



# УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

\* 4 (65)  
2016

---

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 развитию  
Республики Казахстан (регистрационное  
свидетельство № 15375–ж от 27.05.2015 г.)*

## **МЕНШІК ИЕСІ**

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

## **СОБСТВЕННИК**

*Республиканское государственное пред-  
приятие на праве хозяйственного веде-  
ния «Карагандинский государственный  
технический университет» Министер-  
ства образования и науки Республики Ка-  
захстан (г. Караганда)*

Главный редактор

**М.К. Ибатов**

ректор, д-р техн. наук, профессор

## Редакционный совет

- Ибатов М.К.** ректор, д-р техн. наук, проф. (председатель)
- Исагулов А.З.** первый проректор, академик МАИН, КазНАЕН, АН ВШК, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя)
- Фешин Б.Н.** профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)
- Ахметжанов Б.А.** зав. кафедрой экономики предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.
- Байджанов Д.О.** профессор кафедры строительных материалов и технологий, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
- Брейдо И.В.** зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.
- Выжва С.А.** проректор по научной работе, зав. кафедрой геофизики КНУ им. Т. Шевченко, д-р геол. наук, проф.
- Дрижд Н.А.** профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, д-р техн. наук, проф.
- Егоров В.В.** проректор по учебной и методической работе, академик МАИН, КазНАЕН, РАПО, д-р пед. наук, проф.
- Ермолов П.В.** зав. лабораторией ИПКОН, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук, проф.
- Жетесова Г.С.** зав. кафедрой технологического оборудования, машиностроения и стандартизации, д-р техн. наук, проф.
- Кошебаева Г.К.** профессор кафедры менеджмента предприятия, д-р экон. наук, проф.
- Левицкий Ж.Г.** профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, д-р техн. наук, проф.
- Малыбаев С.К.** профессор кафедры промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.
- Низаметдинов Ф.К.** зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.
- Нургужин М.Р.** президент АО «Национальная компания «Казахстан гарыш сапары», академик НИА РК, МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.
- Пак Ю.Н.** руководитель УМО-проректор, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.
- Пивень Г.Г.** почетный ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
- Портнов В.С.** профессор кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
- Смирнов Ю.М.** зав. кафедрой физики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
- Тутанов С.К.** зав. кафедрой высшей математики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ</b> .....	5
ПАК Ю.Н., ШИЛЬНИКОВА И.О. Компетентностная модель выпускника в контексте ГОСО нового поколения.....	5
ГОЛОВИН И.Л., ЭРЗЯМКИНА И.В. Влияние различных средств и форм физического воспитания на физическую и психоэмоциональную сферы студентов (Часть 1) .....	9
ШИЛОВ И.А., КУЖАХМЕТОВ С.Б., САДЕНОВ Р.М. Инновационные подходы в повышении спортивного мастерства по пауэрлифтингу студентов .....	13
<b>РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ</b> .....	17
ОТЕНИЙ Я.Н., МУРАВЬЕВ О.П., ТКАЧЕВА Ю.О., ШАЯХМЕТОВА А.Ф. Повышение точности длинных валов и тонкостенных труб протягиванием и дорнованием.....	17
ЖАРКЕВИЧ О.М. Минимизация остаточных напряжений в газотермических покрытиях.....	20
КАТРЕНОВ Б.Б., ЖУМАШЕВ К.Ж., НАРЕМБЕКОВА А.К., НАГУМАН С.Б. Изучение возможности обесцинкования шлама газоочистки доменного цеха растворами соляной кислоты .....	22
АКБЕРДИН А.А., КАРБАЕВ М.М. Математическая модель диаграммы фазового состава системы $BaO-SiO_2-B_2O_3$ .....	26
ГРИНБЕРГ М., ЖАНТУРИНА Н.Н. Спектроскопические характеристики оксисульфида иттрия и оксисульфида лантана, активированных европием и европием с эрбием .....	30
<b>РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	33
СЭБДЕНБЕКҰЛЫ Ө., БЕСИМБАЕВА О.Г., НИЗАМЕТДИНОВ Р.Ф., ОЛЕЙНИКОВА Е.А. Исследование проявления горных ударов при ведении работ на глубоких горизонтах Иртышского месторождения.....	33
ДРИЖД Н.А., МУСИН Р.А., АХМАТНУРОВ Д.Р., ЗАМАЛИЕВ Н.М., АГЫБАЙ Д.А. Математическая модель распространения жидкости в угольном пласте.....	37
КУРГАНСКИЙ В.Н., РУЧКО К.А., ПОРТНОВ В.С. Разделение нефтенасыщенных и водонасыщенных пород-коллекторов по данным ИННК на примере изучения пород Малодевицкого месторождения.....	41
ОЖИГИНА С.Б., ИСАБЕК Т.К., САШУРИН А.Д., ОЖИГИН Д.С. Обеспечение состояния устойчивости карьерных откосов на выходах угольных пластов под наносы .....	44
ИСКАКОВ К.Т., БЕРДЫШЕВ А.С., ШОЛПАНБАЕВ Б.Б., УЗАККЫЗЫ Н. Интерпретация радарограмм от искусственных объектов.....	47
ЖУМАБЕКОВ М.Н., ХАЛИКОВА Э.Р., ИМАНБАЕВА С.Б. Результаты исследований депрессии на руднике «Ушкатын – 3» .....	50

<b>РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>54</b>
КАДЫРОВ А.С., КУНАЕВ В.А. Перспективные методы повышения физико-механических характеристик доменного шлака для дорожного строительства .....	54
ТИМУХИНА Е.Н., ЖУНУСБЕКОВА Ж.Ж. Жер қазатын машиналардың айналмалы әрекеттегі жұмыс мүшелерінің қозғалысының кедергі күштерін орнату.....	59
ЖАКУЛИНА А.А., НАСРАТ Н. Анализ результатов исследования прочности грунтов .....	61
ГАНЮКОВ А.А., БАЛАБЕКОВА К.Г. Расчет пространственной рамы модульного путепровода .....	63
МАЛЫБАЕВ С.К., ИМАШ Ж.К. Развитие АСУ сортировочными станциями для оперативно-диспетчерского управления местной работой .....	68
<b>РАЗДЕЛ 5. ЭКОНОМИКА .....</b>	<b>73</b>
ПОПОВА Л.А. Что день грядущий нам готовит: признание выручки по-новому .....	73
АХМЕТЖАНОВ Б.А., ТЕН Н.В. Проблемы в управлении затратами на примере горного предприятия.....	77
ТАЛИМОВА Л.А., КАЛКАБАЕВА Г.М. Современное состояние банковского кредитования и проблемы обеспечения возвратности кредитов в Казахстане .....	80
<b>РАЗДЕЛ 6. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. УПРАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>86</b>
САЙЛАУҚЫЗЫ Ж., САДЫКОВ А.А., КОККОЗ М.М., ЖУНУСОВ Н.У. Кедергіге төзімді кодтау негізінде сандық байланыстардағы сигналдар тұтастығын зерттеу.....	86
НУРМАГАНБЕТОВА Г.С. Анализ тепловых режимов асинхронных двигателей по динамическим механическим характеристикам .....	90
STAROVOYTOV V.V., ISSIN B.D., ISKAKOV K.T. Image Filtration with High-Frequency Filters.....	93
<b>НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ .....</b>	<b>97</b>
СИДОРЕНЯ Н.И. Влияние температур воздушной среды на величину изменения сопротивления горных выработок...	97
STAROVOYTOV V.V., ISSIN B.D., ISKAKOV K.T. Registration of Digital Images.....	99
KUDRYAVTSEV S.S., MAXIMOVA A.V., MERSIYANTSEVA A.V., TOLEUOVA M.K., TOISHIBEKOVA M.K. Condition of Professional Incidence of Pit Workers in the Republic of Kazakhstan .....	102
NASRAT N. Nuclear Power Effects on Environment and Measures of Controlling them.....	104
<b>РЕЗЮМЕ .....</b>	<b>109</b>
<b>Информационное сообщение .....</b>	<b>119</b>
<b>Правила оформления и представления статей .....</b>	<b>120</b>



УДК 378.014.24(1-87)

### **Компетентностная модель выпускника в контексте ГОСО нового поколения**

**Ю.Н. ПАК**, д.т.н., профессор, и.о. проректора по УМО,  
**И.О. ШИЛЬНИКОВА**, ст. методист УМО,  
Карагандинский государственный технический университет

**Ключевые слова:** компетентностная модель, выпускник, образовательная программа, высшее образование, профессиональный стандарт, рынок труда.

На протяжении многих лет не теряют своей актуальности проблемы подготовки и подбора профессиональных кадров, чьи компетенции наиболее точно соответствуют требованиям производства. Использование компетенций в качестве результативно-целевой основы обучения обуславливает смещение от традиционной, знаниево-ориентированной схемы построения учебного процесса на схему, позволяющую обеспечить развитие требуемых компетенций в процессе обучения. Учебный процесс рассматривается не через содержание дисциплин, как процесс усвоения системы знаний, умений и навыков, а через его результат, выраженный актуальной совокупностью компетенций обучающихся и соответствующих уровней сформированности этих компетенций [1]. Активное влияние компетенций на содержание и осуществление образовательного процесса предполагает компетентностный подход, акцентирующий внимание на результате образования, который рассматривается не как сумма усвоенной информации, а как способность человека действовать в различных ситуациях. Компетентностный подход связан с переносом акцента с преподавателя и содержания образования на студента и

ожидаемые результаты образования.

Результаты образования – это формулировка того, что, как ожидается, будет знать, понимать и/или в состоянии продемонстрировать обучающийся по окончании образовательного процесса. В этой связи в основе проектирования требований к выпускникам вузов должна лежать тесная связь с его последующей сферой труда.

Компетентностный подход призван повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда в силу того, что в нём упор сделан не столько на параметры, задаваемые «на входе» (содержание, объем часов, процесс преподавания), сколько на результаты, которые необходимо получить на «выходе» (знания и умения студентов). Компетентностный подход заключается в привитии и развитии у студентов набора ключевых компетенций, которые определяют его успешную адаптацию в обществе.

Следует отметить, что высшее образование в Казахстане развивается в унисон времени. Ориентированность образовательных программ на результат обучения прописана в государственном общеобязательном стандарте высшего образования, утверждённом Постановлением

Правительства от 13 мая 2016 года № 292, а в части требований к уровню подготовки обучающихся акцент сделан на ключевые компетенции выпускника вуза, формирующиеся на основе требований к общей образованности, социально-этическим компетенциям, экономическим и организационно-управленческим компетенциям, профессиональным компетенциям. Последние разрабатываются по каждой специальности высшего образования на основе профессиональных стандартов с учётом требований работодателей и социального запроса общества.

Компетентностный подход – это совокупность общих принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов. К числу таких принципов можно отнести следующие положения [2]:

- смысл образования заключается в развитии у обучающихся способности самостоятельно решать проблемы в различных сферах и видах деятельности на основе использования социального опыта;

- содержание образования представляет собой дидактически адаптированный социальный опыт решения познавательных, мировоззренческих, нравственных, политических и иных проблем;

- смысл организации образовательного процесса заключается в создании условий для формирования у обучаемых опыта самостоятельного решения познавательных, коммуникативных, организационных, нравственных и иных проблем, составляющих содержание образования;

- оценка образовательных результатов основывается на анализе уровней образованности, достигнутых обучающимися на определённом этапе обучения.

Компетентно-ориентированный подход задаёт логику проектирования квалификационных требований к выпускникам, включая проведение анализа соответствующей сферы профессиональной деятельности выпускника и установление соответствующих квалификационных характеристик и профессиональных качеств, а также отбор обеспечивающего их формирование содержания образования.

Компетентностная модель выпускника вуза – комплексный интегральный образ конечного результата образования в вузе по соответствующему направлению подготовки, в основе которого лежит понятие «компетенция». Компетенции – не просто знания и умения, это владение такими формами поведения и индивидуальными характеристиками, которые необходимы для успешной деятельности на том или ином поприще, к их числу можно отнести личностные качества, установки, ценности, убеждения, эмоции, способность ладить с людьми и самооценку. Обучающийся должен не только получить некий массив знаний и отработать совокупность умений – по завершении обучения он должен уметь и хотеть делать то, ради чего всё обучение и затевалось. К сожалению, высшей технической школе свойственен определённый дисбаланс: достаточно высокий уровень теоретических знаний и низкий уровень практических знаний

и умений. В идеале высшая школа должна давать опережающие знания с тем, чтобы через 4-5 лет обучения по конкретной образовательной программе выпускник находился на пике профессиональной востребованности [3]. В реальности наблюдается ситуация, когда при массовом выпуске специалистов имеются незакрытые вакансии, что свидетельствует о несоответствии предложения и спроса. Между тем некоторые работодатели неохотно принимают на работу вчерашних студентов, мотивируя это отсутствием у них опыта работы.

Различия между компетентностной моделью выпускника и компетентностной моделью специалиста заключаются в обладании разной профессиональной компетентностью специалиста и выпускника вуза, «так как компетентность неразрывно связана с опытом успешной деятельности, которого в ходе обучения в вузе студент в должном объёме приобрести не может» [4]. В компетентностной модели выпускника отсутствуют сопоставления компетенций должности или группе должностей. Формирование компетентностной модели производится вузом с целью подготовки востребованного на рынке труда специалиста и предполагает определение структуры образовательной программы, содержания и последовательности изучения отдельных ее элементов. Одновременно компетентностная модель выпускника, с которой тесно связан результат обучения, должна гарантировать достижение молодым специалистом квалификации, соответствующей его будущей профессиональной деятельности, т.е. базироваться на модели специалиста в данной области. При разработке компетентностной модели выпускника по направлению подготовки вузу следует редуцировать компетентностную модель специалиста, выделив базовые профессиональные требования с учётом отраслевой специфики региона, но без привязки к конкретным предприятиям и должностным позициям. С другой стороны, необходимо увеличить в учебном процессе виды учебной деятельности, направленные на приобретение практических навыков и компетенций, востребованных рынком. Такая компетентностная модель выпускника повышает значимость практико-ориентированного обучения в вузе, открывает новые возможности для проектирования и организации учебного процесса [5].

В Государственной программе развития образования и науки Республики Казахстан на 2016-2019 годы взят курс на модернизацию содержания высшего и послевузовского образования в контексте мировых тенденций, включающий, в том числе, увеличение доли образовательных программ, разработанных на основе отраслевых рамок и профессиональных стандартов. Планируется, что к 2019 году 45 % образовательных программ высшего и послевузовского образования будут основаны на квалификационных компетенциях профессиональных стандартов [6]. Необходимым условием востребованности выпускников вузов являются их компетенции, удовлетворяющие ожидания работодателей. Поэтому в образовательные программы бакалавриата будут включены новые дисциплины, отражающие инновационные технологии производства и дающие квалификации,

пользующиеся спросом на рынке труда. Образовательные программы будут иметь практико-ориентированный характер с привитием управленческих навыков (см. рисунок).

Нужны образовательные программы, в которых фиксируется и логически, аргументированно представляются цель учебного процесса, тематический и учебный планы, способы и методы их реализации, критерии оценки результатов в условиях конкретного образовательного учреждения. Компетентностный подход в высшем образовании влечет за собой требование трансформации действующих образовательных программ в сторону нового проектирования результатов образования с помощью метода моделирования и представления результатов образования как норм качества высшего образования. Таким образом, одной из основных задач образовательных программ высшего образования является реализация идей компетентностно-ориентированного подхода, а целью освоения образовательно-профессиональной программы становится приобретение студентом определенных компетенций. При этом использование профессиональных стандартов при разработке образовательных программ способствует достижению поставленных целей.

При разработке профессиональных стандартов появляется возможность актуализировать существующий перечень должностей, определить и описать квалификации, востребованные современной экономикой и рынком труда, институализировать их как должности [7]. В рамках профессионального стандарта уровень квалификации определяет соответствующие требования к образованию, обучению, практическому опыту, в силу чего одним из наиболее важных направлений применения профессионального стандарта являются разработка и совершенствование образовательных программ. Реальные эффекты от использования потенциала профессионального стандарта для совершенствования образовательных программ в немалой степени зависят от степени погруженности в эту проблематику научно-педагогического сообщества.

Ранее проведён анализ профессиональных стандартов, утверждённых в 2013 году, в том числе профессионального стандарта «Геофизические методы поиска и раз-

ведки месторождений полезных ископаемых». Отмечен недостаток – отсутствие квалификационных уровней, предусматривающих высшее и послевузовское образование [8].

С 1 января 2016 года, согласно Трудовому кодексу РК, разработка, введение, замена и пересмотр профессиональных стандартов производится объединением работодателей на основе отраслевых рамок квалификаций, а утверждение профессиональных стандартов находится в ведении Национальной палаты предпринимателей Республики Казахстан (НПП РК Атамекен) [9]. Представленные для ознакомления на сайте НПП РК Атамекен проекты профессиональных стандартов вызвали интерес в плане дальнейшей разработки образовательных программ. Ознакомление с проектом профессионального стандарта «Геофизические методы исследования скважин» позволило выделить в качестве положительного момента наличие 5 и 6 уровней ОРК, предусматривающих высшее образование. Однако анализ данного проекта выявил ряд несоответствий.

Почему-то умения и навыки полностью копируют трудовые функции, например, «Геофизик», 6 уровень квалификации по ОРК.

**Трудовая функция 1**

Обеспечивает повышение квалификации кадров.

**Умения и навыки**

Обеспечивает повышение квалификации кадров.

**Трудовая функция 2**

Обеспечивает соблюдение законодательства в области геологического изучения недр и недропользования, охраны недр и окружающей среды, правил и норм безопасности и охраны труда, производственной санитарии и противопожарной защиты на геофизических работах.

**Умения и навыки**

Обеспечивает соблюдение законодательства в области геологического изучения недр и недропользования, охраны недр и окружающей среды, правил и норм безопасности и охраны труда, производственной санитарии и противопожарной защиты на геофизических работах.

**Трудовая функция 3**

Руководит работой техников-геофизиков и других исполнителей, занятых на геофизических работах.



Подготовка профессионально-ориентированного выпускника

### **Умения и навыки**

Общее руководство работой техников–геофизиков и других исполнителей, занятых на геофизических работах.

Не отличаются большим разнообразием и знания, например, «Геофизик» II категории, 5 уровень квалификации по ОРК.

### **Трудовая функция 1**

Ведет полевую документацию, систематизирует и анализирует её, составляет отчёты о проведённых геофизических работах.

### **Знания**

Технологии геофизических работ и требований к качеству их проведения; применяемой аппаратуры и правил её технической эксплуатации; учёта и правил хранения геофизических материалов; экономики минерального сырья и геологоразведочных работ; основ общей и структурной геологии; видов и способов геологоразведочных работ.

### **Трудовая функция 2**

Обеспечивает и контролирует соблюдение требований по производству геофизических работ.

### **Знания**

Технологии геофизических работ и требований к качеству их проведения; применяемой аппаратуры и правил её технической эксплуатации; учёта и правил хранения геофизических материалов; экономики минерального сырья и геологоразведочных работ; основ общей и структурной геологии; видов и способов геологоразведочных работ.

Далее «Геофизик» I категории, 5 уровень квалификации по ОРК – калка «Геофизик», 6 уровень квалификации по ОРК. Но здесь вопросы, скорее, к очередной редакции национальной рамки квалификаций, утвержденной протоколом № 20-5/И-141 от 16 марта 2016 года Республиканской трёхсторонней комиссией по социальному партнёрству и регулированию социальных и трудовых отношений. В новой редакции закреплена полная идентичность 5 и 6 уровней рамки в части знаний, умений и навыков, а также личностных и профессиональных компетенций. Хотя 5 уровень предполагает: «Послесреднее образование (прикладной бакалавриат), практический опыт; не менее двух лет обучения в бакалавриате или трёх лет освоения программ специального высшего образования, практический опыт», а 6 уровень: «Высшее образование. Бакалавриат, специалитет, ординатура и практический опыт».

Понятно, что рынку труда нужна модель профессионального образования, развивающаяся под влиянием его запросов, сфокусированная на подготовке квалифицированных работников, отвечающих потребностям работодателей. Но образование не может и не должно заниматься лишь обслуживанием запросов работодателей, у него есть своё предназначение, включающее такие

функции, как: социализация выпускников, повышение возможностей людей участвовать в социально-экономической и культурной жизни общества. Нельзя говорить о линейной взаимосвязи профессиональных стандартов и образовательных программ. Внесение изменений в образовательные программы с учётом положений профессиональных стандартов не может носить характер формальных мероприятий. Эта работа направлена на совершенствование качества профессионального образования, обеспечение его гибкости, мобильности по отношению к вызовам рынка труда, но в то же время она не должна приводить к девальвации собственно образовательных целей, ценностей личностного развития.

В заключение хотелось бы отметить, что потребность в грамотном, профессионально-ориентированном специалисте была, есть и будет, независимо от того, знающая это или компетентностная модель обучения. Вопрос в его получении.

В Госстандарте 2016 года в части требований к содержанию образования обучающихся в общем виде приведены требования к общей образованности, социально-этическим компетенциям, экономическим и организационно-управленческим компетенциям. В структуре образовательной программы обозначен явный приоритет за дисциплинами по выбору, в цикле базовых дисциплин на компонент по выбору отводится 71 %, в цикле профилирующих дисциплин 84 %. С одной стороны, наверное, это неплохо, но обучение по одной и той же специальности можно получить в разных вузах. Вузы, будь то национальные, а сейчас ещё и исследовательские, государственные, частные, отличны по уровню, неодинаковы по возможностям и, естественно, набор дисциплин будет отличаться. Гарантии, что выбор дисциплин в каждом вузе будет на уровне, нет. Также Госстандарт предписывает вузам в рамках специальности самостоятельно разрабатывать различные образовательные программы в соответствии с национальной рамкой квалификаций и профессиональными стандартами.

На сегодняшний день в Республике Казахстан, начиная с 2012 года, утверждена уже третья редакция национальной рамки квалификаций, что наилучшим образом сказывается на качестве разработки профессиональных стандартов. В свою очередь, использование профессиональных стандартов в сфере образования – задача крайне непростая. Профессиональные стандарты дают весьма скудную информацию для дальнейшего её использования при разработке образовательных программ.

Работа по сопряжению профессиональных стандартов и образовательных программ требует вдумчивого, взвешенного анализа, дополнительных методических компетенций всех экспертов, вовлеченных в этот процесс. Необходимо не на словах, а на деле наладить совместную работу всех заинтересованных лиц в деле формирования компетентностного выпускника.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концептуальные основы компетентного подхода в высшем образовании / Ю.Н. Пак, И.О. Шильникова, Д.Ю. Пак ; Карагандинский государственный технический университет. – Караганда : Изд-во КарГТУ, 2015. – 112 с.
2. Лейман Т.И., Первалова М.Н. Компетентный подход в системе высшего профессионального образования как решение проблемы рынка труда // Вестник Челябинского государственного университета. – 2014. – № 13 (342). – Образование и здравоохранение. – Вып. 4. – С. 68-73.
3. Пак Ю.Н., Шильникова И.О., Пак Д.Ю. К вопросу о компетентной модели специалиста // Труды университета. – 2014. – № 4. – С. 5-8.
4. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 3. – С. 20 – 26.
5. Pak D. Bologna Process and Competence Approach in Training Masters // Новейшие научные достижения : Междунар. науч.-практ. конф. – София, Болгария. – 2012. – С. 16-18.
6. Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2016-2019 годы / Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». URL: <http://adilet.zan.kz>.
7. Блинов В.И., Батрова О.Ф., Есенина Е.Ю., Факторович А.А. Профессиональные стандарты: от разработки к применению // Высшее образование в России. – 2015. – № 4. – С. 5-14.
8. Пак Ю.Н., Шильникова И.О., Пак Д.Ю. Формирование национальной системы квалификаций и её сопряжение с образовательными стандартами // Alma mater. – 2014. – № 11. – С. 51-58.
9. Трудовой кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями от 06.04.2016 г.) / Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». URL: <http://adilet.zan.kz>.

УДК 796.011

## **Влияние различных средств и форм физического воспитания на физическую и психоэмоциональную сферы студентов (Часть 1)**

*И.Л. ГОЛОВИН, зав кафедрой, к.п.н.,**И.В. ЭРЗЯМКИНА, преподаватель,**Карагандинский государственный технический университет, кафедра ФВ*

**Ключевые слова:** психоэмоциональная сфера, физическое воспитание, здоровье, самовоспитание, тест САН, двигательная активность, здоровый образ жизни, психологический климат, исследование, гармоническое развитие, анкетирование, интервьюирование.

**Ф**изическое воспитание (ФВ) формирует систему ценностных ориентаций личности на здоровый образ жизни, обеспечивает мотивационную, функциональную и двигательную готовность к нему. Оно осуществляется в соответствии с общими и специфическими закономерностями, принципами и правилами педагогического процесса и влияет на интеллектуальные, психические, морально-волевые и другие качества личности.

Основной формой физического воспитания в ВУЗе являются обязательные учебные занятия по физической культуре. В процессе таких учебных занятий изучается учебная дисциплина «Физическая культура» – структурная единица системы образования. Социально значимыми результатами ФВ являются физическая подготовленность и физическое развитие занимающихся, к которым относятся также физическое и духовное оздоровление, повышение сопротивляемости организма заболеваниями, физическая реабилитация и релаксация.

Социально значимые результаты ФВ достигаются в

настоящее время лишь частично, что свидетельствует о проблеме физической подготовки учащихся.

Физическая культура и спорт в учебно-воспитательном процессе в ВУЗе выступают как средство становления будущих специалистов, а также активного развития их индивидуальных и профессионально значимых качеств.

Одним из важных факторов при выборе профессии является здоровье – самый драгоценный дар, который получает человек от природы. А профессия в значительной мере определяет образ жизни человека. От ее выбора зависит наша жизнь.

В исследованиях Г.М. Андреева, А.И.Субетто [1, 3, 5, 6] выявлено, что здоровье подрастающего поколения формируется под влиянием биологических и социальных факторов. От нормального физического развития, функционирования органов и систем студентов зависит способность их организма сохранять устойчивость к экзогенным факторам, адаптироваться к меняющимся ус-



ловиям внешней среды.

Объектом исследования являются студенты КарГТУ (1 курса) в возрасте 17-20 лет (юноши и девушки), общее количество студентов 298 человек, из них 150 юношей и 148 девушек. В процессе работы исследуются психоэмоциональный компонент здоровья, некоторые аспекты качества жизни и влияние на них занятий физической культурой. Методами исследования явились анкетирование студентов, интервьюирование, корректурная проба Анфимова, тест Самочувствие, Активность, Настроение (САН). Анкеты, содержащие тесты-вопросники, заполняли сами студенты под наблюдением преподавателя.

В 2015 учебном году среди студентов 1 курса было проведено анкетирование. Анкеты содержали 58 вопросов, носящих в основном социальный характер, отношение к физической нагрузке (занятий физкультурой, спортом), состояние здоровья, отношение к себе, жизненную позицию, увлечения, отдых. Проведен анализ и дана оценка физической и психологической сфер респондентов. Результаты исследований представлены в таблицах 1 – 8.

Респонденты отмечают положительное влияние физических упражнений на психоэмоциональную сферу (72,6% юноши, 85,1% девушки), работу головного мозга (81,3% юноши, 72,2% девушки). Регулярные занятия физической культурой помогают противостоять стрессу, депрессии, – отмечают 88,6% юношей и 68,9% девушек.

53,3% юношей и 56% девушек отмечают повышение производительности труда, успеваемости в результате регулярных занятий физической культурой.

Так, в вопросах посещения занятий физической культуры, а также постановки цели укрепления здоровья в группах лечебной физкультуры (ЛФК) и специальных медицинских группах (СМГ) наблюдается рост, увеличился процент эмоционального подъема после занятий физкультуры и улучшения работы головного мозга у студентов. Улучшилось отношение к физической культуре у девушек основной группы до 93% СМГ и ЛФК до 70%. Показатель повышения производительности труда, успеваемости в результате регулярных занятий физической культуры увеличился незначительно во всех физкультурных группах, изменился показатель причин, побуждающих заботиться о физическом состоянии.

Родители и педагоги по-прежнему оказывают активную агитацию среди студентов для регулярного занятия физической культурой во всех физкультурных группах. Неудовлетворенность своим физическим состоянием увеличилась во всех физкультурных группах. У юношей основной группы до 13,1%, у девушек 12,5%, у студентов СМГ и ЛФК 30%.

У юношей увеличились показания занятий оздоровительным бегом, спортивными играми, атлетической гимнастикой. У девушек увеличилось число занимающихся плаванием, ритмической гимнастикой, танцами. Студенты стали больше свободного времени тратить на сон – до 50% СМГ и ПФК, девушки основной группы 21%, юноши – 14,3%. Предпочитают отдых в одиночестве 20% студентов СМГ и ЛФК; девушки основной группы – 15,2%. А у юношей этот процент увеличился до 20,2%.

Таблица 1 – Отношение к физической нагрузке

Отношение к занятиям физической культурой	Юноши (%)	Девушки (%)
Добровольное посещение	58.6	69.5
Повышенная ответственность (страх, наказание за пропуски)	40	8.1
Отчет перед деканатом	0.6	1.3
Нежелание портить отношения с преподавателем	12.6	14
Отрабатывать пропущенные занятия	9.3	28.3
Посещение занятий с целью получения новых сведений, фактов	19.3	12.1
Для применения теории на практике	42.6	17.4
Для общения с сокурсниками	15.3	8.7

Таблица 2 – Цели посещения студентами занятий

Цель посещения занятий	Юноши (%)	Девушки (%)
Стать сильным, здоровым, ловким	64	45.2
Научиться заниматься самостоятельно	26	31
Занятие в спортивных секциях	26	4
Улучшить мышечную массу	68.6	44.5
Улучшение настроения	23	33.7
Отвлечься от трудностей	17.3	35.5
Укреплять здоровье	64.6	66.8

Таблица 3 – Жизненная позиция студентов

Жизненная позиция студентов	Юноши (%)	Девушки (%)
Довольны своей жизнью	92.6	83.7
Не совершают действия, которые наносят вред здоровью	39.3	45.9
Считают курение опасным для здоровья	83.3	81.3
Злоупотребление алкоголем	67.3	72.6
Недостаток двигательной активности	40	30.1
Загрязнение окружающей среды	26	24
Наркотики	3.3	1.3
Осуждают курение и алкоголь	61.3	51.3
Не осуждают курение и алкоголь	2.6	17.5
Считают что ведут здоровый образ жизни	73.3	55.4
Выполняют утреннюю гимнастику	15.3	32.6
Используют средства закаливания	22.6	9.4
Хотят заниматься физкультурой 2-3 раза в неделю	62.6	33.1

Таблица 4 – Хобби студентов

Хобби	Юноши (%)	Девушки (%)
Музыка	5.3	14.8
Танцы	-	22,8
Чтение книг	1.3	12.8
Рисование	1.3	10.1
Вышивание	-	5.4
Занятие спортом	37.3	25,5

Таблица 5 – Причины, побуждающие заботиться о физическом состоянии осень 2015 – весна 2016 гг.

№	Причина	Юноши % (осн.гр)	Девушки % (осн.гр)	ЛФК % (СМГ)
1	Для улучшения работы (учебы)	42,6 (33,7)	18,9 (32,8)	60 (10)
2	Чувство уверенности среди друзей	55,3 (27,2)	28,3 (28,13)	30 (30)
3	Давление со стороны родителей, педагогов и др.	1,3 (1,4)	- (15,7)	- (10)
4	Выглядеть не хуже своих сверстников	34 (26,1)	27,7 (43,8)	30 (20)
5	Неудовлетворенность	10 (13,1)	6,7 (12,5)	- (30)
6	Стать лидером , уметь руководить людьми	15,3 (6,56)	6 (-)	- (-)
7	Ощущение радости красоты движения, удовлетворение от физических нагрузок	16 (19,6)	25,6 (21,8)	80 (20)
8	Другое	22 (10)	31,7 (-)	20 (-)

Таблица 6 – Предпочитаемые формы двигательной активности (в %)

№	Двигательная активность	Юноши	Девушки
1	Физический труд дома	25/22,3	34,6/30,2
2	Оздоровительный бег, кросс	25/27,1	40/32,1
3	Катание на коньках, лыжах	42,5/42	37,3/38,7
4	Плавание	35,8/37,2	42/45,2
5	Спортивные игры	31,7/42,4	52/48
6	Атлетическая гимнастика	21,6/25,3	0,3/-
7	Ритмическая гимнастика	2,45/1,7	14,6/22,3
8	Другое(танцы, катание на велосипеде)	1,4/1,2	10/17,2

Девушки основной группы стали меньше посещать библиотеки, но больше свободного времени тратили на самообразование, любительский труд, посещение массовых мероприятий. У юношей снизился процент времени, затраченного на самообразование, подготовку к занятиям, прослушивание музыки, посещение зрелищных мероприятий. Уменьшилось количество студентов, посещающих спортивную секцию до 27%, занятие спортом во время отдыха на 7%, на каникулах до 18%.

Среди факторов, наиболее вредных для здоровья, студенты всех физкультурных групп отметили курение – 90%. А студенты ЛФК и СМГ на второе место поставили недостаток движения – до 50%. Девушки основной группы недостаток движения отметили в 40,6% случаях. У юношей основной группы на втором месте стоит злоупотребление алкоголем до 68,4%.

Значение занятий физкультурой и спортом для гармоничного развития личности возросло у юношей и девушек основной группы незначительно. Не намного увеличился процент значимости силы воли, дисциплинированности у юношей основной группы, а у девушек он снизился. Большее количество студентов основной группы (юноши и девушки) стали придавать значение всестороннему и гармоничному развитию личности (таблица 7)

Для диагностики психического состояния учащихся был использован тест САН. Эта методика направлена на диагностику таких важных параметров психического состояния человека, как самочувствие, активность и настроение. Особая значимость методики состоит в том, что при правильном подходе она поможет в профилактике конфликтов, связанных с феноменами отклоняющегося поведения. Методика строится по принципу шкалы Ликерта; в стимульном материале представлено 30 пар

характеристик человека, таких как «самочувствие хорошее – самочувствие плохое», «чувствую себя сильным – чувствую себя слабым» и т.д., между парами слов расположены цифры 3-2-1-0-1-2-3, а задача испытуемого состоит в том, чтобы выбрать и отметить цифру, наиболее точно отражающую его способность в момент обследования. К каждой категории: самочувствие, активность и настроение относится по 10 пар слов. Суммированные показатели располагаются в промежутке между 10 и 70, при этом значения показателей от 10 до 30 рассматриваются как низкие, от 30 до 50 – средние, от 50 до 70 – высокие. Полученные результаты по каждой категории делятся по 10. Средний балл шкалы равен 4, превышающие 4 балла говорят о благоприятном состоянии испытуемого, оценки ниже 4 свидетельствуют об обратном. Нормальные оценки состояния лежат в диапазоне 5,0 – 5,5 баллов.

Был проведен тест САН в динамике. В эксперименте приняли участие студенты в количестве 67 человек. Первый опрос выполнен в начале первого семестра и

Таблица 7 – Значение гармоничного развития для юношей и девушек (в %)

Значение гармоничного развития	Большое значение		Небольшое значение	
	Юноши	Девушки	Юноши	Девушки
Занятие физкультурой и спортом	73,5	45,7	27,0	45,0
Сила воли, дисциплинированность, собранность	75,0	65,2	23,2	22,1
Всестороннее развитие личности	62,5	67,2	79,5	18,0

Таблица 8 – САН Осень 2015 – Весна 2016 гг.

	Самочувствие		Активность		Настроение	
	Осень 2015	Весна 2016	Осень 2015	Весна 2016	Осень 2015	Весна 2016
Основная группа (юноши)	30,94	39,09	31,45	29,92	37,15	42,2
Основная группа (девушки)	30,87	40,51	27,84	36,59	33,54	49,34
СМГ	15,5	21,7	18,1	23,2	26,3	26,7
ЛФК	25,19	27,7	26,82	24	42,46	35,39

повторный в конце четвертого семестра. Выявлена психоэмоциональная оценка обследуемых, занимающихся физкультурой в различных медицинских группах, а также выявлены студенты с неблагоприятным состоянием (см. таблицу 8).

У юношей основной группы все показатели (самочувствие, активность, настроение) имели среднюю оценку. Причем показатели самочувствия и настроения улучшились, а активности снизился. Выявлено 8 студентов с неблагоприятным фоном. У девушек основной группы все показатели находились на средней оценке и к 2 семестру они значительно улучшились с тенденцией к высокой категории – «настроение». В СМГ все показатели имеют низкий уровень, хотя к 2 семестру они несколько повысились. В категории «настроение» имеют тенденцию к среднему показателю. Выявлено 9 студентов с неблагоприятным фоном. В группе ЛФК по сравнению с СМГ показатели значительно лучше. К 2 семестру улучшились показатели самочувствия (остается на низком уровне) и настроения (на среднем уровне), показатель активности несколько снизился. Выявлено 3 студента с неблагоприятным фоном. Количество студентов с неблагоприятным фоном к концу 2 семестра снизилось за счет улучшения самочувствия. В группе ЛФК в конце 2 семестра количество студентов с неблагоприятным фоном стало меньше за счет значительного улучшения показателя «настроение».

#### Выводы

1. Результаты анкетирования по вопросам посещения занятий физической культуры показали, что девушки, в отличие от юношей, наиболее ответственно относятся к данному вопросу. У них повысился процент добровольности посещения занятий, появилось желание научиться заниматься физическими упражнениями.

2. В основной группе у юношей и девушек изменились приоритеты в постановке цели занятий. Проблема укрепления здоровья отодвинулась на второе место. У юношей побуждающими причинами стремления к физическим упражнениям стали неудовлетворенность своим физическим состоянием и желание выглядеть не хуже сверстников. У девушек – неудовлетворенность своим физическим состоянием. Было отмечено, что на девушек стали оказывать положительное влияние в вопросе занятий физической культурой педагоги и родители.

3. У студентов группы ЛФК и СМГ повысилась мотивация посещения физической культуры в виде улучшения настроения после занятий, снятия стресса. Значительно повысился процент постановки цели укрепления здоровья на занятиях.

4. Все студенты отмечают эмоциональный подъем и улучшение работы головного мозга после занятий физической культурой, что подтверждается корректурной пробой и тестом «САН».

5. Девушки основной группы стали больше ощущать усталость после напряженной работы.

6. Снизился процент занимающихся спортом, но девушки больше стали посещать танцы, ритмическую гимнастику, плавание.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Субетто А.И. Управление качеством жизни и выживаемость человечества // Ст и К. 1994. – № 1.
2. Исаев И.И., Нечкин Б.В. Качество жизни и сертификация // Ст и К. 1994. – №12
3. Субетто А.И. Качество жизни, синтетическая революция в механизмах цивилизованного развития и квалитативная экономика// Ст и К. 1994. – №4.
4. Головаха Е.И., Панина Н.В. Психология человеческого взаимопонимания – Киев, 1989.
5. Андреева Г.М. Психология социального познания. – М.: Аспектпресс, 2005.
6. Андреева Г.М. Социальная психология. – М.: МГУ, 2002.



УДК 796.034

## Инновационные подходы в повышении спортивного мастерства по пауэрлифтингу студентов

**И.А. ШИЛОВ<sup>1</sup>**, старший преподаватель кафедры теории и практики физической культуры, спорта и туризма, старший тренер Костанайской области по пауэрлифтингу,

**С.Б. КУЖАХМЕТОВ<sup>2</sup>**, преподаватель, мастер спорта международного класса РК по пауэрлифтингу, гос. тренер Казахстана по пауэрлифтингу,

**Р.М. САДЕНОВ<sup>2</sup>**, старший преподаватель, мастер спорта РК по пауэрлифтингу,

<sup>1</sup>Костанайский государственный педагогический институт,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, кафедра ФВ

**Ключевые слова:** спортивное мастерство, инновация, компьютерные технологии, пауэрлифтинг, нагрузка.

**В**ведение. Внедрение инновационных технологий в учебно-тренировочный процесс – одна из основных задач развития учебных планов и программ учебных заведений. Чтобы повысить управление в системе физкультурно-спортивного образования, необходимо проводить научные исследования и внедрять в практику положительный опыт. На современном этапе перед теорией спорта особое значение имеют вопросы повышения качества подготовки спортсменов-пауэрлифтеров. Мировой пауэрлифтинг выдвигает новые требования к профессиональному уровню тренерского состава.

Программирование работы тренера, связанной с кропотливыми расчетами параметров тренировочной нагрузки, которые до настоящего времени приходится выполнять, как правило, вручную, позволит улучшить качественно подход к составлению тренировочных планов.

Внедрение современных информационных технологий в тренировочный процесс пауэрлифтеров позволяет избавить тренера от дополнительной работы, связанной с расчетами нагрузок, и повысить качество процесса подготовки спортсменов.

Интеграция различных форм и средств с использованием физических упражнений может эффективно развиваться в вузе, колледже, детско-юношеской спортивной школе, в рамках самостоятельных и массовых комплексных мероприятий. Необходимо включать инновационные средства в обучение различных программ, готовить специалистов, согласно требованиям сегодняшнего дня, пропагандировать различные формы физической активности, разрабатывать и внедрять методическую литературу, электронные учебники, а также осуществлять материально-техническое обеспечение, проводить научно-исследовательскую работу по проблемам эффективности инновационных средств в физической культуре и спорте. В настоящее время нет общепринятого «электронного учебника», который может обеспечивать выполнение популяризации физической культуры и спорта основных функций, включая предъявление теоретического материала, организацию применения первично полученных знаний (выполнение тренировочных заданий), контроль уровня усвоения (обратная связь) без помощи каких бы то ни было бумажных носителей, то есть толь-

ко на основе компьютерной программы.

Создание электронных учебных пособий позволит не только сохранять все достоинства книг, но в полной мере дает возможность использовать информационные технологии, мультимедийные возможности, представляемые компьютером.

Объектом исследования является методология моделирования учебно-тренировочного процесса студентов факультета физической культуры, спорта и туризма по пауэрлифтингу с использованием компьютерных технологий.

Предмет исследования – учебно-тренировочный процесс по пауэрлифтингу.

Цель исследования: экспериментальное обоснование некоторых моделей учебно-тренировочных процессов с помощью инновационных технологий в пауэрлифтинге.

Задачи исследования:

- 1) Анализ инновационных подходов в повышении спортивного мастерства студентов-пауэрлифтеров.
- 2) Анализ повышения спортивного мастерства по пауэрлифтингу студентов факультета физической культуры, спорта и туризма КГПИ.
- 3) Оценка рейтинга повышения спортивного мастерства по пауэрлифтингу студентов факультета физической культуры, спорта и туризма КГПИ.

Актуальность состоит в том, что в современных информационных ресурсах нет исследований, которые имели бы своей целью решить проблему повышения спортивного мастерства с помощью компьютерных технологий, используя при этом автоматизацию функций управления в тренировочном процессе.

Современный этап развития пауэрлифтинга характеризуется высоким уровнем спортивных достижений, который продолжает неуклонно возрастать. Мировые рекорды в пауэрлифтинге ежегодно обновляются. Для того чтобы в процессе многолетней подготовки атлет мог достичь такого уровня и превзойти его, надо использовать самую совершенную систему подготовки, известную на сегодняшний день.

Известно также, что методы подготовки пауэрлифтеров взяты из тяжелой атлетики. Однако анализ имеющейся научно-методической литературы показал, что

вопрос влияния объема и интенсивности тренировочных нагрузок на спортивные результаты в пауэрлифтинге рассмотрен недостаточно. Нигде не упоминается коэффициент интенсивности в пауэрлифтинге, который в тяжелой атлетике был предложен А.С.Медведевым в 1967 году, – безразмерный критерий, с помощью которого оказалось возможным сравнить напряженность тренировочной работы у тяжелоатлетов независимо от их квалификации и весовой категории. Коэффициент интенсивности ( $K_i$ ) находится по следующей формуле:  $K_i = B_{cp} / D_{тр} \times 100$ , где  $K_i$  – коэффициент интенсивности в процентах,  $D_{тр}$  – сумма двоеборья в кг. Коэффициент интенсивности варьируется в границах 30-41%.

Данный коэффициент указывает на то, что средний вес штанги за месячный или годовой цикл тренировки составляет от результата в двоеборье всегда 30-41%. Оптимальный (усредненный) коэффициент интенсивности равен 35,5%. Зная коэффициент интенсивности, можно определить, какой надо иметь средний тренировочный вес штанги, например для результата 350 кг:

$$K_i = B_{cp} \times 100 / P = 35,5; B_{cp} = 35,5 \times 350 / 100 = 124,5 \text{ кг.}$$

#### Методы исследования

Проведено исследование, которое длилось с 2002 по 2009 гг. В течение этого времени проанализированы фактические тренировочные нагрузки пауэрлифтеров. Нагрузка учитывалась только в основных упражнениях – приседаниях, жимах лежа и тягах, интенсивностью 50

процентов и более от максимума каждого упражнения. Анализировались основные закономерности взаимоотношений объема и интенсивности, по которым строились тренировочные нагрузки от новичка до спортсмена высокого класса. В результате было выявлено, что в первые годы тренировок рост достижений идет параллельно с увеличением объема и интенсивности нагрузки. Со временем, при достижении спортсменом оптимального объема тренировочной нагрузки за год, наиболее благоприятным условием для дальнейшего роста результатов будет сохранение годового объема на относительно стабильном уровне или некоторое его снижение при условии увеличения интенсивности. Годовой коэффициент интенсивности ( $K_i$ ) оказался равным  $20 \pm 2\%$ . Но каждый спортсмен имел свой показатель коэффициента интенсивности, отражающий индивидуальные особенности тренировки [1].

Динамика спортивных результатов и тренировочных нагрузок с использованием усредненного (20%) коэффициента интенсивности и для сравнительного анализа с нагрузками при  $K_i = 18\%$  приводится в таблице.

Из таблицы следует, что чем больше коэффициент интенсивности ( $K_i$ ), тем больше средний тренировочный вес штанги ( $B_{cp}$ ), но при одинаковом годовом объеме нагрузки количество поднятых штанг (КПШ) уменьшается при увеличении коэффициента интенсивности и наоборот.

Интенсивность тренировочной нагрузки ( $B_{cp}$ ), не-

Динамика спортивных результатов и тренировочных нагрузок атлетов в/к 74 кг от II спортивного разряда до МС

Год занятия	Разряд	Объем нагрузки, тонн(Q)	Объем нагрузки КПШ	Интенсивность средний вес штанги, кг ( $B_{cp}$ )	Лучшее достижение за год, кг (P)	Коэффициент интенсивности, % ( $K_i$ )
2002-2003	II сп	580±55	8370±760	69,3±1,0	385	18±0,1
			7532±600	77±1,0	385	20±0,1
2003-2004	I сп	702±42	8648±734	78,3±1,0	435	18±0,1
			8068±388	87±1,0	435	20±0,1
2004-2005	КМС	810±38	8490±306	95,4±1,0	530	18±0,1
			7642±280	106±1,0	530	20±0,1
2005-2006	КМС	915±40	8616±290	106,2±1,0	590	18±0,1
			7750±275	118±1,0	590	20±0,1
2006-2007	КМС	936±56	8000±400	117±1,0	650	18±0,1
			7200±370	130±1,0	650	20±0,1
2007-2008	МС	938±60	7626±420	123±1,0	685	18±0,1
			6846±480	137±1,0	685	20±0,1
2008-2009	МС	932±40	7264±450	128,2±1,0	712,5	18±0,1
			6563±210	142,5±1,0	712,5	20±0,1

обходимую для достижения определенного результата, можно рассчитывать и при помощи графика, изображенного на рисунке. По графику можно сравнивать интенсивность тренировочной нагрузки атлетов, показывающих одинаковый результат, но имеющих разные коэффициенты интенсивности. Например: для выполнения звания МС РК атлетам весовой категории 74 кг необходимо иметь: при  $K_{и}=18\%$   $V_{ср}=123,3$  кг;  $K_{и}=19\%$   $V_{ср}=130,2$  кг;  $K_{и}=20\%$   $V_{ср}=137$  кг;  $K_{и}=21\%$   $V_{ср}=143,8$  кг;  $K_{и}=22\%$   $V_{ср}=150,7$  кг, что еще раз подтверждает результаты исследования.

