Болонского процесса: академической мобильностью, международным обменом, дублированным образованием, множественностью траекторий обучения бакалавров, магистров и PhD-докторантов, развитием системы дистанционного образования, положительно влияют на все сферы жизни университета, в том числе и на содержание статей в журнале.

Проблемы высшей школы в рамках Болонского процесса, инновационное развитие профессионального образования на базе специализированных программно-аппаратных комплексов и телекоммуникационных средств, с последующим созданием систем дистанционного образования, не ограниченных в географических границах, стали платформой, объединяющей ученых и преподавателей высших учебных заведений Республики Казахстан, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Примерами являются международные контакты ученых, преподавателей, студентов, магистрантов и докторантов с коллегами из России, Германии, Чехии, Японии, Китая и других стран, участие КарГТУ в международных программах «Синергия», «ТЕМПУС», УШОС.

Практический опыт получения дублированного образования в магистратуре КарГТУ и институте МЭИ-Festo (по специальности «Автоматизация и управление») получен в процессе реализации программы «Синергия». В Национальном исследовательском университете «МЭИ» и Уральском федеральном университете им. первого Президента РФ Ельцина Б.Н. прошло семестровое обучение магистрантов кафедры АПП университета по программе УШОС.

Известные в Республике Казахстан, в СНГ и дальнем зарубежье ученые университета приступили к подготовке PhD-докторантов:

в области геотехнологий и безопасности жизнедеятельности: 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., Готов 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.
5. Автоматика. Энергетика. Информатика. Управление.
6. Экономика.
7. 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.

Факс: (8-7212)-56-03-28.

Журнал выходит 4 раза в год – ежеквартально.

Адрес редакционно-издательского отдела (РИО):

100027, Караганда, Бульвар Мира, 56, IV корп., ауд. 208, заведующий РИО Сагдиева Куралай Кошкинбаевна

E-mail: rio_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакцию в двух экземплярах, указывается индекс УДК, 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 8 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 редакционно-издательского отдела (РИО):

100027, Караганда, Бульвар Мира, 56, IV корп., ауд. 208, заведующий РИО Куралай Кошкинбаевна Сагадиева

E-mail: rio_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

Республиканское государственное предприятие на правах хозяйственного ведения «Карагандинский государственный технический университет» Министерства образования и науки Республики Казахстан

100027, Караганда, Бульвар Мира, 56

Тел.: 8-7212 (56-51-92), (56-88-95)

ИИК KZ638560000000147366

АО Банк ЦентрКредит

БИК KCSJBKZKX

КБЕ 16

БИН 000240004524

Ректор РГП на ПХВ «Карагандинский государственный технический университет» МОН РК,

академик НАН РК Газалиев Арстан Мауленович



УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ❖ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА
2015. № 2. 174 с.

№ 15375-ж тіркеу куәлігін 2015 жылдың 27 мамырда Қазақстан Республикасының Инвестициялар және даму министрлігінің жанындағы Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитеті берген

Регистрационное свидетельство № 15375-ж от 27 мая 2015 года выдано Комитетом связи, информатизации и информации при Министерстве по инвестициям и развитию Республики Казахстан

Әдеби редакторлар — Литературные редакторы
Р.С. Искакова, К.К. Сагадиева, 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	29.06.2015	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	22,0	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	111	Заказ
Индексі	74379	Индекс

E-mail редакции: rio_kstu@mail.ru

Отпечатано в типографии Карагандинского государственного технического университета
Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, б. Мира, 56.