**Результаты исследования и обсуждение**

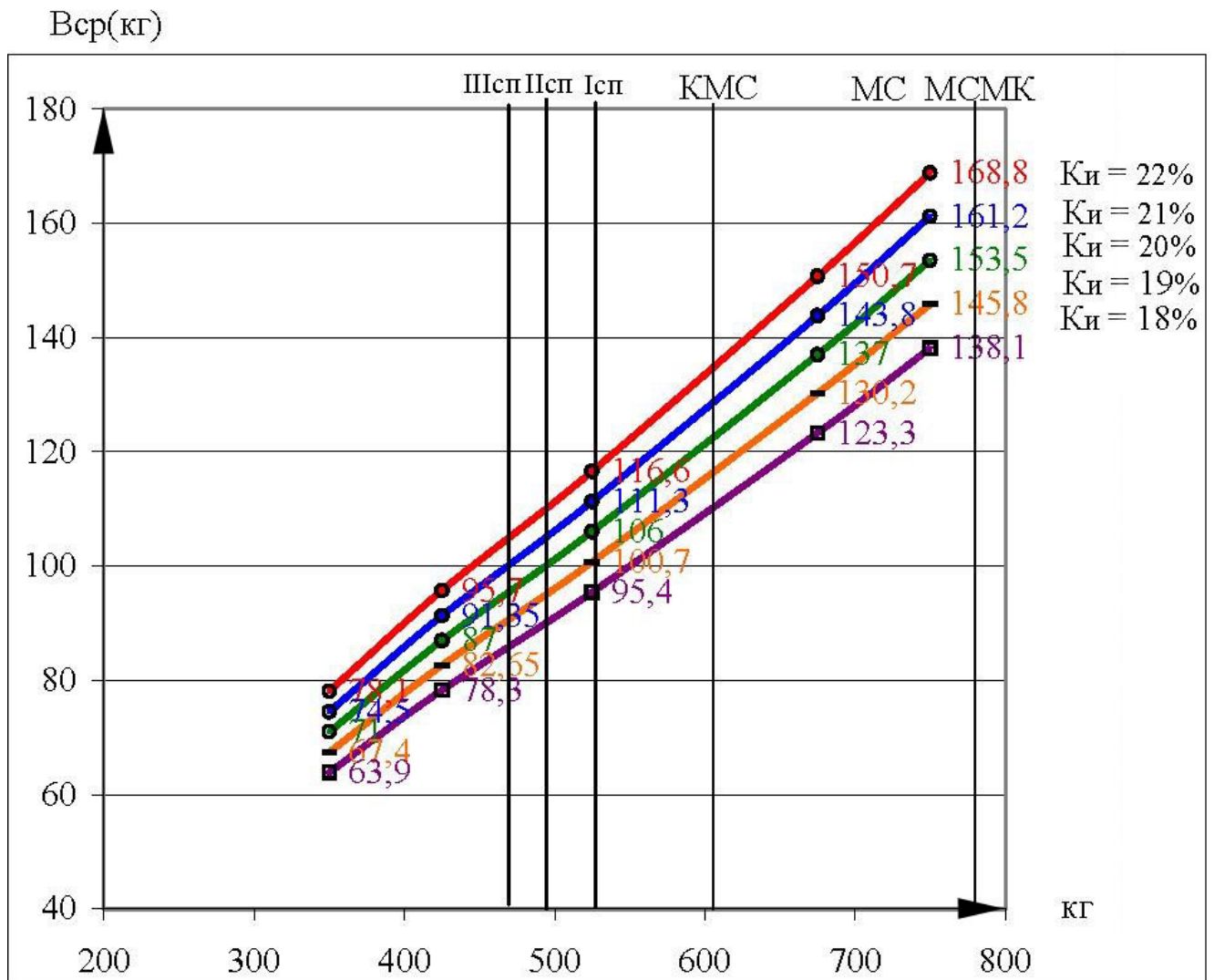
По первой задаче было выявлено, что внедрение высоких информационных технологий в тренировочный процесс пауэрлифтеров позволяет избавить тренера от дополнительной работы, связанной с расчётами нагрузок, и повысить качество процесса подготовки спортсменов.

По второй задаче было разработано и внедрено в учебно-тренировочный процесс шестнадцать моделей

тренировки с использованием компьютерных технологий по пауэрлифтингу. Разработана таблица повышения спортивного мастерства среди студентов и выпускников факультета физической культуры, спорта и туризма. В эту таблицу были включены городские, областные, республиканские и международные соревнования по пауэрлифтингу. В исследованиях приняли участие 23 студента с 1 по 4 курс специализации – пауэрлифтинг.

Разработанные модельные характеристики тренировочных программ прошли экспериментальную апробацию при использовании индивидуального подхода к нормированию нагрузок в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов, членов сборной Костанайской области и Республики Казахстан по пауэрлифтингу.

В атлетическом клубе «Самсон» ГУ «Физико-математический лицей отдела образования акимата города Костанай» и Костанайского государственного педагогического института подготовлено с 1996 г. по настоящее время:



Средний тренировочный вес (интенсивность), необходимый для достижения определенного результата при различных коэффициентах интенсивности ( $K_{и}$ )

- мастеров спорта международного класса 12,
- мастеров спорта РК по пауэрлифтингу 15,
- мастеров спорта РК по жиму штанги лёжа 18,
- чемпионов Азии по пауэрлифтингу 11,
- рекордсменов Азии и мира 10,
- призёров мира по пауэрлифтингу 6,
- чемпионов мира по пауэрлифтингу 1,
- чемпионов мира в отдельных упражнениях 6.

В решении третьей задачи разработан рейтинг повышения спортивного мастерства по пауэрлифтингу среди студентов КГПИ и определены десятки сильнейших спортсменов-пауэрлифтеров по итогам года. В рейтинг были включены соревнования по пауэрлифтингу различного ранга от областных до международных, установление рекордов, состав сборной РК, выполнение нормативов, судейство соревнований по пауэрлифтингу, командный зачёт. По итогам рейтинга были определены лучшие студенты факультета физической культуры, спорта и туризма КГПИ за прошедший год.

### **Выводы**

1. Годовой коэффициент интенсивности в пауэрлифтинге оказался равным  $20 \pm 2\%$ .

2. Коэффициент интенсивности в пауэрлифтинге – это параметр, с помощью которого можно сравнивать напряженность тренировочной работы независимо от квалификации и весовой категории. Он отражает не только содержание, но и качество тренировки спортсмена.

3. Зная коэффициент интенсивности и планируемый результат, можно определить интенсивность тренировочной нагрузки (Вср), с которой необходимо работать в течение года или выйти на неё, что в итоге дает положительный эффект в многолетнем тренировочном процессе.

Новизна и практическая значимость полученных результатов заключается в использовании инновационных подходов в повышении спортивного мастерства в современных условиях с помощью компьютерных технологий.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Верхошанский Ю.В. Программирование тренировочного процесса квалифицированных спортсменов. М.: ФиС, 1985.
2. Дубровский В.И. Спортивная медицина: учебник для студентов вузов / В.И. Дубровский, – М.: Гуманит. изд. центр. ВДАДОС, 1998. – 480с.
3. Манжелей И.В. Педагогические модели физического воспитания: Учебное пособие. – М.: Научно-издательский центр «Теория и практика физической культуры и спорта», 2005. – 185 с.
4. Физическая культура студента: Учеб. для студ. вузов / ред. В.И. Ильинича. – М.: Гардарики, 1999. – 448с.
5. Шевцов В.В. Общие основы теории и методики физической культуры в вопросах и ответах. – Тюмень: ИПК ПК, 1996. – 78с.
6. Шейко Б.И. Методика подготовки пауэрлифтеров в группе спортивного совершенствования // Олимп. 2000. №2-3.
7. Шилов И.А. Модели учебно-тренировочного процесса спортсменов пауэрлифтеров с использованием компьютерных технологий. – Костанай, 2014. – 77с.

УДК 621.7

### **Повышение точности длинных валов и тонкостенных труб протягиванием и дорнованием**

**Я.Н. ОТЕНИЙ<sup>1</sup>**, д.т.н., профессор,

**О.П. МУРАВЬЕВ<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент,

**Ю.О. ТКАЧЕВА<sup>2</sup>**, доктор PhD,

**А.Ф. ШАЯХМЕТОВА<sup>2</sup>**, магистрант 2 курса кафедры «ТОМиС»,

<sup>1</sup>Камышинский технологический институт (филиал ВолгГТУ),

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТОМиС

**Ключевые слова:** тонкостенная труба, протягивание, производительность, точность.

**В** настоящее время на правительственном уровне поставлена задача максимально быстро и эффективно разрабатывать новые прогрессивные методы обработки деталей машин в рамках импортозамещения.

Одним из направлений совершенствования технологических процессов и разработки более прогрессивной технологической оснастки, а также деформирующего инструмента является обработка длинных наружных цилиндрических поверхностей, для которых условно полагают, что отношение длины вала  $L$  к его диаметру  $d$  должно быть более 10. В ряде случаев это отношение бывает в десятки раз больше. Несмотря на то, что обработку длинных валов осуществляют на протяжении многих десятилетий, имеются возникающие при этом достаточно серьезные проблемы. Эти проблемы связаны с малой жесткостью заготовки, возникающими вибрациями, сложностью достижения заданной точности, низкой шероховатости, производительности, а также отсутстви-

ем оборудования, обеспечивающего необходимую длину для обработки таких поверхностей.

Еще большие проблемы возникают при обработке тонкостенных труб длиной 2000 мм ... 5000 мм и пределах изменения диаметров 16 мм ... 30 мм и толщинами стенок от 1,5 мм до 3 мм.

Трубы тонкостенные круглые применяются везде, где от конструкции требуется соблюдение сразу двух качеств – легкий вес и высокая степень прочности. Практически невозможно найти такую производственную отрасль, где бы ни возникла потребность в таких конструкциях. Наиболее часто тонкостенные круглые трубы можно встретить: в гидравлических и пневматических системах автомобилей, речных и морских судов, а также в аналогичных системах, применяемых в авиации; в трубопроводах, по которым среда движется под воздействием высокого давления. Также тонкостенные трубы содержатся в качестве составляющих деталей в детских



и инвалидных колясках, велосипедах, ручках вагонов метро, автобусов, применяются для оформления интерьеров офисных помещений и общественных зданий, при изготовлении светильников, деталей мебели, гардин и многих других товаров в гардеробах.

К таким деталям предъявляются требования по низкой шероховатости наружной цилиндрической поверхности в пределах  $Ra = 0,12 \text{ мкм} \dots 0,32 \text{ мкм}$  и не очень высокой точности по наружному диаметру (10, 11 квалитеты точности). Получение низкой шероховатости довольно трудоемкий процесс, требующий много времени и специальных способов обработки. Для этого существуют следующие методы механической обработки: точение, шлифование, полирование. В то же время существует наиболее производительный технологический процесс механической обработки – протягивание. Протягивание обладает рядом преимуществ, и в первую очередь большей производительностью и простотой реализации.

Традиционными методами обработки наружных цилиндрических поверхностей тонкостенных труб является круглое или бесцентровое шлифование с последующей доводкой полированием лепестковыми шлифовальными или войлочными кругами с нанесенными на них полировальными пастами. Такие методы обработки являются трудоемкими, имеют плохие условия труда и требуют большого расхода шлифовальных кругов. В качестве материала для изготовления труб используются стали марок Ст3 или Ст5. Эти стали можно отнести к мягким сталям, а их обработка шлифованием приводит к быстрому засаливанию кругов, соответственно после частых перезаточек – к большому их расходу.

К сожалению, отечественный рынок по поставке обработанных тонкостенных труб для многих производителей занят фирмами Китая и Турции. Для замещения этих поставок отечественными товарами необходимо усовершенствовать технологический процесс их обработки таким образом, чтобы при этом обеспечить существенное повышение производительности обработки при заданной точности и низкой шероховатости и снижение себестоимости.

Целью статьи являются разработка и обоснование параметров устройства для удаления дефектного слоя с длинных валов и тонкостенных труб малого диаметра (16 мм ... 30 мм) длиной от 1000 мм до 5000 мм протягиванием острозаточенными протяжками и дернующим протягиванием.

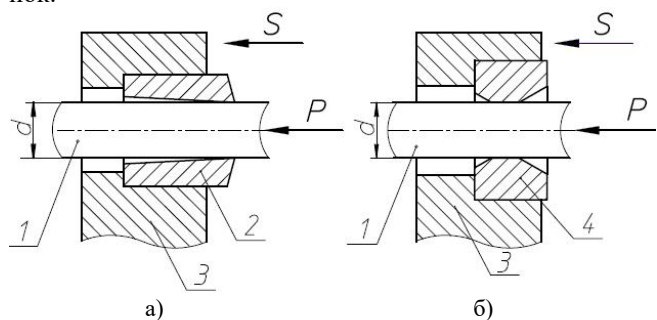
Известно, что протягивание является одним из наиболее производительных и точных методов обработки, отличается простотой применяемого оборудования, так как имеется всего лишь одно главное движение резания. Производительность достигается за счет большой суммарной длины режущих кромок, участвующих в обработке. Несмотря на очевидные преимущества, протягивание не нашло применения для обработки длинных наружных цилиндрических поверхностей. Это связано с тем, что при протягивании длинных поверхностей необходимо разместить в стружечной канавке протяжки длинную стружку. При этом снижается прочность тела

зуба за счет увеличения его высоты, значительно удлиняется протяжка, отсутствует необходимое оборудование, имеющее требуемую длину хода, при протягивании возникают большие силы резания.

Перечисленные недостатки можно преодолеть, а преимущества, которые могут быть достигнуты при обработке наружных поверхностей длинных труб протягиванием, особенно по производительности, точности и шероховатости, позволяют отказаться от других методов обработки, обладающих существенными недостатками.

При протягивании необходимо обеспечить устойчивость обрабатываемой детали на продольный изгиб. Растягивающие или сжимающие напряжения, возникающие в детали под воздействием силы протягивания, не должны превышать допустимых значений на разрыв или сжатие. Обработка должна производиться за минимальное количество проходов. С точки зрения простоты конструктивного решения и надежного удаления срезаемой стружки наиболее целесообразным является применение одного режущего элемента протяжки. Схема обработки протягиванием длинной трубы представлена на рисунке 1.

Перемещение обрабатываемой трубы 1 может быть осуществлено двумя способами: тянущей или толкающей силой. В первом случае при растягивающей силе необходимо обеспечить надежный захват трубы за ее переднюю часть со значительным усилием сжатия ее стенок.



а) острозаточенной протяжкой, б) дернующей протяжкой.

1 – обрабатываемая заготовка, 2 – острозаточенная одинарная протяжка, 3 – корпус державки протяжки, 4 – дернующий элемент протяжки.

Рисунок 1 – Схемы протягивания тонкостенной трубы

Толкающая сила может вызвать недопустимый продольный изгиб детали. Для обоснования возможности протягивания длинных цилиндрических поверхностей и выбора режима обработки произведем анализ силовых факторов, действующих в процессе протягивания.

Ограничениями, накладываемыми на предельную величину резания или толщину удаляемого припуска за один проход, является допустимая нагрузка на сжатие (растяжение), вычисляемая по формуле:

$$P_{np} \leq h_{mp} \cdot [\sigma_{сж}] \cdot \pi \cdot d_{mp}, \quad (1)$$

где  $h_{mp}$  – толщина стенки трубы;

$d_{mp}$  – наружный диаметр трубы;

$[\sigma_{сж}]$  – допускаемое напряжение на сжатие материала трубы.

Другим параметром, определяющим возможность обработки, является критическая сила, определяющая

продольную устойчивость заготовки. Эти ограничения, впервые полученные Эйлером, можно записать в виде неравенства:

$$P_{кр} \leq \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{(\mu \cdot l_{mp})^2}, \quad (2)$$

где  $P_{np}$  – сила протягивания;  
 $\mu$  – коэффициент длины заготовки;  
 $l_{mp}$  – длина трубы;  
 $E$  – модуль упругости обрабатываемого материала;  
 $J$  – момент инерции поперечного сечения трубы.  
 Момент инерции для поперечного кольцевого сечения заготовки рассчитывается по формуле:

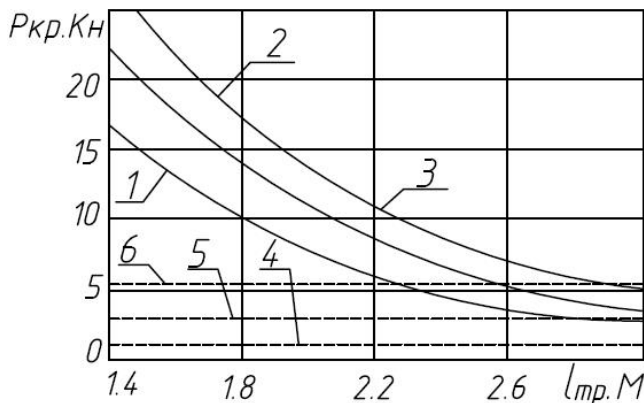
$$J = 0,05 \cdot d_{mp}^4 \cdot \left(1 - \left(\frac{d_{mp} - 2h_{mp}}{d_{mp}}\right)^4\right). \quad (3)$$

Сила протягивания определяется по формуле:

$$P_{np} = P_n \cdot \pi \cdot d_{mp} \cdot n, \quad (4)$$

где  $P_n$  – удельная сила протягивания, приходящаяся на 1 миллиметр длины режущего лезвия протяжки;  
 $d_{mp}$  – наружный диаметр трубы;  
 $n$  – количество зубьев протяжки.

На рисунке 2 представлены графики влияния длины трубы на критические силы  $P_{кр}$  при различных толщинах стенок труб. Кривые 1, 2, 3 соответствуют изменению критической силы  $P_{кр}$  в зависимости от длины обрабатываемых труб при их толщинах стенок, соответственно равных: 1 –  $h_{mp} = 1.5$  мм, 2 –  $h_{mp} = 2$  мм, 3 –  $h_{mp} = 2.5$  мм. Горизонтальные прямые 4, 5, 6, соответствуют допустимым силам  $P_{np}$  на сжатие.



1 –  $h_{mp} = 1.5$  мм, 2 –  $h_{mp} = 2$  мм, 3 –  $h_{mp} = 2.5$  мм. Горизонтальные прямые 4, 5, 6, соответствуют допустимым усилиям на сжатие  $P_{np}$

Рисунок 2 – Изменение критической силы на продольный допустимый изгиб трубы от ее длины

Изменение удельной силы протягивания, приходящейся на 1 миллиметр длины режущего лезвия протяжки в зависимости от подъема на зуб (подачи), показаны на рисунке 3.

Прямые горизонтальные линии 4, 5, 6 определяют допустимые усилия на сжатие при толщинах стенок труб 1 –  $h_{mp} = 1.5$  мм, 2 –  $h_{mp} = 2$  мм, 3 –  $h_{mp} = 2.5$  мм.

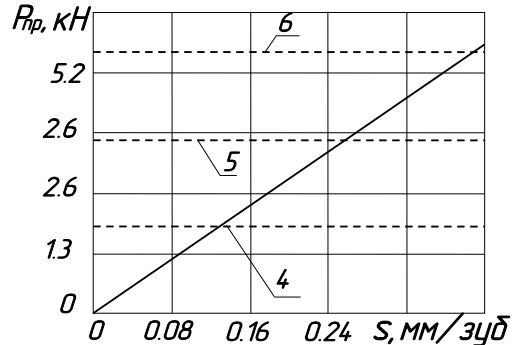


Рисунок 3 – Изменение силы протягивания от подачи на зуб

Из рисунка 2 видно, что на ограничение длины обрабатываемой детали преимущественное влияние оказывает критическая сила. Возможная максимальная длина обработки при условии, когда усилие протягивания определяется по формуле (1), а знак неравенства заменен знаком равенства, определяется координатой длины трубы, соответствующей пересечению графиков, определяющих допустимое усилие сжатия и критической силы. В этом случае в процессе протягивания будет удаляться максимально возможная глубина срезаемого слоя. При меньших подачах на зуб, а соответственно и при меньших усилиях протягивания, возможная длина обработки будет увеличиваться.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Отений Я.Н. Технологическое обеспечение качества деталей машин поверхностным пластическим деформированием. – Волгоград: ВолгГТУ, 2005. – 220 с.

# Минимизация остаточных напряжений в газотермических покрытиях

О.М. ЖАРКЕВИЧ, к.т.н., доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТОМуС

**Ключевые слова:** остаточное напряжение, газотермическое покрытие, отжиг, толщина, температура, износостойкость.

Эксплуатационные свойства изделий с нанесенными газотермическими покрытиями в значительной мере зависят от остаточных напряжений, формирующихся как в материале покрытия, так и в поверхностных слоях основного материала на границе раздела. Механизм формирования остаточных напряжений достаточно полно рассмотрен с качественной стороны в [1]. Как правило, наиболее высокий уровень остаточных напряжений наблюдается на границе раздела. В зависимости от свойств материалов покрытия и изделия (основного материала), условий формирования покрытий, его толщины и ряда других факторов возможно образование как растягивающих, так и сжимающих напряжений. Если величина остаточных напряжений в материале покрытия близка к пределу прочности, то происходит либо отслоение покрытия, либо образование в нем трещин. Считают, что остаточные напряжения оказывают влияние на механические, физические и химические характеристики покрытия.

Целью работы является определение величины и характера распределения остаточных напряжений в газотермических покрытиях.

Объектом исследования является термонеутральное композиционное порошковое покрытие:  $\text{SiO}_2 - \text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni} - \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ .

Остаточные напряжения рассматривались по методу Давиденкова [2], позволяющему определять характер распределения остаточных напряжений, их величину и глубину залегания с помощью прибора, записывающего изменения стрелы прогиба образца в процессе непрерывного стравливания напыленного слоя на разрезных кольцах.

Состав, концентрация и режим травления подбираются так, чтобы скорость травления составляла 3–5 мкм/мин. Напряжение на электродах составляло 10 В, плотность тока – 20 А/дм<sup>2</sup>, температура электролита 30°. Состав электролита – 850 см<sup>3</sup>  $\text{H}_3\text{PO}_4$  с удельным весом 1,56 и 150 см<sup>3</sup>  $\text{H}_2\text{SO}_4$  удельным весом 1,89, а также 50 г хромового ангидрида. Непрерывная запись прогиба осуществлялась с помощью индуктивного датчика и передавалась на самописец, где фиксировалась зависимость прогиба от времени.

Остаточные напряжения в рассматриваемом слое определялись как сумма трех составляющих [3]:

$$\sigma_{\text{ост.}} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3, \quad (1)$$

где  $\sigma_1$  – напряжение, снимаемое в момент разрезки кольца по образующей, МПа;

$\sigma_2$  – напряжение, снимаемое в рассматриваемом слое при его удалении, МПа;

$\sigma_3$  – напряжение, снимаемое при удалении всех предыдущих слоев, МПа.

После подстановки значений в (1) получим:

$$\sigma = \frac{2E\Delta D\rho}{(D-a)^2} \cdot \left(\frac{a}{2} - \Delta a\right) - \frac{E(a-\Delta a)^2}{3[D-(a+\Delta a)]^2} \cdot \frac{dD}{da} + \frac{E(4a-5\Delta a)}{3[D-(a+(a+\Delta a))]^2} \cdot \Delta D, \quad (2)$$

где  $E$  – модуль упругости основного металла (стали), МПа ( $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа);

$D$  – наружный диаметр кольца, мм;

$\Delta D\rho$  – изменение диаметра после разрезки кольца, мм;

$a$  – толщина стенки кольца, мм;

$\Delta a$  – снимаемый слой покрытия, мм;

$\Delta D$  – изменение диаметра после удаления слоя, мм;

$dD/da$  – приращение диаметра кольца к толщине снятого слоя после удаления слоя  $\Delta a$ .

В качестве подложки для нанесения термонеутральных композиционных порошковых покрытий использовались кольца из стали Ст3. В процессе исследования варьировалась толщина нанесения газотермических покрытий от 1 до 10 мкм.

На рисунке 1 приведено распределение остаточных напряжений по толщине газотермических покрытий. Из рисунка 1 видно, что при увеличении толщины покрытия уменьшаются остаточные напряжения. Однако толщина покрытия должна подбираться с учетом прочности сцепления и экономической минимизации затрат на подбор композиции порошка газотермического покрытия. Большие значения толщины покрытия часто приводят к его отслоению при знакопеременных нагрузках. Поэтому необходима оптимизация толщины нанесения газотермических покрытий и прочности сцепления. Остаточные напряжения (см. рисунок 1) являются растягивающими. Вблизи основы образцов величина этих напряжений приближается к нулю.

Одним из самых эффективных способов минимизации остаточных напряжений является процедура отжига [4]. Отжиг влияет на характер распределения остаточных напряжений [5]. Отжиг проводился при температурах 200 °С, 300 °С, 400 °С в течение 2 – 2,5 часов. Результаты распределений остаточных напряжений по толщине газотермического покрытия при различных температурах отжига представлены на рисунках 2, 3, 4.



Исходя из рисунков 2, 3, 4 установлено, что наименьшими остаточными напряжениями обладает газотермическое покрытие  $TiO_2-Al_2O_3$  с отжигом при температуре 400 °С. Также можно отметить, что при использовании процедуры отжига значения остаточных напряжений в газотермических покрытиях переходят из растягивающих в сжимающие уже при толщине 4 мкм и далее продолжают уменьшаться с увеличением глубины залегания. Однако при достижении толщины покрытия в 10 мкм остаточные напряжения приближаются к нулю и далее с увеличением толщины покрытия напряжения опять переходят в разряд растягивающих.

Внутренние напряжения растяжения снижают временное сопротивление, а напряжения сжатия могут увеличивать усталостную прочность [4]. Также сжимающие остаточные напряжения повышают адгезию газотермических покрытий [6].

Сжимающие напряжения положительно сказываются на эксплуатационных характеристиках покрытий, таких как износостойкость. Интенсивность износа образцов с газотермическими покрытиями оценивалась по линейному износу методом И.В. Крагельского [7].

Испытания на износ проводились в течение 8 часов непрерывной работы. При этом количество циклов

составило 640000. Нагрузка составляла  $P = 500 \text{ кгс/см}^2$ . Толщина покрытия при этом была 10 мкм. В таблице приведены значения величины линейного износа газотермических покрытий.

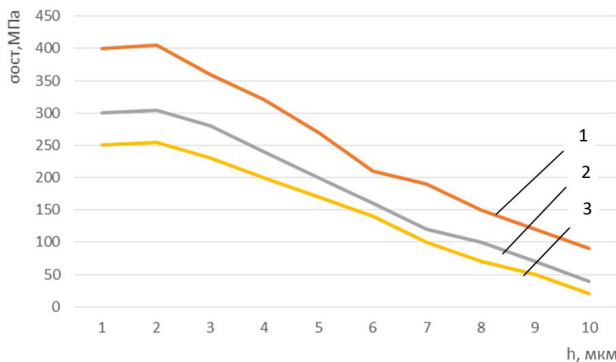
Величины линейного износа газотермических покрытий

Покрытие	Без отжига	Отжиг, 200°С	Отжиг, 300°С	Отжиг, 400°С
$SiO_2 - Cr_2O_3$	0,5 мкм	0,5 мкм	0,4 мкм	0,3 мкм
$Ni - Al_2O_3$	0,4 мкм	0,4 мкм	0,3 мкм	0,1 мкм
$TiO_2 - Al_2O_3$	0,3 мкм	0,2 мкм	0,2 мкм	0

Анализируя экспериментальные данные (см. таблицу), можно отметить снижение износа с ростом температуры отжига, что положительно сказывается на эксплуатации покрытий.

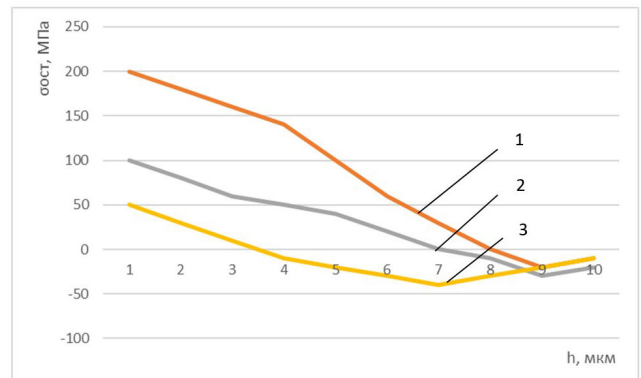
На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в результате нанесения газотермических термонейтральных композиционных покрытий возникают остаточные напряжения, которые определяют качество покрытий. При газотермическом напылении избежать возникновения остаточных напряжений нельзя, однако можно уменьшить их.

В процессе формирования газотермических покрытий распыленные частицы, нагретые до высокой тем-



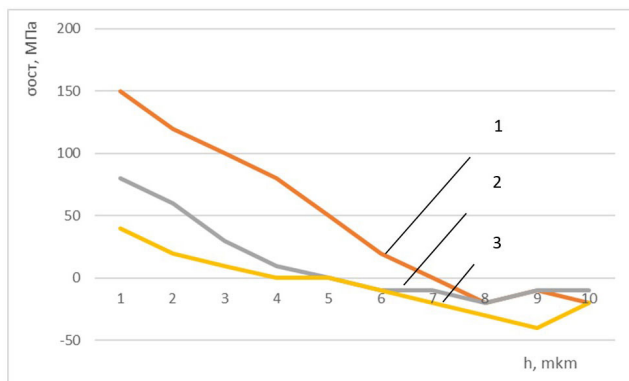
1 –  $SiO_2-Cr_2O_3$ ; 2 –  $Ni-Al_2O_3$ ; 3 –  $TiO_2-Al_2O_3$

Рисунок 1 – Распределение остаточных напряжений по толщине газотермического покрытия



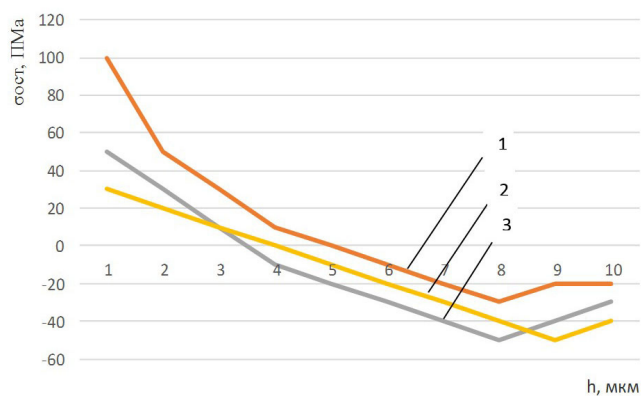
1 –  $SiO_2-Cr_2O_3$ ; 2 –  $Ni-Al_2O_3$ ; 3 –  $TiO_2-Al_2O_3$

Рисунок 2 – Распределение остаточных напряжений по толщине газотермического покрытия при отжиге с температурой 200 °С



1 –  $SiO_2-Cr_2O_3$ ; 2 –  $Ni-Al_2O_3$ ; 3 –  $TiO_2-Al_2O_3$

Рисунок 3 – Распределение остаточных напряжений по толщине газотермического покрытия при отжиге с температурой 300 °С



1 –  $SiO_2-Cr_2O_3$ ; 2 –  $Ni-Al_2O_3$ ; 3 –  $TiO_2-Al_2O_3$

Рисунок 4 – Распределение остаточных напряжений по толщине газотермического покрытия при отжиге с температурой 400 °С

пературы, постепенно наслаиваются на поверхность основы или другие, уже остывшие частицы [4]. Температура расплавленных частиц напыляемого материала у поверхности основы, как правило, близка к температуре плавления. Температура основы невелика. Даже при ее подогреве перед напылением, она, как правило, не превышает 200-300°C, и в процессе нанесения покрытия не происходит ее существенного повышения. В результате таких термических условий изменение температуры частиц покрытия при остывании намного больше, чем поверхности основы [6]. В результате этого возникают остаточные напряжения как в напыленном слое, так и

в материале изделия. Их возникновению способствует различие между коэффициентами термического расширения материала покрытия и основы.

Термическая обработка с использованием процедуры отжига при различных температурах приводит к перераспределению остаточных напряжений. С увеличением температуры отжига остаточные напряжения уменьшаются и становятся сжимающими. Износостойкость газотермических покрытий напрямую зависит от величины остаточных напряжений, которые можно регулировать, используя различные температурные режимы термической обработки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов И.А., Уральский В.И. Остаточные напряжения и качество металлопродукции. – М.: Metallurgy, 1981. – 96 с.
2. Механизм упрочнения твердых тел / Под ред. М. Л. Бернштейна. – М.: Metallurgy, 1965. – 167 с.
3. Дехтярь Л.И. Определение остаточных напряжений в покрытиях и биметаллах. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1968. – 176 с.
4. Сонин В.И. Газотермическое напыление материалов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1973. – 152 с.
5. Чернышев Г.Н., Попов А.Л., Козинцев В.М., Пономарев И.И. Остаточные напряжения в деформируемых твердых телах. – М.: Наука, 1996. 356 с.
6. Сулов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
7. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.

УДК 669.054.79

## **Изучение возможности обесцинкования шлама газоочистки доменного цеха растворами соляной кислоты**

**Б.Б. КАТРЕНОВ<sup>1</sup>**, младший научный сотрудник лаборатории «Физико – химия комплексного использования конденсированных отходов»,

**К.Ж. ЖУМАШЕВ<sup>1</sup>**, доктор технических наук, заведующий лабораторией «Физико–химия комплексного использования конденсированных отходов»,

**А.К. НАРЕМБЕКОВА<sup>2</sup>**, кандидат технических наук, доцент кафедры нанотехнологии и металлургии,

**С.Б. НАГУМАН<sup>1</sup>**, ведущий инженер лаборатории химического анализа,

<sup>1</sup>Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, кафедра НТМ

**Ключевые слова:** доменный шлам, соляная кислота, выщелачивание, степень удаления цинка, кек, отработанный травильный раствор

Одним из побочных продуктов доменного производства является колошниковый газ, который затем подвергается двухступенчатой очистке на газоочистных установках. На первой ступени очистки газа (сухое пылеулавливание) выделяется колошниковая пыль (ее выход составляет 4,52 кг на 1 т чугуна), на второй ступени (мокрое пылеулавливание) – шлам (7,83 кг/т чугуна), характеризующийся повышенным содержанием цинка в нем (более 0,5%) [1]. Колошниковая пыль используется в качестве добавки в шихту для получения железорудного агломерата. Основным способом переработки доменного шлама в настоящее время является добавка его в агломе-

рационную шихту в количествах, ограничивающихся допустимыми пределами прихода цинка в доменную печь [2]. Допустимые пределы составляют 150-200 г/т чугуна [3], по этой причине перерабатывается только малая часть доменных шламов (до 16%) [4], остальная часть вывозится в отвал. При выплавке чугуна по обычной технологии превышение допустимых пределов приводит к накоплению цинка в доменной печи и образованию зоны циркуляции больших масс. По некоторым данным они достигают 50 кг/т чугуна [5]. Их отрицательное влияние сказывается в нежелательном повышении содержания цинка в чугуне, образовании настывлей в печи, ко-

торые расстраивают нормальный ход плавки. Проникая в футеровку, цинк участвует в деформации кладки и ее разрушении. Для восстановления больших масс цинка дополнительно расходуется кокс. В реальных условиях восстановление 1 кг цинка в доменной печи требует, по разным сведениям, от 2 до 12 кг кокса [6]. На ОАО «АрселорМиттал Темиртау» цинксодержащие шламы не перерабатываются, а вывозятся в шламоотвал, так как их добавка в агломерационную шихту способствует превышению допустимых пределов [7]. В то же время накапливаемые шламы представляют большую угрозу окружающей среде. Вредные составляющие накапливаемых шламов постоянно вымываются, дренируются, попадают в подпочвенные воды, что в совокупности со строительством новых шламонакопителей приводит к уничтожению сельскохозяйственных угодий. Высокая техногенная нагрузка на природную среду, связанная с ростом накоплений шламовых отходов, вызывает острую необходимость утилизации шламов, представляющих собой вторичный сырьевой потенциал. Главной задачей при утилизации шламов является их обесцинкование, т.е. снижение содержания цинка до приемлемого показателя (менее 0,5%), которое позволит использовать весь объем образующихся шламов при агломерации железорудного сырья.

В практике обесцинкования шламов чаще всего применяют пирометаллургические способы, сочетающие процессы твердофазного восстановления оксидов углеродсодержащими материалами (кокс или уголь) с возгонкой металлического цинка, свинца и других летучих примесей и получением металлизированного железосодержащего продукта (вельц – процесс) [8]. Используются также и гидрометаллургические методы обесцинкования шламов, к примеру, метод солянокислого выщелачивания [4]. В условиях ОАО «АрселорМиттал Темиртау» одним из приемлемых способов обесцинкования шламов может быть солянокислотное выщелачивание. Источником соляной кислоты на комбинате могут служить отработанные травильный раствор и промывная вода травильного отделения листопрокатного производства, которые, так же как и шламы, являются отходом производства. Поступающий с ЛПЦ-1 металл имеет на своей поверхности окалину, которая удаляется при помощи операции травления. Суть ее заключается в том, что металл в кислотных ваннах плоского типа омывается сверху и снизу

подогретым до 85°C травильным раствором (раствор соляной кислоты). При этом происходит удаление окалины. Концентрация соляной кислоты в отработанном травильном растворе составляет 44-70 г/дм<sup>3</sup> [9]. Затем металл поступает в промывочную ванну, в которой промывается водой от кислоты. Отработанная промывная вода также содержит незначительное количество соляной кислоты.

Предварительные исследования по выщелачиванию доменного шлама раствором соляной кислоты (20% HCl) при комнатной температуре, соотношении масс жидкого раствора HCl и твердого вещества (шлама) равном 4 : 1, в течение 2 часов показали возможность перевода цинка, содержащегося в шламе, в раствор выщелачивания и получения кека с низким содержанием цинка (таблица 1).

На основании результатов, представленных в таблице 1, было решено провести исследование процесса выщелачивания исходного доменного шлама в соляной кислоте. Задача исследования заключалась в определении режима выщелачивания, обеспечивающего получение кека с содержанием цинка менее 0,5%. Для решения этой задачи по плану пятифакторного эксперимента на четырех уровнях по методу вероятностно-детерминированного планирования [10] в лабораторных условиях были проведены исследования по выщелачиванию доменного шлама механическим перемешиванием при комнатной температуре. Варьируемые факторы: концентрация соляной кислоты в растворе, продолжительность выщелачивания и соотношение Ж:Т (таблица 2).

По результатам каждого опыта в плане эксперимента определяли степень удаления цинка из шламов по формуле, представленной в работе [11]:

$$\eta_{zn} = [\Delta Zn / Zn_{исх}] \times 100, \quad (1)$$

где  $\Delta Zn$  – количество удаленного цинка в процессе выщелачивания шлама, г;  $Zn_{исх}$  – количество цинка в исходном шламе, г.

Количество удаленного цинка в процессе выщелачивания шлама рассчитывается по формуле

$$\Delta Zn = Zn_{исх} - Zn_{кек}, \quad (2)$$

где  $Zn_{кек}$  – количество цинка в кеке, г.

Количество цинка в исходном шламе рассчитывается по формуле

$$Zn_{исх} = Zn \times m_{нав} / 100, \quad (3)$$

где  $Zn$  – содержание цинка в исходном шламе, %;  $m_{нав}$  – масса навески, г.

Таблица 1 – Химический состав исходного доменного шлама и полученного кека

Наименование материала	Zn	Pb	Fe	MnO	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C
Доменный шлам	4,75	0,51	33,62	0,42	6,68	2,22	5,19	2,48	21,69
Кек	0,31	0,03	39,81	1,67	3,67	1,37	7,84	3,13	28,90

Таблица 2 – Уровни факторов

№	Фактор	Уровень факторов			
		1	2	3	4
1	Концентрация соляной кислоты в растворе, C <sub>HCl</sub> , %	5	10	15	20
2	Продолжительность выщелачивания, τ <sub>в</sub> , мин	30	60	90	120
3	Соотношение Ж:Т	3	4	5	6
4	Вакантный фактор X <sub>4</sub>	1	2	3	4
5	Вакантный фактор X <sub>5</sub>	1	2	3	4

Количество цинка в полученном при выщелачивании шлама кеке рассчитывается по формуле

$$Zn_{\text{КЕК}} = Zn_{\text{ОСТ}} \times m_{\text{КЕК}}/100, \quad (4)$$

где  $Zn_{\text{ОСТ}}$  – содержание цинка в кеке, %;  $m_{\text{КЕК}}$  – масса кека, г.

Условия и результаты экспериментов по выщелачиванию доменного шлама представлены в таблице 3, проведя выборку из которой, определяли частные графические зависимости степени удаления цинка от исследуемых факторов (см. рисунок).

Как следует из таблицы 3, для получения кека с содержанием цинка не более 0,5% степень удаления цинка при выщелачивании шлама должна составлять не менее 92%.

Анализ частных зависимостей, представленных на рисунке, показывает, что на степень удаления цинка в большей степени влияет концентрация соляной кислоты. Чем выше концентрация кислоты, тем больше цинка из шлама переходит в раствор. Аналогичным образом на

степень удаления цинка из шлама влияет и соотношение Ж:Т. В меньшей степени на степень удаления цинка из шлама влияет продолжительность выщелачивания. Как следует из графиков, основная масса цинка (до 90%) удаляется за первые 30 мин выщелачивания, а необходимая степень удаления цинка достигается за 60 мин.

Адекватность частных уравнений оценивали коэффициентом нелинейной множественной корреляции ( $R$ ) и его значимостью ( $t_R$ ) для 5%-ного уровня ( $t_R > 2$ ), достаточного в металлургических исследованиях (таблица 4).

Полученные частные уравнения были объединены с получением обобщенной зависимости степени удаления цинка:

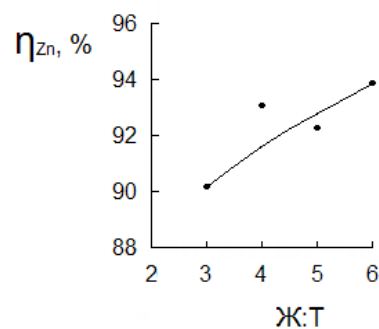
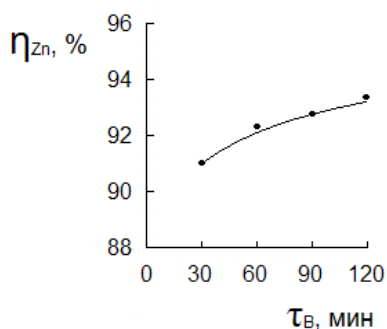
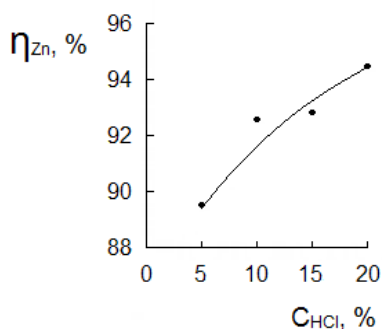
$$\eta_{Zn} = 71,1 C_{HCl}^{0,038} \times \tau_B^{0,018} \times (Ж:Т)^{0,06}, \quad (5)$$

$$R = 0,81, t_R = 8,25 > 2.$$

Уравнение (5) было использовано для расчета номограммы степени удаления цинка (таблица 5). Из таблицы 5 следует, что при использовании 5% – ного раствора

Таблица 3 – Условия экспериментов по выщелачиванию доменного шлама и степень удаления цинка по экспериментальным (э) и расчетным (р) данным

№	$C_{HCl}$ , %	$\tau_B$ , мин	Ж:Т	$X_4$	$X_5$	$Zn_{\text{ОСТ}}$ , %	$\eta_{Zn}^{\text{э}}$ , %	$\eta_{Zn}^{\text{р}}$ , %
1	5	30	3	1	1	0,80	86,53	85,80
2	10	60	4	2	1	0,50	92,00	90,73
3	15	90	5	3	1	0,32	94,95	94,02
4	20	120	6	4	1	0,31	95,79	96,69
5	5	60	5	4	2	0,58	90,74	89,54
6	10	90	6	1	2	0,48	92,42	93,59
7	15	120	3	2	2	0,46	92,84	91,71
8	20	30	4	3	2	0,48	92,63	92,10
9	5	90	3	3	3	0,61	89,89	87,50
10	10	120	4	4	3	0,38	93,89	91,91
11	15	30	5	1	3	0,49	92,42	92,20
12	20	60	6	2	3	0,33	95,16	95,45
13	5	120	5	2	4	0,56	91,16	90,70
14	10	30	6	3	4	0,49	92,21	91,77
15	15	60	3	4	4	0,54	91,37	90,53
16	20	90	4	1	4	0,40	94,11	93,91



Точки – экспериментальная выборка, линии – по частным уравнениям из таблицы 4

Зависимости степени удаления цинка при солянокислом выщелачивании доменного шлама от изучаемых факторов

Таблица 4 – Коэффициент корреляции R и его значимость  $t_R$  для частных уравнений степени удаления цинка от заданных факторов

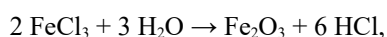
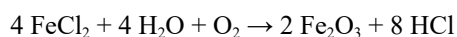
Частное уравнение	R	Условие $t_R > 2$	Значимость
$\eta_{Zn} = 84,14 C_{HCl}^{0,038}$	0,95	13,78	значима
$\eta_{Zn} = 85,51 \tau_B^{0,018}$	0,97	22,86	значима
$\eta_{Zn} = 84,33 (Ж:Т)^{0,06}$	0,71	2,01	значима

Таблица 5 – Номограмма степени удаления цинка при выщелачивании доменного шлама при вариации концентрации соляной кислоты, продолжительности выщелачивания и соотношения Ж:Т

С <sub>HCl</sub> , %	Ж:Т				
	$\tau_B$ , мин	3:1	4:1	5:1	6:1
5	30	85,80	87,33	88,46	89,42
	60	86,85	88,40	89,54	90,51
	90	87,50	89,06	90,20	91,19
	120	87,98	89,55	90,70	91,69
10	30	88,06	89,63	90,79	91,77
	60	89,14	90,73	91,90	<b>92,90</b>
	90	89,80	91,40	<b>92,58</b>	<b>93,59</b>
	120	90,30	91,91	<b>93,09</b>	<b>94,11</b>
15	30	89,44	91,03	<b>92,20</b>	<b>93,20</b>
	60	90,53	<b>92,14</b>	<b>93,33</b>	<b>94,34</b>
	90	91,20	<b>92,83</b>	<b>94,02</b>	<b>95,05</b>
	120	91,71	<b>93,34</b>	<b>94,54</b>	<b>95,57</b>
20	30	90,49	<b>92,10</b>	<b>93,28</b>	<b>94,30</b>
	60	91,59	<b>93,22</b>	<b>94,42</b>	<b>95,45</b>
	90	<b>92,27</b>	<b>93,91</b>	<b>95,12</b>	<b>96,16</b>
	120	<b>92,78</b>	<b>94,43</b>	<b>95,65</b>	<b>96,69</b>

соляной кислоты для выщелачивания степень удаления цинка не достигает 92%. Максимальная степень удаления цинка из доменного шлама достигается при следующих условиях выщелачивания:  $C_{HCl} = 20\%$ ;  $\tau_B = 120$  мин; Ж:Т = 6:1. Для достижения необходимой степени удаления цинка концентрация соляной кислоты в растворе для выщелачивания шлама должна быть не менее 10 %. Раствор соляной кислоты можно получать путем пирогидролитического концентрирования кислотного раствора в обжиговой печи (способ «Рутнер») или в печи кипящего слоя [9].

Выделены значения, в которых степень удаления цинка превышает 92%. Концентрированный кислотный раствор получают путем выпаривания воды из отработанного травильного раствора. Концентрация соляной кислоты в нем составляет 50-90 г/дм<sup>3</sup>. При пирогидролитическом концентрировании кислотного раствора выделяются оксид железа (III), пригодный для переработки в доменной печи, и газообразная соляная кислота по реакциям



которая поглощается затем подкисленной отработанной промывной водой с промывочной ванны. Концентрация соляной кислоты в регенерированном растворе составляет 190-210 г/дм<sup>3</sup>. Такой раствор может быть использован, а при необходимости и разбавлен для обесцинкования доменного шлама. Анализ литературных данных и результаты лабораторных опытов показали возможность утилизации отходов доменного и листопрокатного производства методом солянокислого выщелачивания с получением продуктов, возвращаемых в производственный цикл.

Работа выполнена в рамках проводимых исследований по научно-технической программе «Научно-технологическое обеспечение рационального использования минерально-сырьевых ресурсов и техногенных отходов черной и цветной металлургии с получением востребованной отечественной промышленностью продукции» по проекту 0026/ПЦФ – 14 п.2 «Разработка технологии переработки цинксодержащих шламов черной металлургии».



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вольнкина Е.П., Протопопов Е.В. Отходы металлургического предприятия: от анализа потерь к управлению // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2005. – № 6. – С. 72-76.
2. Курунов И.Ф., Филатов С.В., Тихонов Д.Н., Бижанов А.М. Выбор технологии рециклинга металлургических шламов // Бюллетень «Черная металлургия». – 2014. – № 10. – С. 93-97.
3. Курунов И.Ф., Титов В.Н., Большакова О. Г. Анализ эффективности альтернативных путей рециклинга железосодержащих металлургических отходов // Металлург. – 2006. – № 11. – С. 39-42.
4. Казюта В.И., Казюта М.В., Сосонкин А.С. Технология комплексной переработки металлургических шламов и пыли газоочисток // Сталь. – 2010. – № 2. – С. 85-87.
5. Щукин Ю.П., Гладышев В.И., Антипов В.С. и др. Механизм и циркуляция цинка в доменной печи // Сталь. – 1986. – № 9. – С. 21-24.
6. Щукин Ю.П., Тахаутдинов Р.С., Терентьев В.Л. и др. Эффективная технология снижения количества цинка, поступающего в доменную печь с аглошихой // Металлург. – 2002. – № 1. – С. 14-16.
7. Левинтов Б.Л., Зейфман В.М., Агаркова М.А. и др. Проблемы образования и пути утилизации шламовых отходов в АО «МитталСтил Темиртау» // Сталь. 2007. № 8. С. 115-118.
8. Селиванов Е.Н., Аксенов В.И., Кляйн С.Э., Ничкова И.И. Обработка стоков и утилизация шламов металлургических предприятий. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2014. 80 с.
9. Шебаршова И.М., Левашова Е.В., Таранин И.В., Ласьков С.А., Клещев Е.Г. Опыт освоения технологии регенерации соляной кислоты в псевдоожиженном слое // Сталь. 2013. № 9. С. 96-98.
10. Малышев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 37 с.
11. Коршиков Г.В., Зевин С.Л., Греков В.В., Кузнецов А.С., Михайлов В.Г. Поведение цинка при спекании доменного и конвертерного шламов с концентратами КМА // Сталь. – 2003. – № 5. – С. 2-6.

УДК 669.168:669.781:669.893

## Математическая модель диаграммы фазового состава системы $BaO-SiO_2-B_2O_3$

А.А. АКБЕРДИН<sup>1</sup>, д.т.н. профессор, зав. лаб. «Бор»,

М.М. КАРБАЕВ<sup>2</sup>, магистрант,

<sup>1</sup>Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, кафедра НТМ

**Ключевые слова:** система  $BaO-SiO_2-B_2O_3$ , шлак, фаза, модель, мембрана, фритт.

Боросиликатные системы обладают рядом уникальных свойств, что обуславливает их широкую область применения. Так, с их помощью производится утилизация радиоактивных отходов путем добавления последних в шихту варки боросиликатных стекол или жидкой флюсовкой отходов. Из них же изготавливают средства защиты от ионизирующих излучений для ядерно-физических установок [1]. Использование расплавов этой системы сделало возможным получение пористых стекол и пористых кварцоидов с заданным размером пор. В связи с развитием нанотехнологии, получение бористых мембран с наноразмерными порами нашло широкое применение в так называемых молекулярных ситах. Стеклокерамика на основе бариеборосиликатной системы обладает высокой механической прочностью, химической стойкостью, что делает ее перспективной для широкого использования в электронной технике и энергетике, для получения легкоплавких фритт, используемых для защиты металлов, а также в производстве термостойкой керамики. Нами разрабатывается технология производства и использования в металлургии борсодержащего силикобария системы Fe-Si-Ba-B. Прогнозируется, что при ле-

гировании им стали образуются продукты раскисления, отображаемые системой  $BaO-SiO_2-B_2O_3$ . Это определяет необходимость теоретического и экспериментального исследования системы  $BaO-SiO_2-B_2O_3$ , поскольку отмечается недостаточность сведений по её термодинамическим свойствам [2].

Поставлено целью построить диаграмму фазового состава системы  $BaO-SiO_2-B_2O_3$  и создать её математическую модель. Графически диаграмма этой системы изображается в виде треугольника, составленного из трех бинарных систем:  $BaO-SiO_2$ ,  $BaO-B_2O_3$  и  $SiO_2-B_2O_3$ .

В соответствии со справочными данными [3], в двойной системе  $BaO-SiO_2$  образуется 4 силиката бария:  $2BaO \cdot SiO_2$ ,  $BaO \cdot SiO_2$ ,  $2BaO \cdot 3SiO_2$  и  $BaO \cdot 2SiO_2$ .

В системе  $BaO-B_2O_3$  установлено [3] наличие четырех боратов бария:  $3BaO \cdot B_2O_3$ ,  $BaO \cdot B_2O_3$ ,  $BaO \cdot 2B_2O_3$  и  $BaO \cdot 4B_2O_3$ . В системе  $SiO_2-B_2O_3$  химические соединения отсутствуют [3]. В системе  $BaO-SiO_2-B_2O_3$  установлено [4] наличие тройного соединения  $3BaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 2SiO_2$  с координатами (масс. %): 58,30 BaO, 26,47 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 15,23 SiO<sub>2</sub>. Все найденные из справочных данных соединения нанесли на треугольник составов и использовали их для

построения диаграммы в виде элементарных треугольников сосуществующих фаз. Для построения использовали термодинамически-диаграммный метод [5,6]. Результаты выполненных расчетов показаны графически на рисунке в виде диаграммы фазового состава.

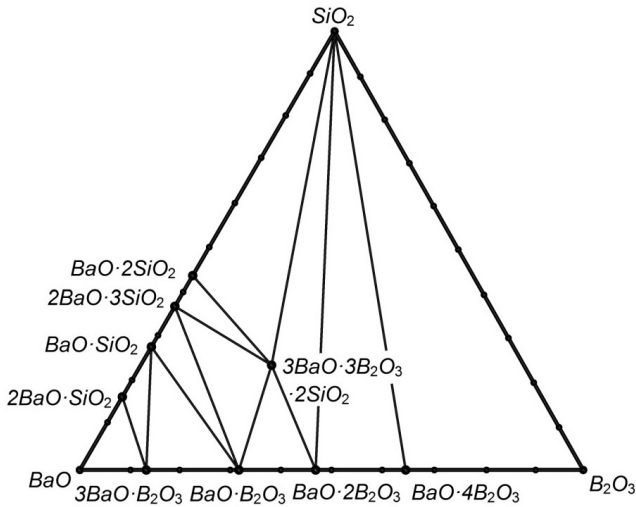


Диаграмма фазового состава системы BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

В ней установлено 11 треугольников сосуществующих фаз (таблица 1).

Таблица 1 – Элементарные треугольники

Элементарные треугольники
1. BaO-2BaO·SiO <sub>2</sub> -3BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
2. 2BaO·SiO <sub>2</sub> -3BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -BaO·SiO <sub>2</sub>
3. 3BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -BaO·SiO <sub>2</sub> -BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4. BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -BaO·SiO <sub>2</sub> -2BaO·3SiO <sub>2</sub>
5. BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -2BaO·3SiO <sub>2</sub> -3BaO·3B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub>
6. 2BaO·3SiO <sub>2</sub> -3BaO·3B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> -BaO·2SiO <sub>2</sub>
7. BaO·2SiO <sub>2</sub> -3BaO·3B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub>
8. BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -3BaO·3B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> -BaO·2B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
9. BaO·2B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -3BaO·3B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub>
10. BaO·2B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -BaO·4B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>
11. B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -BaO·4B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>

Полученные нами данные совпадают с имеющимися в литературе [4,7]. Однако нами для облегчения численных расчетов впервые создана математическая модель полученной диаграммы. Для этого использовали предложенный нами балансовый метод [8]. В этом методе вначале составляются балансовые уравнения распределения исходных компонентов изделия (металла, керамики, шлака) по образующимся фазам, решение которых позволяет найти выражения для количественного расчета фаз.

При создании моделей исходные компоненты шлака (по химическому анализу) обозначили как (BaO)<sub>0</sub>, (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0</sub> и (SiO<sub>2</sub>)<sub>0</sub>, поскольку они же могут быть фазами как BaO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub>. Излагаем результаты его применения, записывая вначале балансовые, а затем и конечные расчетные уравнения.

В элементарном треугольнике № 1 BaO-2BaO·SiO<sub>2</sub>-3BaO·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> оксид бария BaO<sub>0</sub> расходуется на образование всех фаз и поэтому балансовое уравнение по оксиду бария запишется так:

$$\text{BaO}_0 = 1 \cdot \text{BaO} + 0,8362 \cdot 2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 + 0,8685 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3,$$

В этом выражении коэффициенты при фазах означают содержание оксида бария в них (таблица 2). Такой же принцип использован при выводе балансовых уравнений для других фаз.

В этом же треугольнике оксид кремния (SiO<sub>2</sub>)<sub>0</sub> принимает участие в создании только одной фазы – 2BaO·SiO<sub>2</sub>. Баланс по нему запишется так: (SiO<sub>2</sub>)<sub>0</sub> = 0,1638·2BaO·SiO<sub>2</sub>.

Борный ангидрид (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0</sub> в этом треугольнике присутствует только в составе соединения (3BaO·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в количестве 13,15%, что позволяет написать баланс по нему так: (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>0</sub> = 0,1315·3BaO·B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Выпишем полученные балансовые уравнения вместе:

$$\text{BaO}_0 = 1 \cdot \text{BaO} + 0,8362 \cdot 2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 + 0,8685 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,1638 \cdot 2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,1315 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3.$$

Решая эти три уравнения относительно трех неизвестных фаз, получаем конечные расчетные уравнения для элементарного треугольника №1:

$$2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 = 6,105(\text{SiO}_2)_0,$$

$$3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = 7,6045 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$\text{BaO} = \text{BaO}_0 - 5,105(\text{SiO}_2)_0 - 6,6045 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0.$$

Правильность вывода уравнений подтверждается равенством 1 суммы всех коэффициентов при одноименных фазах.

Аналогичные расчеты провели для остальных 11 элементарных треугольников сосуществующих фаз, записывая исходные балансовые и конечные расчетные уравнения для нахождения фазового состава.

Элементарный треугольник № 2

$$2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 - 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 - \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,1638 \cdot 2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 + 0,2815 \cdot \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2,$$

$$\text{BaO}_0 = 0,8362 \cdot 2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 + 0,8685 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 +$$

$$+ 0,7185 \cdot \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,1315 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3.$$

Расчетные уравнения:

$$\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 = 7,105 \cdot (\text{SiO}_2)_0 + 9,192 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 1,3917 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = 7,6046 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$2\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 = -6,105 \cdot (\text{SiO}_2)_0 - 15,797 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 2,3917 \cdot \text{BaO}_0.$$

Элементарный треугольник №3

$$3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 - \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,8685 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,7185 \cdot \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,6877 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,2815 \cdot \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,1315 \cdot 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,3123 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3.$$

Расчетные уравнения:

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = 4,8036 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 1,8564 \cdot (\text{SiO}_2)_0 - 0,7273 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = -3,8036 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 4,4087 \cdot (\text{SiO}_2)_0 + 1,7273 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 = 3,5523 \cdot (\text{SiO}_2)_0.$$

Элементарный треугольник №4

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 - \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 - 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,6877 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,7185 \cdot \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,6298 \cdot 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2,$$

Таблица 2- Химический состав фаз

№ п/п	Фаза	Состав, масс.%		
		BaO	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	BaO	100	0	0
2	SiO <sub>2</sub>	0	100	0
3	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	100
4	2BaO·SiO <sub>2</sub>	83,62	16,38	0
5	BaO·SiO <sub>2</sub>	71,85	28,15	0
6	2BaO·3SiO <sub>2</sub>	62,98	37,02	0
7	BaO·2SiO <sub>2</sub>	56,06	43,94	0
8	3BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	86,85	0	13,15
9	BaO·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68,77	0	31,23
10	BaO·2B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,41	0	47,59
11	BaO·4B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,51	0	64,49
12	3BaO·3B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub>	58,30	26,47	15,23

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,3702 \cdot 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 + 0,2815 \cdot \text{BaO} \cdot \text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,3123 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3.$$

Расчетные уравнения:

$$\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 = 4,1736 \cdot \text{BaO}_0 - 9,19 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 7,1 \cdot (\text{SiO}_2)_0,$$

$$2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 = 8,1 \cdot (\text{SiO}_2)_0 - 3,1736 \cdot \text{BaO}_0 + 6,988 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = 3,202 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0.$$

Элементарный треугольник №5

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 - 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 - 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,6877 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,6298 \cdot 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,583 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,3702 \cdot 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 + 0,1523 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,3123 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,2647 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Расчетные уравнения:

$$2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 = -0,0013 \cdot (\text{SiO}_2)_0 + 1,5886 \cdot \text{BaO}_0 -$$

$$- 3,4982 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 = -3,8615 \cdot \text{BaO}_0 + 8,5034 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 +$$

$$+ 6,5696 \cdot (\text{SiO}_2)_0,$$

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = -4,0052 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 3,2729 \cdot \text{BaO}_0 - 5,5683 \cdot (\text{SiO}_2)_0.$$

Элементарный треугольник №6

$$2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 - 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,6298 \cdot 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 + 0,583 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,5606 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,2647 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,3702 \cdot 2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 + 0,1523 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,4394 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Расчетные уравнения:

$$3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 = 3,7778 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$\text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2 = 9,1022 \cdot (\text{SiO}_2)_0 + 6,5473 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 5,35 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$2\text{BaO} \cdot 3\text{SiO}_2 = -8,1022 \cdot (\text{SiO}_2)_0 - 9,3251 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 6,35 \cdot \text{BaO}_0.$$

Элементарный треугольник №7

$$\text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2 - 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,5606 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2 + 0,583 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,2647 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 1 \cdot \text{SiO}_2 + 0,4394 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,1523 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Расчетные уравнения:

$$3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 = 3,7778 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$\text{BaO} \cdot 2\text{SiO}_2 = 1,7838 \cdot \text{BaO}_0 - 3,9286 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0,$$

$$\text{SiO}_2 = (\text{SiO}_2)_0 - 0,7838 \cdot \text{BaO}_0 + 1,1508 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0.$$

Элементарный треугольник №8

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 - 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,6877 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,583 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 +$$

$$+ 0,5241 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,3123 \cdot \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 0,4759 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 +$$

$$+ 0,2647 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 0,1523 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Расчетные уравнения:

$$3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 = 6,5659 \cdot (\text{SiO}_2)_0,$$

$$\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 = 4,2041 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 0,0027 \cdot (\text{SiO}_2)_0 - 1,9096 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = -3,2041 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 5,5686 \cdot (\text{SiO}_2)_0 + 2,9096 \cdot \text{BaO}_0.$$

Элементарный треугольник №9

$$\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 - 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,5241 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 + 0,583 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,4759 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 + 0,2647 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 1 \cdot \text{SiO}_2 + 0,1523 \cdot 3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2.$$

Расчетные уравнения:

$$\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 = 4,203 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 1,9084 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$3\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 = -3,7783 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 3,4309 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$\text{SiO}_2 = (\text{SiO}_2)_0 + 0,5753 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 0,5225 \cdot \text{BaO}_0.$$

Элементарный треугольник №10

$$\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 - \text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2.$$

Балансовые уравнения:

$$\text{BaO}_0 = 0,5241 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 + 0,3551 \cdot \text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3,$$

$$(\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 0,4759 \cdot \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 + 0,6449 \cdot \text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3,$$

$$(\text{SiO}_2)_0 = 1 \cdot \text{SiO}_2.$$

Расчетные уравнения:

$$\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 = -2,1011 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 + 3,8161 \cdot \text{BaO}_0,$$

$$\text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3 = 3,1011 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 - 2,8161 \cdot \text{BaO}_0,$$

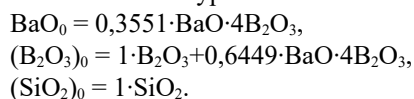
$$\text{SiO}_2 = (\text{SiO}_2)_0.$$

Элементарный треугольник №11

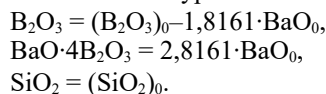
$$\text{B}_2\text{O}_3 - \text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2.$$



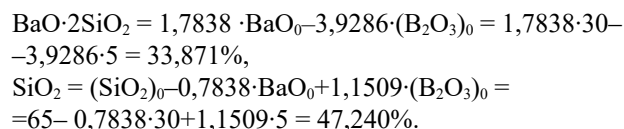
Балансовые уравнения:



Расчетные уравнения:



При практических расчетах состав исходного сырья по  $\text{BaO}_0$ ,  $(\text{B}_2\text{O}_3)_0$  и  $(\text{SiO}_2)_0$  поочередно подставляется в уравнения всех 11 треугольников. Признаком принадлежности сырья какому-нибудь треугольнику является положительное численное значение фаз, в сумме дающих 100%. Рассчитаем для примера фазовый состав шлака, содержащего (масс.%):  $30\text{BaO}_0$ ,  $65(\text{SiO}_2)_0$  и  $5(\text{B}_2\text{O}_3)_0$ . Установлено, что шлак находится в треугольнике №7 и расчет надо вести по уравнениям этого треугольника:  $3\text{BaO} - 3\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2 = 3,7778 \cdot (\text{B}_2\text{O}_3)_0 = 3,7778 \cdot 5 = 18,889\%$ ,



Равенство 100% суммы всех фаз свидетельствует о правильности расчета. Простота алгоритма позволяет составить программу для всех 11 треугольников и вести расчеты на компьютере.

Выводом уравнений завершается математическое описание диаграммы фазового состава системы  $\text{BaO}-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ . Диаграммы и их математические модели имеют самостоятельное значение, но также являются важным справочным материалом для термодинамического моделирования технологических процессов, поскольку заранее удастся установить фазовый состав продуктов плавки, т.е. пополнить базу данных соответствующих компьютерных программ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акбердин А.А., Саркенов К.З. Ким А.С., Конуров У. Создание средств биологической защиты ядерно-физических установок на основе боратов Казахстана // Промышленность Казахстана. 2005. № 1. (28). – С. 64-65.
2. Тюрина З.Т. Термодинамические свойства расплавов системы  $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ : Дисс. ... канд. техн. наук. С-Петербург, 2008. – С. 149.
3. Беккер Т.Б. Фазообразование и рост кристаллов в четверной взаимной системе  $\text{Na, Ba, B // O, F}$ : Дисс. ... докт. техн. наук. Новосибирск, 2015. – С. 65.
4. Торопов Н.А., Барзаковский В.П., Лапин В.В., Курцева Н.Н., Бойкова А.И. Диаграммы состояния силикатных систем: Справочник. Выпуск 3. Тройные силикатные системы. Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1972. 1-448.
5. Бережной А.С. Многокомпонентные системы окислов. – Киев: Наукова думка, 1970. – 544с.
6. Процюк А.П., Карапетьянц М.Х. О термодинамическом исследовании процессов в многокомпонентных системах // ЖПХ. 1977. – Т.50. Вып. 1. – С. 169.
7. Levin E. M., G. Ugrinic. Journ. Res. Nat. Bur. Stand. 51. №1. 37. 1953.
8. Акбердин А.А. Балансовый метод расчета равновесного фазового состава многокомпонентных систем // КИМС. – 1995. – №3. – С.92-93.

# Спектроскопические характеристики оксисульфида иттрия и оксисульфида лантана, активированных европием и европием с эрбием

М. ГРИНБЕРГ<sup>1</sup>, профессор,

Н.Н. ЖАНТУРИНА<sup>2</sup>, старший преподаватель, доктор PhD,

<sup>1</sup>Гданьский университет (Гданьск, Польша),

<sup>2</sup>Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, кафедра физики конденсированного состояния

**Ключевые слова:** синтез, поточный метод, европий, эрбий, оксид иттрия, спектр возбуждения, излучение, электронный переход.

Диэлектрические кристаллы, активированные переходными металлами и редкоземельными ионами вследствие специфической энергетической структуры активаторов хорошо известны в течение многих лет как отличная основа для эффективных люминофоров, сцинтилляторов и лазерных материалов [1]. В последние десятилетия эти системы были рассмотрены как перспективные материалы для квантовой обработки и хранения информации.

Материал, который может быть использован в качестве квантовой обработки, характеризуется фундаментальными исключительными свойствами: долгим временем жизни в возбужденном состоянии и высокой оптической плотностью. Редкоземельные ионы удовлетворяют такому условию, как длительное сохранение возбужденного состояния. Редкоземельные ионы в твердых телах, которые имеют локальную энергетическую структуру, созданную  $4f^n$  ( $n=1-13$ ) электронной конфигурацией, характеризуются долгим временем жизни в возбужденном состоянии [2]. С другой стороны, этого редкоземельные ионы достигают за счет малого значения коэффициента поглощения. Поэтому является трудным, даже невозможным получить хороший материал для квантовой обработки активированием объемной матрицы редкоземельными ионами. Можно увеличить оптическую плотность за счет увеличения уровня активатора. Из-за того, что ион-ионные взаимодействия ведут к концентрационному тушению люминесценции и уменьшают время жизни возбужденного состояния и эффективность излучательного перехода, приходится использовать материалы с концентрацией активатора не более 1 мол. % [3].

В нашей работе в качестве объектов исследования использовались оксисульфид иттрия и оксисульфид лантана, активированные европием, и эти же соединения, активированные европием совместно с эрбием ( $Y_2O_2S:Er^3+$ ,  $Y_2O_2S:Yb^{3+}/Er^{3+}$ ,  $La_2O_2S:Er_3$  и  $La_2O_2S:Yb^{3+}/Er^{3+}$ ), для сравнения характеристик полученных материалов.

$Y_2O_2S:Er^3+$ ,  $Y_2O_2S:Yb^{3+}/Er^{3+}$ ,  $La_2O_2S:Er_3$  и  $La_2O_2S:Yb^{3+}/Er^{3+}$  являются уникальными материалами, матрицей которых является оксид иттрия и лантана. Синтез проводили простым поточным методом. Качество полученных материалов проверялось на рентгеновском дифрактометре,

используя аппарат BRUKER D2PHASER, работающий на излучении CuK $\alpha$  при 30 кВ и 10 мА. Спектры находятся в хорошем согласии с картотечкой файла Powder Diffraction File no. 01-087-2370 [4].

Образцы оксисульфида иттрия и лантана, активированные различной концентрацией  $Yb^{3+}$  и  $Er^{3+}$ , были охарактеризованы стандартными спектроскопическими методами: спектроскопия возбуждения и излучения, временно-разрешающая спектроскопия. Целью измерения временно-разрешающих спектров и кинетики люминесценции было рассмотрение энергетической структуры системы и передачи энергии между примесями.

Результаты измерения спектров приведены ниже. Образцы  $Y_2O_2S$ , активированные 0.5 % Er, и  $Y_2O_2S$ , активированные 0.5 % Er и соактивированные 5 % Yb;  $La_2O_2S$ , активированные 1% Er, и  $La_2O_2S$ , активированные 1% Er с 9% Yb, были использованы для спектроскопических исследований. На рисунках 1 и 2 представлены спектры люминесценции образцов при различных длинах волн возбуждения.

Независимо от длины волны возбуждения, резкие линии люминесценции соответствуют переходам с различных возбужденных состояний  $Er^{3+}$  [5].

Фотонами с длиной волны 378.5 нм  $Er^{3+}$  возбуждается в состояние  $^4G_{11/2}$ , затем система релаксирует в излучающие состояния  $^2H_{9/2}$ ,  $^2H_{11/2}$ ,  $^4S_{3/2}$  и  $^4F_{9/2}$ . При длине волны 980 для ионов  $Er^{3+}$  используется двухфотонное возбуждение. Первый фотон возбуждает систему в состояние  $^4I_{11/2}$  и второй фотон способствует переходу из  $^4I_{11/2}$  в  $^2H_{11/2}$  состояние. Поэтому при возбуждении  $Y_2O_2S$ , активированного Er, свечения с состояния  $^2H_{9/2}$  не наблюдается. А когда  $Y_2O_2S$ , активированный 0.5% Er с 5% Yb, возбуждается фотонами такой длиной волны, наблюдается трехфотонный процесс. Два иона  $Yb^{3+}$ , возбужденные в состояние  $^2F_{5/2}$ , передают энергию возбуждения в один ион  $Er^{3+}$  и возбуждают его до состояния  $^4I_{11/2}$ . И как результат, наблюдается свечение с состояния  $^2H_{9/2}$ . Такой эффект является доказательством усиления люминесценции в системе с  $Er^{3+}$  и в системе  $Er^{3+}$  с двумя ионами  $Yb^{3+}$  [6].

Аналогичный эффект можно наблюдать и в системе оксисульфида лантана, показанный на рисунке 2.

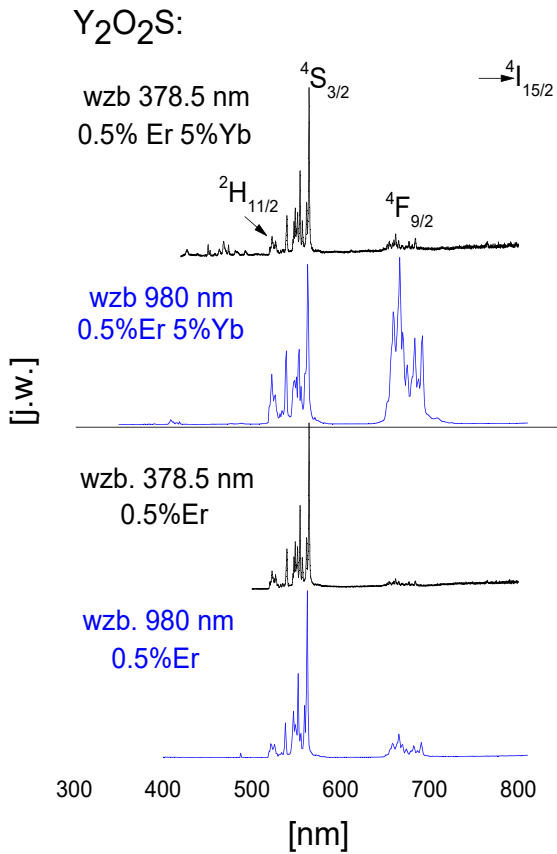


Рисунок 1 – Спектры люминесценции  $Y_2O_2S$ , активированного Er и Er с Yb, возбужденных при 378.5 нм и 980 нм

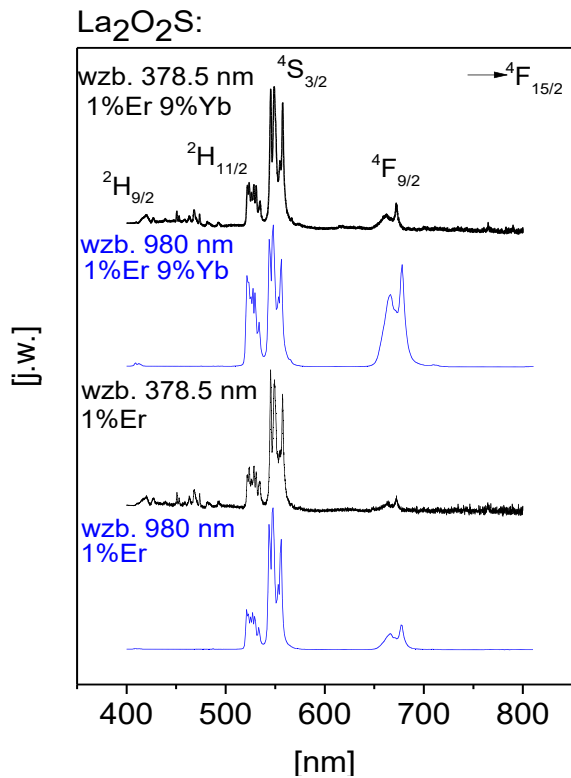


Рисунок 2 – Нормированные спектры люминесценции  $La_2O_2S$ , активированного Er и Er с Yb

Для доказательства эффекта усиления люминесценции была измерена кинетика люминесценции. Кривые кинетики люминесценции для образцов  $La_2O_2S$ , активированных Er и Er с Yb, представлены на рисунках 3, 4, 5, 6.

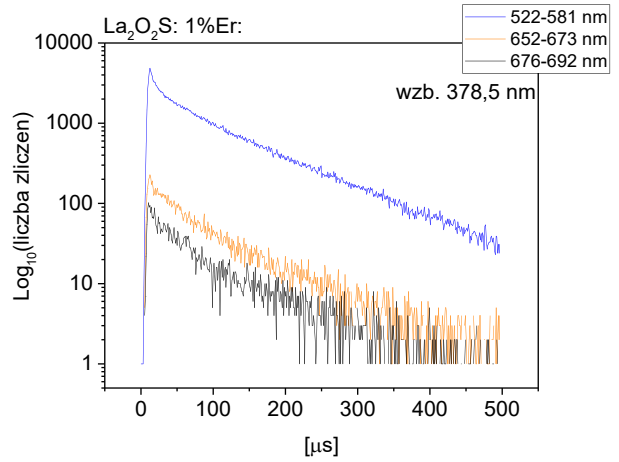


Рисунок 3 – Кривые кинетики люминесценции образцов  $La_2O_2S$ : 1%Er, полученной при длине волны возбуждения 378,5 нм

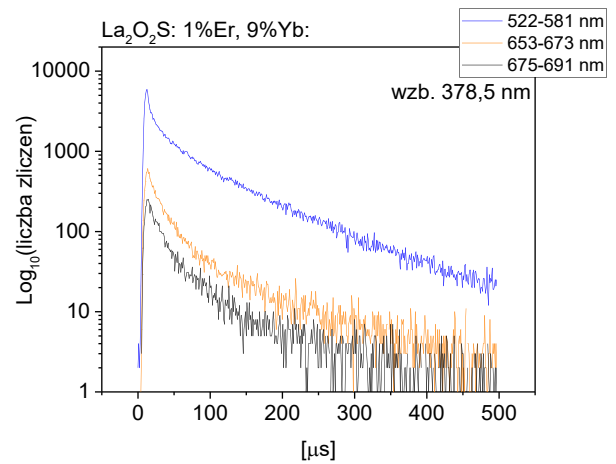


Рисунок 4 – Кривые кинетики люминесценции образцов  $La_2O_2S$ : 1%Er с 9% Yb, полученной при длине волны возбуждения 378,5 нм

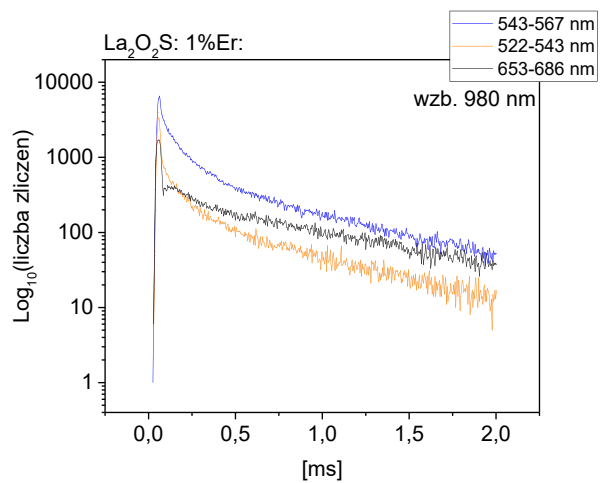


Рисунок 5 – Кривые кинетики люминесценции образцов  $La_2O_2S$ : 1%Er, полученной при длине волны возбуждения 980 нм

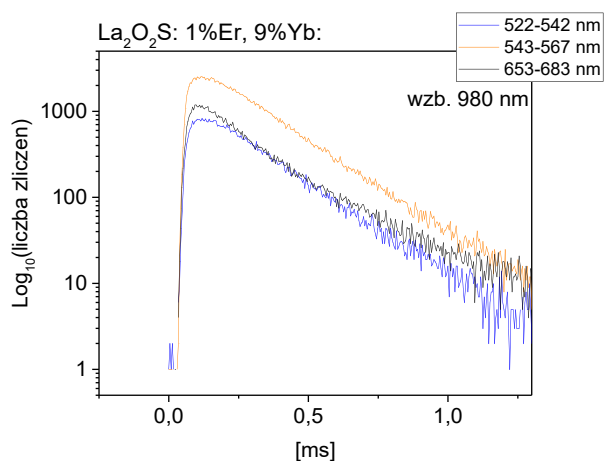


Рисунок 6 – Кривые кинетики люминесценции образцов  $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}: 1\% \text{Er}$  с  $9\% \text{Yb}$ , полученной при длине волны возбуждения  $980 \text{ nm}$

Люминесценция зарегистрирована при длинах волн, соответствующих переходам с возбужденных состояний  $\text{Er}^{3+}$ :  ${}^2\text{H}_{11/2}$ ,  ${}^4\text{S}_{3/2}$  ( $522\text{-}581 \text{ nm}$ ) и  ${}^4\text{F}_{9/2}$  ( $653\text{-}674 \text{ nm}$ )

и  $676\text{-}691 \text{ nm}$ ) [7]. Четко видно, что кинетика люминесценции строго зависит от длины волны возбуждения. При возбуждении длиной волны  $378,5 \text{ nm}$  мы наблюдаем только затухание люминесценции (рисунки 3 и 4). При возбуждении же длиной волны  $980 \text{ nm}$  наблюдается усиление люминесценции в течение  $200 \text{ мкс}$  после возбуждения (рисунки 5 и 6).

Таким образом были синтезированы образцы оксисульфида иттрия, активированного различной концентрацией  $\text{Yb}^{3+}$  и  $\text{Er}^{3+}$  ( $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Er}^{3+}$  и  $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ ), оксисульфида лантана, активированного различной концентрацией  $\text{Yb}^{3+}$  и  $\text{Er}^{3+}$  ( $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Er}^{3+}$  и  $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ ), определены их структурные характеристики. Также полученные образцы были охарактеризованы стандартными методами спектроскопии: спектры возбуждения и излучения, кинетика люминесценции. Соответственно по результатам были оценены возможные переходы в системах и структура энергетических уровней. Полученные результаты могут быть использованы при создании современных материалов-сцинтилляторов и материалов для квантовой обработки информации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Henderson B. and Imbusch G.F. Optical Spectroscopy of Inorganic Solids. – Oxford, 2010. – 657 p.
2. McClure D.S. Electronic Spectra of Molecules and Ions in Crystals. –New York: Academic Press, 2012. – 175 p.
3. Grinberg M., Sliwinski A., Sikorska A. Nonradiative Processes in Transition Ions in Crystals, Rev. Sci. Inst. 74, 321(4) (2003).
4. Grinberg M. High Pressure Study of Localized States Related to Lanthanide Ions in Solids, J. ECS 157, (4) 1-5 (2010)
5. Grinberg Marek. Excited States Dynamics Under High Pressure in Lanthanide Doped Solids, J. Lumin. 131 433–437 (2011)
6. Mahlik S., Lazarowska A., Grinberg M., Wells J.-P. R., Reid M.F. Luminescence Properties of  $\text{MgF}_2:\text{Yb}^{2+}$  at High Hydrostatic Pressure // Journal of Luminescence 169 (2016). P. 788–793. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2015.01.031>
7. Cavalli Enrico, Boutinaud Philippe, Grinberg Marek. Luminescence Dynamics in  $\text{CaWO}_4:\text{Pr}^{3+}$  Powders and Single Crystals // Journal of Luminescence 169 (2016). P. 450–453. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2014.10.069>

УДК 622.1:528 (075)

### **Исследование проявления горных ударов при ведении работ на глубоких горизонтах Иртышского месторождения**

**Ө. СЭБДЕНБЕКҰЛЫ**, д.т.н., профессор,

**О.Г. БЕСИМБАЕВА**, к.т.н., ст. преподаватель,

**Р.Ф. НИЗАМЕТДИНОВ**, к.т.н., ст. преподаватель,

**Е.А. ОЛЕЙНИКОВА**, магистр технических наук,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра МДиГ

**Ключевые слова:** структурно-тектонические особенности, горный массив, прочность, характеристика, порода, касательное напряжение, нормальное напряжение, напряженно – деформированное состояние.

На глубоких горизонтах крутопадающих залежей Иртышского месторождения геомеханическая ситуация определяется тем, что вышележащая часть залежи уже отработана [1]. Нижние горизонты, находящиеся под выработанным пространством, оказываются в зоне высокого опорного давления. Это приводит к разрушению выработок и, как следствие, к высокому травматизму. Поэтому при ведении горных работ на глубоких горизонтах Иртышского месторождения актуальным является геодинамическое районирование, установление схем динамического взаимодействия силовых блоков, выделение тектонически напряженных зон и оценка направления и величины главных напряжений в массиве горных пород.

Основными факторами, определяющими характер и параметры процесса сдвижения массива горных пород, являются: форма и размеры залежей, их мощность, соотношение размеров выработанного пространства и глубины разработки; системы разработки; структурные особенности горных пород (слоистость, трещиноватость,

тектоническая нарушенность); физико-механические свойства руд и пород; углы падения залежей и вмещающих пород.

Наличие в горном массиве поверхностей ослабления в виде трещин отдельности большого протяжения, поверхностей сместителей тектонических нарушений, контактов слоистости пород резко ухудшает устойчивое состояние массива. Это связано с тем, что при значительной прочности куска скальной породы сдвиговые характеристики трещиноватого массива всегда в несколько раз меньше и ещё ниже сопротивляемость сдвигу по поверхностям различного рода ослаблений.

Выявленные системы трещин и их размеры оказывают сильное влияние на прочностные свойства массива, поэтому они должны быть взяты во внимание при расчетах прочностных свойств пород массива с помощью коэффициента структурного ослабления.

По результатам произведенного изучения структурных особенностей горного массива Иртышского

месторождения определены фактические параметры факторов, влияющих на прочностные свойства пород в массиве.

Интенсивность трещиноватости пород в массиве определяется следующими коэффициентами:

- $w_1 = 1/a_{тр}$  – III класса трещиноватости;
- $w_{сл} = 1/a_{сл}$  – IV класса трещиноватости (слоистости);
- $w_m = h/a_{тр2}$  – II класса трещиноватости, где  $h$  высота выработки.

По совокупности размеров структурных блоков может быть определен общий коэффициент влияния трещиноватости на прочность каждого типа пород в массиве в следующем виде:

$$K_M = K_{ТР} K_{СЛ} K_{ТР2}, \quad (1)$$

где  $K_{ТР} = e^{-[0,5(1-tg\varphi)+wtg\varphi]}$  – коэффициент влияния третьей группы трещин;

$K_{СЛ} = e^{-0,5wtg\varphi}$  – коэффициент влияния слоистости;

$$K_{ТР2} = e^{-[0,5(1-tg\varphi)+w^1tg\varphi]}$$

$K_{ТР2} = e^{-[0,5(1-tg\varphi)+w^1tg\varphi]}$  – коэффициент влияния второй группы трещин, где  $w^1 = w_m$ ;

$$\varphi = 45^\circ - 0,5\rho_{сж};$$

$\rho_{сж}$  – угол наклона касательной прямой (рисунок 1) к кругу одноосного сжатия (величина угла внутреннего трения):

$$\rho_{сж} = 2[\arctg(\tau_n^{сж} / \sigma_n^{сж}) - 45^\circ]. \quad (2)$$

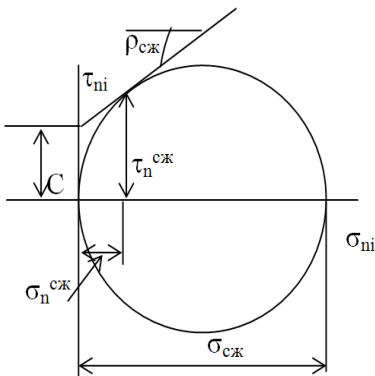


Рисунок 1 – Схема для определения  $\rho_{сж}$ ,  $\sigma_n^{сж}$  и  $\tau_n^{сж}$

После ввода значения  $K_{ТР}$ ,  $K_{СЛ}$ ,  $K_{ТР2}$  в формулу (1), по известному коэффициенту влияния трещиноватости  $K_M$ , определяются прочностные свойства горных пород [2] на одноосное сжатие в массиве  $\sigma_{сж}^M = K_M \sigma_{сж}^A$ .

Прочность горных пород в массиве на растяжения  $\sigma_p^M = \sigma_{сж}^M / n$  определяется исходя из соотношения  $n = \sigma_{сж}^A / \sigma_p^A$ .

Теперь по известным значениям  $\sigma_{сж}^M$  и  $\sigma_p^M$  прочности пород в массиве строятся паспорта прочности по следующей зависимости:

$$\tau_{ni} = \sigma_{сж} \left\{ 0,5 \cos \rho_{сж} + \left[ 1 - e^{0,5(1-\sin \rho_{сж}) - (\sigma_{ni} / \sigma_{сж})} \right] \operatorname{tg} \rho_{сж} \right\}, \quad (3)$$

где  $\tau_{ni}$  – тангенциальное напряжение на поверхности сдвига.

В уравнении (3) переменной величиной является только  $\sigma_{ni}$ , которая может меняться в пределах –  $\sigma_n^p \leq \sigma_{ni} \rightarrow \infty$  (значения задаются).

Нормальное напряжение на поверхности сдвига в

условиях одноосного сжатия определяется формулой:

$$\sigma_n^{сж} = \sqrt{[0,5(\sigma_{сж} - \rho_i)]^2 - \rho_i \sigma_{сж} + 0,5(\sigma_{сж} - \rho_i)}. \quad (4)$$

Величина бокового напряжения в массиве горных пород [2, 3] оценивается по следующему выражению:

$$m_\sigma = (\sigma_{ni} - \tau_{ni} \operatorname{tg} \phi_i) / (\sigma_{ni} + \tau_{ni} \operatorname{ctg} \phi_i), \quad (5)$$

где  $\sigma_{ni}$  – нормальное напряжение на поверхности сдвига.

Зависимость величин угла внутреннего трения от напряженного состояния породы определяется по следующему выражению:

$$\rho_i = \arctg \left( e^{-(\sigma_{ni} / \sigma_{сж}) + 0,5(1-\sin \rho_{сж})} \operatorname{tg} \rho_{сж} \right), \quad (6)$$

где  $\rho_i$  – угол наклона касательных прямых к  $i$ -й точке огибающей кривой паспорта прочности.

Результаты расчетов по уравнениям (3) и (5) отражаются в графическом виде огибающих кривые кругов предельных напряжений пород месторождения.

Известно (метод БАБО) [2, 3], что в массиве горных пород с ростом глубины их залегания единичные поверхности сдвига постепенно выполаживаются от вертикального в сторону уменьшения. Если представить последовательно соединенные единичные сдвиги, то получатся кривые поверхности сдвига, уравнения которых:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0,5(y_i - y_B) \left[ (\cos \beta_i / \sin^2 \beta_i) - \operatorname{tg}(\beta_i / 2) \right] \sin \beta_i, \\ x_2 &= (y_i - y_B) \left[ \operatorname{tg}(\beta_i / 2) \right] \sin \beta_i, \end{aligned} \quad (7)$$

$$x_3 = 0,5(y_i - y_B) \left[ (\cos \theta_i / \sin^2 \theta_i) - \operatorname{tg}(\theta_i / 2) \right] \sin \theta_i,$$

$$y_i = (\sigma_{ni} + \tau_{ni} \operatorname{tg} \theta_i) / \gamma_i,$$

где  $y_B$  – глубина вертикальной части кривой линии скольжения в массиве;

$\beta_i$  – угол наклона прямой, соединяющей точку огибающей кривой паспорта прочности с началом координат;

$$\theta_i = 45^\circ - 0,5\rho_i;$$

$$\sigma_{ni} = 0 \leq \infty;$$

$\gamma_i$  – объемный вес породы;

$x_1$  – суммарная длина поверхностей (тангенциальных напряжений) сдвига;

$x_2$  – перпендикуляры к поверхностям сдвига (нормальные напряжения);

$x_3$  – линии связи между разнонаправленными кривыми поверхностей сдвига.

По результатам проведенных исследований горно-геологических условий Иртышского месторождения, лабораторных и натуральных экспериментов на основе геомеханического метода БАБО [2, 3] построены паспорта прочности каждого типа пород. На основе паспортов прочности пород определяются координаты точек кривых линий поверхностей скольжения ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  и  $y$ ) для всех типов пород. Для расчетов координат кривых поверхностей сдвига была разработана программа, в которой были выполнены расчеты положения поверхностей сдвига для всех типов пород лежачего, висячего бока и рудного тела.

Построенные кривые линии поверхностей скольжения (рисунок 2) используются для определения границ зон деформации в массиве.



Представлены расчеты, которые выполнены для руды сплошной: прочностные характеристики лабораторные:  $\sigma_{сж}^л = 105,3$  МПа;  $\sigma_p^л = 11,0$  МПа; трещины в массиве:  $a_{кучл} = 0,2$  м;  $a_{сл} = 0,3$  м;  $K_{общ} = 0,0198$ ; прочностные характеристики руды в массиве:  $\sigma_{сж}^м = 2,09$  МПа;  $\sigma_p^м = 0,2183$  МПа;  $\rho_{сж} = 31,98^\circ$ .

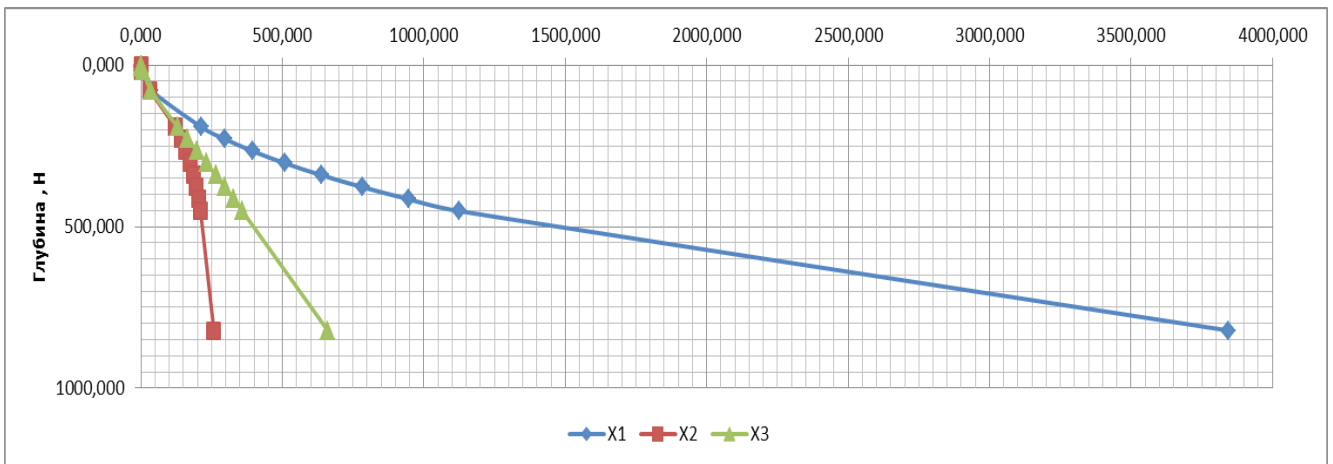
Для решения вопроса о возможности проявления горного удара при ведении горных работ на глубоких горизонтах Иртышского рудника необходимо рассматривать физику взаимосвязи горных выработок и очистного пространства с учетом напряженно-деформирующего состояния горного массива (рисунок 3).

Согласно данным расчетов по формулам (7) на глубине в пределах 800 – 1200 м угол наклона касательной прямой к огибающей кривой паспорта прочности изменится от 7 и более градусов. Части кривых поверхностей сдвига проведены со сторон висячего и лежащего боков вкрест простирания рудного тела и обозначены  $L_v$ ,  $L_n$ ,  $B_v$ ,  $B_n$  (где  $L$  – означает лежащий бок,  $B$  – висячий бок с индексами соответственно:  $v$  – верхний и  $n$  – нижний).

Необходимо отметить, что все кривые являются частями одной и той же кривой поверхности сдвига (рисунок 3). Кроме того,  $L_v$  проведена от верхней части рудного тела с уклоном вниз ( $\tau_v$  со стрелкой), а  $L_n$  от нижней части с подъемом вверх ( $\tau_n$  со стрелкой). Это указывает на то, что массив налегающей толщи выше кривых  $L_v$  и  $B_v$  своим давлением на нижележащие объемы может сместить их в сторону выработанного пространства. А по кривым  $L_n$  и  $B_n$  этот объем может быть смещен в ту сторону, где меньше сил сопротивления. В результате взаимодействия указанных сил в массиве формируются поверхности сдвига  $x_3$  (кривые границ зон нарушения устойчивости пород) под углом  $45^\circ$  к горизонту.

В процессе образования очистного пространства (выработки) может произойти поэтапное обрушение пород с боковых сторон. На непосредственных контактах рудного тела вмещающие породы могут разрушаться за счет вертикальной нагрузки и даже собственного веса (заштрихованные зоны на рисунке 3).

После образования новых граничных условий за



$X_1$  – кривая касательных напряжений;  $X_2$  – кривая нормальных напряжений;  
 $X_3$  – кривая границ зон нарушения устойчивости пород вокруг выработки (очистного пространства)

Рисунок 2 – Кривые поверхностей сдвигов

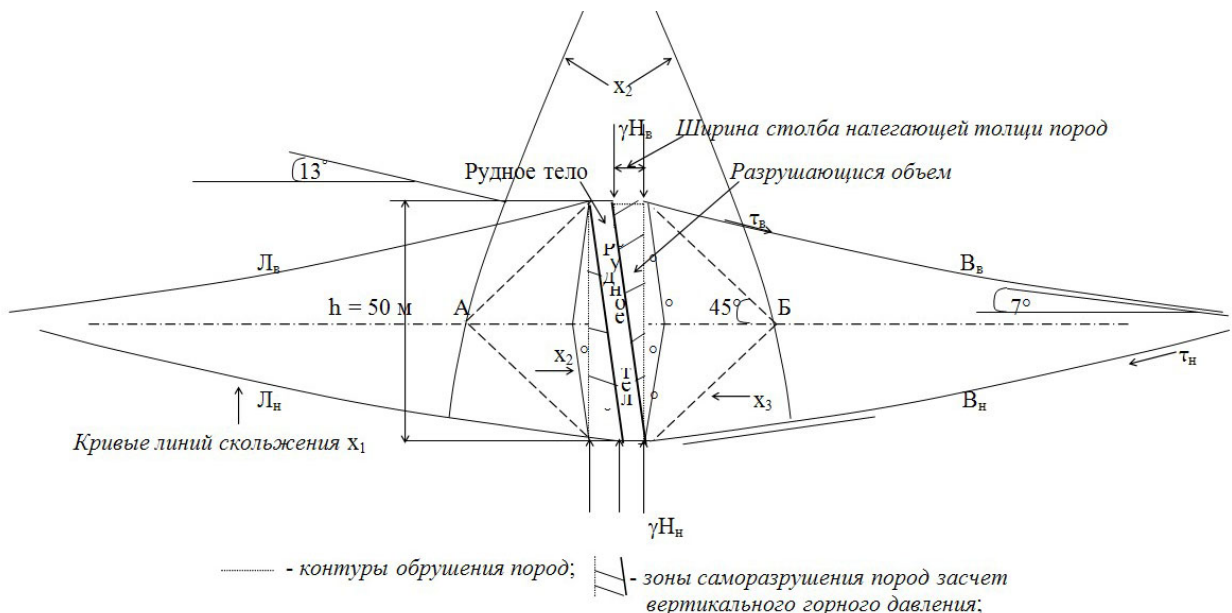


Рисунок 3 – Напряженно-деформированное состояние массива вокруг выработанного пространства

счет частичного разрушения пород, контактирующих с рудным телом, образуются вертикальные поверхности. Теперь породы имеют возможность разрушаться в условиях одноосного сжатия (на рисунке 3 зона обозначена кружочками).

После происшедших около выработки деформаций в массиве потенциально действующей нагрузкой будет являться объем горных пород, заключенный между двумя кривыми  $\chi_2$  (нормальных напряжений), проходящими через точки А и Б (рисунок 3). Если обозначить площадь этого объема через  $S$  ( $m^2$ ), а толщину –  $m$  ( $m$ ), тогда полный вес этого объема горного массива будет  $Q = \gamma S m$ . Вертикальное напряжение, приходящееся на 1  $m$  площади между точками А и Б, определяется как:

$$\sigma = \gamma S / L_{AB}, \quad (8)$$

где  $L_{AB}$  – длина линии АБ.

Первые признаки динамического проявления горного давления могут возникнуть в результате частичного разрушения междукамерных целиков в очистном пространстве (рисунок 4).

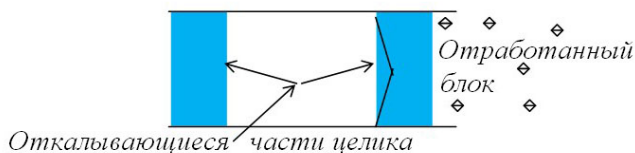


Рисунок 4 – Междукамерные целики очистного блока, где ведутся добычные работы

С ростом параметров очистного пространства разрушения междукамерных целиков могут носить другой характер.

На рисунке 5 приведен механизм деформирования массива в очистном пространстве:

- в первую очередь могут откалываться из обнаженных сторон целиков куски из объемов треугольной формы, образованные под углом  $\varphi$ , ( $\varphi = 45^\circ - 0,5\rho_{сж}$ ) аналогично шелушению;
- затем куски из целиков могут выпадать из объемов треугольной формы, образующиеся сдвигом под углом  $\rho$  (углом внутреннего трения), этот процесс может происходить в виде стреляний.

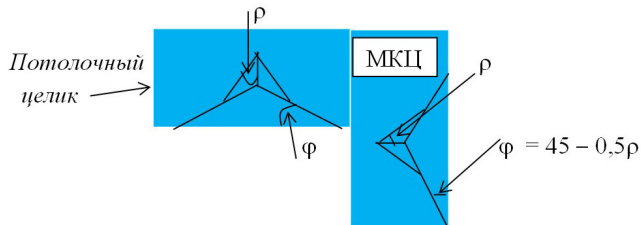


Рисунок 5 – Схема заколообразования в потолочных и междукамерных целиках окружающих массивов

Так, например, в январе 2014 года в блоке 1331 в скреперном штреке наблюдались следующие деформации:

крепление СПАК оголилось от 1,0 до 1,5 метров; междулучковые целики отслаиваются по напластованию в контакте руда-порода; по кровле между анкерами наблюдаются заколообразования; анкер выдавливает по борту от распределенного напряжения. Поперечное сечение штрека увеличилось от 4,1  $m^2$  до 10  $m^2$ .

В массиве частичные разрушения пород происходят не только после образования обнаженных границ. Такие разрушения могут быть при частичном снижении напряженного состояния.

Так, если в результате ведения добычных работ одна сторона междукамерных целиков может быть заполнена рыхлой породой, тогда отколовшаяся от вновь образованного междукамерного целика часть не может проявлять себя как шелушения или как стреляния, из таких участков может идти звук треска.

Вышеприведенные динамические проявления горных ударов происходят не только в условиях образования очистного пространства, они могут возникнуть и при проведении подготовительных выработок. Поэтому необходимо владеть знаниями о физико-механических свойствах каждого типа горных пород и особенностях распределения в них трещиноватости.

Ранее рассматривались случаи, когда нарушения устойчивости выработок происходят при высоком вертикальном напряженном состоянии. Если горизонтальные напряжения больше вертикальных, тогда могут деформироваться породы кровли и почвы. Деформация почвы проявляется только при выпучивании, что может оставаться почти незамеченным. Деформация породы кровли может сопровождаться активным падением породы, сначала в виде заколов, потом с переходом на обвалы. Переход на обвалы связан с уменьшением опорной площади при приближении к замковой части кровли. Разрушения восстающих и штреков, которые происходят с образованием шатрового свода, указывают на действие высоких горизонтальных напряжений вкрест простирания рудного тела, превышающих вертикальное давление [2].

Исследования устойчивости массива пород позволили установить места расположения участков наиболее вероятных разрушений:

- потенциально опасными участками на Иртышском месторождении в условиях повышенной нарушенности массива пород являются сопряжения полевых штреков с квершлагами;
- максимальные зоны вероятных обрушений пород наблюдаются в лежачем и висячем боках погашенных блоков, а также в междукамерных целиках, в кровле и почве открытых камер в массивах со средней и сильной нарушенностью.

В дальнейшем в процессе отработки глубоких зон следует усилить геомеханическое сопровождение ведения горных работ путем постоянного контроля поведения горного массива геомеханической, геотехнической, геологической и маркшейдерской службами.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТЭО проектной документации «Вскрытие и отработка 14 горизонта Иртышского месторождения» / ПО «Востокцветмет». Усть-Каменогорск, 2012.
2. Сәбденбекұлы Ө. Геомеханика // ҚР. ЖШС. «№ 1 Инновациялық орталық». Қарағанда, 2009. 450 б.
3. Сәбденбекұлы Ө., Сабденбеков Ш.У. Жерсілемдегі сырғу беттерді болжамдаудың тәсілі. Өнертабысқа № 25905 патент. ҚР Өділет министрлігінің зияткерлік меншік құқығы комитеті. Патент иеленушісі: Сәбденбекұлы Ө., Сабденбеков Ш.У (Метод БАБО\*).

УДК 622.23:622.8.812

## Математическая модель распространения жидкости в угольном пласте

*Н.А. ДРИЖД, д.т.н., профессор,*

*Р.А. МУСИН, докторант PhD,*

*Д.Р. АХМАТНУРОВ, докторант PhD,*

*Н.М. ЗАМАЛИЕВ, докторант PhD,*

*Д.А. АГЫБАЙ, магистрант,*

*Карагандинский государственный технический университет, кафедра РМПИ*

**Ключевые слова:** угольный пласт, гидродинамика, трещиноватость, метанобезопасность, физико-химические свойства, газ.

### Введение

Угольные целики, примыкающие к старым выработкам, а также пласты-спутники, оставленные в выработанных пространствах ликвидированных шахт, являются основными источниками эмиссии метана. Процесс метанообильности из угольных стенок, при условии затопления выработок и выработанных пространств, существенно отличается от процесса метановыделения в действующих шахтах. Это связано с тем, что краевая часть угольного пласта дегазирована и давление газа в пределах зоны дренирования значительно ниже гидростатического. Процесс пропитки угля в краевой части пласта происходит в режиме фильтрации. Скорость фильтрации и глубина проникновения воды зависят от давления газа в породе, водопроницаемости пласта, величины статического давления воды в выработке, времени, прошедшего после затопления шахты. При затоплении выработок и выработанных пространств происходит насыщение краевой части пласта водой, и, как следствие, процесс фильтрации газов существенно замедляется. Процесс десорбции газов из пласта не прекращается, так как не весь объем трещин и пустот пористой среды заполняется водой, хотя остаточная газопроницаемость угля после пропитки водой снижается в десятки раз. Теория движения жидкостей в пористой среде развилась благодаря трудам таких известных ученых, как Х. Дарси, А. Дюпюи, М. Маскет, Р. Коллинз, Н.Е. Жуковский, П.Я. Полубаринова–Кочина, Г.И. Баренблатт и других.

Пористый материал в задачах фильтрации рассматривается как связанная между собой сеть пустот, зависящая от структуры и текстуры. Как известно, поровый объем горных пород состоит из пустот разной конфигурации и

линейных размеров. При этом жидкости и газы заполняют не весь объем пустот, а только ту часть из них, которая образует в массиве фильтрационный (эффективный) объем пор. Эффективная пористость пород при фильтрации газов и жидкостей неодинакова и зависит от большого числа факторов. Однако известно, что жидкость, при пропитке пористого массива, вытесняет от 60 до 90 % газов, содержащихся в эффективном объеме пород. Для углей эффективный объем пор, участвующих в процессе фильтрации и диффузии газов, составляет от 15 до 45 % от общей пористости и 2–5 % от объема угольного массива [1]. При нагнетании воды в пласт расчетная пористость находится в пределах 0,2 – 2,3 %. Для исследований гидродинамики пород применяют множество различных моделей пористого материала. При конструировании структуры материала применяют модули, состоящие из кубов, шаров, дисков, трубок, стержней и т.д. Обзор этих моделей сделан в работах [2, 3]. Для процесса фильтрации жидкостей одним из важнейших свойств является его проницаемость. Существует множество теорий, связывающих геометрическую структуру пористого материала с проницаемостью [4]. Во всех моделях проницаемость связана с эффективной пористостью степенной зависимостью, варьирующейся в пределах 2...3.

### Основная часть

Уголь имеет пластовое залегание, выражено анизотропен, подвержен упругопластическим деформациям. С увеличением глубины залегания пористость и проницаемость угольной породы, вследствие сжатия, резко снижается по экспотенциальному закону [1]. Исследования показали, что при сжатии угольного образца в лабораторной установке под давлением 20 МПа эффективный

объем пор снижается на 30–45 %. В натуральных условиях на компрессионные свойства угля оказывает влияние метан, находящийся в пласте в сорбированном и свободном состоянии.

Жидкость в пористой среде может двигаться в двух основных режимах: турбулентном и ламинарном. Условием перехода от ламинарного к турбулентному режиму служит критерий Рейнольдса.

Ламинарное (слоистое) – это упорядоченное течение жидкости без перемешивания соседних слоев, без пульсации скорости и давления.

Турбулентное (бурное, возмущенное) – сопровождается интенсивным перемешиванием и пульсациями скорости и других параметров [4].

Увеличение глубины разработок и зоны сдвижения пород сопровождается повышением метанообильности и водопритока в выработки угольных шахт, предъявляет повышенные требования к методам прогноза и оценки газового состояния разрабатываемых месторождений и их водонасыщенности. Математическая модель должна учитывать анизотропию углепородного массива. Уточнение моделей взаимодействия газов, воды на основе законов нелинейной фильтрации является актуальной научно-практической задачей. Создание методик, алгоритмов и программ расчетов на ЭВМ параметров фильтрации жидкостей и газа, в первую очередь, требует анализа и обобщения моделей движения воды и газа в указанных условиях с учетом напряженно-деформированного состояния горного массива.

Движение воды в горной породе происходит через трещины и поры. Если массив изотропный, линии токов радиальны и равномерно расходятся из оси выработки. В зависимости от коэффициента анизотропии конфигурация зоны пропитки пород и линии токов вытягиваются в сторону наименьшего сопротивления среды. Проницаемость, или проводимость массива, обратно пропорциональна сопротивлению среды движению жидкости. Расчеты показали, что при значениях гидропроницаемости массива, соответствующих угольному пласту, поток жидкости в основном ламинарный.

В Кемеровской области, в результате закрытия большого количества нерентабельных угледобывающих предприятий, огромные подземные пространства, свыше 30 млрд м<sup>3</sup>, заполнены техногенными подземными водами и могут быть использованы в будущем в качестве очистных сооружений. Проблема исследования протекающих при этом процессов является на сегодняшний день актуальной [3].

Задачи пропитки угля жидкостью имеют обширную теоретическую и экспериментальную базу, однако до настоящего времени отсутствует единая методика расчета параметров распространения жидкостей в пласте, таких как скорость и радиус распространения, давление на фронте пропитки, время пропитки, которая учитывала бы функцию газового давления в пласте, неоднородность массива вблизи горной выработки, анизотропность пласта, степень заполнения пустот угля жидкостью с известными физико-химическими свойствами.

В гидромеханике и газовой динамике, теории

фильтрации при построении потенциалов поля и токов течения используются такие понятия, как полная и эффективная, или открытая, пористость. С эффективной пористостью тесно связана такая важнейшая величина, как проницаемость твердой породы. Следует иметь в виду, что проницаемость и эффективная пористость массива для газов и жидкостей неодинакова, что подтверждается большим объемом экспериментальных данных [5, 6].

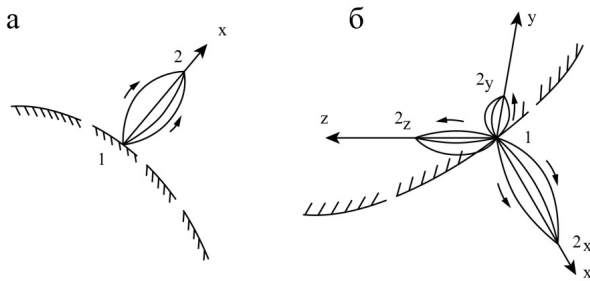
В работах Акимбекова А.К. [5] доказано, что при движении жидкости в газонасыщенном массиве участвует только часть открытых пустот, имеющих между собой связь и образующих сплошную сеть. При этом происходит поршневое вытеснение газа. Обозначив открытую пористость массива для потока газа  $M$ , а эффективный объем пустот, заполняемый потоком жидкости  $m$ , величину, характеризующую отношением этих двух параметров, получили такой комплексный показатель, как коэффициент объемного заполнения  $\beta$ .

$$\beta = \frac{m}{M}. \quad (1)$$

Значение  $\beta$  оказывает сильное влияние на такие показатели, как величина гидропроницаемости, качество пропитки и тампонажа горного массива и т.д.

Коэффициент заполнения  $\beta$  определяется преимущественно экспериментальным путем. Имеются эмпирические уравнения, описывающие функцию коэффициента заполнения в факторном пространстве. Построение строго детерминированной модели этого процесса затруднено, так как такие параметры, как эффективная пористость и функция распределения пор по размерам, имеют вероятностный характер. В силу того, что затопленная шахта практически недоступна для определения параметров движения жидкости и находящихся там примесей, то наиболее целесообразным является математическое моделирование [2]. Для построения квазидетерминированной модели заполнения пустот в твердом массиве при пропитке структура пористого массива рассматривалась в виде простейшего графа. Структура пустот в массиве представлялась квазиупорядоченным графом, объединяющим в себе макросеть и микросеть. Макросеть представлена наиболее крупными пустотами и трещинами. Микросеть соединена с макросетью посредством узлов. Ячейки микросети располагаются между ветвями макросети. При движении жидкости в массиве находящийся в ветвях макросети газ полностью вытесняется, при этом ветви микросети образуют остаточный объем пустот, заполненный газом. Рассматриваем элементарную ячейку графа, находящуюся в элементарном объеме  $V$ , в виде абстрактной сети, моделирующей структуру пустот, из  $N$  параллельных ветвей неодинаковой длины, выходящих из начальной вершины 1 и соединяющихся в конечной вершине 2 на оси 1–х (см. рисунок). Жидкость движется под действием приложенного градиента давления  $\partial p / \partial x$  по ветвям в направлении 1–2, при этом ось 1–х отображает линию тока. Ветви графа представляются в виде полых трубок, поперечное сечение  $S$ , длина  $L$ , периметр  $\Pi$  и форма которых обозначают различные типы пустот, а число  $N$  характеризует удельное число пор,

приходящихся на единицу площади или объема элемента твердой среды. Элементарные струйки движутся, вытесняя газ или другую жидкость, не смешиваясь по ветвям из вершины 1 к вершине 2, пока не произойдет запираания микросети. Так как скорость струй в ветвях неодинакова, жидкость за время  $t$  по  $\xi$  ветвям макросети достигает вершины 2 ( $\xi < N$ ,  $\xi = 1, 2, 3, \dots$ ). Имея дело с абстрактной моделью, действием капиллярных, гравитационных сил, физико-химическими свойствами газа и жидкости пренебрегали. Считая, что остальные  $N - \xi$  ветви заполнены жидкостью не полностью, допустим, что остаточный объем пустот с газом равен  $M - m$ . Анизотропная среда в модели данного типа представлялась в виде пространственной сети, содержащей 4 вершины. В этом случае из вершины 1 проведем три взаимно-ортогональные оси 1-x, 1-y, 1-z. На каждой оси расположены точки 2x, 2y, 2.z (см. рисунок). Микросеть составляется из трех независимых графов, которые рассматриваются самостоятельно и моделируют заполнение пустот при движении жидкости по направлению 1-x, 1-y, 1-z.



а - одномерная, б - трехмерная  
Сетевая модель движения воды в пористой среде

Для сильно трещиноватых пород анализ сети из  $N$  ветвей невозможен, так как  $N$  – большое число. Поэтому все пустоты и трещины группируются по  $i$  – классам пустот ( $i \in [1, k]$ ,  $k$  – некоторое число). В каждой  $i$ -й группе ветвей  $n_i$  пустот, поэтому  $\sum_{i=1}^k n_i = N$ . Классы пустот систематизируются по средним значениям зияния трещин и пустот  $\delta_i$ , имеют среднюю длину  $L_i$  и коэффициент формы  $\Phi_i$ . Соотношение  $n_i/N$  описывает статистику распределения пустот по размерам. Для изотропных сред статистика распределения пустот не зависит от направления, а для анизотропных сред в направлении главных осей может не совпадать. Из анализа опытных данных известно, что основное количество жидкости движется по ветвям макросети. Индексируя макросеть как класс пустот от  $j$  до  $k$ , тогда имеем  $\beta_i = \beta_{j+1} = \beta_{j+2} = \dots = \beta_k$ .

Задача исследования состоит в том, чтобы найти значение каждого из  $j-1$  классов пустот, а затем вычислить интегральный показатель  $\beta$ . Если  $p_i$  – статистика распределения пустот по объему ( $m_i/m = p_i$ ),

$$\beta = \sum_{i=1}^k p_i \beta_i. \quad (2)$$

Если порода обладает неупорядоченной структурой, просветность пород  $Pr$  эквивалентна  $m$ , т.е.  $Pr \approx m$ ,  $L_i = L$ . Это означает, что  $p_i \approx Pr_i / Pr$ , где  $Pr_i$  – просветность пород по  $i$ -му классу пустот. При известных законах распределения  $p(\delta)$ ,  $\beta(\delta)$ , формула (2) будет иметь вид

$$\beta = \int_0^{\delta} R \beta d\delta. \quad (3)$$

Для определения величины  $\beta_i$  рассмотрим движение жидкости в элементарной трубке, направленной вдоль оси 1-x, длиной  $Z_i$ , имеющей произвольную форму и сечение  $S_i$ , постоянное по длине. Из гидравлики известно, что скорость движения жидкости в трубке  $v$  зависит от градиента давления  $\partial p / \partial x$ , коэффициента сопротивления  $\lambda$ , числа Рейнольдса  $Re$ . Для горных пород грунтов профиль сечения пустот может быть принят эллипсоидальным, круглым, прямоугольным, треугольным, щелевидным. Для разных классов пустот профили сечения могут различаться. Так как зияние трещин и пор определяется как минимальный размер, введем величину  $\delta$  в формулу движения жидкости в трубке

$$\frac{\partial p}{\partial x} = - \frac{\lambda \rho v^2}{2S}, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости,  $кг/м^3$ .

Фильтрация жидкости через пористый материал происходит, как правило, в ламинарном режиме течения [4]. Коэффициент сопротивления трубки  $\lambda_i$  при ламинарном режиме течения жидкости находится в обратной зависимости от числа Рейнольдса  $Re = v\delta\nu^{-1}$ , где  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости,  $м^2/с$ .

$$\lambda = \frac{2\eta_i}{Re}, \quad (5)$$

где  $\eta_i$  – коэффициент, зависящий от формы трубки ( $\eta_i = 16(1 + \xi^2) / \xi^2$  – для эллипсоида;  $\xi$  – отношение длин осей эллипсоида ( $\xi > 1$ );  $\eta_i = 60$ , для равностороннего треугольника;  $\eta_i = 28,4$  для квадратного сечения;  $\eta_i = 12$  для плоско-параллельной щели;  $\eta_i = 64/f(\xi)$  для прямоугольника, где  $f(\xi)$  – табулированное число). Подставляя (4) в (5), получили, что

$$\frac{\partial p}{\partial x} = - \frac{\mu v_i \eta_i}{\delta_i^2}, \quad (6)$$

где  $\mu$  – динамическая вязкость воды,  $Па \cdot с$ . Так как  $S_i = const$  по длине трубки,  $v_i(\ell) = v_i(x)$ , и следовательно,  $\ell \sim x$ , а

$$\frac{\partial \ell_i}{\partial t} = v_i. \quad (7)$$

Решая совместно уравнения (6) и (7), получим

$$\ell_i = \delta_i \sqrt{\frac{2t(p_1 - p_2)}{\mu \eta_i}}. \quad (8)$$

Приняв, что  $\beta_i = 1$ , имеем  $\ell_j = L_j$ .

Подставив параметры пустот  $j$ -го класса в формулу 8 и найдя значение  $t$ , получили уравнение [5]

$$\beta_i = \frac{\delta_i L_j}{\delta_j L_i} \sqrt{\frac{\eta_j}{\eta_i}}. \quad (9)$$

При турбулентном режиме движения величину  $\lambda$  можно вычислить по приближенной формуле Блазиуса  $\lambda = 0,3164/Re^{0,25}$ . Подставляя  $\lambda$  в формулу (4) и решая аналогично (6), (7), получим величину коэффициента заполнения для турбулентного потока [5].

$$\beta_i = \frac{L_j}{L_i} \left( \frac{\delta_i}{\delta_j} \right)^{5/11}. \quad (10)$$

Для проверки полученных результатов были проведены экспериментальные исследования на угольных ядрах. В устройстве под давлением пропитывали угольные ядра диаметром 42 мм и длиной 30–35 мм. В качестве рабочей жидкости был использован 80% водный раствор смолы КФЖ, который затвердел через 20–30 мин после пропитки ядра. Статистику распределения пор по размерам и коэффициенты заполнения  $\beta_i$  и  $\beta$  определяли экспериментально по специальной методике исследования [1]. Учитывая, что для угля просветность  $P_g$  совпадает с пористостью  $m$ , поверхностную пористость  $P_g$  определяли по классам пустот (таблица 1).

Таблица 1 – Определение классов пустот угля

Классы пустот $i$	Величина зияния пустот $\delta_x \times 10^6, \text{ м}$	
	Минимальная ( $\min \delta_c$ )	Максимальная ( $\delta_c$ )
1	1	5
2	6	10
3	11	50
4	51	100
5	101	225
6	226	450
7	451	900
8	901	–

Допущение  $L_i = L_j$  существенно упростило применение формулы (9). Для  $j = k = 8, \delta_k \geq 901$ . Так математически  $\delta_k$  определяли опытным путем. Для карагандинских углей (исследовались ядра с пластов  $K_2, K_3, K_{10}, K_{12}, K_{14}$ ), среднеарифметическое значение  $\delta_k = 1079 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ . Исследуемые образцы находились в ненапряженном состоянии. Коэффициенты  $\eta_i$  по классам трещин фактически неодинаковы. По аншлифам пустоты 1–2 классов  $\eta_{1,2}=32$ ; третьего класса пустот  $\eta_3 = 17,8$ ;  $\eta_4 = 16,3$ ;  $\eta_5 = 16,3$ ;  $\eta_6 = 16,2$ ;  $\eta_{7,8} = 16$ .

При вычислении  $\beta_i$  форма всех пустот была принята эллипсоидальной ( $\xi=5$ ). Статистика распределения пор

по размерам приведена для пласта  $K_2$  (таблица 2). Из таблицы видно, распределение пустот по просветности близко к нормальному закону. Сравнение результатов расчетов с опытными данными показало их высокую сходимость.

При обработке данных для 35 ядер расчетные значения  $\beta$  имели отклонение от экспериментальных данных в пределах 4,9–8,3%. В частности, по приведенным данным  $\beta = 0,63$ . Вычисленное значение  $\beta = 0,62$ . Спектр распределения пустот по зиянию, приведенный в таблице 1, весьма условен, так как трещинно-поровый объем проницаемых сред можно разделить на любое конечное число полос как по зиянию, так и другим параметрам. При этом пределы изменения параметров трещин и пор также могут меняться в зависимости от сути исследуемого процесса и решаемых задач.

При расчетах поправка на давление нагнетания, капиллярное давление сорбция газа уже не учитывалась. В опытах использовались жидкости, которые на границе раздела фаз не давали значительную величину  $P_k$ . А так как при натуральных испытаниях в режиме пропитки давление нагнетания  $P_n$  превышает давление газа незначительно, в дальнейших расчетах использовалась формула 9.

### Заключение

Представленная модель заполнения пустот жидкостью при пропитке позволяет определять гидропроницаемость угля, а также остаточную газопроницаемость через коэффициенты заполнения. Таким образом, мы видим вытеснение газов от 60% до 90%, снижение объемов пор на 30–45% при заполнении. Подводя итоги проведенного исследования, необходимо отметить, что при помощи ядер в лабораторных условиях мы можем определять классы пустот массива и вычислять интегральный показатель.

Таблица 2 – Результаты определения коэффициентов заполнения

Наименование показателей	Классы пустот $i$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$P_g/P_g$	0,02	0,05	0,08	0,10	0,24	0,22	0,17	0,12
Расчетные $\beta_i$	0,03	0,17	0,22	0,38	0,52	0,71	0,92	1,00
Экспериментальные $\beta_i$	0,04	0,16	0,20	0,40	0,51	0,74	0,89	0,97

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин К.Д., Анализ моделей движения воды и газа в углеродном массиве // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). М., 2005. №1. – С. 42–43.
2. Захаров Ю.Н., Потапов В.П., Моделирование распространения загрязняющих веществ в затопленных горных выработках // Там же. 2009. №12. – С. 205.
3. Чирюкина А.В., Разработка математической модели, методов и алгоритмов решения задачи о течении и распространении примесей в горных выработках затопленных шахт. – М., 2010. – 23 с.
4. Белозерцев В.Н., Беяева Е.В., Бирюк В.В., Основы механики жидкости. – М.: Издательство СГАУ, 2006. – 32 с.
5. Айруни А.Т. Основы предварительной дегазации угольных пластов на больших глубинах. – М.: Наука, 1970. – 379 с.
6. Веригин Н.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород. – М.: Госстройиздат, 1962. – 178 с.
7. Тарасов Б.Г. Прогноз газообильности выработок и дегазация шахт. – М.: Недра, 1973. – 208 с.



УДК 550.5

## Разделение нефтенасыщенных и водонасыщенных пород-коллекторов по данным ИННК на примере изучения пород Малодевицкого месторождения

**В.Н. КУРГАНСКИЙ<sup>1</sup>**, доктор геол.-мин. наук, профессор,

**К.А. РУЧКО<sup>1</sup>**, аспирант,

**В.С. ПОРТНОВ<sup>2</sup>**, доктор техн. наук, профессор,

<sup>1</sup>Киевский национальный университет им. Шевченко, кафедра геофизики,

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, кафедра ГРМПИ

**Ключевые слова:** скважина, горная порода, каротаж, тепловые нейтроны, нефтенасыщенность, водонасыщенность, пористость, сечение поглощения.

Интенсивное развитие методов геофизических исследований скважин (ГИС), технологий измерений и вычислительных средств требует также совершенствования интерпретационных методик. Особенно это относится к методам ГИС, направленным на решение основных задач промысловой геофизики. На практике превалирующее положение при решении этих задач зачастую отводится методам электрического каротажа. Однако, как свидетельствует опыт, низкоомность изучаемого разреза, связанная с повышенной проводимостью скелета слагающих его пород, практически равные удельные сопротивления нефте- и водонасыщенных интервалов снижают эффективность решения основных задач промысловой геофизики методами электрического каротажа.

С целью выделения пород, которые могут быть коллекторами, определения характера их насыщения, коэффициентов пористости и нефтенасыщенности в условиях низкоомности геологического разреза предлагается использовать ядерные методы, в частности, импульсный нейтрон-нейтронный каротаж (ИННК) [1].

На современном этапе развития теории нейтронных методов задача извлечения из показаний ИННК максимально возможной информации об изучаемых породах остается актуальной. В статье рассматривается возможность разделения пород-коллекторов по характеру их насыщения по данным ИННК на примере низкоомных отложений Малодевицкого нефтяного месторождения, расположенного в пределах Монастырищенско-Софийского нефтеносного района Днепровско-Донецкой впадины. В основе классификации пород на нефтенасыщенные и водонасыщенные лежит их отличие по нейтронным свойствам, что приводит к различным закономерностям в распределении нейтронов против изучаемых пород в системе «скважина-пласт».

Геологический разрез объекта исследований (низкоомных отложений Малодевицкого месторождения) представлен тонким чередованием маломощных, хорошо дифференцированных пластов песчано-глинистых пород с прослойками известняков. В исследуемых скважинах рассматриваются продуктивные песчано-алевролитовые

горизонты башкирского яруса среднего карбона.

Фашии башкирского яруса – переходные, представленные лагунно-континентальными отложениями, для которых характерно наличие разного типа солей, слоев пирита и железистых корочек по напластованию, что приводит к снижению удельного сопротивления изучаемых пластов.

Как известно, физико-математическая модель метода ИННК в целом характеризуется тремя составляющими [2]: а) модель геометрии, которая учитывает границы раздела сред реальной системы «скважина – пласт»; б) модель переноса нейтронов – уравнение переноса; в) модель взаимодействия, учитывающая особенности взаимодействия частиц с ядрами атомов химических элементов среды.

Показания импульсного нейтрон-нейтронного метода ( $I_{\text{ИННК}}$ ) в различных геолого-геофизических условиях зависят от закономерностей распределения нейтронов в системе «скважина – пласт». Пространственно-временное распределение частиц представляет собой функцию  $n(\vec{r}, t) = \iint (F/V) dEd\bar{\Omega}$ , где  $V$  – скорость нейтронов,  $\vec{r}$  – пространственная координата,  $E$  – энергия излучения,  $t$  – время,  $\bar{\Omega}$  – единичный вектор направления движения нейтронов,  $F(\vec{r}, E, \bar{\Omega}, t)$  – функция распределения нейтронов в исследуемом пространстве. Для однородной среды интеграл плотности нейтронов по пространству изменяется по закону  $\int n(\vec{r}, t) d\vec{r} = \text{const} \cdot e^{-t\tau}$  [3]. Исходя из этого, число нейтронов в некоторой точке пространства  $n(\vec{r}, t)$  зависит от величины  $\tau$  – времени жизни нейтронов в изучаемой среде, которое определяется микроскопическим сечением захвата (поглощением) каждого из химических элементов, формирующих эту среду. Если исследуемый объект является однородным, то для определения нейтронных характеристик горной породы возможно использование теоретически рассчитанных значений времени жизни тепловых нейтронов для основных породообразующих минералов [4]. Такой подход допустим для так называемого теоретического состава пород. В действительности реальные горные породы – это сложные полиминеральные образования,



что существенно влияет на распределение нейтронов в веществе. Основной характеристикой переноса нейтронов в горных породах являются макроскопические сечения взаимодействия нейтронов с веществом различного типа:

$$\sum_k(E) = \sum_i g_i \sigma_{ki}(E),$$

где  $\sigma_{ki}(E)$  – микросечение взаимодействия нейтронов с энергией  $E$  с ядром  $i$ -го элемента, см<sup>2</sup> (барн),  $g_i$  – ядерная плотность  $i$ -го элемента, см<sup>-3</sup>.

Для породы, состоящей из смеси  $n$  минералов, каждый из которых состоит из  $k$  химических элементов ( $1 \leq j \leq n$ ), общее сечение поглощения определяется суммой микросечений поглощения породообразующих элементов с учетом объемного содержания минералов:

$$\sum_a = \left( \frac{\rho}{q} \sum_{j=1}^n \frac{1}{M_j} \sum_{i=1}^k V_i \sigma_{ai} \right),$$

где  $\rho$  – плотность породы;  $q$  – атомная единица массы;  $M_j$  – молекулярный вес минерала;  $V_i$  – число атомов  $i$ -го элемента в молекуле минерала;  $\sigma_{ai}$  – микросечение поглощения тепловых нейтронов ядрами  $i$ -го породообразующего элемента [5].

Микросечение захвата нейтронов ядрами водорода равно 0,33 барн, а ядрами хлора 33 барна, то есть на два порядка больше, поэтому пластовая вода даже со сравнительно невысокой минерализацией является вдвое большим поглотителем частиц.

Осадочные горные породы состоят из двух основных компонент – минерального каркаса (скелета) и флюидов (нефть, вода, газ), которые насыщают поровое пространство. Временные и пространственные масштабы переноса тепловых нейтронов в среде характеризуют такие интегральные параметры переноса, как среднее время жизни тепловых нейтронов  $\tau$  и коэффициент диффузии  $D$ . Время жизни тепловых нейтронов является важной нейтронной характеристикой горных пород. Его величина, как было указано выше, определяется микроскопическим сечением захвата тепловых нейтронов ядрами атомов химических элементов, входящих как в состав минералов, образующих скелет породы, так и в состав флюидов. Диффузия тепловых нейтронов в горной породе зависит от среднего времени жизни  $\tau$  (или макросечения поглощения  $\sum_a$ ) и определяется коэффициентом диффузии  $D$  нейтронов в ней. Если для многокомпонентной среды известны значения  $t_j$ ,  $\sum_{aj}$ , и  $D_j$  отдельных компонент горной породы, а также их объемное содержание  $k_j$ , то  $t$ ,  $\sum_a$  и  $D$  вычисляются по формулам:

$$\tau = \left( \sum_j k_j / \tau_j \right)^{-1}, \quad \sum_a = \sum_j (k_j \sum_{aj}), \quad D = \left( \sum_j k_j / D_j \right)^{-1},$$

где  $t_j$ ,  $\sum_{aj}$ , и  $D_j$  – диффузные параметры компонент породы (скелета и флюидов) [3, 6].

Песчано-глинистые породы, каковыми являются исследуемые породы Малодевицкого месторождения, рассматриваются как четырехкомпонентная среда, состоящая из основных минералов скелета и глинистых минералов, а также воды и нефти. В таком

пласте-коллекторе, который содержит глинистый материал ( $k_{ГЛ}$ ), воду ( $k_B$ ) и углеводороды ( $k_H$ ), обратное время жизни тепловых нейтронов  $t$  или  $\sum_a$  определяется выражением

$$\sum_a = \frac{1}{\tau} = \frac{1 - k_{ГЛ} - k_{ГЛ}}{\tau_{СК}} + \frac{k_{ГЛ} k_H}{\tau_H} + \frac{k_{ГЛ} (1 - k_H)}{\tau_B} + \frac{k_{ГЛ}}{\tau_{ГЛ}},$$

где  $k_{ГЛ}$  – пористость пласта,  $k_H$  – коэффициент нефтенасыщенности,  $t_{СК}$ ,  $t_{ГЛ}$ ,  $t_H$ ,  $t_B$  – среднее время жизни тепловых нейтронов соответственно в скелете породы, глинистом материале, нефти и воде.

Трудности в определении нейтронных свойств исследуемой среды (горной породы) заключаются в том, что они определяются по результатам измерений в другой среде (буровом растворе). При проникновении фильтра бурового раствора в изучаемом нефте- или водонасыщенном пласте-коллекторе образуется радиальный градиент содержания хлора. Характер радиальных изменений физических свойств в прискважинной зоне пласта имеет большое влияние на показания измерений ИННК. Возможности выявления радиальной неоднородности нейтронных свойств околоскважинного пространства были положены в основу технологии темпорального зондирования импульсным нейтрон-нейтронным методом [7, 8], результаты которого были использованы в данной работе.

В общем случае, при прохождении сигнала через систему «скважина-пласт» его величина ( $I_{ИННК}$ ) меняется и содержит в себе не только полезную информацию об изучаемом объекте (пласте), но и несет в себе информацию о среде, которая его окружает.

В работе [1] авторами были приведены результаты количественной интерпретации данных БКЗ (оценка удельного электрического сопротивления) и расчета параметра насыщения  $P_H$  (коэффициента увеличения сопротивления) для изучаемых водо- и нефтенасыщенных коллекторов. Анализ этих результатов показал, что основной параметр определения характера насыщения пород  $P_H$ , к сожалению, не является эффективным: для водонасыщенных и нефтенасыщенных пластов его значения практически перекрываются.

Ниже рассматриваются возможности выявления радиального контраста в показаниях ИННК на примере пластов, насыщенных водой и нефтью.

Очевидно, что начальная плотность нейтронов  $n(\vec{r}, t_0)$ , которая определяется мощностью генератора нейтронов, будет уменьшаться в радиальном направлении в зависимости от нейтронных свойств изучаемой среды и выбора времени задержки  $t$ . Об этом свидетельствуют рисунки 1, 2, на которых четко видны различия в показаниях ИННК в водо- и нефтенасыщенных пластах, что обусловлено различными нейтронными свойствами этих пластов, в частности, отличием микро- и макросечений захвата (поглощения) таких химических элементов, как С1 и Н.

Для примера в пределах Малодевицкого нефтяного месторождения (скважина №40 и №50) было выбрано по 2 пласта башкирского яруса. Первый пласт скважины №40 – это слой-коллектор башкирского яруса

мощностью 3,6 м (интервал 2706,0–2709,6 м), который представлен песчаником с коэффициентом пористости 19%, сопротивление пласта  $\rho_{\text{п}}$  составляет 2,6 Ом $\times$ м. По результатам испытаний – пласт насыщен нефтью.

Второй пласт скважины №40 – пласт, насыщенный водой, его мощность составляет 7,2 м (интервал 2866,0–2873,2 м), литологически представлен песчаником с коэффициентом пористости  $k_{\text{п}}=19\%$ .

Первый пласт скважины №50 – это пласт-коллектор башкирского яруса мощностью 6 м (интервал 2908,0–2914,0 м), который представлен песчаником с коэффициентом пористости 22%.

Второй пласт скважины №50 – пласт, насыщенный водой, мощность пласта 4,4 м (интервал 2914,0–2918,4 м), литологически представлен песчаником с коэффициентом пористости 17%.

По каждому пласту было подсчитано значение  $I_{\text{ИННК}}$  в зависимости от времени задержки (рисунки 1, 2). Как видно из представленных иллюстраций, графики в начальный момент времени совпадают, а с ростом времени задержки  $t$  графики расходятся, что обусловлено различными нейтронными свойствами изучаемых пластов.

Итак, анализируя графики, можно определить оптимальный интервал времени задержки, при котором показания ИННК против пластов нефтенасыщенных и водонасыщенных максимально расходятся. Это время для исследованных пластов башкирского яруса Малодевицкого месторождения составляет 700–800 мкс. Таким образом, анализ показаний ИННК в установленном интервале оптимального времени задержки позволяет более однозначно решать поставленную задачу классификации пластов-коллекторов.

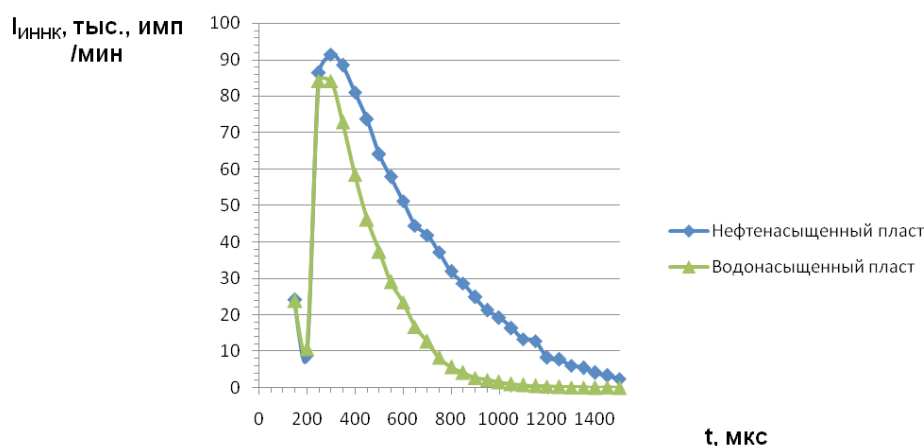


Рисунок 1 – График распределения плотности тепловых нейтронов  $I_{\text{ИННК}}$  в зависимости от времени задержки  $t$  при проведении каротажа (скважина №40)

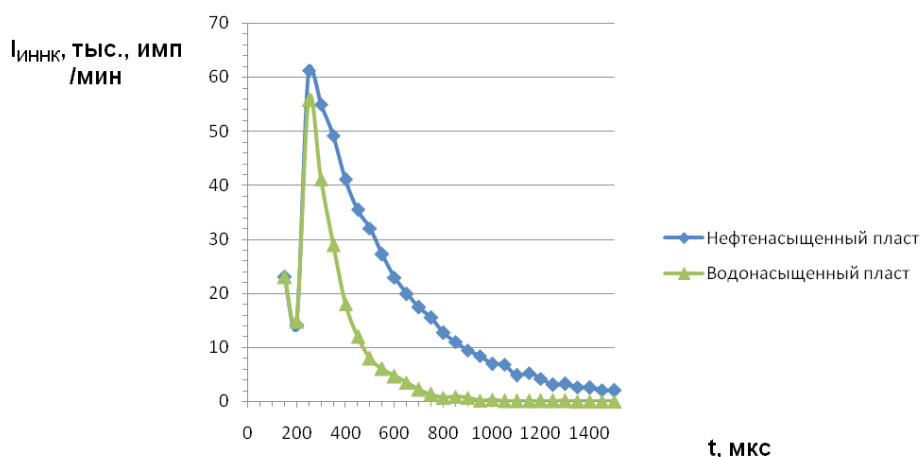


Рисунок 2 – График распределения плотности тепловых нейтронов  $I_{\text{ИННК}}$  в зависимости от времени задержки  $t$  при проведении каротажа (скважина №50)

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курганский В.М., Ручко К.О. Литолого-петрофизичні особливості низькоомних колекторів Прилуцького нафтового родовища // Науковий журнал «Мінеральні ресурси». К., 2014, №4. – С. 20–25.
2. Поляченко А.Л., Спасский А.Б. Теоретическое и экспериментальное исследование возможностей определения водородосодержания горных пород с помощью двухзондовой модификации ИННК // В кн.: Импульсный нейтронный каротаж (Вопросы методики исследования). М.: Изд-во. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та ядерной геофиз. и геохимии, 1967.
3. Кантор С.А., Кожевников Д.А., Поляченко А.Л., Шимелевич Ю.С. Теория нейтронных методов исследования скважин. М.: Недра, 1985, 224с.

4. Буров Б.М., Денисов Ф.И. и др. Вопросы интерпретации данных импульсного нейтронного каротажа // Труды Всесоюз. науч. исслед. ин-та ядерной геофизики. М.: Недра, 1969.
5. Кожевников Д.А. Нейтронные характеристики горных пород и их использование в нефтегазопромысловой геологии. М.: Недра, 1974, 184 с.
6. Скважинная ядерная геофизика. Справочник геофизика. М.: Недра, 1978, 247с.
7. Кулінкович А.Є., Красножон М. Д., Кнішман О. Ш. Комп'ютеризована технологія імпульсного нейтрон-нейтронного каротажу // В кн.: «Нафта і газ України». Збірник наукових праць. Матеріали 5-ої Міжнародної конференції «Нафта і газ України – 98». Полтава, 1998. Т. 1. С. 385–386.
8. Кулінкович А. Є., Красножон М. Д., Алексашенко О. А., Кнішман О. Ш. Технологія темпорального зондування в методі імпульсного каротажу // У кн. «Теоретичні та прикладні проблеми нафтогазової геофізики», К.: УкрДГРІ, 2001. С. 121–129.

УДК 622.831

## **Обеспечение состояния устойчивости карьерных откосов на выходах угольных пластов под наносы**

**С.Б. ОЖИГИНА<sup>1</sup>**, к.т.н., ст.преподаватель кафедры МДиГ,  
**Т.К. ИСАБЕК<sup>1</sup>**, д.т.н., профессор кафедры РМПИ,  
**А.Д. САШУРИН<sup>2</sup>**, д.т.н., профессор, заведующий отделом геомеханики,  
**Д.С. ОЖИГИН<sup>1</sup>**, магистр, преподаватель кафедры МДиГ,  
<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет,  
<sup>2</sup>Институт горного дела УрО РАН

**Ключевые слова:** карьерный откос, прибортовой массив, устойчивость, деформация, инструментальный контроль, деформирование, призма упора.

**П**ри разработке угольных месторождений открытым способом одним из наиболее опасных с геомеханической точки зрения участков является район выходов угольных пластов под наносы. Мульдообразное залегание угольных пластов в районе выходов обуславливает увеличение угла падения пластов и вмещающих пород, покрытых рыхлыми четвертичными отложениями. Техногенное влияние горных работ в районе выходов способствует перераспределению напряжений в горном массиве, изменению гидрогеологических условий и формированию поверхностей ослабления [1].

Анализ нарушений устойчивости карьерных откосов в районе выходов угольных пластов под наносы рассмотри на примере Шубаркольского угольного разреза.

В районе р.л. А<sup>4</sup> и р.л. А<sup>5</sup> произошел оползень участка борта разреза до глубины 50 м. Первоначальный фронт оползня составил 60 м (рисунок 1).



Рисунок 1 – Оползень борта разреза в районе р.л. А<sup>4</sup> и р.л. А<sup>5</sup>

Причины возникновения оползня следующие: обводненность горных пород в данном районе, связанная с наличием родника и сбросом воды на поверхность откоса; неблагоприятная согласно падающая с откосом сланцеватость пород (50°-70°); угол наклона контактов пород прибортового массива более 20° в сторону выработанного пространства; наличие внешней нагрузки в качестве внутреннего отвала; несоответствие параметров борта разреза ( $\alpha = 45\text{-}50^\circ$  при  $h=20\text{-}25\text{ м}$ ) прочности горного массива.

Анализ геологических материалов показал, что на данном участке зона предельного равновесия достигает размеров более 50 м от верхней бровки откосов, что подтверждают заколы, обнаруженные на земной поверхности и на отвале бестранспортной вскрыши [1,2].

Оползень отвалов бестранспортной вскрыши из четвертичных отложений и деформации угольного пласта между р.л. А<sup>1</sup> и р.л. А<sup>3</sup> представлены на рисунке 2.

Ширина деформации в основании составила 80 м, увеличиваясь на верхних горизонтах. Общая высота борта разреза на данном участке достигает 50 м при среднем угле наклона – 28°. Относительно соседнего участка борта разреза между р.л. А и р.л. А<sup>4</sup>, поставленного на конечный контур под углами 22-25°, наблюдается превышение предельного устойчивого (фактического) угла наклона борта на 3-6°.

Основной причиной деформации борта разреза следует признать несоответствие параметров откосов проч-



ности пород. Установлена величина предельного угла наклона борта в зоне деформирования. Она составила 23,5°. Параметры угла наклона борта в четвертичных отложениях на данном участке не должны превышать этой величины.

Одним из важнейших факторов, влияющих на устойчивость борта разреза, является изменение элементов залегания (угла наклона от 11 до 28°) слабого контакта прибортового массива: на разрезе А<sup>1</sup> – до 19°; на разрезе А<sup>2</sup> – с 11° до 27°; на разрезе А<sup>3</sup> – с 9° до 28°. Поэтому деформирование борта разреза произошло по слабому контакту почвы пласта. Верхняя часть оползневой массы очень разрыхлена. Кроме того, после взрывных и добычных работ уменьшилась величина целика по углю и, следовательно, снижались удерживающие силы в призме упора, в результате произошел сдвиг по слабому контакту почвы угольного пласта. Это привело к разрушению угольного пласта и серых аргиллитов, расположенных выше него. Образовались поперечные трещины (С-Ю), разрыв происходил в направлении З-В. Деформации в нижней части пласта согласно эффекту «домино» привели к развитию деформаций вышележащих участков, расположенных восточнее вдоль северного борта. Установлен механизм деформирования борта разреза (рисунок 3), включающий 2 этапа:

1. Деформации начались при формировании отвалов бестранспортной вскрыши над выходами угля под наносы. Поверхности скольжения сформировались с выходом на контакт четвертичных отложений (наносов) и выходов угольных пластов под наносы.

2. При углублении горных работ до основания угольного пласта масса нависающего оползня отвала бестранспортной вскрыши привела к смещению породного и угольного массива по контакту почвы пласта. При этом в область деформирования попала зона выходов пласта под наносы [1,2].

На северном борту Центрального разреза в районе выходов угольных пластов под наносы (гор.+450,0 м – гор.+425,0 м) произошел оползень (рисунок 4).

На данном участке для производства инструментальных наблюдений за состоянием устойчивости карьерных откосов заложена наблюдательная станция RL 7 (район разведочной линии 7), состоящая из двух профильных линий, включающих в себя 2 опорных и 18 рабочих реперов.

По наблюдательной станции RL7 в течение года выполнялись серии высокоточных инструментальных наблюдений.

Результаты наблюдений показали, что в целом борт разреза находится в устойчивом состоянии. Деформации выявлены только в районе рабочего репера 5 по профильной линии В. Данный репер находится в зоне призмы обрушения на горизонте + 450.0 м (рисунок 4б), скорость деформирования репера составила менее 1мм/сут.

На основе анализа горно-геологической ситуации в районе деформаций и результатов инструментального контроля за состоянием устойчивости прибортового массива установлены причины возникновения оползня и механизм деформирования горных пород.



а – общий вид участка деформаций



б – деформации угольного пласта

Рисунок 2 – Деформации прибортового массива в районе р.л. А<sup>1</sup> и р.л. А<sup>3</sup>

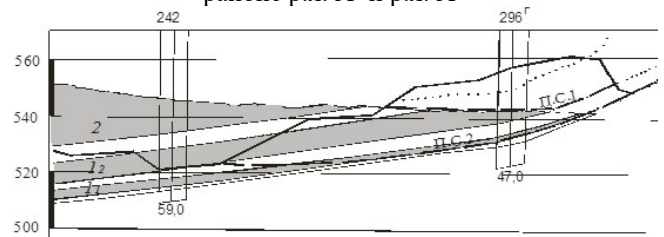


Рисунок 3 – Разрез по р.л. А<sup>3</sup>



а – общий вид участка деформаций



б – деформации в районе профильной линии RL7-B (5-й рабочий репер)

Рисунок 4 – Деформации северного борта Центрального разреза (гор.+450,0м – гор.+425,0м)

Основной причиной возникновения деформаций является несоответствие параметров откосов уступов в районе северного борта разреза (гор.+450,0 м – гор.+425,0 м) существующей прочности и углу наклона контактов угля и пород. В районе деформаций угол наклона слабого контакта изменяется от 25° до 37° и более. Деформирование прибортового массива произошло по слабому угленородному контакту (рисунки 5, 6).

Для обеспечения состояния устойчивости северного борта разреза в районе выходов угольных пластов под наносы выполнены расчеты с использованием программы [3] «Устойчивость карьерных откосов».

Методом обратных расчетов оползня в районе северного борта разреза (гор.+450,0 м – гор.+425,0 м) определены ориентировочные значения прочностных характеристик горных пород, которые использованы в расчетах:

$$k_p = 0,010 \text{ МПа}; \rho_p = 20,5^\circ; \gamma = 1,33 \text{ т/м}^3.$$

Оценка устойчивости фактического состояния борта разреза производилась по группе уступов с гор. +410,0 м по гор. +450,0 м. Результаты расчетов по наименее устойчивому участку борта (расчетный разрез 1) представлены на рисунке 5.

Для обеспечения состояния устойчивости северного борта разреза (расчетный разрез 1) на основании выполненных расчетов устойчивости карьерных откосов установлены параметры призм упора на гор. + 440,0 м, гор.+425,0 м и величина предохранительного целика.

Рекомендуемые параметры укрепления борта разреза представлены на рисунке 6.

Ширина призмы упора на гор. + 440,0 м и гор. +425,0 м составляет 25 м. Величина предохранительного целика от основания насыпи должна быть не менее 25 м. При этом коэффициенты запаса устойчивости борта разреза по возможным поверхностям скольжения находятся в диапазоне 1.56 – 1.90, что соответствует требованиям [4] Правил обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах.

Выводы. Основной причиной возникновения деформаций в районе выходов угольных пластов под наносы является несоответствие параметров откосов уступов существующей прочности и углу наклона контактов угля и пород. Поэтому при планировании горных работ на данных участках необходимо основное внимание уделять обоснованию параметров откосов в наносах и на выходах угольных пластов под наносы.

Для предупреждения оползневых явлений и повышения безопасности ведения горных работ в районе выходов угольных пластов под наносы необходимо:

- исключить влияние на устойчивость откосов подземных и поверхностных вод;
- максимально снизить сейсмическое воздействие взрывов на устойчивость карьерных откосов;
- применять специальную технологию отработки пласта с формированием призмы упора.

Заключение. Анализ горно-геологической ситуации и нарушений устойчивости карьерных откосов на Шубаркольском угольном разрезе позволил разработать рекомендации по отработке угля в районе выходов угольных пластов под наносы.

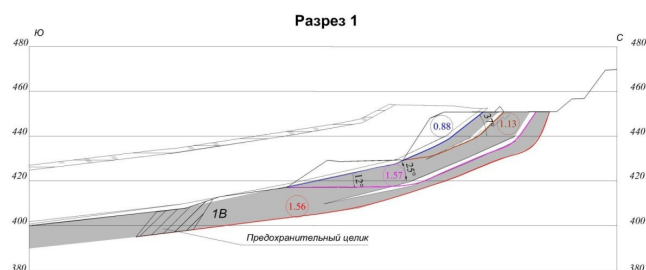


Рисунок 5 – Оценка устойчивости фактического состояния прибортового массива

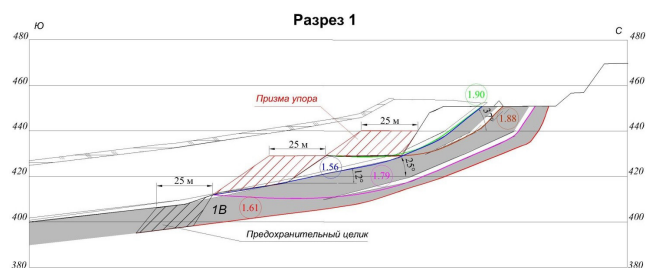


Рисунок 6 – Рекомендуемые параметры укрепления борта разреза

1. Для предотвращения развития деформаций и повышения устойчивости прибортового массива необходимо обеспечивать:

- дренирование и отвод воды, исключив обводнение четвертичных отложений;
- углы наклона борта разреза в зоне четвертичных отложений не более 23°.

2. С целью снижения нагрузки на прибортовой массив от отвала бестранспортной вскрыши рекомендуется с применением бестранспортной технологии отрабатывать верхнюю часть борта высотой не более 20 м.

3. Вслед за добычными работами производить отсыпку упорной призмы высотой не менее 1,5 высоты добычного уступа. Без создания упорной призмы не нагружать прибортовой массив горным оборудованием (ЭШ10.70).

4. Для отработки зоны деформирования может быть рекомендована следующая схема:

- а) необходимо увеличить ширину разрезной траншеи по дну до 50- 70 м;
- б) отработку угольного пласта производить поперечными заходками с юга на север с помощью экскаватора с удлиненной стрелой и бульдозера для обеспечения селекции угля и пустых пород;
- в) после выемки угля создавать упорную призму в соответствии с пунктом 3;
- г) все работы выполнять при постоянном инструментальном маркшейдерском контроле за состоянием устойчивости карьерных откосов;
- д) при активизации процесса деформирования прибортового массива горные работы необходимо остановить.

5. В период паводка исключить развитие горных работ в четвертичных отложениях.

6. Для отработки горной массы в районе выходов угольных пластов под наносы целесообразно использовать гидравлический экскаватор, позволяющий произво-



дить отработку горной массы без взрывной подготовки массива, обеспечивать глубокую селекцию угля и оперативность ведения горных работ.

Представленные рекомендации по отработке угля в районе выходов угольных пластов под наносы, разрабо-

танные для Шубаркольского угольного разреза, могут быть использованы и на других разрезах с аналогичными горно-геологическими и горнотехническими условиями отработки угля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ожигин С.Г. Деформации верхних уступов на Шубаркольском разрезе и разработка мероприятий по их предупреждению // Горный журнал Казахстана. – 2009. – №7. – С. 8 – 9.
2. Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Ожигина Д.С., Гапий А.В. Исследование состояния устойчивости карьерных откосов в районе выходов угольных пластов под наносы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь – 2014. X Междун. науч. конгр.: Междун. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов междунар. науч.конф. в 2т. Т.1 (Новосибирск, 8-18 апреля 2014г.). Новосибирск: СГГА, 2014. Т.1.- С. 141- 146.
3. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №126 от 26 января 2015 года «Устойчивость карьерных откосов» (программа для ЭВМ) / Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Шпаков П.С, Низаметдинов Ф.К. и др.
4. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах // С. – Петербург, 1998. – 208 с.

УДК 004.3

## Интерпретация радарограмм от искусственных объектов

**К.Т. ИСКАКОВ<sup>1</sup>**, доктор ф.-м. наук, профессор,

**А.С. БЕРДЫШЕВ<sup>2</sup>**, доктор ф.-м. наук, профессор,

**Б.Б. ШОЛПАНБАЕВ<sup>2</sup>**, доктор PhD, старший преподаватель,

**Н. УЗАККЫЗЫ<sup>1</sup>**, докторант 1 курса специальности 6D070400 «Вычислительная техника и программное обеспечение»,

<sup>1</sup>Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

<sup>2</sup>Казахский Национальный педагогический университет имени Абая.

**Ключевые слова:** радарограмма, интерпретация, георадиолокация, мишень, сигнал.

В рамках научного проекта «Создание научно-технических основ для разработки систем георадиолокации», который поддержан грантом МОН РК (Договор №316 от 13.05.2016 г.), был исследован учебный лабораторный полигон, находящийся в 76 км от города Астаны в северо-западном направлении. Подобные экспериментальные исследования были проведены и изучены в статье [1], в которой на основе интерпретации радарограмм, полученных с помощью прибора «Зонд-12», были установлены приближенные позиции (по глубине залегания) искусственных «мишеней»: пенка руды, бочка металлическая. Также установлено, что для качественной интерпретации радарограмм необходимы условия соизмеримости глубины залегания объектов от ширины котлована. Для устранения этих погрешностей различные мишени были помещены в котлован соответственно следующим требованиям: размеры объектов в пять раз меньше длины котлована; в три раза меньше ширины котлована, а также по глубине залегания в 1,5 раза. Ниже приведен рисунок 1 первоначального состояния котлована. Точная схема размеров котлована приведена на рисунке 2.

Известен факт, что в суглинке сигналы от георадиолокационных систем затухают либо вовсе теряются, в свя-



Рисунок 1 – Котлован (745/245/190). Почва стен и днище-суглинка

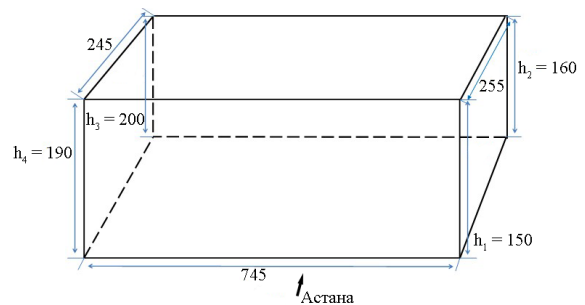


Рисунок 2 – Точные габариты котлована

зи с этим дно котлована засыпано песчаной средой (см. рисунок 3).

В котлован, имеющий уже песчаную подошву, размещены реальные объекты, а именно канализационные пластиковые трубы; металлическая труба (см. рисунок 4).

На рисунке 5 представлены реальные размеры мишеней, а также их расположение по глубине, ширине, а также по длине относительно реальных размеров котлована.

И наконец, котлован вместе с расположенными объектами, указанными выше, был засыпан песком и выровнен с поверхностью земляного покрова, как видно по рисунку 6.

С целью проведения геофизических обследований структуры подстилающих слоев на предмет обнаружения объектов и определения глубины залегания объектов проведены исследования с помощью георадара «Лоза».

За последние годы георадиолокация уверенно заняла достойное место среди геофизических методов исследования и контроля. Георадар является уникальным геофизическим прибором, позволяющим подготовленному специалисту «видеть» сквозь камень, землю и воду. Подземные пустоты и инородные тела, изменения плотности и структуры среды, скрытые внутренние конструкции и практически любые аномалии – все эти объекты результативно исследуют с помощью георадара [2].

Была проведена экспедиция в составе: профессор кафедры «Вычислительная техника» Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева (ЕНУ), доктор ф.-м.н. Искаков К.Т., старший преподаватель кафедры «Вычислительная техника» Боранбаев С.А., преподаватель кафедры «Вычислительная техника» Турарова М.К., PhD-докторант 3 курса ЕНУ им. Л.Н. Гумилева Кусаинова А.Т, PhD-докторант 2 курса ЕНУ им. Л.Н. Гумилева Хасенова З.Т, PhD-докторант 1 курса ЕНУ им. Л.Н. Гумилева Ұзаққызы Н.С. Целью проведения анализа обследования на предмет обнаружения объектов и глубины залегания объектов проведены экспериментальные исследования с помощью георадара «Лоза-В» на вновь построенном лабораторном полигоне. Работы выполнены геофизическим комплексом Лоза, антеннами 150 см, 100см и 50 см, шаг по профилю 20 см, 10 см и 5 см, глубина зондирования до 256 нс. Основной режим – логарифмический.

Рассмотрим профиль объекта «Канализационные пластиковые трубы»; представленный на рисунке 7, длина объекта 155 см и расположен на глубине 130 см.

По результатам исследования была получена георадарограмма, представленная на рисунке 8, и результаты:

- по глубине 124 см;
- диэлектрической проницаемости вмещающей среды (речной песок)  $\epsilon$ : 25.

Рассмотрим профиль объекта «Металлическая труба», представленный на рисунке 9, длина объекта 120 см, расположен на глубине 80 см.

По результатам исследования была получена георадарограмма, представленная на рисунке 10, и результаты:

- по глубине 76 см;
- диэлектрической проницаемости, вмещающей

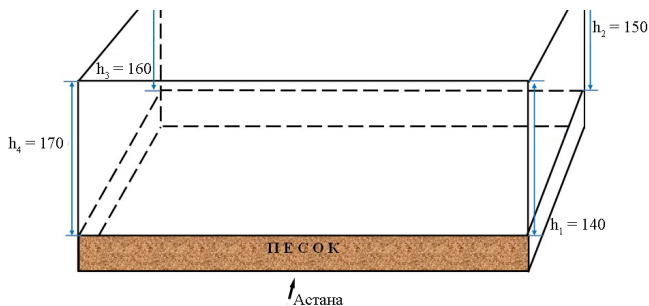


Рисунок 3 – Днище котлована засыпано песком, порядок толщины слоя песка составляет 0.5 м



Рисунок 4 – Мишени на днище котлована

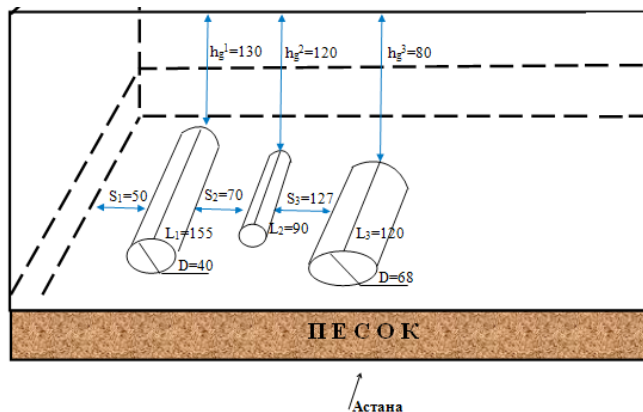


Рисунок 5 – Реальные параметры расположения объектов

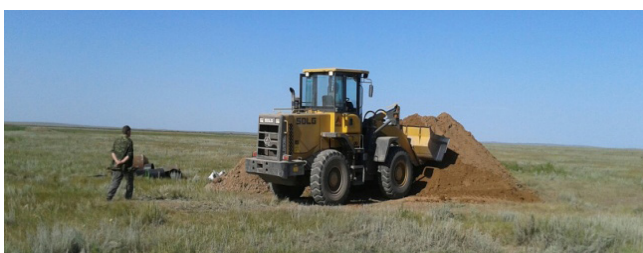


Рисунок 6 – Выравнивание котлована на уровне поверхности Земли

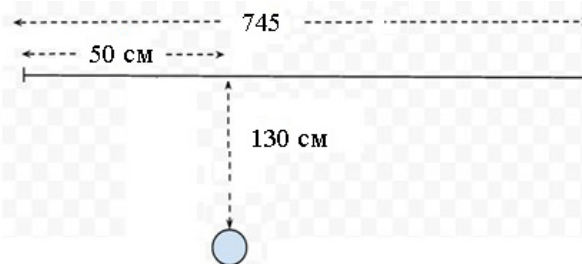


Рисунок 7 – Схема расположения объекта «Канализационные пластиковые трубы»



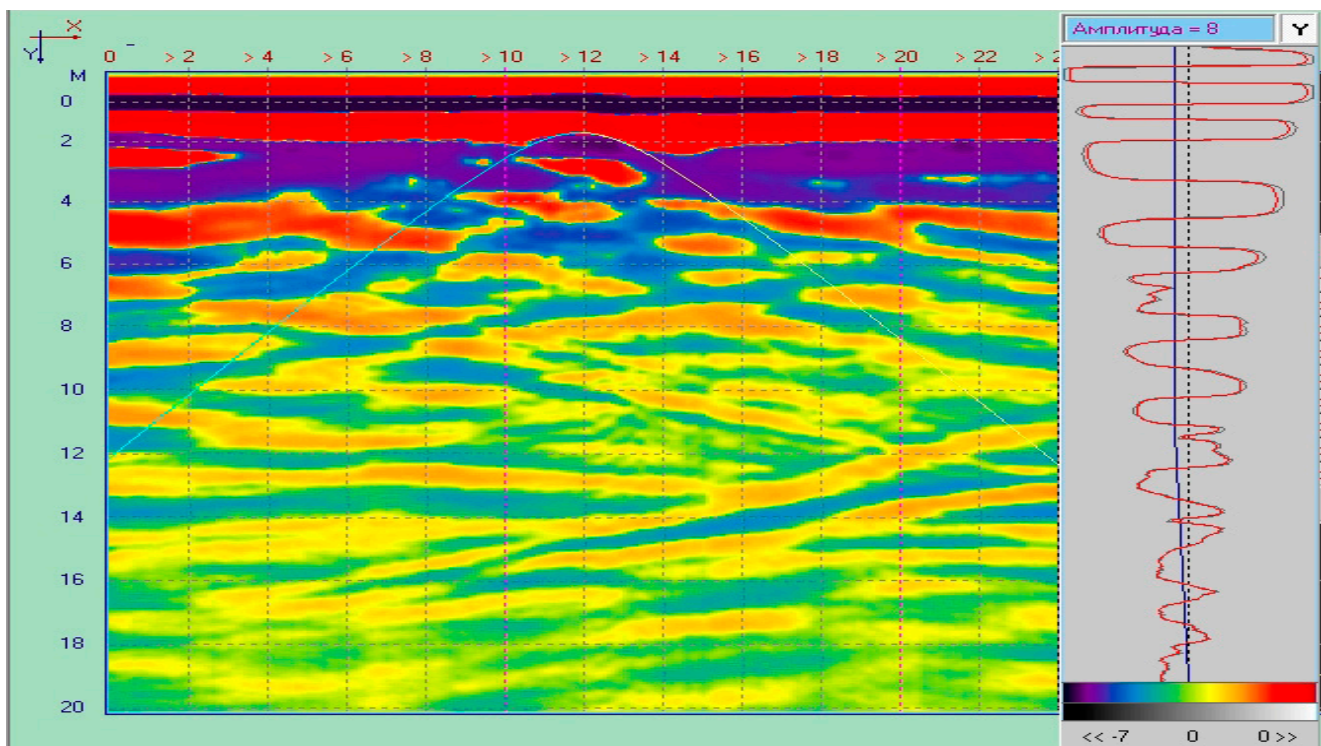


Рисунок 8 – Обработанная георадарограмма объекта «Канализационные пластиковые трубы»

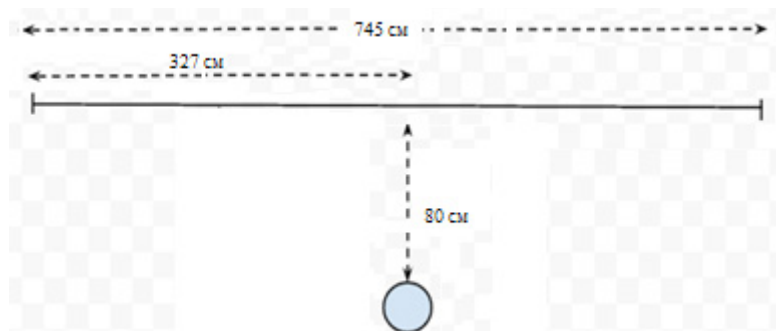


Рисунок 9 – Схема расположения объекта «Металлическая труба»

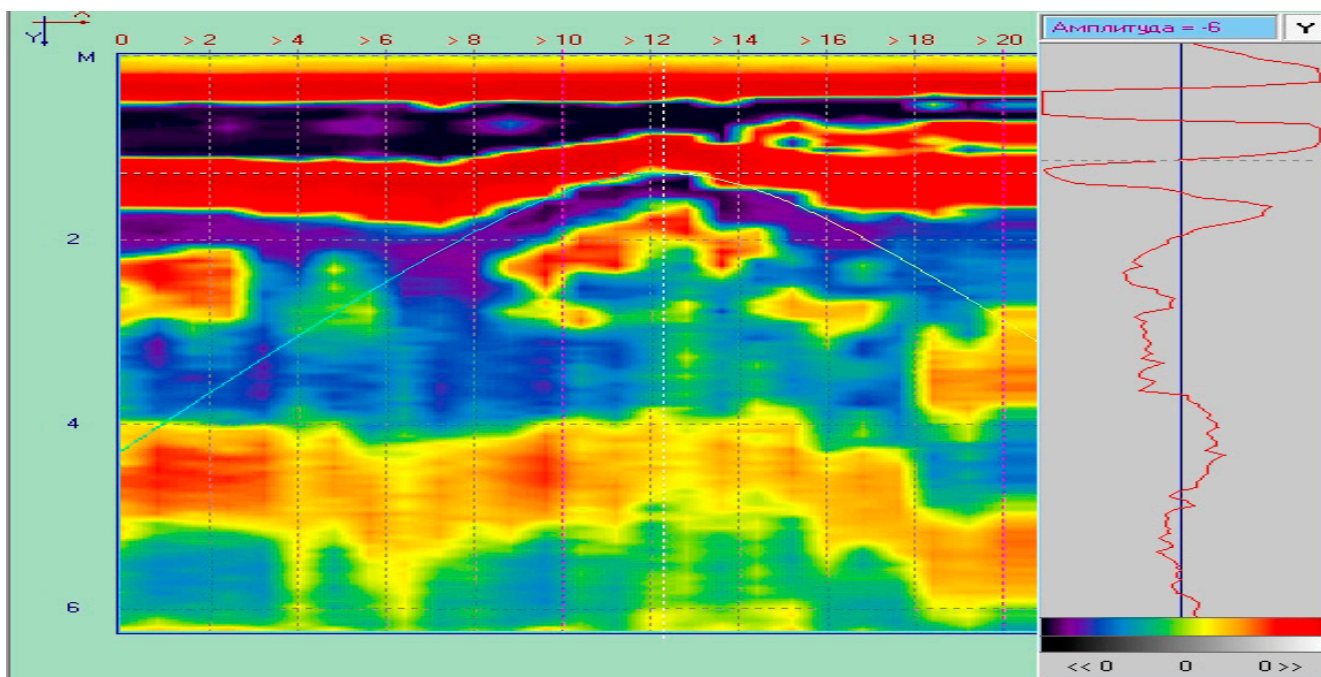


Рисунок 10 – Обработанная георадарограмма объекта «Металлическая труба»

среды (речной песок)  $\epsilon$ : 25.

Вывод: По результатам проведенных экспериментов с помощью георадара «Лоза-В» установлены по показанию прибора глубины залегания исследуемых объектов с погрешностью порядка 5 процентов от реальной глубины залегания. Данные эксперимента улучшились по

сравнению с результатами работы [1], так как объекты расположены в однородной среде (речной песок) и отраженные сигналы (дополнительная информация) полезны для тестирования решения прямой и обратной задачи для численного решения системы уравнений Максвелла.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Искаков К.Т., Кусаинова А.Т., Турарова М.К. Экспериментальные исследования георадиолокационными методами // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2015. №6. – С.124-128.
2. Георадиолокационные исследования. – Электронный ресурс–Режим доступа. – URL: <http://www.radian-kaluga.ru/services/serv8/> (дата обращения: 13.09.2016)

УДК 622.45.001.5

## Результаты исследований депрессии на руднике «Ушкатын – 3»

*М.Н. ЖУМАБЕКОВ, ст. преподаватель,*

*Э.Р. ХАЛИКОВА, магистр, ассистент,*

*С.Б. ИМАНБАЕВА, магистрант, ст. преподаватель,*

*Карагандинский государственный технический университет, кафедра РАиОТ*

*Ключевые слова: шахтное поле, подземный рудник, депрессионная съёмка, анемометрическая съёмка, вентилятор, депрессия.*

Вскрытие шахтного поля рудника «Ушкатын-3» осуществлено посредством проведения штолен из отработанного карьера на отметках +288 м, +240 м и +192 м. Максимальная глубина ведения горных работ на сегодняшний день составляет 310 м (отм.+96 м).

Проветривание подземных выработок рудника осуществляется по временной схеме.

Свежий воздух для проветривания горных работ поступает в шахту с горизонтов +288 м и +240 м. В качестве основных воздухоподающих выработок (ВВ) используются вентиляционные скважины: с гор.+288 м на гор. +96 м и с гор.+240 м на гор.+144 м.

Общешахтная исходящая струя воздуха выдается в основном через штольню 1 гор.+192 м.

В период проведения работ подземный рудник проветривался нагнетательным способом посредством двух главных вентиляторных установок (ГВУ) типа AL17-2500 («Korfmann Lufttechnik GmbH»). ГВУ №1 установлен на штолке 1 гор.+288 м, ГВУ №2 – на штолке 1 гор.+240 м.

Целью проведения депрессионной съёмки является установление распределения депрессии, то есть потерь напора на перемещение воздушного потока по отдельным выработкам, а также оценка роли естественной тяги в ходе сезонного изменения состояния внешней атмосферы.

Воздушно-депрессионная съёмка включает выполнение анемометрической и депрессионной съёмок, а также температуры и относительной влажности.

Анемометрическая съёмка состоит в замере скорости движения воздуха в заранее намеченных точках с последующим расчётом расхода воздуха. В каждой точке измеряются скорость движения воздуха, сечение выработки, температура воздушной среды, влажность и атмосферное давление. Замер скорости движения воздуха производился способами «в сечении» и «перед собой».

На момент проведения замеров ГВУ №1 находился в рабочем состоянии и работал на вентиляционный восстающий гор.+288/+96 м. Свежий воздух к всасу ГВУ поступал по штольням 1, 2 гор.+288 м, вентиляционным восстающим с гор.+240 м. ГВУ №2 работал на ВВ(восстающие выработки) гор.+240/+144 м.

Для исключения утечек воздуха воздухоподающие ВВ ограждены глухими бетонитовыми перемычками. На горизонте +196 м для противодействия влиянию естественной тяги установлен «подпорный» вентилятор типа AL17-2500. На горизонте +144 м в работе находятся 2 вентилятора местного проветривания, работающих на вентиляционные восстающие гор.+144/+96 м. Результаты замеров сведены в таблицу.

Обработка результатов замеров воздуха перед ГВУ и в действующих горных выработках позволила:

– рассчитать общий баланс воздуха по шахте и определить количество воздуха, поступающего и исходящего с действующих горизонтов рудника;

– скорректировать расчетную схему вентиляционных соединений, построить математическую модель вентиляционной сети и определить параметры её элементов,

Результаты замеров расходов воздуха, давления, влажности и температуры в горных выработках

Место замера	Давление		Температура, °С	Влажность, %	Расход воздуха, м³/с
	мм рт. ст	КПа			
1	2	3	4	5	6
<i>Горизонт +288 м</i>					
У входа в штольню 1 (на поверхности)	740	98,6	-6,5	24	
Штрек 1 (между ортами 13,14)	740	98,6	+8,1	76	14,4
Штольня 2	740	98,6	-5,6	47	9,0
Штрек 1 (район блока 7)	740	98,6	-1,0	50	5,9
У всаса ГВУ №1	740	98,6	+8,2	77	20,2
<i>Горизонт +240 м</i>					
Штольня 2	741	98,8	-6,0	29	12,1
Штольня 1	741	98,9	+1,0	51	59,1
Штрек 1 (у ВХВ на гор.+288м)	741	98,8	-4,0	29	2,0
Штрек 2	741	98,8	+9,5	98	2,0
Штрек 3	741	98,6	+11,0	88	6,2
Штрек 5	740	98,6	+11,0	88	6,4
Транспортный наклон гор.+192-+240 м (верх)	740	98,6	+11,9	65	13,8
Транспортный наклон гор.+192-+240 м (низ)	741	98,7	+10,0	62	13,1
Штрек 6	740	98,5	+11,0	66	30,1
1	2	3	4	5	6
<i>Горизонт +192 м</i>					
Штрек 1 (подпорный ГВУ остановлен)	746	99,5	-4,2	52	-21,0
Штрек 2	745	99,2	+9,6	92	2,0
Транспортный уклон гор.+192/+96 м (верх)	744	99,2	+1,9	85	44,6
Транспортный уклон гор.+192/+96 м (ниже сб. на ВВ гор.+240/+144м)	745	99,4	+2,8	86	47,1
Вент. сбойка под ВХВ гор.+240/+192 м	745	99,2	+11,2	85	3,7
Штрек 1 (подпорный ГВУ в работе)	745	99,2	+10,1	83	62,3
Штрек 1 (у участкового пункта хранения ВМ)	744	99,1	+10,0	82	16,0
Транспортный уклон гор.+192/+96 м (низ)	750	100,5	+12,8	77	38,2
<i>Горизонт +144 м</i>					
Штрек 1 (у ВВ с гор.+240 м)	745	99,2	+12,3	86	49,4
Штрек 1 (за ВВ на гор.+96 м – ВМП работает)	745	99,2	+12,1	90	64,0
Штрек 1 (за сбойкой на транспортный уклон гор.+192/+96 м)	745	99,2	+12,1	87	21,6
Отрезной штрек 3	744	99,1	+13,4	88	9,6
Сбойка с транспортного уклона гор. +192/+96 м	744	99,1	+12,3	92	3,1
<i>Горизонт +96 м</i>					
Штрек 1 (до ВХВ на гор.+144 м)	754	100,5	+12,8	77	11,7
Штрек 1 (за ВХВ на гор.+144 м)	754	100,4	+15,0	69	19,2
Штрек 1 (за ВВ на гор.+144 м)	755	100,5	+14,0	79	18,8



выполнить расчет естественного распределения воздуха.

Анализ результатов расчета естественного воздухо-распределения позволил установить следующее:

1. В шахту по воздухоподающим выработкам поступает  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  свежего воздуха, в том числе на горизонт  $+288 \text{ м}$  –  $7,9 \text{ м}^3/\text{с}$ , на горизонт  $+240 \text{ м}$  –  $68,7 \text{ м}^3/\text{мин}$ . Количество воздуха, исходящего из шахты по воздухоотводящим выработкам, составляет  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , в том числе с горизонта  $+240 \text{ м}$  –  $16,4 \text{ м}^3/\text{с}$  и с горизонта  $+192 \text{ м}$  –  $60,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

2. Вентилятор главного проветривания на горизонте  $+288 \text{ м}$  (ГВУ №1) работает в следующем режиме: производительность –  $57,7 \text{ м}^3/\text{с}$ , депрессия  $202 \text{ даПа}$ . Данные параметры не соответствуют типовой характеристике для принятого типа вентиляторов и, соответственно, можно сделать вывод о том, что данная ГВУ работает в нештатном режиме.

Режим работы ГВУ №2 на горизонте  $+240 \text{ м}$ : производительность –  $65,1 \text{ м}^3/\text{с}$ , депрессия  $311 \text{ даПа}$ . Данные параметры соответствуют типовой характеристике вентилятора.

Потери депрессии при движении общешахтных поступающих струй воздуха по вентиляционным восстающим с верхних горизонтов рудника на нижние составляют, согласно расчету, на ВВ с гор. $+288$  на гор. $+96 \text{ м}$  (код сети 26-94) –  $185,4 \text{ даПа}$  (92 % от депрессии ГВУ), на ВВ с горизонта  $+240$  на горизонт  $+192 \text{ м}$  (код сети 28-92) –  $138,5 \text{ даПа}$  (45 % от депрессии ГВУ), на ВВ с горизонта  $192$  на горизонт  $+144 \text{ м}$  (код сети 92-99) –  $63,7 \text{ даПа}$  (21 % от депрессии ГВУ). Потеря депрессии на ВВ с горизонта  $+96$  на горизонт  $+144 \text{ м}$ , по которому выдается исходящая струя с рабочих объектов горизонта  $+96 \text{ м}$ , составляет, согласно расчету,  $7,1 \text{ даПа}$ .

По результатам выполненных замеров фактический баланс воздуха по руднику выглядит следующим образом:

а) поступающая струя:

- штрек 1 гор. $+288 \text{ м}$  –  $1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- штольня 2 гор. $+288 \text{ м}$  –  $6,9 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- штольня 2 гор. $+240 \text{ м}$  –  $12,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- штольня 1 гор. $+240 \text{ м}$  –  $64,0 \text{ м}^3/\text{с}$ .

б) исходящая струя:

- ВВ на поверхность с гор. $+240 \text{ м}$  –  $18,8 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- штольня 1 гор. $+192 \text{ м}$  –  $45,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- внутришахтные перетоки воздуха за счет естественной тяги –  $\sim 20 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Обработка результатов натурных исследований позволила сделать следующие выводы:

1. Сходимость данных, представленных в таблице, с замерами расходов воздуха в горных выработках рудника свидетельствует о том, что уточненная расчетная схема вентиляционных соединений и массив аэродинамических сопротивлений адекватны фактическому состоянию вентиляционной сети рудника.

Так, согласно расчету, в шахту поступает  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  свежего воздуха, по фактическим замерам –  $84,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Количество воздуха, исходящего из шахты по вентиляционным выработкам, согласно расчету и фактическим замерам составляет, соответственно,  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $64,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

При этом количество воздуха, участвующего в рециркуляционных процессах, составляет  $\sim 20 \text{ м}^3/\text{с}$ .

2. Основной причиной, негативно влияющей на состояние проветривания рудника, является фактор использования в качестве основных воздухоподающих выработок вентиляционных восстающих с большим аэродинамическим сопротивлением, на преодоление которого расходуется значительная часть депрессии (компрессии) ГВУ.

3. При условии размещения ГВУ в горных выработках и работе их в нагнетательном режиме необходимо при расчетах на аэродинамических моделях ШВС (шахтная вентиляционная сеть) учитывать естественную тягу, которая в холодные периоды года может оказывать значительное противодействие нормальному проветриванию подземного рудника.

4. Влияние естественной тяги на воздухораспределение в ШВС было смоделировано путем ввода в модель вентиляционной сети условных вентиляторов с аэродинамическими характеристиками, соответствующими рассчитанным или полученным в результате шахтных экспериментов.

При формировании модели был учтен фактор влияния на проветривание рудника естественной тяги, величина которой рассчитывается по известной формуле:

$$h_e = P_a \left( e^{\frac{gH}{287(273+t_n)}} - e^{\frac{gH}{287(273+t_{cp,ncx})}} \right),$$

где  $h_e$  – естественная тяга, даПа,

$g$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м}/\text{с}^2$ ,

$H$  – глубина горизонта, м,

$t_n$  – температура воздуха на поверхности,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$t_{cp,ncx}$  – температура в исходящей струе воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

На основании анализа выполненного расчета естественного воздухораспределения, данных по фактическим замерам расходов воздуха и депрессии, а также, учитывая перспективу направление развития горных работ, были проработаны варианты по оптимизации проветривания рудника, по результатам которых были сделаны следующие выводы:

1. Существующие особенности вентиляционной системы рудника (состояние сети горных выработок, места установки ГВУ, отсутствие калориферных установок) предопределяют сложности, возникающие перед работниками технической службы при организации проветривания подземных горных выработок.

2. Основным негативным фактором, влияющим на состояние проветривания рудника, является недостаточная пропускная способность главных воздухоподающих выработок, вследствие чего значительная доля депрессии, создаваемой вентиляторами главного проветривания, тратится на преодоление сопротивления данных выработок.

3. Размещение ГВУ в подземных условиях рудника и их работа на нагнетание позволяет, при отсутствии устройств подогрева поступающего в рудник воздуха, использовать тепло, накопленное горным массивом в летний период. Подогрев воздуха, поступающего в шахту, осуществляется в основном за счет отдачи

тепла массивом.

4. Значительное влияние на объем поступающего в шахту воздуха оказывает естественная тяга. Учитывая непостоянство температуры на поверхности, естественная тяга будет также оказывать сезонное влияние и на устойчивость проветривания рудника.

5. Предлагается для улучшения проветривания подземных выработок рудника «Ушкатын-3» предусмотреть

проведение воздухоподающих восстающих параллельно действующим с гор. +288 м на гор. +96 м и с гор.+240 м на гор. +144 м.

6. Выполненные расчеты воздухораспределения в шахтной вентиляционной сети при условии реверсирования главных вентиляторных установок показывают, что расходы воздуха в горных выработках в реверсивном режиме не противоречат нормативным требованиям.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Акимбеков А.К., Левицкий Ж.Г. Промышленная аэрология / Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2007. – 282 с.
2. Левицкий Ж.Г., Нургалиева А.Д. Управление расходами воздуха в вентиляционной сети с активным регулятором // Вестник КузГТУ. – Кемерово: КузГТУ. – 2011. – № 4. – С. 23 – 27.
3. Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. – 209 с.

УДК 625.071

### **Перспективные методы повышения физико-механических характеристик доменного шлака для дорожного строительства**

*А.С. КАДЫРОВ, д.т.н., профессор,*

*В.А. КУНАЕВ, м.т.н., докторант PhD,*

*Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТТнЛС*

**Ключевые слова:** *шлаковый щебень, доменный шлак, пористость, влагопоглощение, разнопрочные зерна, механический классификатор, гравитационные методы обогащения.*

Общеизвестны такие широко распространенные причины преждевременного разрушения автомобильных дорог, как переувлажнение грунта основания, приводящее к потере его несущей способности, систематический проезд тяжелых автомобилей, на которые дорожная одежда не рассчитана, большая вертикальная нагрузка, недостаточная толщина дорожной одежды и т. д. Помимо указанных факторов, на разрушение дорожной одежды влияют природные условия. Вода, попадая в мелкие поры и трещины, при замерзании увеличивается в объеме и разрушает каменный материал, образует новые трещины и способствует увеличению имеющихся.

Особенно актуальной данная проблема становится при использовании в качестве материала для возведения основания дорожной одежды шлакового щебня, имеющего большое количество видимых и внутренних пор, а также обладающего высокими характеристиками водопоглощения. Использование этого материала позволяет удешевить строительство, однако может повлечь за собой сокращение срока службы дороги, обусловленное, наряду с пористостью и гидрофильностью доменного

шлака, его недостаточно высокой прочностью.

Так, прочность пористых отвалных доменных шлаков варьируется в весьма значительных пределах – от 2 до 40 МПа. Средняя плотность отдельных элементов данного материала также существенно отличается – от 400 до 1600 кг/м<sup>3</sup>. Физико-механические свойства шлакового щебня изменяются в более широком интервале, чем щебня из горных пород, что обусловлено колебаниями качества сырьевых материалов и технологических параметров [1].

Многие современные дробильно-сортировочные комплексы, включающие дробилки крупного и среднего дробления, грохоты, питатели, конвейеры и другое оборудование, способны обеспечить лишь промывку, дробление и классификацию кусковых строительных материалов по крупности. Такой обработки вполне достаточно для получения фракционированного щебня из скальных пород, прочность которых относительно постоянна. Для шлакового щебня подобная сортировка не является приемлемой, так как в конечном продукте неизбежно присутствует большая доля зерен, обладающих

низкой прочностью.

Н.А. Гриневич в своих трудах [2] приводит результаты исследования влияния активации минерального порошка на основе доменного шлака каменноугольными фусами (отходы коксохимического производства) на свойства асфальтобетона. Исследования показывают, что применение активирующей добавки повышает среднюю плотность минерального порошка, уменьшает его пористость и битумоемкость. Однако в соответствии с технологией, описанной автором, каменноугольные фусы входят непосредственно в состав минерального порошка, добавляемого в битум, тогда как перед нами стоит задача снижения водопоглощения и повышения прочности шлакового щебня, укладываемого в нижние слои дорожной одежды (рисунок 1).

Мы выделяем два пути решения указанных проблем, направленных на повышение прочности дорожных оснований, выполненных из доменного шлака:

1) предварительное обогащение шлака путем его классификации по плотности с целью выбора наиболее прочных элементов для дальнейшего засыпания в основание дороги;

2) заполнение пор доменного шлака мелкодисперсной суспензией, обладающей гидрофобными свойствами (например, составом, содержащим воду и микрокремнезем), во избежание проникновения влаги внутрь материала и его дальнейшего разрушения.

Рассмотрим каждый из этих путей более подробно.

#### Обогащение шлакового щебня

При применении местных разнопрочных каменных материалов для улучшения их качества организуют обогащение по прочности, представляющее собой комплекс производственных операций, состоящих из механического отделения тех частиц, которые снижают прочность каменного материала, или разделение последнего на несколько сортов в зависимости от прочности. Наиболее распространенными являются гравитационные (в частности, обогащение в тяжелых средах, отсадка,

сортировка на концентрационном столе и др.), а также специальные методы обогащения, предусматривающие использование механических классификаторов.

Гравитационные методы обогащения каменных материалов основаны на том, что зерна с различной объемной массой (а значит, и с неодинаковой прочностью) имеют различную скорость падения в определенной среде (тяжелые жидкости, суспензии и др.). При этом скорость падения зависит от объемной массы, объема, формы зерен, а также от свойств среды, в которой они падают. Зерна материала в соответствующей среде расслаиваются по их объемным массам: легкие зерна всплывают, образуя «всплыв», а тяжелые – тонут, образуя «осадок». Основным условием применения этого метода является наличие довольно четкой зависимости объемной массы от прочности [3].

Обогащение в тяжелых средах применяют в промышленном масштабе главным образом при улучшении гравийных материалов. Для обогащения используют жидкость, плотность которой является промежуточной (граничной) между объемными массами разделяемых разностей. Если поместить исходный материал в эту жидкость, то зерна более легкого материала (слабые) всплывут на поверхность, а более тяжелого (прочные) опустятся на дно [3].

В качестве среды для обогащения применяют суспензии, состоящие из порошкообразного вещества (утяжелителя) и воды. Для получения утяжелителя используют тонкоизмельченный порошок магнетита и ферросилиция или их смеси (60 – 75% магнетита и 25 – 40% ферросилиция) [3].

В качестве оборудования для обогащения каменных материалов в тяжелых средах используют сепараторы конусного и барабанного типа. Расход воды на обогащение в тяжелых средах составляет (без промывки исходного материала) примерно 1 м<sup>3</sup> на 1 т обогащаемого материала. Технологическая схема процесса обогащения в тяжелых средах включает в себя следующие базовые операции:

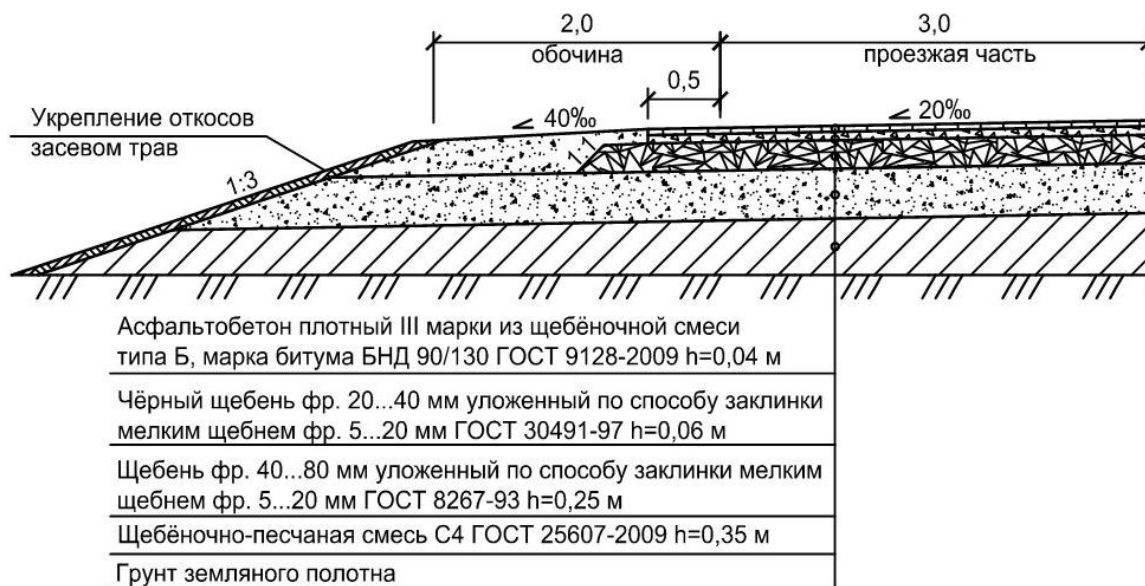


Рисунок 1 – Пример конструкции дорожной одежды

- а) предварительная подготовка сырья к началу обогащению (промывка, классификация по крупности);
- б) приготовление суспензии;
- в) разделение материала, выполняемое в суспензионном сепараторе;
- г) отделение от материала суспензии;
- д) регенерация суспензии;
- е) обезвоживание продуктов обогащения;
- ж) приготовление утяжелителя.

Преимуществами данного метода являются: обогащение сырья крупностью до 300 мм при высокой производительности с получением кондиционной продукции, возможность разделения зерен, незначительно отличающихся по плотности.

В свою очередь, недостатки рассмотренного метода сводятся к невозможности разделения тонкого материала, необходимости отмывки от продуктов обогащения утяжелителя и его улавливания. Потери утяжелителя, как правило, находятся в пределах от 300 до 600 г на 1 т обогащаемого сырья [4].

Рассматривая возможность применения этого способа для сортировки по прочности доменного шлака, следует отметить, что первый из названных недостатков не имеет значения, так как классификации подлежат зерна шлака размером от 20 мм и более. Однако значительные потери утяжелителя и необходимость его отмывки увеличивают стоимость конечного продукта. По этой причине применение данного метода при обогащении шлакового щебня целесообразно лишь в том случае, если стоимость конечной продукции оказывается ниже стоимости привозного каменного материала (экономический эффект положителен).

Метод отсадки представляет собой частный случай гравитационного обогащения. Сущность этого метода сводится к тому, что на неоднородные по объемной массе зерна каменных материалов, находящиеся на сите отсадочной машины, действуют восходящие и нисходящие попеременно чередующиеся потоки воды, скорость которых возрастает от нуля до максимума и затем вновь уменьшается до нуля. Под воздействием этих потоков материал на сите разделяется по величине объемной массы зерен. Зерна с большой объемной массой оседают, а более легкие поднимаются и уходят.

Область применения гидравлической отсадки охватывает минеральное сырье с плотностью от 1200 до 15600 кг/м<sup>3</sup>, с разницей плотности полезного компонента и пустой породы от 300 до 13000 кг/м<sup>3</sup>, с крупностью обогащаемого материала от 0,05 до 250 мм [5].

Учитывая возможность обогащения методом отсадки материалов разных фракций при значительной разнице в плотности отдельных зерен, а также его высокую экономичность, считаем весьма целесообразным применение этого способа для сортировки по прочности шлакового щебня.

Специальными методами обогащения называются те, которые базируются на использовании других свойств обогащаемых материалов. К этой группе относится метод, основанный на наличии определенной зависимости между упругими свойствами и прочностью ча-

стиц каменных материалов. С учетом этой зависимости сконструированы специальные обогатительные машины – механические классификаторы [3].

Принцип работы этих машин основан на сбрасывании зерен каменного материала с определенной высоты на упругую отражающую поверхность. При ударе зерна приобретают скорость и направление движения, определяемые двумя векторами: вектором отражения при ударе и вектором, возникающим под действием сил трения и сцепления между зернами каменного материала и отражающей поверхностью.

Вектор, характеризующий отражение при ударе, зависит от прочности материала. Чем выше прочность материала, тем больше его упругость и тем больше значение этого вектора. Второй вектор в результате взаимодействия сил трения и сцепления имеет обратную зависимость – чем больше прочность, тем меньше значение этого вектора. Величина и направление скорости отражения зерен каменного материала от упругой поверхности определяются равнодействующей указанных выше векторов [3].

Существуют механические классификаторы двух видов: барабанные (или сферические) и плитные (или плоские). Принцип работы классификатора барабанного типа (рисунок 2, а) следующий: каменный материал по вибrolотку сыпается на поверхность барабана, вращающегося по часовой стрелке. Вследствие различия по величине и направлению равнодействующих векторов скоростей отражения зерна, обладающие разной прочностью (а следовательно, и упругостью), будут падать в разные стороны: более упругие – влево, менее упругие – вправо. Центральный угол барабана, образованный осью 1-1 и линией 0-К, называют углом настройки  $\alpha$ . Этот угол подбирают таким образом, чтобы происходило максимальное отделение прочных зерен (вектор  $R_{np}$ ) в левую сторону барабана, а слабых (вектор  $R_{cl}$ ) – в правую [3].

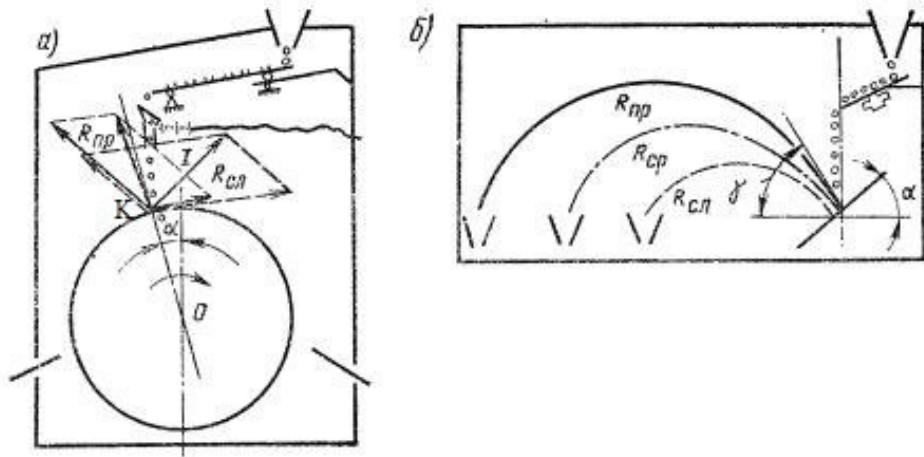
При разделении материала на классификаторах плитного типа (рисунок 2, б) все зерна падают на плиту и отскакивают от нее. При этом прочные зерна (вектор  $R_{np}$ ), обладающие большей упругостью, отскакивают на большее расстояние, а слабые (вектор  $R_{cl}$ ) – на меньшее. Классификатор плитного типа регулируют изменением угла  $\alpha$ , образованного горизонтальной плоскостью и плоскостью поверхности плиты. Для отражения зерен необходимую высоту их падения на плиту увеличивают до 4 м [3].

На точность разделения по прочности каменного материала механическими классификаторами влияют и влажность, и температура разделяемого материала, его крупность, загрязненность, форма зерен.

Отличаясь от обогащения в тяжелых средах гораздо меньшими финансовыми затратами на получение конечной продукции, метод обогащения на барабанных классификаторах позволяет сортировать по прочности зерна каменных материалов ограниченного размера – от 5 до 40 мм. По точности сортировки механическая классификация также уступает большинству гравитационных методов.

Выбор оптимальной технологии обогащения шлако-





а – барабанного, б – плитного  
Рисунок 2 – Схема механических классификаторов

вого щебня во многом зависит от качества сырья, поступающего на переработку. При незначительном содержании низкопрочных разностей можно улучшить материал избирательным дроблением либо пропуском через механические классификаторы. Если имеется небольшая разница в величинах объемных масс, материал рациональнее обогащать методом отсадки. В случаях неоднородного сырья, когда возникает необходимость не только отделять слабые зерна, но и разделять шлаковый щебень на классы прочности, проектируется более сложная схема обогащения [3].

При высокой стоимости доставки (по причине отдаленного расположения карьеров) природного щебня к месту дорожного строительства (предполагаем, что отвал доменного шлака находится в непосредственной близости к нему) более рациональным считаем применение метода обогащения в тяжелых средах. В любом случае, выбору технологии обогащения шлакового щебня должно предшествовать сравнение каждого варианта строительства дорожной одежды по комплексу показателей (экономический эффект, затраты на приобретение и доставку материала, дисконтированные затраты на капитальный и текущий ремонт дороги и др.).

#### Обработка шлакового щебня микрокремнеземом

Наряду с доменным шлаком, еще одним попутным продуктом (образуется при производстве металлургического кремния), получаемым в избытке в нашем регионе, является микрокремнезем. Данный материал широко используется для введения в бетонную смесь, т.к. позволяет:

- увеличить прочность бетона;
- уменьшить капиллярную пористость и проницаемость бетона (за счет эффекта заполнения пор, создаваемого пуццолановыми сферическими микрочастицами);
- повысить морозостойкость бетона (за счет низкой проницаемости и повышенной плотности цементного камня) [6].

Принимая во внимание наличие больших объемов доменного шлака (исчисляется десятками миллионов тонн) на АО «Арселор Миттал Темиртау» и действующе-

го предприятия по выпуску металлургического кремния (а следовательно, и микрокремнезема) «Tau-Ken Temir», расположенного в городе Караганде, нами была выдвинута гипотеза о возможности заполнения пор доменного шлака суспензией, содержащей микрокремнезем. Предполагается, что данная обработка позволит получить прочный, морозостойкий нетоксичный строительный материал, обладающий прогнитофильтрационными свойствами [6].

Для подтверждения выдвинутой гипотезы на базе Карагандинского государственного технического университета нами был проведен лабораторный эксперимент по обработке образцов доменного шлака микрокремнеземом.

Для проведения экспериментального исследования в ТОО «Tau-Ken Temir» получена тестовая партия микрокремнезема плотностью 0,54 г/см<sup>3</sup>, имеющего следующий состав:

- SiO<sub>2</sub> – 97,54%;
- C<sub>общ</sub> – 1,51%;
- влага – 0,14%;
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,06%;
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,2%;
- CaO – 0,22%.

Целью проведения эксперимента по заполнению пор доменного шлака микрокремнеземом было изучение адгезии между названными материалами при взаимодействии друг с другом и влияния данной обработки на пористость конечного продукта. Эксперимент отличался тем, что образцы доменного шлака предварительно погружались в воду, затем – в суспензию микрокремнезема, а после этого подвергались обработке сухим порошком микрокремнезема (рисунок 3).

Исследование дало ожидаемые результаты – большая часть видимых пор заполнена микрокремнеземом, адгезия поверхности образцов доменного шлака к микрокремнезему сохраняется после просушивания материала, а также при его дальнейшем погружении в воду. Дальнейшие экспериментальные исследования будут направлены на сравнение физико-механических свойств (плотность, пористость, влагопоглощение, морозостой-



а

б

а – до обработки суспензией, содержащей воду и микрокремнезем, б – после обработки

Рисунок 3 – Образцы доменного шлака

кость) традиционного шлакового щебня и образцов, полученных в результате обработки в соответствии с описанной выше технологией.

**Выводы:**

1) Широкому использованию шлакового щебня в дорожном строительстве препятствуют его высокая влагопроницаемость, низкая морозостойкость и неоднородность зерен по прочности.

2) Отделение наиболее прочных зерен для дальней-

шего использования в качестве материала основания дорожной одежды возможно путем обогащения шлакового щебня гравитационными методами или механическими классификаторами. Метод обогащения шлакового щебня в заданных условиях выбирается по результатам сравнения всех возможных вариантов строительства дорожной одежды по комплексу показателей.

3) Лабораторный эксперимент показал, что обработка доменного шлака микрокремнеземом позволяет заполнить большую часть визуально распознаваемых пор.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии: Монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – 234. С.
2. Гриневич Н.А. Металлургические шлаки в дорожном строительстве. Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог: сб. науч. тр. / ОАО «ГИПРОДОРНИИ» Вып. 5 (64). -Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2014. – С. 124-129.
3. Обогащение каменных материалов // <http://stroi-archive.ru/dorozhnye-materialy/77-obogaschenie-kamennyh-materialov.html>
4. Шилаев В.П. Основы обогащения полезных ископаемых: Уч. пособие. – М.: Недра, 1986. – 296 с.
5. Малая горная энциклопедия. В 3-х т. / Под ред. В. С. Белецкого. – Донецк: Донбасс, 2004.
6. Кадыров А.С., Кунаев В.А. Разработка технологии и средства механизации для получения водонепроницаемого строительного материала из доменного шлака // Труды Междунар. науч-практ. конф. «Наука, техническое регулирование и инжиниринг в строительстве: состояние, перспективы». 29-30 апреля 2016 г./ МОН РК; КарГТУ. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – 400 с.

ӘОЖ 622.233.6

## Жер қазатын машиналардың айналмалы әрекеттегі жұмыс мүшелерінің қозғалысының кедергі күштерін орнату

Е.Н. ТИМУХИНА<sup>1</sup>, т.ғ.д., профессор,Ж.Ж. ЖУНУСБЕКОВА<sup>2</sup>, докторант,<sup>1</sup>Урал мемлекеттік қатынас жолдары университеті, Екатеринбург қ, Ресей,<sup>2</sup>Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ, Қазақстан**Кілт сөздер:** машина, құрылыс, күштер, топырақ, транспортер, күштер, ерітінді.

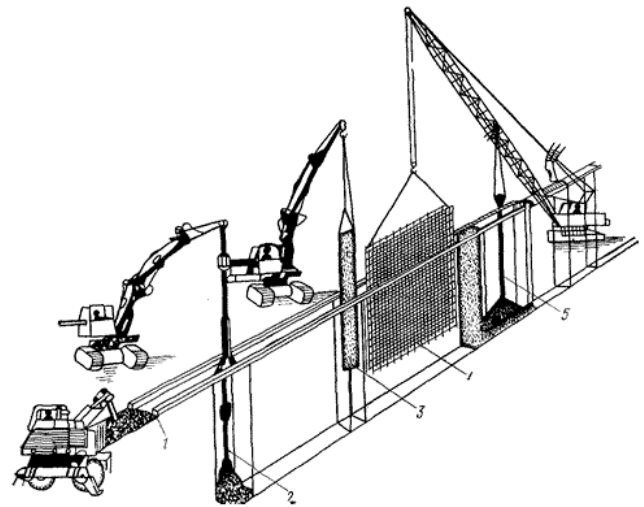
Заманауи мегаполистерде кеңістікті рационалды пайдалану тенденциясы жиірек байқалады. Мегаполистер мен ірі қалалар биік ғимараттар мен жер асты терең орналасқан үймереттерді салу қажеттілігін көрсетіп отыр. Одан басқа кейбір объектілерді жер астында тұрғызған тиімдірек. Ондай объектілерге үлкен қоймалар, ойын-сауда орталықтары, гараждар және тағы басқаларын жатқызуға болады. Алайда жер асты құрылысы белгілі тәжірибе мен құрылыс жабдығының болуын қарастыратын, көп еңбекті қажет ететін қиындық келтіретін үрдіс. Сонымен қатар, аталған тапсырманы шешуде топырақтың біртексіздігі, жер асты су ағындарының болуы қиындатады. Кей кезде құрылыс территориясын зерттеу барысында жер қыртысының әлсіз екені байқалады, жер астында картада көрсетілмеген инженерлік жүйелердің тоннельдері болуы анықталады. Көршілес орналасқан ғимараттардың іргетастары құрылыс алаңына жақын орналасқандықтан, биік ғимараттардың қабырғалары крандардың жебелерінің толыққанды айналуына мүмкіндік бермегендіктен көбіне тар ортада жұмыс істеуге тура келеді.

Жоғарыда аталған мәселелердің шешімі – құрылыста «топырақтағы қабырға» әдісін қолдану. Қазіргі таңда қала құрылысы мен нысандарды қайта жаңғырту бойынша жұмыстар биік ғимараттар мен «топырақтағы қабырға» әдісімен тереңдетілген үймереттерді салуға бағытталған. Салынып жатқан тұрғын үйлердің астыңғы бөлігінде орналасып, пайда болып жатқан және жыл сайын оған сұранысы өсіп келетін жерасты көп қабатты автотұрақтардың көбеюінен құрылыстың өзектілігі артуда.

Сонымен қатар, осындай құрылыстардың шарттарына: құрылыс алаңының аздығы, топырақтың шайқалуын және көршілес орналасқан нысандар іргетастарының шөгуін болдырмау, әрекеттегі жер асты коммуникациялар маңында жұмыс істеу, құрылыстың шусыз өтуі және сонымен қатар, құрылыстың мерзімін қысқарту мақсатында бірауақытта басқада жұмыстарды орындау мүмкіндігін жатқызуға болады.

«Топырақтағы қабырға» – арнайы технология. Бұл технологияның басты тармағына терең траншеяларды сазды ерітінді астында қабырғаларын бекітпей қазуды жатқызады (1-сурет) [1].

«Топырақтағы қабырға» әдісінде ең алдымен уақытша темірбетон құрылымы – форшахтаны 1 орнатылады.



1 – форшахта құрылысы; 2 – траншея қазу;  
3 – шектемелер орнату; 4 – арматуралық қаңқаларын орнату;  
5 – бетондау

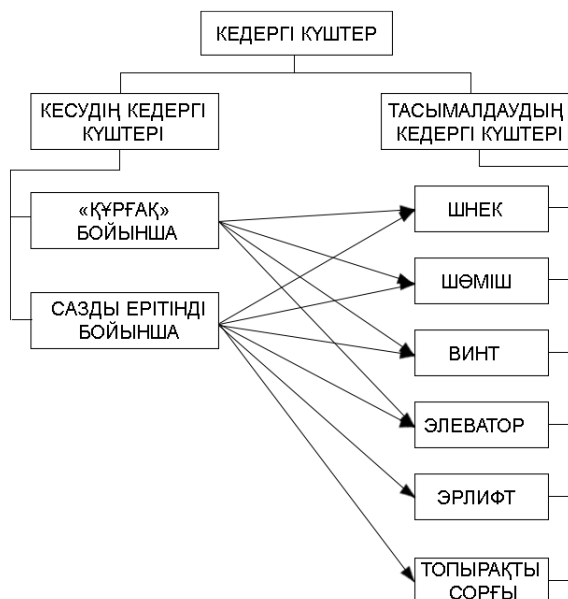
1-сурет – «Топырақтағы қабырға» әдісінің технологиялық схемасы

Траншеяның жоғары бөлігін топырақтардың құлауынан қорғайды. Содан кейін траншея сазды ерітінді астында гидравликалық грейфермен 2 қазылады. Қазылған орға шектемелер 3 орнатылып, құрылыс алаңында жиналып, пісірілетін арматуралық қаңқасы 4 бекітіледі. Траншеялар бетонмен 5 толтырылып, бентонитты ерітінді сорғымен сорылып шығарылады.

Мұндай траншеяларды әртүрлі қолайсыз инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларда қазуға болады. «Топырақтағы қабырға» әдісімен құрылысты қарқындатуда жер қазатын машиналарды қолдану септігін тигізеді. Алайда, оларды енгізу перспективті машиналарды есептеу мен құрастыруға мүмкіндік беретін сәйкесінше ғылыми базаның жоқтығынан тоқтатылып тұр. Жінішке терең траншеяларды қазуға арналған жаңа жоғарғы өнімділікті машиналарды әзірлеу және олардың рационалды сұлбалары негізінде енгізу «топырақтағы қабырға» әдісінің тиімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Осыған орай, машиналарды жобалау кезінде жер қазатын машиналардың жұмыс мүшелерінің қозғалысының кедергі күштерін орнату мәселесі туындайды.

Жер қазатын машиналардың жұмысының кедергі күштерін орнату үшін осы күштердің жіктелімі қарастырылды. Жіктелім жұмыс мүшелері бар жер қазатын машиналардың жұмысы кезінде кесу күштері мен тасымалдау күштері туындайтындығын көрсетеді 2-сурет [2].



2-сурет – Жұмыс мүшелерінің жұмысының кедергі күштерінің жіктелімі

Топырақты «құрғақ» забой және сазды ерітінді астында кесуге болады. Бұзылған топырақ «құрғақ» әдісте шнек, шөміш, бұранда, элеватормен тасымалданады. Сазды ерітінді астында бұзылған топырақ эрлифт, топырақты сорғымен тасымалданады.

Ұсынылған жұмыс мүшелердің жұмысының қозғалысының кедергі күштерінің жіктелімі жұмыстың төрт блогын береді:

- 1 блок – тасымалдауыш әсерінсіз топырақты «құрғақ» забой бойынша кесудің кедергі күші;
- 2 блок – тасымалдауыш әсері болғанда топырақты «құрғақ» забой бойынша кесудің кедергі күші;
- 3 блок – тасымалдауыш әсерінсіз топырақты су астында (сұйықтықта) кесудің кедергі күші;
- 4 блок – тасымалдауыш әсері болғанда топырақты су астында (сұйықтықта) кесудің кедергі күші.

Талдау нәтижесінде [3] блоктар үшін тәуелділіктер орнатылған. Кесудің кедергі күші инструменттің берілісі мен айналысының меншікті күштерімен анықталады, сонда жұмыс қозғалысының бірінші блогы үшін математикалық моделі келесі түрде суреттеледі:

$$\begin{cases} m\ddot{z} = Q - Ah; \\ J\ddot{\varphi} = M - BhR, \end{cases} \quad (1)$$

мұндағы  $m$  – жұмыс мүшесінің массасы;

$\ddot{z}$  – жұмыс мүшесінің қозғалысының сызықтық үдеуі;

$J$  – айналымы жұмыс мүшесінен туындайтын инерциялы күштердің моменті;

$\ddot{\varphi}$  – жұмыс мүшесінің қозғалысының бұрыштық үдеуі;

$Q$  – жұмыс мүшесінің беріліс күші;

$h$  – кесілетін жоңқаның қалыңдығы;

$A$  – жұмыс мүшесін жоңқаның бірлік қалыңдығына  $h$  берілісі үшін қажет күштің шамасын анықтайтын жұмыс мүшесінің берілісінің меншікті кедергі күші;

$B$  – забойдың  $h$  қалыңдықтағы қабатын бұзуға қажетті момент шамасын анықтайтын забойды бұзу кезінде жұмыс мүшесін айналдырудың меншікті кедергі күші.

Транспортердің әсері болғанда «құрғақ» бойынша жұмыс мүшесінің жұмысының қозғалысының математикалық моделі келесі түрде суреттеледі:

$$\begin{cases} m\ddot{z} = Q - Ah + Pz + P_{реак}; \\ J\ddot{\varphi} = M - BRh, \end{cases} \quad (2)$$

мұндағы  $P_{реак}$  – транспортер жағынан әсер ететін реактивті күш;

$Pz$  – транспортердің бір метр ұзындығындағы топырақтың салмағы.

Транспортердің әсерінсіз жұмыс мүшесінің жұмысының су астындағы (ерітіндіде) қозғалысының математикалық моделі келесі түрде суреттеледі:

$$\begin{cases} m\ddot{z} = Q - A\alpha_z Zh - P_g - k_g Z - k_s Z; \\ J\ddot{\varphi} = M - B\alpha_z ZhR - k_p \omega^2, \end{cases} \quad (3)$$

мұндағы  $A\alpha_z Zh$  – жұмыс мүшесін забой жақтан берілісінің кедергісін анықтайтын шама;

$P_g$  – үнемі ерітіндіде болатын жұмыс мүшесінің бір бөлігіне әсер ететін итеруші күш;

$k_g Z$  – траншея тереңдігі өскенде ерітіндіге батыру көлемі өсетін ЖМ құрылымының бір бөлігіне әсер ететін күш;

$k_s Z$  – ЖМ штангасының ерітіндіге үйкеліс күші;

$B\alpha_z ZhR$  – топырақты бұзудағы кедергі күштер моменті;

$k_p \omega^2$  – ЖМ айналдырудың гидродинамикалық кедергісі.

Су астында (ерітіндіде) транспортердің әсері болғандағы жұмыс қозғалысының математикалық моделі келесідей суреттеледі:

$$\begin{cases} m\ddot{z} = Q - A\alpha_z Zh + P_m + Pz - P_g - k_g Z - k_s Z; \\ J\ddot{\varphi} = M - B\alpha_z ZhR - k_p \omega^2. \end{cases} \quad (4)$$

«Топырақтағы қабырға» әдісімен салу кезінде тығыздығы  $1 \text{ т/м}^3$  және тұтқырлығы  $30..60 \text{ с}$  болатын сазды ерітіндіні қолданған жөн, өйткені тығыздық пен тұтқырлықтың көрсеткіш шамаларының өсуі сазды ерітіндіде жұмыс мүшелерінің қозғалысы кезінде кедергі күштерінің өсуіне қатты әсер етеді [4]. Сондықтан жұмыс мүшесінің сазды ерітіндіде жүктелуін қарастыру қажет. Жер қазатын машиналардың жұмыс мүшелерінің кедергі күштерін орнату айналымы әрекеттегі жұмыс мүшесінің қозғалысының математикалық моделін әзірлеу үшін негіз болып табылады.



## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Иващенко Ю.Г., Плотников А.Н., Аборин С.Л. и др. Работы, влияющие на безопасность объектов капитального строительства. Технические вопросы. М.: Аквариус, 2013. – 744 с.
2. Федоров Д. И. Рабочие органы землеройных машин. М.: Машиностроение, 1990. – 360 с.
3. Кадыров А.С., Жунусбекова Ж.Ж. Нагружение и экспериментальное исследование конструкции рабочего органа землеройной машины в глинистом растворе // Вестник Казахской Академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. Выпуск № 2-3 (93). Алматы: КазАТК, 2015. – С. 70 – 76.
4. Kochetkova R. G. Influence of Modern Stabilizers on Improved Properties of Clayey Soils // Journal. Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 2012, Volume 49 Issue 1. PP 12-15.

УДК 624.159.5

## Анализ результатов исследования прочности грунтов

**А.А. ЖАКУЛИНА**, кандидат технических наук, доцент,

**Н. НАСРАТ**, магистрант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

**Ключевые слова:** грунт, основание, свойство, суглинок, глина, плотность, прочность, пористость, сцепление, угол внутреннего трения.

Крупномасштабное строительство, особенно на территориях Западного Казахстана (Кашаган 1, 2, 3 и обустройство инфраструктуры Каспийского побережья), при освоении месторождений нефти и газа требует качественно нового подхода к вопросам изысканий и проектирования объектов промышленного и гражданского назначения в связи с интенсивным воздействием техногенных факторов на грунты оснований. Территории Западного Казахстана сложены грунтами аллювиального, новокаспийского, хвалынского отложений среднетерриториального современного возраста, представленные суглинками, супесями, песками, илами, глинами, которые в большинстве случаев являются водонасыщенными. В процессе освоения и эксплуатации территории, кроме того, неминуемо подвергаются подтоплению: естественному (подъём уровня Каспийского моря, реки Урал) и искусственному (аварийные утечки из водонесущих коммуникаций, нерегулируемый сброс хозяйственно-бытовых стоков, полив зелёных насаждений и т. д.) [1, 2, 3].

Грунты четвертичного возраста отличаются разнообразностью и изменчивостью физико-механических свойств во времени, вследствие увлажнения. Формирование или изменение во времени и в пространстве физико-механических и фильтрационных свойств грунтов под воздействием нагрузки прежде всего оказывает влияние на устойчивость и прочность, а также на деформируемость основания здания и сооружения.

Обеспечение устойчивости и прочности грунтов оснований фундаментов здания и сооружения возможны только при условии научно-технического сопровождения на всех стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.

Европейские нормы (EUROCODE – 7 «Geotechnics») предусматривают подразделение всех строительных проблем на три геотехнические категории. К третьей наивысшей сложности относится, в частности, строительство на водонасыщенных грунтовых основаниях. В период широкомасштабного строительства зданий и сооружений на территории Западного Казахстана научно-технические сопровождения проектов строительства, к сожалению, отсутствуют [4].

Водонасыщенные основания обладают особенно продолжительного во времени (годы, десятилетия) протекания деформации за счёт консолидации и ползучести грунтов. Исследование процесса консолидации и ползучести водонасыщенных оснований связано с изменением механических свойств ( $E$ ,  $s$ ,  $\varphi$ ,  $K_{\varphi}$ ) во времени [5,6].

Анализ физических свойств пылевато-глинистых грунтов площадки строительства показывает, что по глубине влажность увеличивается от маловлажного до насыщенного водой, при степени влажности  $S_r = 0,48 - S_r = 0,99$ . Содержание крупных песчаных частиц (2,0 – 0,50 мм) до глубины 3,0 м в среднем составляет 33,91%, при этом грунт обладает числом пластичности в пределах  $I_p = 0,12 - 0,26$  %, что свойственно суглинкам и глинам.

А также характерной особенностью являются высокая плотность до  $\rho = 2,11$  г/см<sup>3</sup> и низкая пористость от  $e = 0,571 - 0,741$ . Таким образом, четвертичные элювиальные суглинки и глины характеризуются неоднородностью и достаточно большим разбросом значений физических характеристик (см. таблицу).

Для определения параметров прочности строятся



круги предельных напряжений Мора и их огибающие предельные прямые  $\tau - s$ . Диаметры кругов Мора равны разностям  $s_1 - s_2$  предельных главных нормальных напряжений.

Прочностные характеристики, угол внутреннего трения  $\varphi$  и сцепление  $c$  определяем графическим методом:

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{\tau_n - \tau_{n-1}}{\sigma_n - \sigma_{n-1}}, \quad (1)$$

где  $\phi = \operatorname{arctg} \varphi$ ;

$\tau_n$  – сопротивление грунта сдвигу, соответствующее нормальному напряжению.

$$c = \tau_n - \sigma_n \operatorname{tg} \phi. \quad (2)$$

Расчётный метод определения  $\varphi$  и  $c$  основан на использовании предельных величин  $s_1$  и  $s_2$ , полученных по результатам испытания и связанных между собой зависимостью:

$$\sigma_1 = \sigma_2 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right), \quad (3)$$

для определения параметров  $\varphi$  и  $c$  выражение (3) представим в виде:

$$\sigma_1 = \sigma_2 a + b, \quad (4)$$

где

$$\left. \begin{aligned} a &= \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \\ b &= 2c \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

отсюда

$$\left. \begin{aligned} \phi &= 2 \operatorname{arctg} \sqrt{a} - 90^\circ \\ c &= \frac{b}{2\sqrt{a}} \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

величины коэффициентов  $a$  и  $b$  определяются из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} a &= \frac{n \sum_1^n \sigma_1 \cdot \sigma_2 - \sum_1^n \sigma_1 \cdot \sum_1^n \sigma_2}{n \sum_1^n \sigma_2^2 - \left( \sum_1^n \sigma_2 \right)^2}, \\ b &= \frac{\sum_1^n \sigma_2^2 \sum_1^n \sigma_1 - \sum_1^n \sigma_3 \cdot \sum_1^n \sigma_1 \cdot \sigma_3}{n \sum_1^n \sigma_2^2 - \left( \sum_1^n \sigma_3 \right)^2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Для сравнительного анализа прочностных свойств суглинистых грунтов были исследованы те же образцы ненарушенной структуры.

По результатам исследования и обработки экспериментальных данных были получены графики огибающих предельных прямых  $\tau - s$ ; для определения прочностных расчетных параметров  $\varphi$  и  $c$  (рисунок 1).

Испытания проводились по консолидированно-дренированной схеме для простого напряжённого состояния образца водонасыщенного грунта (параметры напряжённого и деформированного состояния Лодде приняты постоянными).

В течение первого часа при гидростатическом обжатии  $s_1 = s_2 = s_3 = 0,1$  МПа стабилизация объёмной деформации суглинков не происходит, и это связано с рассеиванием порового давления и ползучестью скелета грунта.

После гидростатического обжатия  $s_1 = s_2 = s_3 = 0,1; 0,20; 0,30$  МПа образцы водонасыщенного грунта подвергались девиаторному нагружению  $s_1 > s_2 = s_3$  по консолидированно-недренированной схеме до полного разрушения. На рисунке 1 приведены результаты определения прочностных свойств (угол внутреннего трения и сцепление) суглинков ненарушенной структуры с построением кругов Мора. Из графиков следует, что угол внутреннего трения водонасыщенных суглинков ненарушенной структуры составляет от  $13,20^\circ$  до  $19,68^\circ$  и удельное сцепление  $0,018, 0,069$  МПа. На рисунке 2 показаны образцы водонасыщенного грунта при девиаторном нагружении и после разрушения в приборе трёхосного сжатия и характеры развития деформирования. Характер разрушения образцов грунтов показывает, что плоскости сдвига бывают различными, а угол внутреннего трения (по Кулону) для суглинка естественной влажности  $W_0 = 14,5 - 25,48$  %, определенный на приборе одноплоскостного среза конструкции Маслова-Лурье, в модернизации Гидропроекта составил  $\varphi = 22^\circ$  и  $\varphi = 26^\circ$ .

Таким образом, при расчетах для выбора модели необходимо тщательно определять расчетные прочностные параметры грунтов во избежание ошибок в процессе проектирования.

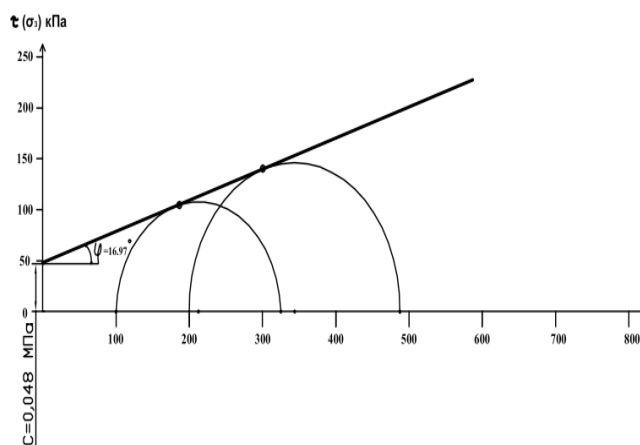


Рисунок 1 – Графики огибающих предельных прямых  $\tau - \sigma$

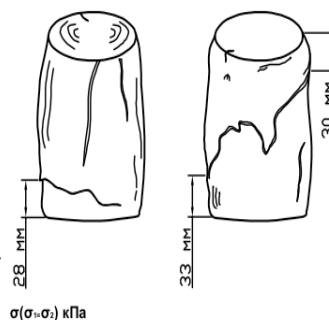


Рисунок 2 – Образцы водонасыщенного грунта при девиаторном нагружении и после разрушения

## Физико-механические свойства грунтов

№ п/п	1	2
Глубина, м	2.6-2.7	
Диаметр D0, мм	54	54
Площадь A0, мм <sup>2</sup>	2289.06	2289.06
Высота, L0, мм	90	90
Объем, см <sup>3</sup>	206.02	206.02
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2.01	1.97
Начальная влажность, %	17.78	18.51
Девiator напряжения, кПа	210.90	293.91
Осевая деформация, ε, %	20.97	21.21
Касательная напряжения, кПа	105	147
Сцепление С, МПа	0.048	
Угол внутреннего трения, φ, С0	16.97	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цытович Н.А., Тер-Мартirosян З.Г. Основы геомеханики в строительстве. Москва, 2008.
2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. Москва, 2009.
3. Жакулин А.С. Деформируемость грунтов водонасыщенных оснований. Саарбрюкен, 2015.
4. Фадеев А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике. Москва, 2010.
5. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. Москва, 2002.
6. Тер-Мартirosян З.Г. Реологические параметры грунтов и их расчеты. Москва, 2012.

УДК 531: (075.8) 52088

## Расчет пространственной рамы модульного путепровода

А.А. ГАНЮКОВ, докторант, кафедра ДАиПМ,

К.Г. БАЛАБЕКОВА, докторант, кафедра ТТиЛС,

Карагандинский государственный технический университет

**Ключевые слова:** дорожная пробка, затор, мостовой переезд, пространственная рама, мобильный путепровод, модульная конструкция, мост.

В условиях интенсивного городского автомобильного движения возникают пробки и заторы на дорогах из-за различных причин: автомобильные аварии, час пик, ремонтные работы на автодорогах или городских коммунальных сетях и т.п. Во многих крупных городах встает задача решения пробок во время естественного движения транспорта и при ремонте городской инфраструктуры. Для решения данной задачи нами предлагается конструкция мобильных путепроводов. Мобильные путепроводы представляют собой модульные сборно-разборные передвижные мостовые переезды. Они устанавливаются поверх дорожных полос, где произошел затор транспорта, или на тех участках, где происходит подземный ремонт коммунальных сетей под автодорогами. Это способствует передвижению транспорта на аварийном или ремонтном участке в перпендикулярном направлении и, соответственно, устраняет автомобильные пробки и снимает необходимость объезда ремонтных участков дорог (рисунок 1).

Применение мобильных путепроводов значительно улучшает транспортную логистику в городе во время пробок, ремонтных работ на коммунальных сетях

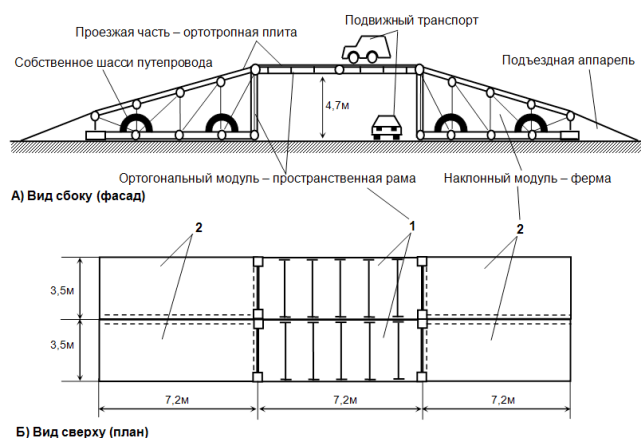


Рисунок 1 – Мобильный мостовой переезд (путепровод)

или магистралях. Путепровод является мобильным. Его можно перемещать на собственных шасси с помощью автомобильного прицепа или на грузовом автотранспорте. Быстрая сборка и разборка на месте его установки осуществляется за счет применения унифицированных сборно-разборных модулей и способов их крепления между собой и на грунтовое основание. Это обеспечивает быструю доставку на необходимые участки с автопробками, ремонтными участками дорог, коммунальных подземных сетей и т.п.

Путепровод может быть однополосным или двухполосным. В однополосном виде путепровод собирается из трех металлических модулей: одного ортогонального и двух наклонных модулей. Ортогональный модуль представляет собой сочетание проезжей части в виде конструктивно-ортотропной плиты, которая опирается на несущую её пространственную раму. Каркас пространственной рамы состоит из четырёх стоек, соединённых продольными и поперечными несущими балками (часть 1 на рисунке 1). Каждый наклонный модуль представляет собой пространственную ферму несущую ортотропную плиту проезжей части (часть 2 на рисунке 1).

Двухполосный путепровод собирается параллельно из двух однополосных путепроводов и, соответственно, имеет уже шесть модулей: два ортогональных и четыре наклонных (рисунк 1). Все модули путепровода соеди-

няются между собой шарнирно-податливыми связями. Путепроводы должны удовлетворять габаритным условиям проезжей части: высота проезда под ним не более 4,7 м, ширина полосы в одном направлении не менее 3,5 м, длина модулей около 7,2 м.

При проектировании несущих конструкций мостовых переездов в качестве основного каркаса ортогонального модуля применяются пространственные рамы. Для выявления силового и напряженного состояния подобных конструкций необходимо выполнить их расчет как цельной пространственной рамы, состоящей из вертикальных стоек, продольных и поперечных балок, соединенных между собой жесткими узлами (рисунк 2). Рассмотрим расчет несущей рамы мобильного путепровода модульного типа. Расчетная схема рамы представлена на рисунке 2.

Нагрузка от подвижного состава на пространственную раму принимается согласно евро нормам [3] равномерно распределенной по проезжей части мостового переезда величиной  $q = 53 \text{ kH/m}^2$ .

Расчет пространственной рамы производим аналитическим методом перемещений [1,2,4,5,6]. Расчетная схема метода перемещений с учетом двойной симметрии по осям  $x$ ,  $y$  (рисунк 2) приведена на рисунке 3.

Общее число неизвестных метода перемещений – 11,  $z_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 11$ );  $z_1, z_2, \dots, z_9$  – угловые перемещения;  $z_{10}, z_{11}$  – линейные перемещения.

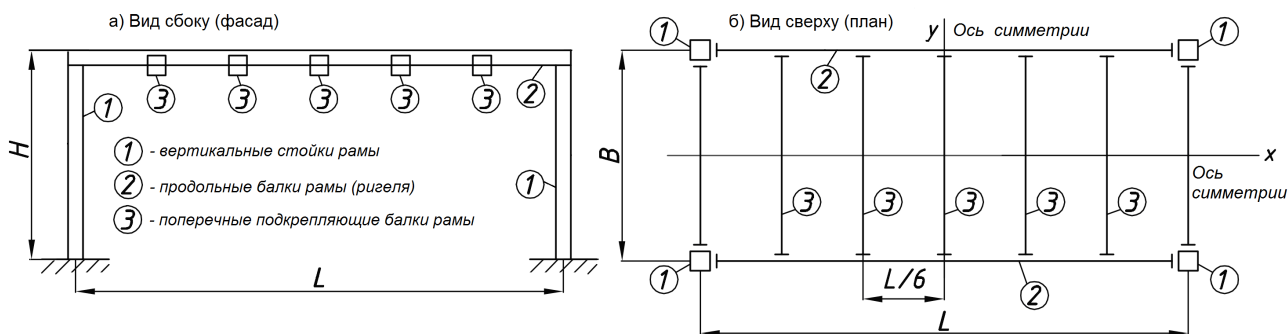


Рисунок 2 – Геометрическая схема пространственной рамы

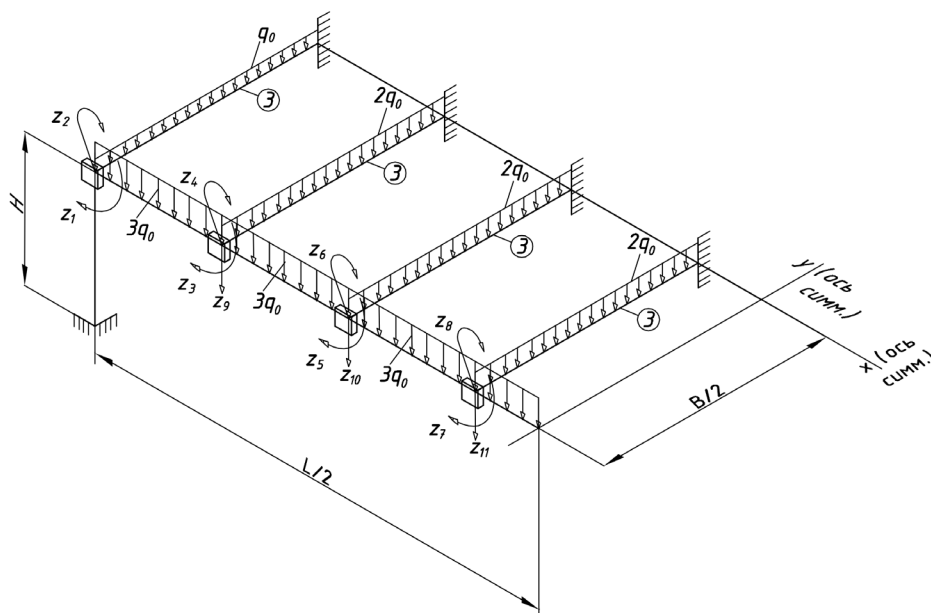


Рисунок 3 – Расчетная схема метода перемещений рамы

$z_{10}, \dots, z_{11}$  – линейные перемещения.  $q_0 = 32 \text{ кН/м}$  – погонные нагрузки на элементы рамы.

Канонические уравнения метода перемещений имеют вид:

$$r_{k1}z_1 + r_{k2}z_2 + \dots + r_{kn}z_n + R_{kp} = 0, \quad (k = 1, 2, \dots, 11). \quad (1)$$

В матричной форме система канонических уравнений имеет вид:

$$A \cdot \bar{Z} + \bar{R}_p = 0, \quad (2)$$

где  $\bar{Z} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}\}$  – вектор основных неизвестных перемещений;  $\bar{R}_p = \{R_{1p}, R_{2p}, \dots, R_{11p}\}$  – вектор свободных членов (формируется по значениям ординат грузовой эпюры « $M_p$ »);  $A$  – квадратная матрица 11-го порядка, учитывающая геометрические и жесткостные характеристики элементов рамы (формируется по значениям ординат единичных эпюр  $\bar{M}_k$  ( $k = 1, 2, \dots, 11$ )).

Решение уравнения (2) позволяет определить основные неизвестные:

$$\bar{Z} = -A^{-1} \cdot \bar{R}_p, \quad (3)$$

где  $A^{-1}$  – обратная матрица.

После вычисления основных неизвестных расчетная эпюра моментов « $M$ » строится по формуле

$$M = \bar{M}_1 Z_1 + \bar{M}_2 Z_2 + \dots + \bar{M}_n Z_n + M_p = \left( \sum_{k=1}^{11} \bar{M}_k Z_k \right) + M_p. \quad (4)$$

Расчетная эпюра  $Q$  и  $M$  строится как обычно в теории строительной механики [1,2,4].

Для универсальности расчета жесткостные характеристики элементов рамы приведены к параметрам вертикальных стоек и вычисляются в общем виде. Они приведены следующим образом (здесь  $EJ_l$  – изгибная жесткость вертикальных стоек).

а) для продольных балок (рисунок 2, элементы «2»):

$$g_2 = EJ_2 / EJ_1; \quad g_{2,k} = GJ_2 / EJ_1, \quad (5)$$

б) для поперечных балок (элементы «3»):

$$g_3 = EJ_3 / EJ_1; \quad g_{3,k} = GJ_k / EJ_1, \quad (6)$$

где  $E, G$  – соответственно модули упругости и сдвига материала элементов рамы;  $J, J_k$  – моменты инерции на изгиб и кручение соответственно.

Погонные жесткости элементов рамы приведены к погонной жесткости вертикальных стоек ( $i_0 = EJ_1 / l_1 = EJ_1 / H$ ), то есть

а) для продольных балок

$$i_2 = i_0 (g_2 / \alpha_2); \quad i_{2,k} = i_0 (g_{2,k} / \alpha_2), \quad (7)$$

б) для поперечных балок

$$i_3 = i_0 (g_3 / \alpha_3); \quad i_{3,k} = i_0 (g_{3,k} / \alpha_3), \quad (8)$$

здесь

$$\alpha_2 = l_2 / l_1 = L / (6H); \quad \alpha_3 = l_3 / l_1 = B / 4. \quad (9)$$

Для условий (5) – (9) для рамы, приведенной на рисунке 3, получены матрица « $A$ » и вектор  $\bar{R}_p$  в общем виде (таблица 1), где  $g^* = q_0 l^2 / 12 = 32 \text{ кН/м}$  – погонная нагрузка.

Согласно данным таблицы 1 произведен расчет пространственной рамы (рисунок 2) при следующих данных (поперечные сечения элементов рамы подобраны предварительно по условиям их прочности, как для отдельных однопролетных конструкций):

$$l_1 = H = 4,7 \text{ м}; \quad l_2 = L / 6 = 7,2 / 6 = 1,2 \text{ м};$$

$$l_3 = B / 4 = 3,5 / 4 = 0,875 \text{ м};$$

$$\alpha_2 = 1,2 / 4,7 = 0,255; \quad \alpha_3 = 0,875 / 4,7 = 0,875 \text{ м};$$

$$EJ_1 = 16,35 \cdot 10^6 (H \cdot \text{м}^2); \quad GJ_{1,k} = 0,022 \cdot 10^6;$$

$$EJ_2 = 61,8 \cdot 10^6; \quad GJ_{2,k} = 0,1367 \cdot 10^6;$$

$$EJ_3 = 19,86 \cdot 10^6; \quad GJ_{3,k} = 0,0799 \cdot 10^6.$$

Таблица 1 – Матрица « $A$ » и вектор  $\bar{R}_p$  для уравнения «2»

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Z_{10}$	$Z_{11}$	$\bar{R}_p$
1	$4 \left( \frac{g_1}{\alpha_1} + \frac{g_2}{\alpha_2} \right) + g_{3,k} / \alpha_3$	0	$g_2 / \alpha_2$	0	0	0	0	0	$-\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0	$-3\alpha_2$
2	0	$4 \left( \frac{g_1}{\alpha_1} + \frac{g_3}{\alpha_3} \right) + g_{2,k} / \alpha_2$	0	$g_{2,k} / \alpha_2$	0	0	0	0	0	0	0	$-\alpha_2$
3	$2g_2 / \alpha_2$	0	$\frac{8g_2}{\alpha_2} / \alpha_3 + g_{3,k} / \alpha_3$	0	$g_2 / \alpha_2$	0	0	0	0	$-\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0
4	0	$g_{2,k} / \alpha_2$	0	$\frac{4g_3}{\alpha_3} + \frac{2g_{2,k}}{\alpha_2}$	0	$g_{2,k} / \alpha_2$	0	0	$\frac{6g_3}{l_1} / \alpha_3^2$	0	0	$-2\alpha_2$
5	0	0	$g_2 / \alpha_2$	0	$\frac{8g_2}{\alpha_2} / \alpha_3 + g_{3,k} / \alpha_3$	0	$2g_2 / \alpha_2$	0	$\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	$-\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0
6	0	0	0	$g_{2,k} / \alpha_2$	0	$\frac{4g_3}{\alpha_3} + \frac{2g_{2,k}}{\alpha_2}$	0	$g_{2,k} / \alpha_2$	0	$\frac{6g_3}{l_1} / \alpha_3^2$	0	$-2\alpha_2$
7	0	0	0	0	$2g_2 / \alpha_2$	0	$\frac{8g_2}{\alpha_2} / \alpha_3 + g_{3,k} / \alpha_3$	0	0	$\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0
8	0	0	0	0	0	$g_{2,k} / \alpha_2$	0	$\frac{4g_3}{\alpha_3} + \frac{2g_{2,k}}{\alpha_2}$	0	0	$-\frac{6g_3}{l_1} / \alpha_3^2$	$-2\alpha_2$
9	$-\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0	$\frac{6g_3}{l_1} / \alpha_3^2$	$\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0	0	$\frac{24g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3 + \frac{12g_3}{l_1^2} / \alpha_3^3$	$\frac{12g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3$	0	$-3\alpha_2^3$
10	0	0	$-\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0	$\frac{6g_3}{l_1} / \alpha_3^2$	$\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	$\frac{12g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3 + \frac{24g_3}{l_1^2} / \alpha_3^3$	$\frac{24g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3$	$-\frac{12g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3$	$-\frac{6\alpha_2^3}{l_1}$
11	0	0	0	0	$-\frac{6g_2}{l_1} / \alpha_2^2$	0	0	$\frac{6g_3}{l_1} / \alpha_3^2$	0	$-\frac{12g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3$	$\frac{24g_2}{l_1^2} / \alpha_2^3 + \frac{24g_3}{l_1^2} / \alpha_3^3$	$-\frac{6\alpha_2^3}{l_1}$

Для такой рамы в таблице 2 приведены числовые значения матрицы «А» и вектора  $\bar{R}_p$ . Затем, решая согласно выражению (3) систему линейных алгебраических уравнений, получим значения узловых перемещений.

$$\begin{aligned} Z_1 &= 0,5027 / i_0; Z_2 = 0,487 / i_0; Z_3 = -0,101 / i_0, \\ Z_4 &= 0,939 / i_0; Z_5 = -0,12 / i_0; Z_6 = 0,53 / i_0, \\ Z_7 &= 0,015 / i_0; Z_8 = 1,139 / i_0; Z_9 = 0,342 / i_0, \\ Z_{10} &= 0,024 / i_0; Z_{11} = 0,135 / i_0, \end{aligned} \quad (10)$$

где  $i_0 = (EJ_{1,y} / l_1)$  – погонная жесткость вертикальных стоек (элемент «1»).

По значениям (10) построены расчетные эпюры изгибающих моментов «М» в вертикальной плоскости (рисунок 4), крутящих моментов «Н» (рисунок 5), поперечных сил «Q» вертикальной плоскости (рисунок 6), продольных сил «N» (рисунок 7) для элементов пространственной рамы.

На основе исследования силового состояния пространственной рамы (рисунки 4 – 7) рассмотрено напряженное состояние элементов и выполнена проверка условий прочности и устойчивости несущих конструкций мостового переезда. В качестве поперечного сечения принято составное сечение, состоящее из труб и обрамляющих уголков (рисунок 8).

Выполнение условной прочности и устойчивости элементов пространственной рамы производилось по теории сопротивления материалов [7], работающих на сложное сопротивление (внецентренное сжатие, изгиб с кручением).

Проверка условий прочности вертикальных стоек с учетом пластической работы стали:

$$Kd \left[ \left( \frac{N}{AR} \right)^{3/2} + \frac{M_x}{W_x \cdot R} + \frac{M_y}{W_y \cdot R} \right] \leq 1, \quad (11)$$

где  $(Kd = 1,3)$  – динамический коэффициент,  $(R = 300MPa)$  – расчетное сопротивление стали марки 09Г2С,  $(A, W_x, W_y)$  – площадь и моменты сопротивления поперечных сечений, соответственно по осям x, y.

Проверка устойчивости всей стойки плоскости действия момента  $M = M_x$ :

$$Kd \left( \frac{N}{\phi_x \cdot A} \right) \leq R, \quad (12)$$

где  $\phi_x^{bn} = f(\bar{\lambda}_x, W_{1x})$  – коэффициент внецентренного продольного изгиба;  $\bar{\lambda}_x$  – приведенный коэффициент гибкости по оси x,  $W_{1x}$  – момент сопротивления поперечного сечения по оси x, N – продольная сила.

Таблица 2 – Числовые значения матрицы «А» и вектора  $\bar{R}_p$

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Z_{10}$	$Z_{11}$	$\bar{R}_p$
1	189,34	0	92	0	0	0	0	0	-230,29	0	0	-11,67
2	0	34,2	0	17,04	0	0	0	0	0	0	0	-32,65
3	92	0	370,34	0	46	0	0	0	0	-230,29	0	0
4	0	17,04	0	370,34	0	17,04	0	0	5,64	0	0	-65,30
5	0	0	46	0	370,34	0	92	0	230,29	0	-230,29	0
6	0	0	0	92	0	47,23	0	17,04	0	5,64	0	-65,30
7	0	0	0	0	92	0	370,34	0	0	230,29	0	0
8	0	0	0	0	0	17,04	0	47,23	0	0	5,64	-65,30
9	-230,29	0	0	5,64	-230,29	0	0	0	768,59	384,29	0	-128,46
10	0	0	-230,29	0	0	5,64	230,29	0	384,29	768,59	-384,29	-128,46
11	0	0	0	0	-230,29	0	0	5,64	0	-384,29	768,59	-128,46

Проверка устойчивости всей стойки из плоскости действия момента  $M = M_y$ :

$$Kd \left( \frac{N}{C\phi_y \cdot A} \right) \leq R, \quad (13)$$

где  $C\phi_y$  – коэффициент пространственной устойчивости.

Проверка условной прочности продольных и поперечных балок по III теории прочности:

$$Kd \cdot \sigma_{red} \leq R, \quad (14)$$

где  $\sigma_{red} = \frac{N}{A} + \frac{M_{экс}^{III}}{W_x}$  – приведенное напряжение,

$$M_{экс}^{III} = \sqrt{M_u^2 + M_k^2},$$

$M_u$  – изгибающий момент,  $M_k$  – крутящий момент.

Проверка прочности продольных и поперечных балок на срез:

$$Kd \cdot \tau \leq R_{cp}, \quad (15)$$

где  $\tau = \frac{Q \cdot S_{1/2}}{J_x \delta_{cm}}$  – приведенное касательное напряжение,

$Q$  – поперечная сила,

$(R_{cp} = 130MPa)$  – расчетное сопротивление на срез,

$\delta_{cm}$  – толщина стенки,

$S_{1/2}$  – статический момент половины сечения.

Выводы:

а) расчет пространственной рамы мостового переезда (рисунок 2) выполнен на основе вертикальной полезной нагрузки подвижного состава аналитическим методом перемещений с учетом изгиба и кручения ее элементов; в таблице 1 приведены общая матрица «А» и вектор  $\bar{R}_p$  для расчета рамы с произвольными геометрическими и жесткостными характеристиками;

б) напряженное состояние элементов пространственной рамы исследовано для конструкций, работающих в условиях сложного сопротивления (внецентренное сжатие, изгиб, кручение); при этом установлено, что при принятых в расчете поперечных сечениях элементов (рисунок 8) условие их прочности устойчивости выполняется с большим запасом, что свидетельствует о надежности работы несущих конструкций мостового переезда;

в) на основе расчетов ортогонально-ориентированного сборного модуля (рисунок 2) можно с учетом унифицированности рамных конструкций запроектировать аналогичным образом и другие типы модулей (с наклонными или кривыми в плане ригелями).



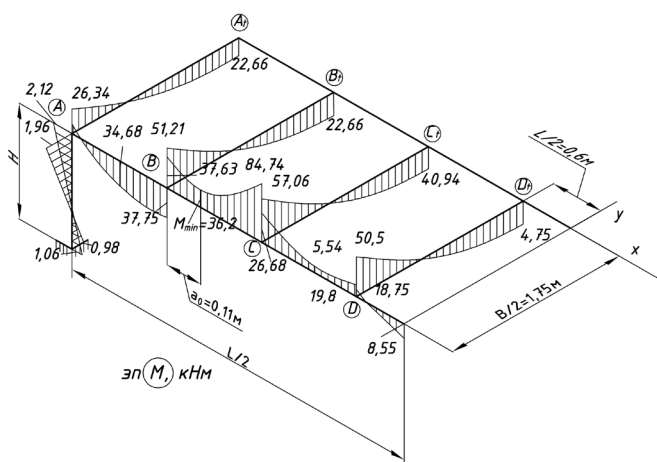


Рисунок 4 – Эпюра изгибающих моментов

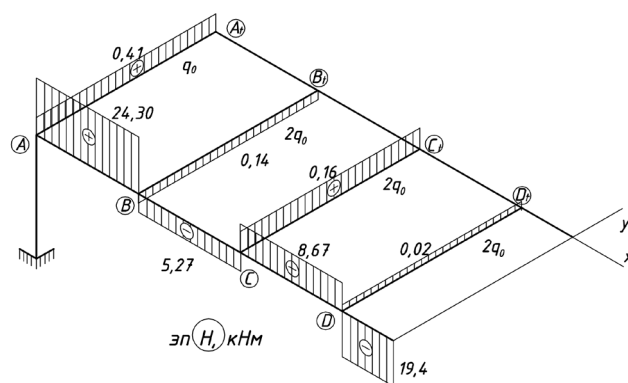


Рисунок 5 – Эпюра крутящих моментов

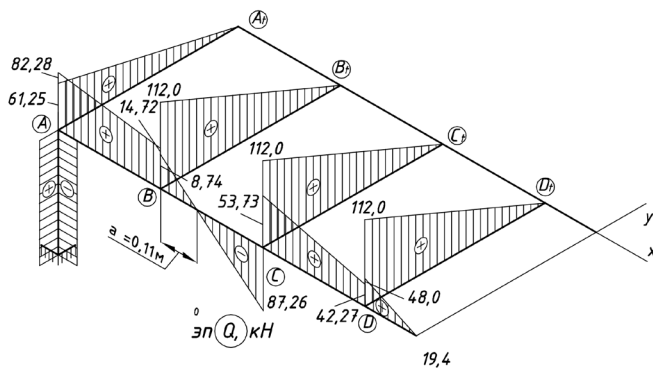


Рисунок 6 – Эпюра поперечных сил

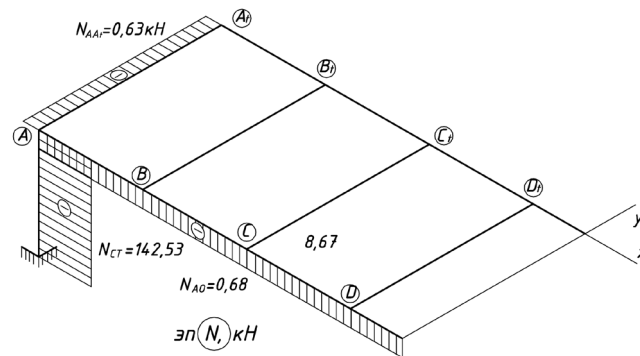
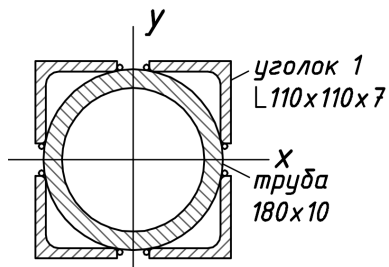
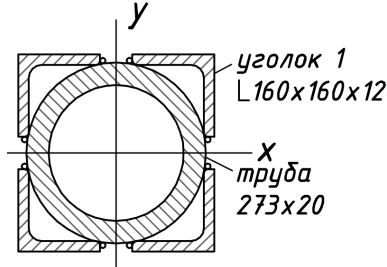


Рисунок 7 – Эпюра продольных сил

а) вертикальные стойки  
(элемент 1 – рисунок 2)



б) продольные балки  
(элемент «2» )



в) поперечные балки  
(элемент «3»)

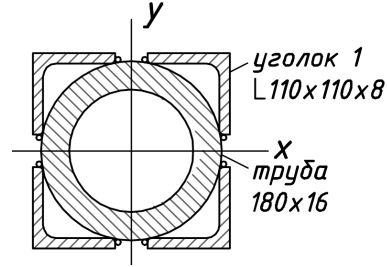


Рисунок 8 – Поперечные сечения элементов пространственной рамы

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дарков А.В. Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986. – 607с.
2. Киселев В.А. Строительная механика. – М.: Стройиздат, 1976. – 511 с.
3. Нагрузка и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев и др.; Под общ. ред. Перельмутера А. В. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 528 с.
4. Основы строительной механики стержневых систем / Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н. – М.: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.
5. Снитко Н.К. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1980. – 431 с.
6. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. В 2-х книгах / Под ред. Уманского А.А. – М.: Стройиздат, 1973. – 600с. – Кн. 1. – 625 с. – Кн. 2.
7. Тахтамышев А.Г. Примеры расчета стальных конструкций. – М.: Стройиздат, 1978. – 239с.

# Развитие АСУ сортировочными станциями для оперативно-диспетчерского управления местной работой

С.К. МАЛЫБАЕВ<sup>1</sup>, д.т.н., профессор,

Ж.К. ИМАШ<sup>2</sup>, магистрант,

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПТ,

<sup>2</sup>Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышбаева

**Ключевые слова:** АСУСС, АРМ, автоматизация, информатизация, узел, перевозка, управление, сортировочная станция, узловой диспетчер.

**А**СУ СС является информационно-справочной системой реального времени и представляет собой комплекс автоматизированных рабочих мест (АРМ), объединенных локальной информационной сетью станции. Комплекс АРМ включает в себя:

- автоматизированное рабочее место дежурного по станции (АРМ ДСП) для информирования дежурного по станции о наличии на станции вагонов и ситуации с поездной работой на данный момент времени;
- автоматизированное рабочее место оператора станционного технологического центра (АРМ СТЦ) для обработки поездной информации и документов на поезда;
- автоматизированное рабочее место товарного кассира (АРМ ТВК) для обеспечения автоматизации основных технологических процессов по обработке перевозочных документов;
- автоматизированное рабочее место графика исполненного движения (АРМ ГИД) для автоматизации ведения исполненного графика движения поездов.

В АСУ СС работа АРМ ТВК предусмотрена в автономном режиме, отсутствует взаимодействие с автоматизированной системой оперативного управления перевозочным процессом (АСОУП), недостаточно оперативно взаимодействие с автоматизированными рабочими местами, зачастую возникает необходимость повторного ввода одной и той же информации на рабочих местах, отсутствует возможность обмена информацией со смежными, прилегающими к станции объектами хозяйственной деятельности (портом, таможней и т. п.), т. е. система не охватывает все функции перевозочного процесса, что снижает эффективность ее работы. Кроме того, в системе используются электронно-вычислительные машины (ЭВМ) старого поколения, что в свою очередь не позволяет совершенствовать ее.

Для более рациональной и эффективной организации перевозочного процесса единым центром диспетчерского управления (ЕДЦУ) можно использовать автоматизированную систему управления линейного уровня (АСУ ЛУ), предназначенную:

- для оперативно-диспетчерского управления местной работой в пределах станции;
- комплексной автоматизации технологических цепочек операций с объектами перевозочного процесса;

- ведения в реальном времени первичной базы единой модели перевозочного процесса (ЕМПП) с обеспечением полноты и достоверности данных;

- сокращения затрат времени на развоз местного груза;

- обеспечения достоверной динамической модели технологического процесса подразделений линейного уровня (станций);

- исключения повторного ввода информации, ведения на базе динамической модели необходимой документации (основных перевозочных и технологических документов, книг, графиков, актов, учетных и отчетных форм);

- обеспечения каждого участника перевозочного процесса любого уровня необходимым для него объемом информации посредством создания мощной справочной системы;

- улучшения качества актово-розыскной работы, автоматизации процессов обмена информацией с АСОУП.

АСУ ЛУ является многофункциональной системой реального времени, обеспечивающей комплексную автоматизацию выполнения технологических операций, предусмотренных технологическим процессом работы станции. АСУ ЛУ представляет собой совокупность автоматизированных рабочих мест (АРМ), составляющих комплекс средств автоматизации (КСА), входящий в состав локальной вычислительной сети с выделенным сервером и АРМ системного администратора. КСА включает в себя:

- автоматизированное рабочее место маневрового диспетчера (АРМ ДСЦ) для реализации его функций с предоставлением возможности формирования наряда на маневровую работу, документального оформления перестановок вагонов по результатам маневровой работы, подачи вагонов на грузовые места, уборки вагонов по завершению грузовых операций;

- автоматизированное рабочее место оператора при дежурном по станции (АРМ ДСП) для регистрации основных операций с поездами на станции, информирования пользователей о составах и дислокации поездов на полигоне отделения с предоставлением возможности удаления поезда из подхода, получения натурного листа поезда и размеченную на поезд ТГНЛ (телеграмму-на-

турный лист поезда), ввода сообщения (с.) о прибытии поезда с.201, отправления поезда с.200, готовности поезда к отправлению с.205, расформировании поезда с.203, изменении индекса поезда с.209, печатания предупреждений;

– автоматизированное рабочее место оператора станционного технологического центра (АРМ СТС) для обеспечения обработки документов по прибытию поездов, подготовки документов на расформированные и сформированные составы (составление натурального листа на сформированный состав, корректировка натурального листа по результатам технического и коммерческого осмотров, передача в АСО УП с.02 на сформированный состав), передачи в АСОУП с.4770 на сдаваемые и принимаемые вагоны в порт, печатание натурального листа и справки для заполнения маршрута машиниста;

– автоматизированное рабочее место оператора по учету и отчетности (АРМ СТАТ) для оформления документов отчетности: журналов движения поездов и локомотивов формы (Ф.) ДУ-2 и ДУ-3, балансового журнала ф. ДУ-4, журнала подачи и уборки вагонов, книги номерного учета простоя вагонов на станции ф. ДУ-8, отчета о вагонном парке ф. ДО-2, отчета о простое вагонов ф. ДО-6, наличия груженых вагонов на станции ф. ДО-15 (раздел 3), вагонопотока по назначениям плана формирования ф. ДО-17, справки о работе станции ф. ДО-24;

– автоматизированное рабочее место приемосдатчика (АРМ ПС) для планирования погрузки и выгрузки, составления плана подачи груженых и порожних вагонов под перегрузку, формирования списка поданных вагонов и передачу с. 1397 о подаче вагонов на места общего и необщего пользования в АСОУП, формирования и печатания памятки приемосдатчика на подачу вагонов, печатания вагонных листов, составления учетных и отчетных форм, передачи с. 241 и с. 421 о выгрузке вагонов и контейнеров из вагонов, передачи с. 242 и с. 421 о погрузке вагонов и контейнеров на вагоны, ведения различных книг (выгрузки, взвешивания, пломбирования, приема груза к перевозке), получения справки из АСОУП о принадлежности и пробегах вагонов для определения пригодности вагонов под погрузку;

– автоматизированное рабочее место товарного кассира (АРМ ТВК) для автоматизации визирования накладной с передачей с. 500 в АСОУП, таксировки по отправлению, начисления провозных платежей и определения дополнительных сборов, печатания перевозочных документов, передачи в АСОУП информации о принятой к перевозке отправке (с. 251), раскредитования перевозочных документов, ведения книг прибытия, составления отчетных форм;

– автоматизированное рабочее место актового стола (АРМ АС) для автоматизации оформления коммерческих актов, розыска грузов, ведения учета и отчетности по актово-розыскному делу, формированию и передаче сообщений в АСОУП (с. 273 – о криминогенных браках, с. 1355 – о проверках груза в вагоне, с. 3174 – о претензионных отправлениях, с. 3297 – о розыске груза);

– автоматизированное рабочее место работников коммерческого осмотра (АРМ ПКО) для автоматизации

составления актов общей формы ГУ-23 на вагоны с коммерческими неисправностями (оформление, печатание актов, корректировка и повторная распечатка, удаление составленного акта), выдачи оперативных донесений на составленные акты общей формы, ведения журналов регистрации передачи телефонограмм о вагонах с коммерческими неисправностями в линейные отделения внутренних дел (ЛОВД) и военизированную охрану (ВОХР), поиска информации по различным атрибутам по текущей базе данных и в архиве вагонов, формирования с. 273 для передачи в АСОУП, получения отчета о вагонах с коммерческими неисправностями ф. КНО-5;

– автоматизированное рабочее место дежурного по горке (АРМ ДСПГ) для автоматизации роспуска состава, ведения модели сортировочного парка, печатания технологических документов;

– автоматизированное рабочее место оператора пункта технического осмотра вагонов (АРМ ТОВ) для автоматизации работ по обеспечению обнаружения технической неисправности вагонов вагонного парка;

– автоматизированное рабочее место дежурного по локомотивному депо (АРМ ТЧД) для рационального обеспечения технологического процесса работы станции локомотивами.

АСУ ЛУ включает в себя следующие подсистемы:

– подсистему организации поездообразования и местной работы для автоматизации технологических процессов, связанных с организацией расформирования и формирования поездов, маневровых перемещений вагонов в пределах станции и на примыкающих подъездных путях;

– управления поездной работой для реализации основных операций с поездами на станции и информирования пользователей о составах и дислокации поездов на отделении;

– организации грузовой и коммерческой работы для автоматизации элементов станционных технологических процессов, связанных с выполнением грузовых и коммерческих операций;

– контроля подготовки вагонов под погрузку для обеспечения соответствующих технологических процессов, связанных с организацией работы промывочно-пропарочных предприятий;

– контроля вагонов нерабочего парка для автоматизации элементов технологического процесса ремонта вагонов, а также контроля за состоянием и дислокацией неисправных вагонов, вагонов других категорий нерабочего парка и запаса;

– организации слежения за перемещением груза для автоматической, соответствующей технологическому процессу обработки, архивации и хранения данных о подходе грузов и их продвижении;

– оперативно-статистического учета для автоматического ведения всех установленных для станции учетных и отчетных форм;

– оперативного анализа и планирования работы станции для автоматизации сменно-суточного планирования погрузки и выгрузки по станции, текущего планирования развоза местного груза, информирования руководителей

различных уровней о текущей ситуации;

– взаимодействия со смежными системами для координирования их работы;

– информационно-справочную систему для получения достоверной информации о перевозочном процессе на станциях опорных центров и в их подразделениях в режиме реального времени.

На рисунке 1 приведена структурная схема АСУ ЛУ. Схема АСУ ЛУ спроектирована на модульной основе для обеспечения компоновки различных структур АСУ ЛУ в зависимости от объема работы станции и особенностей технологии, что, в свою очередь, позволяет полную ее схему вводить поэтапно, сообразуясь с ресурсными возможностями. На схеме одной линией показаны АРМы первого этапа, двойной линией – второго, тройной – третьего этапа внедрения системы.

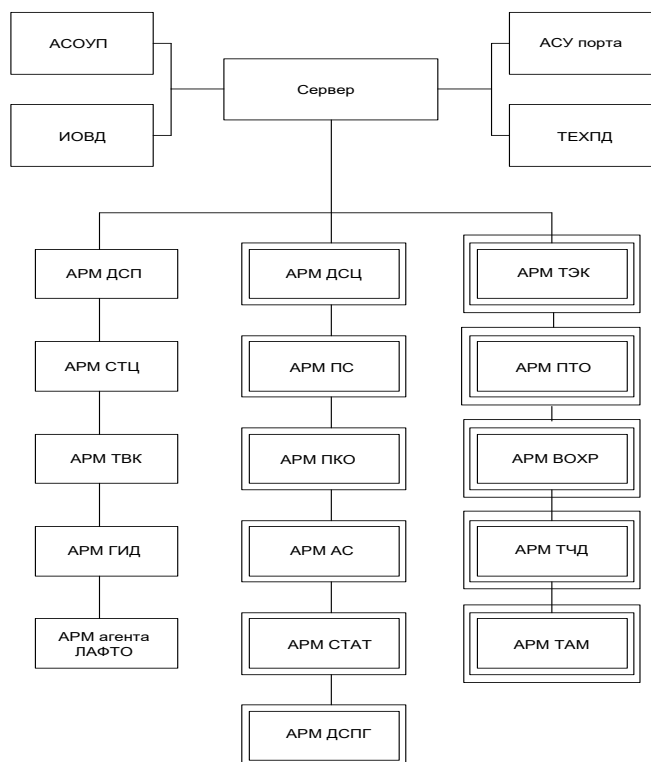


Рисунок 1 – Структурная схема АСУ ЛУ

Широкомасштабное и повсеместное внедрение на железнодорожном транспорте компьютерных технологий позволяет функционально расширить и принципиальным образом усовершенствовать систему организации местной работы в целом. Информатизация перевозок создает принципиально новые технологические возможности по обеспечению четкого взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного и промышленного по времени прогноза подхода вагонов с грузами на станции и в адрес обслуживаемых ими подъездных путей. Информационно-технологическое взаимодействие магистрального и промышленного железнодорожного транспорта позволяет заблаговременно планировать переработку вагонов с грузами на станциях, организацию маневровой работы по подаче и уборке вагонов с поездных путей, подготовку грузовых фронтов, средств комплексной механизации погрузоч-

но-разгрузочных работ, автомобильного и других видов транспорта, трудовые ресурсы, направлять внутрицеховые производственные технологии самих предприятий промышленного железнодорожного транспорта на эффективное использование подвижного состава, снижение эксплуатационных расходов, затрат на содержание мест хранения сырья, готовой продукции и повышение уровня обслуживания клиентуры.

Для реализации этих условий необходимо разработать и внедрить автоматизированную систему, основными целями которой являются:

1. контроль за зарождением вагонов с грузами на станциях погрузки;

2. прогноз подхода вагонов с грузами к станциям назначения и клиентам (углубленный и корректируемый по мере приближения вагонов к станции назначения);

3. планирование и ускоренная обработка местных вагонов;

4. четкое взаимодействие железнодорожного транспорта и клиентуры;

5. эффективное использование технических средств (подвижного состава, грузовых фронтов, погрузочно-разгрузочных средств, автотранспорта) и трудовых ресурсов.

Автоматизированная система должна быть взаимно увязана: по планированию и обеспечению погрузки – с системой фирменного транспортного обслуживания.

К автоматизированным системам станции и отделенческих центров по организации местной работы следует предъявлять следующие основные технические и технологические требования:

1. С момента физической погрузки любого вагона на сети железных дорог России, других стран СНГ и дальнего зарубежья он должен быть незамедлительно виден через интерфейсы автоматизированных рабочих мест всеми причастными пользователями автоматизированной системы управления местной работой из центра отделения дороги, крупной технической станции концентрации и переработки местных вагонов, станции примыкания подъездного пути и предприятия промышленного железнодорожного транспорта.

2. В автоматизированных рабочих местах пользователей в реальном масштабе времени в звуковом и визуальном виде, эффективно привлекающем и акцентирующем внимание, должна отображаться информация по каждому вагону в отдельности с указанием его номера, принадлежности, рода груза, отправителя, получателя, других необходимых сведений и прогноза времени прибытия на станцию назначения и подъездной путь.

3. По мере продвижения вагона к станции назначения и подъездному пути система должна постоянно поддерживать прогнозный режим прибытия вагона на станцию назначения и подъездной путь и в случае необходимости корректировать его с указанием причин изменения прогноза.

4. Система должна заблаговременно регулировать с учетом готовности грузовых фронтов, транспортных средств смежных видов транспорта и наличия заявок на погрузку согласованный подвод вагонов с грузами на



станции назначения, погрузочные станции и подъездные пути, выдавать при этом соответствующие рекомендации диспетчерам по организации местной работы отделения дороги.

5. Автоматизированная система станции должна заблаговременно (за 4, 6, 8 ч и далее) с учетом предварительной информации о подходе вагонов на крупную техническую станцию концентрации и переработки местных вагонопотоков рассчитывать план (сортировочный листок, наряд-задание) на подборку местных вагонов по малым станциям прилегающих участков с учетом грузовых фронтов и конфигурации подъездных путей.

6. Расчеты необходимо проводить на основе комбинаторного метода, предусматривая минимальные маневровые передвижения и эксплуатационные затраты в целом.

7. Для эффективного управления местной работой путем организации выполнения качественных показателей для маневрового района в целом целесообразно введение норматива простоя местного вагона или его оборота в зависимости от территориальных размеров местного района и объемов работы.

8. Автоматизированная система организации местной работы из центра отделения дороги и на крупной технической станции концентрации и переработки местных вагонопотоков для малых станций прилегающих участков должна на основе прогрессивных нормативов местной работы и фактического наличия местных вагонов как в ближнем, так и дальнем подходе заблаговременно рассчитывать сменное задание на развоз местного груза, подачу местных вагонов под грузовые операции, нагрузку, погрузку и уборку вагонов, автоматически составлять прогнозный суточный план-график местной работы крупной технической станции, технологически увязанной с малыми станциями прилегающих участков, и вести автоматизированный суточный план-график исполненной работы.

9. Одна из важных функций системы – ведение автоматизированного контроля выполнения технологических операций с местными вагонами по расчлененной схеме с детальным отображением всех промежуточных операций (сравнение нормы с фактом), указанием причин превышения норм и выдачей рекомендаций по их сокращению, а также прогнозирование возникновения сбоев на станциях, увеличения простоя вагонов, невыполнения заданий по погрузке и выгрузке с выдачей предложений по их недопущению. Система должна автоматически в реальном масштабе времени по затратам вагоно-часов отображать динамику происходящих процессов местной работы в течение смены (автоматические расчеты фактического оборота местных вагонов, их простоя на каждой станции в отдельности и во всем маневровом районе в целом, выполнения задания по развозу местного груза, подаче и уборке вагонов, по погрузке, выгрузке и другим количественным и качественным показателям) и давать оценку качеству работы диспетчера центра управления местной работой в течение смены и за весь ее период.

Автоматизированная система организации местной работы должна быть максимально увязана с другими

АСУ, ГИД и обеспечивать ведение автоматизированных графиков:

1) исполненной работы станции (ГИР);

2) работы подъездных путей;

3) маневровой работы на путях, специализированных для технического ремонта вагонов и устранения коммерческих браков;

4) прохождения локомотивами технологических операций в депо до момента их выдачи для участия в местной работе (интеграция с интерфейсом дислокации локомотивов на тракционных путях АРМа дежурного по депо систем АСУТ и ДИСТПС).

Расчеты коэффициента использования маневровых локомотивов в системе следует вести в реальном масштабе времени как по времени их загрузки, так и по выработке на основе количества вагонов и их веса.

В систему необходимо закладывать нормативно-справочную информацию (НСИ), отображающую изначальную конфигурацию и структуру входящих на участок вагонопотоков, исходя из которой была определена и применена оптимальная схема прокладки линий хода сборных, вывозных, передаточных поездов и диспетчерских локомотивов. Основу оптимальности должны составлять технико-экономические расчеты по критериям наименьшего простоя местных вагонов на участке и эффективного использования станционных технических средств, маневровых локомотивов и технического оснащения подъездных путей.

Важно обеспечить автоматический анализ динамики изменения структуры и конфигурации местных вагонопотоков, входящих на участок, в сравнении с изначальной и при наступлении состояния, требующего пересмотра схемы прокладки линий хода сборных, вывозных, передаточных поездов и диспетчерских локомотивов, сигнализировать об этом в звуковом и визуальном виде диспетчеру по организации местной работы центра отделения дороги. При этом на основе автоматизированных технико-экономических расчетов следует определять новые оптимальные варианты организации местной работы и выдавать рекомендации по их незамедлительному применению.

Выводы: АСУ ЛУ в составе с АСУ СС позволяет более эффективно управлять перевозочным процессом за счет использования комплексной автоматизации технологических операций по обработке и перемещению грузов, полной, оперативно получаемой в реальном времени, связанной с грузами информацией. Внедрение АСУ ЛУ требует значительных материальных ресурсов по приобретению и монтажу современной вычислительной техники, средств связи, другого соответствующего оборудования, обучению обслуживающего персонала работе на нем. Однако приобретение и монтаж оборудования можно осуществлять поэтапно с постепенным оснащением до целесообразного объема. В первую очередь рассматриваемыми системами должны оснащаться сортировочные станции со смежными, прилегающими к станции объектами хозяйственной деятельности.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте / Под ред. Л.П. Тулупова. – М.:Маршрут, 2005. – 467 с.
2. Сарбаев С.Ш., Акчабаев Х.Т. Топология и функции АСУ перевозочным процессом // Вестник НИИ РПС. – Алматы, 2006. №3(16). – С. 13-21.
3. Сарбаев С.Ш., Акчабаев Х.Т. Базовая версия автоматизированной системы управления станций и местной работы // Там же. Алматы, 2009. №1(26). – С. 41-50.
4. Сарбаев С.Ш., Акчабаев Х.Т. Этапы разработки информационных систем // Международная научно-практическая конференция «Совершенствование конструкций и системы эксплуатации транспортной техники», посвящ. 20-летию ДС ОД 14.11.01 и 70-летию проф. д.т.н., академика МАТ Кабашева Р.А. – Алматы, 2009. Том 2. – С. 262-266.

УДК 657

### **Что день грядущий нам готовит: признание выручки по-новому**

*Л.А. ПОПОВА, к.э.н., доцент,*

*Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, кафедра БУиА*

*Ключевые слова: доход, расход, выручка, контракт, клиент, обязательство, риски, преимущество, момент признания, требование, критерии, контроль.*

**В**се хозяйствующие субъекты в соответствии с Законом РК «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности» от 28.02.2007 года № 234 должны вести бухгалтерский учет и составлять финансовую отчетность. Целью бухгалтерского учета и финансовой отчетности является обеспечение заинтересованных лиц полной и достоверной информацией о финансовом положении, результатах деятельности и изменениях в финансовом положении индивидуальных предпринимателей и организаций [1].

Для того чтобы быть успешным, да и просто для того чтобы выжить, предприятию необходимо быть прибыльным. Прибыль складывается из доходов и расходов. Величина чистой прибыли отражается в отчете о прибылях и убытках и используется руководством, акционерами и прочими заинтересованными сторонами для оценки результатов деятельности предприятия. Пользователи отчета о прибылях и убытках должны понимать, какое значение бухгалтер вкладывает в термин «чистая прибыль», и знать, какие у нее как показателя результатов деятельности компании могут быть сильные и слабые стороны.

Чистая прибыль (net profit) – это чистая сумма, на которую увеличивается капитал компании в результате ее деятельности и которая накапливается на счете «Нераспределенная прибыль». Чистая прибыль, по сути,

есть разница между доходами и расходами, когда доходы превышают расходы. Доходы являются источником существования компании. Без доходов нет прибылей, без прибылей нет компании. Принимая во внимание их важность, приходится признать, что определить доходы как объект бухгалтерского учета представляется весьма сложным. То же справедливо и в отношении расходов.

Долгие годы бухгалтеры пытаются дать определение дохода. Так, некоторые считают, что это процесс создания предприятием товаров и услуг в течение определенного промежутка времени. В Концептуальных основах финансовой отчетности, выпущенных Советом по МСФО в сентябре 2010 года, подчеркивается, что определение доходов включает в себя как выручку, так и прочие доходы. Выручка возникает в ходе обычной деятельности организации и имеет разные наименования, включая такие, как «выручка от продаж», «вознаграждение за услуги», «проценты», «дивиденды», «роялти» и «арендная плата». Прочие доходы представляют собой другие статьи прибылей, которые удовлетворяют определению доходов и могут возникать как в ходе обычной деятельности организации, так и без отношения к ней. Такие прибыли представляют собой увеличение экономических выгод и, таким образом, не отличаются от выручки по своему характеру [2].

Таким образом, доход возникает в результате реализации товаров (работ, услуг) и осуществления прочей деятельности. В самом простом понимании доход равен цене всех товаров и услуг, реализованных и оказанных в течение определенного периода времени. Когда предприятие реализует продукцию (товары, услуги), то оно, как правило, получает некоторую сумму денежных средств либо обещание выплатить эту сумму в будущем. Это обещание обычно признается как дебиторская задолженность. Поступившие денежные средства и обещания, которые подлежат получению, формируют доход предприятия.

Обязательства, как правило, не связаны с доходом. Вместе с тем не все операции, ведущие к увеличению денежных средств и прочих активов, являются доходом. Например, полученный предприятием банковский займ увеличивает денежные средства и обязательства предприятия, но не является источником дохода для предприятия. Точно так же, погашение дебиторской задолженности покупателем увеличивает денежные средства и сокращает дебиторскую задолженность, но не является источником доходов. При продаже в кредит увеличивается счет «Дебиторская задолженность», в то же время увеличивается счет «Доход от реализации», поэтому если позднее погашение дебиторской задолженности будет учтено как доход, то одна и та же реализация будет учтена дважды. Не всякое увеличение капитала происходит в результате получения дохода. Так, инвестиции акционеров увеличивают их капитал, но не являются доходами.

Основным МСФО по признанию выручки является МСФО (IAS) 18 «Выручка». Другим не менее важным является МСФО (IAS) 11 «Договоры на строительство». Но не за горами то время, когда вступит в силу новый МСФО (IFRS) 15 «Выручка по контрактам с клиентами» (с января 2017 года), который отменит действие ранее действующих стандартов. Что же нового внесет новый МСФО в признание выручки?

Важно отметить, что определение дохода с принятием МСФО (IFRS) 15 не поменялось. Как и прежде, в соответствии с Концептуальной основой финансовой отчетности, *доход – это увеличение экономических выгод в течение отчетного периода в форме притока или прироста активов либо уменьшения обязательств, которые приводят к увеличению собственного капитала, за исключением тех, которые относятся к взносам участников капитала*. Вместе с тем трактовка выручки в самом МСФО (IFRS) 15 несколько изменилась. Для сравнения приведем также определение из действующего сегодня МСФО (IAS) 18 (таблица 1).

В определении выручки приводится понятие «обычная деятельность». Это любая деятельность, которую организация может осуществлять.

Кроме этих ключевых моментов, необходимо акцентировать внимание на критериях признания выручки.

МСФО (IAS) 18 «Выручка» определяет следующие критерии признания выручки от реализации товаров:

(а) предприятие передало покупателю значительные риски и вознаграждения, связанные с правом собствен-

ности на товары;

(б) предприятие больше не участвует в управлении в той степени, которая обычно ассоциируется с правом собственности, и не контролирует проданные товары;

(в) сумма выручки может быть надежно измерена;

(г) существует вероятность того, что экономические выгоды, связанные с операцией, поступят на предприятие;

(д) понесенные и ожидаемые затраты, связанные с операцией, можно надежно измерить [3].

Таблица 1 – Трактовка понятия «выручка»

<b>МСФО (IAS) 18 «Выручка»</b>
<i>Выручка – валовое поступление экономических выгод за определенный период в ходе обычной деятельности предприятия, приводящее к увеличению капитала, не связанного с взносами участников капитала»</i>
<b>МСФО (IFRS) 15 «Выручка по контрактам с клиентами»</b>
<i>Выручка – доход, возникающий в ходе обычной деятельности организации.</i>

Соблюдение условий по признанию выручки от реализации товаров является обязательным и в случае операций по оказанию услуг. Условия практически совпадают с требованиями для операций по продаже товаров, но дополнительно указано следующее требование: стадия завершенности операции может быть надежно определена на отчетную дату.

Согласно МСФО (IFRS) 15 организация должна признавать выручку, когда (или по мере того как) организация выполняет обязанность к исполнению путем передачи обещанного товара или услуги (т.е. актива) покупателю. Актив передается, когда (или по мере того как) покупатель получает контроль над таким активом [4]. Иными словами, МСФО (IAS) 18 делает акцент на передаче рисков и выгод покупателю, а МСФО (IFRS) 15 – на контроле. Это основное отличие МСФО (IFRS) 15 от действующего МСФО (IAS) 18.

Признаками того, что контроль перешел к покупателю, может служить то обстоятельство, что покупатель:

1. Имеет обязанность произвести оплату.
2. Физически владеет активом.
3. Имеет право собственности.
4. Имеет риски и выгоды, связанные с правом собственности.
5. Принял этот актив.

В новом стандарте есть отдельное руководство для отражения выручки от лицензий: франшизы, права на программное обеспечение, фильмы, патенты и пр. Если лицензия является отдельным обязательством по исполнению договора, то необходимо определить, дает ли лицензия держателю право пользования или право доступа. Право пользования учитывается одномоментно. Право доступа – в течение периода. Время признания выручки от предоставления права пользования или права доступа представлено в таблице 2.

И, наконец, самый интригующий момент. МСФО (IFRS) 15 вводит пятишаговую модель учёта выручки.

Эта модель применима и к услугам, и к товарам, и к строительству – то есть, она более универсальна, чем подходы, существовавшие раньше. Идея этой модели такова: выручка признаётся таким образом, чтобы отразить передачу товаров и услуг заказчику на сумму, которая, как ожидается, будет причитаться компании в обмен на эти товары и услуги.

Таблица 2 – Время признания выручки от предоставления права пользования или права доступа

Право пользования	Право доступа
Право пользования информационной системой в той форме, в которой она существует на конкретный момент времени	Право доступа к информационной системе в той форме, в которой она существует в течение лицензионного периода
Выручка признается в конкретный момент	Выручка признается в течение периода

На первый взгляд – это просто слова и поэтому МСФО (IFRS) 15 четко сформулировал следующие этапы учета выручки:

1. Определить договор с заказчиком.
2. Определить контрактные обязательства.
3. Определить цену сделки.
4. Распределить цену сделки.
5. Признать выручку.

Рассмотрим эту модель подробнее. Подберём такие примеры, которые оттенят отличия новой модели от требований существующих стандартов.

### Пример 1

Компания-оператор кабельного телевидения в качестве стимула для подписки на годовой пакет услуг передаёт клиентам в собственность бесплатный тюнер. С учётом этого стимула стоимость пакета услуг для клиента составляет 1875 тенге в месяц с оплатой в конце каждого месяца. Компания также продаёт тюнеры отдельно по цене 12400 тенге за штуку. Кроме того, компания даёт возможность подключиться клиентам и со своим тюнером, при этом ежемесячная подписка Годовой контракт с клиентом заключён 1 июля 2016 года.

Сравним выписки из финансовой отчётности компании-оператора в отношении годового пакета услуг, подготовленные в соответствии с МСФО (IAS) 18 и в соответствии с МСФО (IFRS) 15 за год, закончившийся 31 декабря 2016 года.

### Учёт в соответствии с МСФО(IAS) 18

**Идентификация договора.** В договоре 2 компонента: компания оказывает услуги и передаёт клиенту товар (тюнер).

**Признание и оценка выручки от продажи товара.** Поскольку тюнер передаётся безвозмездно, то при подписке на пакет услуг выполняются все критерии признания выручки от продажи товара. То есть выручку надо признать. Но в какой сумме? Если исходить из подхода к оценке, изложенного в МСФО (IAS) 18, то выручка оценивается по справедливой стоимости получаемого возмещения, которое в данном случае равно нулю и, следовательно, выручки от его передачи клиенту нет. Иными словами, тюнер – это затраты на привлечение клиента, которые не оказывают влияния на выручку.

**Признание и оценка выручки от оказания услуг.** Раз товар выручки не приносит, то с выручкой от оказания услуг всё просто: сумма контракта известна, критерии признания выполняются на протяжении года, поэтому признаваться она будет равномерно, то есть каждый месяц в одинаковой сумме, тенге:

Дт Дебиторская задолженность	1875
Кт Выручка	1875

### Учёт в соответствии с МСФО (IFRS) 15

**Шаг 1: Определить договор с заказчиком.** В данном случае это не представляет труда, так что не будем на этом останавливаться.

**Шаг 2: Определить контрактные обязательства.** У компании-оператора два контрактных обязательства: передать тюнер и оказывать услуги на протяжении 12 месяцев.

**Шаг 3: Определить цену сделки.** Общая цена транзакции, описанной в годовом контракте, – это 1875 тенге в месяц на протяжении 12 месяцев, то есть 22500 тенге за год.

**Шаг 4: Распределить цену между договорными обязательствами.** МСФО (IFRS) 15 рекомендует поделить 22500 тенге на два обязательства – тюнер и услуги – на основании цены каждого товара или услуги, продаваемых по отдельности. Тюнер и пакет услуг, продаваемые в отдельности, стоили бы 34000 тенге [12400 тенге + (12 месяцев x 1800 тенге)]. Получается, что, соглашаясь на стимул в виде бесплатного тюнера, клиент получает скидку в 11500 тенге (34000 – 22500). Как эту скидку распределить на каждое контрактное обязательство? Конечно, пропорционально. На тюнер – 4194,41 тенге, или в целых тенге 4194 (11500 тенге x 12400/34000), и на услуги – 7306 тенге (остальная сумма), либо (11500 тенге x (1800 тенге x 12 месяцев)/34000).

**Шаг 5: Признать выручку при исполнении контрактных обязательств.** Так как контроль над тюнером передаётся 1 июля 2016 года, выручка от его реализации должна быть признана сразу, одномоментно, тенге:

Дт Контрактный актив	8206
(тюнер)	(т.е. 12400-скидка 4194)
Кт Выручка	8206

В данной бухгалтерской проводке следует сделать акцент на дебетуемом счете. Обычно выручка признается в корреспонденции со счетом дебиторской задолженности покупателя, то есть безусловным требованием оплаты. Но дебиторской задолженности не возникло, возник актив, появление которого вызвано фактом исполнения компанией лишь одного из контрактных обязательств – передачей тюнера. Дебиторской задолженностью актив станет тогда, когда контрактные условия будут обязывать клиента заплатить компании, то есть по мере исполнения компанией второго контрактного обязательства – предоставления услуг, и по мере выставления ежемесячных счетов за предоставленные услуги.

Выручка от предоставления услуг будет признаваться на протяжении срока выполнения контракта, т.е. в течение 12 месяцев, так как выполняется один из критериев, озвученных в стандарте: заказчик получает и потребляет выгоду от «актива» по мере исполнения компа-

нией контрактных обязательств. Учитываться это будет следующими ежемесячными проводками, тенге:

Дт Дебиторская задолженность	1875
Кт Выручка (компонент услуги 14294/*12 месяцев)	1191
Кт Контрактный актив (8206/12 месяцев)	684

*Примечание\** 14294 тенге это 22500 тенге – 8206 тенге стоимость контрактного актива.

Эта проводка интересна тем, что не просто признает выручку от оказания услуг, но и равномерно (на протяжении срока контракта) превращает контрактный актив в дебиторскую задолженность.

Представим выписки из финансовой отчетности, предположив, что дебиторская задолженность оплачивалась клиентом своевременно, то есть в конце каждого месяца.

#### Отчёт о прибылях и убытках за год, закончившийся 31.12.16 г.

Согласно МСФО (IAS) 18	Согласно МСФО (IFRS) 15
Выручка (1875 тенге x 6 месяцев) = 11250	Выручка 8206 тенге + (1191тенге x 6 месяцев) = 15352

#### Бухгалтерский баланс на 31.12.16 г.

Согласно МСФО(IFRS) 15
Контрактный актив 8206 тенге- (684 тенге x 6 мес.) =4102 тенге

И конечно, несколько слов следует сказать про МСФО (IAS) 11.

«Договоры на строительство». В нем упомянут метод процента выполнения работ, в соответствии с которым, выручка по договору признается в составе прибыли или убытка в тех отчетных периодах, в которых выполнены соответствующие работы [5].

#### Сравнение МСФО(IFRS) 15 и МСФО(IAS) 11

##### Пример 2

Компания изготавливает специализированное оборудование для клиента. Работы начались 1 июля 2016 года и по плану заканчиваются через год, то есть 30 июня 2017 года. Цена готового оборудования – 38 млн тенге, ожидаемая себестоимость – 30 млн тенге. На дату заключения контракта клиент внёс предоплату в размере 2 млн тенге. В процессе изготовления оборудования клиент уплачивает компании по 2 млн тенге в конце каждого месяца (что в сумме за год составляет 24 млн тенге). Все эти платежи подлежат возврату лишь в том случае, если компания не выполнит свои обязательства по контракту. Оставшаяся сумма 12 млн тенге (38 млн тенге – предоплата 2 млн тенге – регулярные платежи 24 млн тенге) уплачивается единовременно по окончании проекта, когда клиент получает готовое оборудование в своё владение. Экспертная оценка, проведённая на 31 декабря 2016 года, показала, что степень завершенности работ по изготовлению оборудования составляет 50%.

Сравним выписки из финансовой отчетности компании в отношении этого контракта, подготовленные в соответствии с МСФО (IAS 11) и в соответствии с МСФО (IFRS)15 за год, закончившийся 31 декабря 2016 года.

##### Учёт в соответствии с МСФО(IAS) 11

Выручка признаётся в проценте завершенности: это

будет 19 млн тенге (50% x 38 млн. тенге).

##### Учёт в соответствии с МСФО (IFRS) 15

*Шаг 1 – Шаг 4* – останавливаться не будем, тут всё просто.

*Шаг 5. Признать выручку при исполнении контрактных обязательств.* МСФО(IFRS) 15 уточняет, что выручка признаётся на протяжении периода времени, если выполняется хотя бы один из трёх критериев:

- заказчик получает и потребляет выгоду от «актива» по мере исполнения компанией контрактных обязательств;

- компания создаёт или дорабатывает актив, контроль над которым переходит к заказчику по мере создания или доработки актива;

- в процессе исполнения контрактных обязательств компания создаёт актив, у которого нет какого-нибудь альтернативного использования, и у компании есть право требовать оплату за исполненные на конкретную дату контрактные обязательства.

*Первые два пункта очевидно не выполняются, а вот третий пункт требует нашего особого внимания.*

С одной стороны, у создаваемого оборудования нет альтернативного использования, ведь оно является специализированным и его вряд ли можно будет продать другому клиенту. С другой стороны – есть ли у компании право требовать оплату лишь за часть выполненного контрактного обязательства по созданию оборудования? Конечно же, нет такого права. И что это означает? Означает это то, что признавать выручку на протяжении периода времени нельзя. Тогда компания должна признать её одномоментно. Когда? Тогда, когда контроль над оборудованием перейдёт к клиенту, то есть 30 июня 2017 года, в конце проекта. При этом вся сумма промежуточных платежей в размере 14 млн тенге (2 млн тенге, уплаченных в начале контракта и 12 млн тенге (по 2 млн тенге за 6 месяцев, с 1.07.16 г. по 31.12.16 г.) – будет учтена как обязательство по контракту, тенге:

Дт Денежные средства	14 000 000
Кт Контрактное обязательство	14 000 000

Посмотрим на выписки из финансовой отчётности.

#### Отчёт о прибылях и убытках за год, закончившийся 31.12.16 г.

Согласно МСФО(IAS) 11	Согласно МСФО (IFRS) 15
Выручка (50% x38 млн тенге) = 19 млн тенге	Выручка -

#### Бухгалтерский баланс на 31.12.16 г.

Согласно МСФО (IFRS) 15
Контрактное обязательство 14 млн тенге

Разница очевидна: для данного контракта выручка, рассчитываемая по-новому и по-старому, оказывается совершенно разной.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что каждое казахстанское предприятие должно уделить серьезное внимание изучению требований нового МСФО (IFRS) 15 и проанализировать потенциальное воздействие нового стандарта на свое предприятие.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон РК «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности» от 28.02.2007 года № 234-III. – ИС Параграф.
2. Концептуальные основы финансовой отчетности. – ИС Параграф.
3. МСФО (IAS) 18 «Выручка». – ИС Параграф.
4. МСФО (IFRS) 15 «Выручка по контрактам с клиентами». – ИС Параграф.
5. МСФО (IAS) 11 «Договоры на строительство». – ИС Параграф.

УДК 338.01.36

## Проблемы в управлении затратами на примере горного предприятия

Б.А. АХМЕТЖАНОВ, д.э.н, профессор, зав.кафедрой,

Н.В. ТЕН, к.э.н, доцент,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра ЭП

**Ключевые слова:** управление затратами, себестоимость, тактический подход, стратегический подход, методы управления, конкурентоспособность предприятия, минимизация затрат.

В современных условиях управление затратами является одним из актуальных способов повышения эффективности производства, а следовательно, и конкурентоспособности предприятия.

Необходимость управления затратами предприятия вытекает непосредственно из роли их прямого участия в формировании прибыли. Особенно остро стоит эта проблема перед предприятиями, у которых способность влияния на цену своей продукции ограничена. К этой категории относятся горнодобывающие предприятия. Основным источником роста эффективности деятельности предприятия является снижение затрат, другими словами, более эффективное использование всех производственных ресурсов.

Целью исследований является определение путей, повышающих эффективность управления затратами на предприятии.

Предметом исследования являются экономические отношения, возникающие в процессе управления производственными затратами предприятия в условиях рыночных отношений.

Исследования проводились на предприятии АО «Жайремский ГОК».

Деятельность комбината заключается в добыче и переработке марганцевых, железных, баритовых руд и производстве на их основе концентратов, используемых в металлургии.

Объемы горной массы, добычи марганцевой руды, производства концентрата уменьшаются в динамике за три года. Исключение составляет баритовый утяжелитель, по которому объемы выпуска увеличились на 31,6%. При этом коэффициент вскрыши и глубина карьера увеличились соответственно на 16,4% и 24 метра, что оказывает неблагоприятное влияние на уровень затрат (таблица 1).

Исходя из информации, представленной в таблице 1, в целом добыча руды по ГОКу снизилась на 7,1%, в том числе по марганцевой руде на 4%, железной руде – почти в два раза, удельный вес которой в общем объеме добычи руды составляет достаточно незначительную величину – в среднем около 5%. Доля марганцевой в общем объеме руды составляет 95%. В динамике она растет с 93,7% до 96,8%.

Таблица 1 – Основные производственные показатели

Наименование показателей	Ед.изм.	2013г.	2014г.	2015г.
Горная масса	тыс. м <sup>3</sup>	9 832	10 384	9 364
Добыча марганцевой руды	тыс.тн	1 786	1 723	1 714
Глубина карьера	М	214	216	238
Коэффициент вскрыши	м <sup>3</sup> /т	5,5	6,0	6,4
Марганцевый концентрат	тыс.тн	620	645	580
Железомарганцевый концентрат	тыс.тн	53	74	26
Баритовый утяжелитель	тыс.тн	38	47	50

Поскольку актуальность проблемы совершенствования системы управления затратами определяется обусловленностью зависимости уровня прибыли от себестоимости продукции, рассмотрим условия формирования финансового результата (таблица 2).

Более 90% объема отгружаемой продукции составляет марганцевый концентрат, цена на которой формируется на мировом рынке. Следовательно, компания не может влиять на ее уровень, а должна приспосабливаться к ней своими издержками.

Результаты факторного анализа прибыли показы-

вают, что снижение прибыли произошло по причинам падения цены и роста себестоимости продукции. Если в 2014 году в общем объеме снижения прибыли по комбинату на факторы влияния – цену и себестоимость, приходится соответственно 84 и 16%, то в 2015 году это соотношение составило 36 и 64%, т.е. роль негативного влияния роста себестоимости увеличивается.

Система управления затратами – это целевая, многоуровневая система, где объект управления – затраты организации, а субъект управления затратами – управляющая система.

Значимыми функциями системы управления затратами следует считать прогнозирование и планирование, учет, контроль (мониторинг), координацию и регулирование, а также анализ затрат [2,3].

В компании управление затратами носит системный характер. Цель системы совпадает с тактической целью предприятия: обеспечить заданный уровень прибыльности предприятия на основе оптимального соотношения между объемом выпуска продукции и затратами на ее производство.

Основные элементы системы управления затратами горного предприятия: ценообразование; бюджетирование; планирование, учет, контроль, анализ и стимулирование затрат по

центрам ответственности реализуются с большей или меньшей степенью успешности.

Эффективность системы управления затратами достигается за счет оперативности предоставления как стандартной, так и нестандартной информации для принятия управленческих решений при полной автоматизации труда экономических служб предприятия.

Анализ показателей себестоимости осуществляется путем сопоставления плановых и фактических данных по статьям затрат и исчисления возможных отклонений. В компании внедрен нормативный метод контроля затрат (стандарт-костинг). Его применение совместно с организацией контроля затрат в разрезе центров затрат и центров ответственности позволяет существенно детализировать информацию о затратах, повысить эффективность планирования затрат и контроля за выполнением планов. Ежедневный учет отклонений в разрезе центров затрат и центров ответственности значительно повышает аналитичность информации о затратах, позволяет предупреждать негативные отклонения от норм и нормативов, выявлять их причины и связывать их возникновение с деятельностью тех или иных руководителей. Решение данной задачи обеспечивает компьютеризация всего про-

Таблица 2 – Динамика условий формирования прибыли

Показатель	Значение показателей		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Валовая прибыль, тыс.тг	2419730	680977	- 446925
Общий объем отгрузки, тн	590396	687842	703494
Марганцевый концентрат			
Объем отгрузки, тн	493423	568942	587363
Цена, тг	23427,52	20286,04	19250,80
Себестоимость, тг	18812,85	19397	20608,7
Прибыль, тыс.тг	2276985	505812	-797580,2
Железный концентрат			
Объем отгрузки, тн	37415	35404	25767
Цена, тг	2843,15	3289,18	6160,28
Себестоимость, тг	2911,64	2314,97	1618,77
Прибыль, тыс.тг	-2562,6	34491	117021,1
Баритовый утяжелитель			
Объем отгрузки, тн	36199	49678	50033
Цена, тг	13648,95	13105,61	15515,33
Себестоимость, тг	9752,13	10484,36	11202,73
Прибыль, тыс.тг	141061	130218,4	215772,3
Щебень			
Объем отгрузки, тн	23359	33818	40331
Цена, тг	649,7	654,54	673,33
Себестоимость, тг	467,92	345,67	230,45
Прибыль, тыс.тг	4246,2	10455,4	17861,8

Таблица 3 – Результаты факторного анализа прибыли

Общее изменение прибыли, тыс.тг	В том числе за счет факторов			
	Объем реализации	Структура продукции	Цена продукции	Себестоимость 1 тн
2014/2013				
-1738803	399190	2619	-1797189	- 343423
2015/2014				
- 1127902	15446	-5602	- 412834	-724912

цесса управления и даже сбора первичной информации.

Анализ системы управления затратами в деятельности компании выявил ее сильные и слабые стороны (таблица 4).

Таблица 4 – Сильные и слабые стороны в системе управления затратами

Сильные стороны	Слабые стороны
Выполняется цикл управления затратами: прогнозирование, планирование, учет, контроль, экономический анализ, координация, стимулирование	Стратегический подход в управлении затратами
Тактический подход в управлении затратами	Забота об экономии ресурсов не является мышлением непосредственных исполнителей
Хорошо отлаженная система управления затратами «стандарт-кост» и гибкое бюджетирование	Отсутствие материального поощрения в производственных подразделениях за экономное использование
Использование аутсоринга	-

Для повышения эффективности экономического механизма ресурсосбережения важно, чтобы руководители центров затрат несли материальную ответственность за нежелательные для предприятия отклонения фактических затрат от плановых. Для этого необходимо в Положении о премировании закрепить зависимость премиального вознаграждения от перерасхода в том расчетном периоде, когда он был допущен.

Еще одно направление, которое может быть решено в системе управления затратами – это организация учета затрат по центрам ответственности с разделением их на условно-постоянные и условно-переменные. Для этого необходимо, чтобы специалисты компании провели всесторонний анализ зависимости затрат центров ответственности от объемов добычи руды и переработки и определили, к какому типу относятся те или иные затраты. Наличие такой информации позволит легко и с достаточной степенью точности прогнозировать затраты предприятия до того, как они были произведены.

Существующие на сегодняшний день методы управления затратами являются производными от бухгалтерских методов учета затрат. Они отталкиваются от понятия себестоимости, поэтому затраты, не входящие в себестоимость, этими методами не учитываются и не охватываются. Да и вся себестоимость целиком учитывается только в «Стандарт-костинге» и в «Таргет-костинге», в остальных методах она учитывается лишь частично (разделяется на прямые-косвенные затраты или постоянные-переменные).

Практически все методы узко направлены исключительно на снижение затрат. Однако чрезмерное стремление снизить затраты любой ценой, скорее, принесет вред предприятию, чем пользу. Это может привести к снижению затрат в ущерб качеству продукции, игнорированию приоритетов стратегического развития в угоду сиюминутной выгоде.

Сводить управление затратами исключительно к их снижению недопустимо. Очень часто для того чтобы снизить затраты в дальнейшем, вначале необходимо их увеличить, произведя дополнительные затраты в капитальные вложения, научные разработки, новые технологии и т. д. Это совершенно не учитывается в рамках существующих методов управления затратами.

Такие методы управления затратами, как стандарт-кост, директ-костинг, сегментарный анализ, являются, скорее, методами контроля затрат и результативности, чем управления затратами. Они могут служить инструментами регулирования и оценки затрат в каких-либо других методах управления затратами, но сами в полной мере методами управления затратами не являются, т. к. не выполняют всех функций управления затратами.

Операционный анализ опирается на зависимость уровня затрат от объема выпуска продукции и применим на предприятиях, которые могут динамично менять количество и ассортимент произведенной продукции. Горные предприятия из-за специфики производства к таким не относятся, следовательно, этот метод к ним не применим.

Метод ABC предназначен для предприятий с очень высокими косвенными затратами: торговые организации, банки, страховые фирмы. К горным предприятиям его тоже применить невозможно.

Таргет-костинг применяется на предприятиях с очень высокой степенью инновационной активности. Он также не применим к горным предприятиям.

Аутсоринг и инсоринг являются лишь инструментами управления затратами.

На сегодняшний день в экономическом управлении предприятием существует два подхода к затратам:

1. Затраты выступают в качестве критерия.
2. Затраты выступают в качестве целевого показателя.

В первом случае при достижении поставленной цели стремимся к минимуму затрат, во втором – минимум затрат и есть самоцель.

В рамках второго подхода учитываются только те затраты, которые входят в себестоимость продукции. В рамках первого подхода необходимо учитывать не только затраты, включаемые в себестоимость продукции, но и капитальные вложения, альтернативные издержки, общественно необходимые издержки, упущенную выгоду и т. д.

Основные существующие методы и способы управления затратами ориентированы на второй подход, что не позволяет учитывать экономическую специфику горного предприятия. Кроме того, в рамках первого подхода, необходимо учитывать затраты в динамике, возможно достаточно длительного периода. Экономические особенности горных предприятий таковы, что для снижения затрат в дальнейшем вначале необходимо их увеличить, произведя дополнительные затраты в капитальные вложения, научные разработки или новые технологии.

Кроме того, как уже отмечалось выше, специфика горного предприятия такова, что управлять прибылью горного предприятия путем изменения количества, качества, ассортимента и стоимости товарной продукции

практически невозможно. В большинстве случаев управлять прибылью горного предприятия возможно только через управление затратами.

Повышение конкурентоспособности горного предприятия в большинстве случаев возможно только посредством снижения или оптимизации затрат. Стратегическое управление затратами соответствует первому подходу, здесь затраты выступают в качестве критерия конкурентоспособности предприятия [4].

Для создания полноценной и эффективной системы управления затратами горного предприятия необходимо объединить два важных подхода к управлению затратами: стратегического и оперативного (классические методы: стандарт-кост, директ-кост и др.), каждый из которых характеризуется своими целями, принципами и методами (таблица 5).

Основой стратегического подхода к управлению затратами является формирование предпосылок для эффективного использования имеющихся у предприятия конкурентных преимуществ по затратам и создание новых для успешной деятельности в перспективе [4].

Таблица 5 – Характеристики стратегического и оперативного подходов в управлении затратами горного предприятия

Управление затратами горного предприятия	
Стратегический подход	Оперативный подход
Цель: увеличение конкурентоспособности предприятия	Цель: минимизация затрат
Основа: реализация выбранной стратегии	Основа: снижение количественных показателей
Основные элементы: формулирование миссии предприятия; сбор информации; анализ внешней среды, сильных и слабых сторон предприятия; анализ затрат; анализ стратегических альтернатив; выбор стратегии; реализация стратегии управления; оценка эффективности выбранной стратегии.	Основные элементы: прогнозирование; планирование; нормирование; учет; калькулирование; анализ

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гасин Ф.М. Стратегическое управление затратами // Экономические науки.-2009.-№9.
2. Гомонко Э.А., Тарасова Т.С. Управление затратами на предприятии: учебник.- М.:КНОРУС, 2010.
3. Ивашкевич В.Б. Оперативный контроллинг: научное издание. – М.: «Магистр» /ИНФРА-М, 2011. – 160 с.
4. Титов А.В. Методы управления затратами на горных предприятиях: Дисс...канд. экон. наук – С-Петербург, 2006.

УДК 336.77

## Современное состояние банковского кредитования и проблемы обеспечения возвратности кредитов в Казахстане

*Л.А. ТАЛИМОВА, д.э.н., профессор, зав. кафедрой,  
Г.М. КАЛКАБАЕВА, к.э.н., доцент,*

*Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, кафедра «Банковское дело»*

*Ключевые слова: кредит, займ, просрочка, возвратность, обеспечение, портфель.*

Участие банков в развитии экономики во многом определяется состоянием кредитования экономики и населения. В настоящее время из-за неразвитости альтернативных рынков привлечения средств в Казахстане банковское кредитование является основным фактором оживления деловой активности и экономического роста страны. Однако кредитные взаимоотношения банков второго уровня Казахстана и экономических субъектов характеризуются недостаточно активным использованием возможностей кредитования. Во многом такая ситуация сложилась в связи с проблемой невозврата банковских кредитов.

В Казахстане в период 2010-2014 гг. доля неработающих займов составляла от 21 до 32% от совокупного кредитного портфеля банков [1]. Высокий объем неработающих займов вынуждал банки наращивать резервы, искать альтернативные способы размещения активов. Кроме того, он снизил возможности банковского сектора в аккумулировании кредитных ресурсов и кредитовании экономики. Следовательно, дальнейшее развитие банковского сектора Казахстана непосредственно связано с решением проблем высокого уровня неработающих займов, нарастания кредитных рисков, снижения кредитной активности отечественных банков.

В связи с этим, возникает необходимость в комплексном исследовании и разработке путей совершенствования кредитного процесса, методов анализа и прогноза различных факторов обеспечения возвратности кредитов.

Для комплексного исследования системы организации деятельности банков второго уровня Казахстана по обеспечению возвратности кредитов было проанализировано современное состояние банковского кредитования в Казахстане, а также выявлены факторы, оказывающие значительное влияние на возвратность кредитов.

Проводя анализ показателей банковского кредитования в Казахстане на современном этапе, можно отметить, что в 2010 году казахстанские банки снизили объемы кредитования национальной экономики. К основным причинам сокращения банковского кредитования можно отнести следующие: реструктуризация, проводимая банками, и списание своих кредитов на баланс; возникновение у банков трудностей по рефинансированию внешних заимствований; консервативная кредитная политика банков в части принятия кредитного риска на фоне неопределенности экономических ожиданий; замедление темпов роста ВВП в стране; снижение доходов населения; высокий уровень некачественных кредитов в портфеле банков; неплатежеспособность по кредитам со стороны реального сектора и населения.

После трех лет снижения кредитования экономики банками второго уровня (БВУ) Казахстана в 2008-2010 гг., начиная с 2011 года, наблюдалась позитивная динамика роста объемов кредитования экономики БВУ. Если в 2010 г. фиксировалось падение темпов выдачи кредитов, то в 2011 г. кредитная активность была почти полностью восстановлена. При этом следует отметить, что увеличению банковского кредитования в 2011-2012 гг. способствовали, во-первых, общесистемные стабилизационные меры государства. Однако рост был обеспечен прежде всего за

счет АО «БТА Банка», который продолжал возвращать списанные кредиты на баланс. Во-вторых, результатом увеличения кредитного портфеля явились проведенные банками социально-направленные мероприятия в поддержку клиентов, оказавшихся в сложной финансовой ситуации. Тем самым заемщики могли воспользоваться следующими способами реструктуризации займа: увеличение срока кредитования, временное уменьшение размера ежемесячного платежа, предоставление отсрочки по оплате, снижение ставки вознаграждения по займу, распределение сумм задолженности на будущие периоды и непредъявление к уплате штрафных санкций и пени, где любая из вышеназванных схем применялась для каждого заемщика индивидуально. Соответственно, за счет таких смягчающих условий для клиентов банков и населения страны в целом возрос и спрос на новые кредиты, в особенности потребительские.

Увеличение объема банковских кредитов продолжалось вплоть до апреля 2014 года. В последующем периоде наблюдается тенденция снижения объемов банковского кредитования. При этом удельный вес кредитов в объеме совокупных банковских активов снизился с 86,1% на начало 2014 года до 69,9% на начало сентября 2015 года.

В конце августа 2015 года произошло увеличение объема совокупного ссудного портфеля БВУ – на 9,3%. В абсолютном выражении прирост составил 1158,0 млрд тенге, источником которого стала главным образом курсовая разница по займам в иностранной валюте.

Сопоставляя показатели развития банковского сектора с объемами ВВП, можно отметить следующее. С 2008 года прослеживалась тенденция снижения доли банковских кредитов в ВВП, с 2012 года – медленного роста (рисунок 1). В 2013 году отношение кредитов банковского сектора к ВВП достигло уровня 2005 года. Уровень кредитов к ВВП, значение которого было достаточно низким 45% в 2009 году, в настоящее время составляет

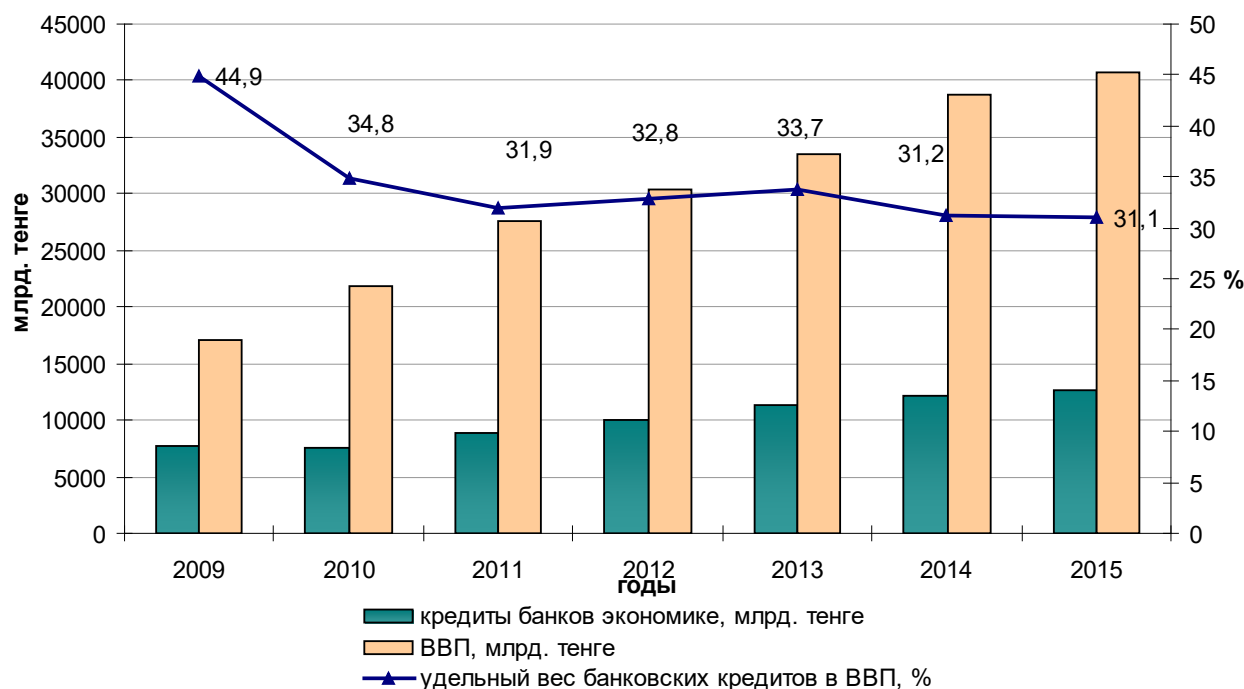


Рисунок 1 – Отношение кредитов БВУ в ВВП Казахстана за период 2007-2015 гг. [2]



менее 32%. То есть наблюдается снижение уровня кредитной активности банков, который в большей степени связан с несбалансированным кредитованием, низкой диверсификацией ссудного портфеля, краткосрочным фондированием, высокой концентрацией кредитного риска в реальном секторе экономики.

В целях исследования структуры кредитных вложений банков второго уровня Казахстана был проведен анализ динамики объема кредитов по срокам кредитования, которая нашла отражение в таблице 1.

Таблица 1 – Кредитные вложения банков второго уровня Казахстана по срокам кредитования на конец года

Год	Объем краткосрочных кредитов		Объем долгосрочных кредитов	
	млрд. тенге	в % к общей сумме кредитов	млрд. тенге	в % к общей сумме кредитов
2009	1213	19,0	6430	81,0
2010	1246	16,4	6349	83,6
2011	1694	19,2	7116	80,8
2012	1955	19,6	8002	80,4
2013	2130	18,8	9161	81,2
2014	2497	20,6	9608	79,4

Примечание – Составлено по материалам Статистических бюллетеней Национального Банка Республики Казахстан за ряд лет [2]

По данным, приведенным в таблице 1, к началу 2015 г. уровень долгосрочных кредитов в кредитном портфеле банков Казахстана превысил 9608 млрд тенге. Доля долгосрочных кредитов, выданных банками республики, колеблется за анализируемый период с 79,4% до 83% в общей сумме кредитов. Это свидетельствует о преобладании долгосрочных банковских кредитов (срок свыше 1 года), способствующих стратегическому росту производств, внедрению новых технологий, обновлению основного капитала предприятий и развитию жилищно-строительства.

Однако следует отметить, что в 2014 году наступил переломный момент, и удельный вес краткосрочных кредитов достиг уровня 20,6% или 2497 млрд тенге против 16,4% в 2010 году.

Анализ кредитных вложений по типам заемщиков подтверждает выявленную тенденцию снижения темпов кредитования как юридических, так и физических лиц. Кредитная активность банков на рынке корпоративного кредитования достаточно вялая, кроме того, оказывают влияние и сохраняющиеся риски в банковском секторе. Невысокая кредитная активность банков объясняется низким качеством корпоративного портфеля, дефицитом ресурсов.

Вместе с тем, до начала 2014 года в банковском секторе Казахстана наблюдалось повышение интереса банков к розничному кредитованию. Потребительское кредитование становилось одним из направлений деятельности банков, создающим повышенный уровень кредитных

рисков, так как финансовое положение отдельных заемщиков может быстро измениться вследствие болезней, потери работы или других источников доходов. Кроме того, темпы роста потребительского кредитования значительно превысили темпы роста доходов населения.

В свою очередь Национальным Банком Республики Казахстан были приняты меры по снижению темпов роста потребительского кредитования, которые направлены на недопущение возможности перегрева кредитного рынка:

- ввод повышенных требований по формированию капитала при осуществлении потребительского кредитования и ограничение темпов роста необеспеченных потребительских займов в размере не более 30% через внедрение соответствующего пруденциального норматива;

- ввод предельной величины совокупной долговой нагрузки заемщика (физического лица), его ежемесячный платеж по займам не должен превышать 50% от ежемесячного дохода.

В разрезе валют наблюдается рост кредитования в иностранной валюте валюте, что в основном объясняется высоким уровнем долларизации экономики Казахстана (рисунок 2).

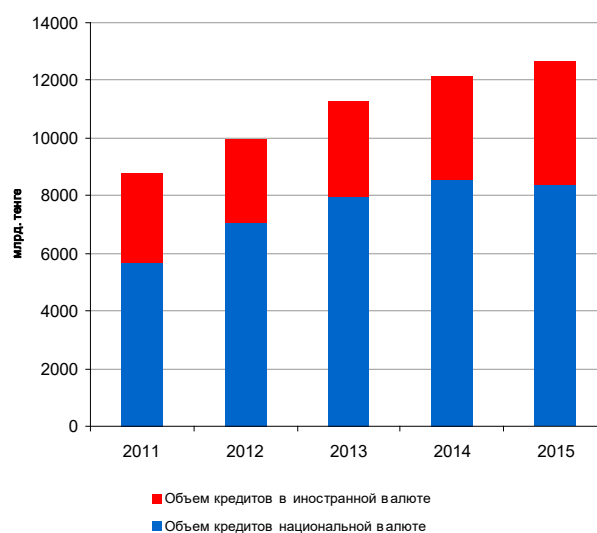


Рисунок 2 – Структура ссудного портфеля БВУ РК за 2011-2015 гг. по видам валюты [2]

Можно заметить, что за пять последних лет в 2015 году наблюдался наименьший удельный вес кредитов в национальной валюте. Если в 2011 году доля кредитования в инвалюте составляла порядка 40 %, то в 2015 году этот показатель составил 69,9 % от совокупного ссудного портфеля.

При анализе ставок вознаграждения по кредитам банков второго уровня РК можно отметить, что в кризисный период они поднялись с 11,9 в предкризисном 2006 г. до 14,7% в 2008 г., что резко ухудшило положение реального сектора. Вместе с тем, процентные ставки за кредит в других странах были, наоборот, снижены благодаря минимизации ставки рефинансирования центральных банков этих стран. В Великобритании, например, в 2007 г. процентная ставка за кредит составляла 5,52%, в 2008 г. – 4,63, в 2009 г. – 0,63. В США ставки понизились

с 8,05 в 2007 г. до 5,09 в 2008 г. и до 3,25% в 2009 году [3].

Средневзвешенное значение ставки вознаграждения, по данным НБРК, после достижения пика роста в 2008 году, в 2009 году снизилось до 14,1%, в 2010 г. составило 12,7%, в 2015 году – 14,1%.

В сентябре 2015 года Национальный Банк РК установил новую ставку – базовую ставку (однодневную ставку РЕПО) на уровне 12% с коридором  $\pm 5\%$ . Ожидалось, что банки второго уровня будут использовать базовую ставку в качестве ориентира при определении ставки вознаграждения по кредитам. В октябре 2015 года базовая ставка была повышена до 16%. Ставка по операциям постоянного доступа по предоставлению ликвидности при этом составила 17%, по операциям постоянного доступа по изъятию ликвидности – 15% соответственно, то есть Национальный банк принял решение сузить коридор процентных ставок до  $\pm 1$  п.п. для снижения волатильности процентных ставок денежного рынка и предоставления четких сигналов рынку. Принимая во внимание экономические данные и перспективы роста, Национальный банк решил повысить базовую ставку до 16% для удержания инфляции в среднесрочном целевом коридоре 6-8%.

Высокая процентная ставка фактически сдерживает рост объемов долгосрочного кредитования, хотя многие отрасли экономики Казахстана нуждаются в финансовых ресурсах для модернизации и структурных изменений. Для достижения положительного экономического эффекта необходимо продолжить реализацию денежно-кредитной политики, направленную на стимулирование экономического роста.

Вместе с тем, структурные дисбалансы казахстанской экономики, заключающиеся в преобладании непродовственного и добывающего секторов, остаются основным фактором макроэкономического риска, который усугубляется зависимостью казахстанской экономики от внешнеэкономической конъюнктуры. Сохраняющийся низкий уровень инвестиционной активности, прогнозируемое глобальное замедление мировой экономики, а также сокращение внешнего спроса могут в перспективе привести к снижению общего экономического роста и усилению имеющихся диспропорций в экономике Казахстана. К основным причинам, препятствующим развитию банковского кредитования экономики, можно отнести:

- неспособность банков аккумулировать долгосрочный и достаточный объем ресурсов для самостоятельного кредитования крупных промышленных объектов;

- высокий объем неработающих займов в кредитном портфеле банков второго уровня;

- диспропорции в структуре кредитных вложений, предоставление кредитов преимущественно с целью рефинансирования существующих, резкое снижение доли банковских кредитов в промышленности, в сельское хозяйство, ухудшающее их состояние;

- высокие кредитные риски и неустойчивое финансовое положение предприятий. Следовательно, происходит ухудшение кредитоспособности и возможности удовлетворения потребности в финансовых ресурсах предприятий данных отраслей за счет кредитных средств банков второго уровня.

Для решения существующих проблем банковского кредитования реального сектора экономики необходимо принятие ряда мер, таких как субсидирование процентных ставок либо предоставление государственных гарантий по кредитам для предприятий реального сектора экономики, снижение доли неработающих активов в балансах банков через реструктуризацию необслуживаемых кредитов и т.д.

Анализируя современное состояние обеспечения возвратности банковских кредитов, следует отметить, что в Республике Казахстан используются разнообразные формы обеспечения полноты и своевременности обратного движения ссуженной стоимости: залог, страхование, поручительство и др. Доля займов под залог различного вида имущества и прав составляет более 50% всех займов под обеспечение. Основную долю среди остальных занимают займы, выданные под поручительства третьих лиц, – 26,8%, и застрахованные займы – 10,2%.

Наиболее значимой проблемой банковского сектора остается низкое качество кредитного портфеля (таблица 2). Поэтому большое внимание уделяется грамотному и эффективному управлению совокупным ссудным портфелем банковской системы в целом и индивидуального коммерческого банка в частности. В Концепции развития финансового сектора Республики Казахстан до 2030 года одним из вопросов дальнейшего развития банковского сектора является решение существующих проблем высокого уровня неработающих займов и дефицита долгосрочных источников фондирования, которые оказыва-

Таблица 2 – Качество кредитного портфеля банков второго уровня Казахстана

Показатель	01.01.2013	01.01.2014	01.01.2015	01.10.2015
Банковские займы, в том числе:	100	100	100	100
Займы, по которым отсутствует просроченная задолженность	66,9	65,5	72,3	84,3
Займы с просроченной задолженностью от 1 до 30 дней	1,8	1,6	2,5	4,3
Займы с просроченной задолженностью от 31 до 60 дней	1,1	0,7	1,1	1,4
Займы с просроченной задолженностью от 61 до 90 дней	0,4	1,1	0,5	0,8
Займы с просроченной задолженностью свыше 90 дней	29,8	31,2	23,5	9,2

Примечание – Составлено по материалам Национального Банка Республики Казахстан [1]

ют дестимулирующее воздействие на кредитную активность банков [4].

Отметим, что ухудшение качества ссудного портфеля на протяжении 2009-2011 годов объяснялось двумя факторами. С одной стороны, падала кредитоспособность заемщиков и невыплаты по кредитам приводили к снижению их качества. С другой стороны, фактически не происходило процесса замещения нефункционирующих займов вновь выдаваемыми, стандартными. В целях улучшения качества ссудного портфеля, как было замечено ранее, банки активно прибегали к реструктуризации займов (2010г.-16,9%, 2011г.-16,2%). По данным НБРК, считается, что эффективность оздоровления портфеля через реструктуризацию займов была низкой в силу приверженности банков «мягкой» реструктуризации и их неготовности списывать часть долга заемщика и брать на себя убытки в результате списания задолженности, что не позволило кардинально оздоровить кредитный портфель. В 2010-2011 гг. ситуация в банковском секторе достаточно сильно изменилась, все крупные банки организовали подразделения по работе с проблемными долгами, специальные компании по управлению непрофильными активами.

В свою очередь, Национальным Банком Казахстана проводится работа, направленная на совершенствование и устранение законодательных ограничений в этой сфере. Так, были внесены изменения в Налоговый кодекс Республики Казахстан, позволяющие банкам до конца 2015 года без налоговых последствий списать актив (заем), по которому не прекращено право требования, если данный актив (заем) более не соответствует критериям признания актива на балансе.

В рамках законодательства по применению мер раннего реагирования Национальным Банком Казахстана были введены лимиты для доли «неработающих» займов в ссудном портфеле банков (с 2013 года – 20%, с 2014 года – 15%, с 2018 года – 10% от ссудного портфеля). В рамках перехода на контрциклическую политику с 2017 года «неработающими кредитами» будут также считаться реструктурированные займы.

В апреле 2012 года Национальным Банком Казахстана создан АО «Фонд проблемных кредитов» Основной задачей Фонда является оказание содействия банкам в процессе «очистки» баланса от «неработающих» займов

в целях выполнения стратегической задачи по улучшению качества ссудного портфеля в банковской системе и достижению целевых показателей уровня «неработающих» займов. Сотрудничество Фонда с банками предусматривает как прямой выкуп «неработающих» займов, так и возможность финансирования деятельности банка по управлению проблемными активами (обусловленное финансирование).

Анализируя динамику сформированных провизий по кредитам банковского сектора страны, можно отметить, что если в период с 2009 до 2015 гг. ссудный портфель увеличился на 4939 млрд тенге или 44,4%, то отношение сформированных провизий к ссудному портфелю банковского сектора к началу 2010 года резко увеличилось до 37,7%, а затем снизилось до 25,2% к началу 2015 года (рисунок 3).

Также следует отметить изменение объемов сформированных резервов за несколько лет в силу того, что от сильного ухудшения качества ссудного портфеля банками формировался большой объем провизий. Наибольшая доля формирования резервов к портфелю кредитов была зафиксирована в 2009 году, где фактически на ссудный портфель банковской системы было сформировано провизий на общую сумму 3 631,3 млрд тенге, что составило 37,7% к кредитному портфелю. Причины столь высокого роста провизий связаны с ростом резервов отдельных банков на данный год.

Тем не менее, несмотря на некоторое снижение резервов в 2010 г. на 22,7% к предыдущему (это было обусловлено списанием безнадежных кредитов за баланс в данном году), вновь произошел рост в 2011 году уже на 19,9%, где основной рост резервов был вызван увеличением доли просроченных займов в общей сумме ссудного портфеля. Такой значительный рост расходов банков на формирование провизий сказывается на показателях всей банковской деятельности, в первую очередь, на прибыли и размере собственного капитала.

Для решения проблемы неработающих кредитов необходимо осуществить структурные реформы, особенно в области риск-менеджмента и управления в банках. При выдаче кредитов своим клиентам банкам необходимо учитывать и оценивать будущие риски банка, связанные с финансовым состоянием клиента и его бизнес-планом в целях минимизации невозврата кредитов в

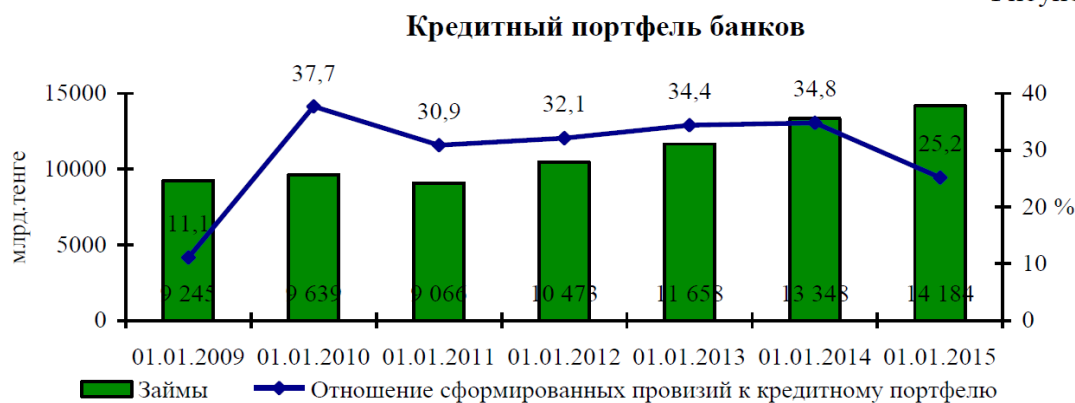


Рисунок 3 – Займы банков второго уровня РК и сформированные провизии [2]

последующем.

Требуется также создание рынка неработающих активов для формирования справедливой стоимости на данные активы, что создаст возможности для управления ими. При этом необходимо отметить, что адекватная оценка проблемных активов и высокая прозрачность корпоративного управления позволят привлекать к работе с неработающими активами средства внешних инвесторов, в том числе международных финансовых организаций на международных рынках стрессовых активов.

Вместе с тем, структурные дисбалансы казахстанской экономики, заключающиеся в преобладании непромышленного и добывающего секторов, остаются основным фактором макроэкономического риска, который усугубляется зависимостью казахстанской экономики от внешнеэкономической конъюнктуры. Сохраняющийся низкий уровень инвестиционной активности, а также сокращение внешнего спроса могут в перспективе привести к снижению общего экономического роста и усилению имеющихся диспропорций в экономике Казахстана.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Текущее состояние банковского сектора по состоянию на 1 июля 2015 года (интернет-ресурс: [http://www.nationalbank.kz /cont/](http://www.nationalbank.kz/cont/))
2. Статистические бюллетени Национального Банка Республики Казахстан за 2000-2015 гг. – (интернет-ресурс: [http://www.nationalbank.kz /cont/](http://www.nationalbank.kz/cont/)).
3. Данные Международного валютного фонда (интернет-ресурс: <http://www.imf.org/>)
4. Концепция развития финансового сектора Республики Казахстан до 2030 года, утвержденная Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2014 года № 954.
5. Основные социально-экономические показатели Республики Казахстан / Агентство Республики Казахстан по статистике (интернет-ресурс: [http://www.stat.gov.kz/faces/wcnav\\_externalId/](http://www.stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/))

ӘОЖ 004.056.5=512.122

### ***Кедергіге төзімді кодтау негізінде сандық байланыстардағы сигналдар тұтастығын зерттеу***

**Ж. САЙЛАУҚЫЗЫ<sup>1</sup>**, докторант,  
**А.А. САДЫКОВ<sup>1</sup>**, т.ғ.д., профессор,  
**М.М. КОККОЗ<sup>2</sup>**, п.ғ.к., доцент,  
**Н.У. ЖУНУСОВ<sup>2</sup>**, магистрант,

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

<sup>2</sup>Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, АТҚ кафедрасы

**Кілт сөздер:** кодтау, көп сатылы декодер, сигнал бүтінділігі, өзртогоналдық кодтар, байланыс арнасы, сандық байланыс, екілік код, бит.

Субмикронды және нанометрлі технологиялардың (0,18 микрон және одан төмен) дәуірі келгеннен бастап интегралды сызбалар жоғары жиілікте жұмыс жасап, үлкен ток пен қуат пайдалана бастады. Бұл кең көлемді байланыс эффектісінің көрінуіне әкеліп соқты. Сонымен қатар, басқа да алдыңғы ұрпақтың уақытында елемеуге болатын сансыз паразитті эффектілер дұрыс жұмыс жасауды қамтамасыз етудің және жоғары тығыздықта жана микросхемалардың жоғары өнімділігінің негізгі факторларына айналды. Заманауи талаптарға байланысты жылдамдық, қолданылатын қуат, сигналдар бүтінділігі және сенімділік сияқты параметрлердің өзара байланысының мәселелері өзекті бола бастады.

Қазіргі таңда сигнал бүтінділігі терминіне әмбебап анықтама берілмегенмен, бұл ұғым интегралды схемаларды жобалау кезінде көрінетін және сигналдар формасының өзгеруіне немесе қате жұмыс жасауына әкеп соғатын барлық физикалық эффектілерді қамтиды. Кез

келген ақпаратты қабылдау кезінде байланыс арналарындағы кедергілердің болуынан цифрлық деректер бұрмалануға ұшырайды, ол өз кезегінде түрлі апаттық салдарға әкелуі мүмкін, әсіресе, ғарыштық байланыс жүйелерінде [1].

Бүгінгі таңда ақпараттық-технологиялық прогрестің қарқынды түрде дамуына орай заманауи компьютерлік жүйелерде кедергіге төзімді кодтар қолданылады. Мысалы, радиошақыру (пейджинг жүйесі) дербес жүйелерінде блокты циклдық кодтар пайдаланылады, ұялы байланыс жүйелерінде блокты және түйілген кодтары қолданылады, басым көпшілігінде спутниктік байланыс жүйелерінде үздіксіз түйілген кодтарды пайдаланады.

Кедергіге төзімді кодтарды кодтау мен декодтау алгоритмдері жыл сайын мыңдаған еңбектерде жазылады. Заманауи кодтау теориясының негізін салушы В.А. Котельников пен К. Шеннон [2]. Бұл жұмыстар кейін өрісін жайып көптеген ғалымдармен зерттелген. Мақалада В.В.



Золотарев пен Г.В. Овечкиннің еңбектеріне сүйене отырып жазылған ақпараттар ұсынылады.

Кедергіге төзімді кодтаудың қарапайым тәсілін қарастырайық.

Жоғарыда атап өткендей, біз хабарламаны басынан бастап қабылдағышқа жіберген уақытта деректерді жіберу кезінде қате пайда болуы мүмкін (кедергілер, құрылғының бұзылуы және т.б.). Қатені анықтап, түзету үшін кедергіге төзімді кодтауды қолданамыз, яғни қабылдаған жақ қате кетті ме, жоқ па, білу үшін және қате пайда болған кезде оны түзете алатындай етіп хабарламаны кодтайды [3].

Кодтың шамадан тыс болуы – бұл хабарламадағы тексеру ақпаратының саны. Ол келесі формула бойынша есептеледі:

$k/(i+k)$ , мұнда  $k$  – тексеру бит саны,  $i$  – ақпараттық бит саны.

Мысалы, біз 3 жібереміз, оған 1 бит тексеріс бит қосамыз, сонда артықтығы  $1/(3+1) = 1/4$  (25%).

Анықтыққа тексеруі бар екілік код жоғарғы жылдамдығы бар қарапайым код болып табылады. Кодтық тізбектегі бірліктердің толық саны жұп болуы үшін, анықтыққа тексеруі бар код үшін берілген  $k$  ақпараттық биттарға бір тексеру биті қосылады.

Қателіктерді анықтауға және түзетуге мүмкіндік беретін қарапайым код қайталануы бар екілік код болып табылады. Берілген код әрбір ақпараттық битті ұзындығы  $n$  болатын кодтық тізбекке бейнелейді, ал оның әр элементі ақпараттық битке тең. Берілген кодты түзетуге мүмкіндік беретін қателіктер саны  $t = \lfloor (n-1)/2 \rfloor$  тең. Мұндай код үшін қателік ықтималдылығы келесі түрде жазылуы мүмкін:

$$P(E) = \sum_{i=t+1}^n P_i, \quad (1)$$

мұндағы  $P_i$  қателіктердің туындау ықтималдылығын анықтайды. Жадысы жоқ екілік канал үшін  $i$  қателіктердің кодтық сөздің  $n$  ұзындығында туындау ықтималдылығы тең:

$$P_i = C_n^i p^i (1-p)^{n-i}, \quad (2)$$

мұндағы  $p$  – қателіктер ықтималдылығы. Онда қателіктің жиынтық ықтималдылығы тең болады:

$$P(E) = C_n^{t+1} \left(\frac{p}{1-p}\right)^{t+1} (1-p)^n + C_n^{t+2} \cdot \left(\frac{p}{1-p}\right)^{t+2} (1-p)^n + \dots + C_n^n \left(\frac{p}{1-p}\right)^n (1-p)^n. \quad (3)$$

(3) теңдеуінің көмегімен алынған қателіктердің орташа ықтималдылықтары кодтың әртүрлі жылдамдықтары үшін 1-кестеде берілген.

Кодтық сөздің  $n$  ұзындығының өсуі кезінде кодты түзетуге мүмкіндік беретін  $t$  қателіктер саны өседі. Бұл ретте  $P(E)$  қателік ықтималдылығы кемиді. Алайда код жылдамдығы да нөлге ұмтылады  $R=1/n \rightarrow 0$ . Қайталанулары бар кодтар каналдық өткізгіштік қабілетіне жақын жылдамдықтарда ақпараттарды қателіксіз жіберуге кепілдік бермейтіндігі анық.

Қазіргі таңда кодтау теориясында, арнаның өткізу мүмкіндігінің жанында жұмысты қамтамасыз ететін код-

тау/қайта кодтаудың бірнеше әдістері ғана белгілі. Олардың арасында шетелде белсенді дамып келе жатқан турбо және турбоға ұқсас кодтарды атап өтуге болады. Алайда, аталған әдістер үлкен есептеу күрделілігімен ерекшеленеді, ол жағдай олардың жылдамдығы жоғары телекоммуникациялық жүйелерде практикалық қолданысын қиындатады, ондағы деректердің жылдамдығы жүз және мың Мбит/с құрайды. Осыған байланысты практикалық іске асу кезінде қарапайым, сенімді және арзан кодтау/қайта кодтау әдісін іздестіру мәселесі туындайды. Бұл мәселе ақпаратпен алмасу жылдамдығының үнемі өсуін ескере отыра, жылдан жылға өзекті болып келеді.

Кодтау және қайта кодтаудың бар әдістеріне жүргізілген зерттеу, қазіргі таңда практикалық іске асырудың тиімділік пен күрделілік сәйкестігі бойынша ең оңтайлысы, өзортогоналдық кодтарды (ӨОК) қайта кодтау үшін қолданылатын көп сатылы декодер (КСД). ӨОК тиімділіктер кең ауқымды кодтық жылдамдық пен каналдағы шу деңгейіндегі декодерді шешуге тығыз жақындауға қабілетті. Аталмыш алгоритмді РАН ғарыштық зерттеулер Институты мен Рязандық мемлекеттік радиотехникалық университет мамандары дамытуда.

Аталған декодер, орындалу күрделілігі кодтың ұзындығынан сызығын сақтау кезінде тиімді декодер шешіміне сәйкестігінің қатаң дәлелденген мүмкіндіктеріне қатысты болып келеді. Қазіргі КСД зерттеу нәтижелері, жүздеген ғылыми жұмыстарда көрсетілген. Аталған жұмыстарда КСД басқа қайта кодтау сызбасы алдындағы артықшылықтары операция саны бойынша екі және одан да көп санымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, КСД оның аппараттық іске асырылуы кезінде операцияларды толығымен айыру мүмкіндігі бар. Бұл КСД-ны энергиялық ұтыс пен шұғыл әрекетінің жүздеген және мыңдаған Мбит/с жететін шекті деңгейімен көптеген заманауи жоғары жылдамдықтағы деректер жіберу жүйесінің негізгі әдісі болып танылуы мүмкін [4].

Сонымен қатар, осы қарапайым және тиімді әдісінің мүмкіндігі 100% пайдаланылмаған, себебі КСД үшін кодтау теориясына сәйкес, КЭҰ (кодтаудың энергетикалық ұтысы) косымша 2 дБ деңгейге өсуі мүмкін. Сондықтан қайта кодтау көпшамалық әдістердің дамыту міндеті, практикалық іске асырылудың қарапайымдылығын максималды түрде сақтаумен олардың тиімділігін арттыру мақсатында өзекті болып табылады.

1-кесте – Қайталануы бар код үшін қайта кодтау қателіктерінің ықтималдылығы

Код жылдамдығы (R)	Қателік ықтималдылығы P(E)
1	$10^{-2}$
1/3	$3 \cdot 10^{-4}$
1/5	$10^{-6}$
1/7	$4 \cdot 10^{-7}$
1/9	$10^{-8}$
1/11	$5 \cdot 10^{-10}$

КСД қолдану тиімділігін көппозициялық сигналдармен бірге зерттеу, осы жүйелерде деректерді жіберу жүйесінің сипаттамасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, КСД-ға қатенің ықтималдығын тол-

тыру саласының болуы тән, ондағы қайта кодтау қатенің азаю жылдамдығы сигнал/шу қатынасының өсуімен бәсеңдейді. Аталған салада КСД-да кішкене кодтық қашықтықпен кодтар қолданылады. Толықтау саласындағы қателесу ықтималдығы қайта кодтаудың қатесінің аз ықтималдығын алуды қиындатады, ол телекоммуникация жүйесінде қолданылады. Қателесу ықтималдығының аумағын жою тәсілдерінің бірі, сыртқы каскадта қатені түзету қарапайым әдістермен КСД бірге қолдану болып табылады, олар кодтаудың және қайта кодтау күрделілігін аз мөлшерде жоғарылау кезінде КСД тиімді жұмыс саласында қателесудің ықтималдығын біршама азайтады. Яғни, мақалада қарастырылып отырған сандық байланыстар үшін де кедергіге төзімді кодтаудың көп сатылы кодтау түрі ең тиімдісі болып табылады [5]. Аталған декодер, орындалу күрделілігі кодтың ұзындығынан сызығын сақтау кезінде тиімді декодер шешіміне сәйкестігінің қатаң дәлелденген мүмкіндіктеріне қатысты болып келеді.

Кедергіге төзімді кодтаудың көп сатылы кодтау түрін зерттей келе ұсынылған жұмыста кедергіге тұрақты кодтаудың көпсатылы декодердің жұмыс үрдісін көрсететін бағдарламалық қамтамасы құрылды. Көпшамалық декодердің (КСД) жұмысы көрсетілді, яғни оны қайта кодтау үшін ұзындығы  $n=2000$  бит, кодтың жылдамдығы  $R=1/2$  және минималды код қашықтығы  $d=23$  тең болады. Дискідегі жадының көлемі 100 Кбайт кем болады.

Бағдарлама жұмысы деректердің үш түсті блоктың пайда болуынан басталады (1-сурет), оның әрбіреуі 1000 төртбұрыштан тұрады, қабылданған кодтың екілік деректеріне сәйкес келетін, оның ақпараттық және тексеру нышандарында 1000 бит. Бірінші жоғары блок «difference» деп аталады, әрі бақылаушы болып табылады.

Көрсету бағдарламасы өз жұмысын байланыс арнасы бойынша деректерді жіберуді ұқсатудан бастайды. Алдымен орташа ақпараттық 1000-блок толтырылады, «information» деп, аталатын бит блогы. Оның толуына қарай тиісті төртбұрыштардың толтыратын түсі өзгере бастайды. Ол өз түсін «қабылданған» символдардың (қызыл төртбұрыштар) дұрыс немесе қате келуіне байланысты түсін өзгертеді (2-сурет). Одан соң ең астыңғы тексеру блогы «check symbols» деп аталады, бақылау битпен толтырылуы басталады. Оның тексеру символдарындағы жіберу қателігі көк түспен белгіленген.

Соңынан сызық кодта әдетте жасалатындай, қабылданған хабарламаның синдромы есептеледі. Есеп нәтижесі астыңғы блокта сақталады, ол «syndrome» деп аталады. Синдром бірліктері, тексеру символында анықталатын көк түсті болып қала береді. Астыңғы деректер ауқымының төртбұрыштары алғашқыда «check symbols» деп аталады, ол ақпараттық символдарда болған қателіктен қызыл түске боялған. Синдром ауқымының көрінісінен байқалғандай, қайта кодтау үрдіс басталғанға дейін, синдром ауқымындағы бірліктер саны кодтың ақпараттық символдарының қателігіне байланысты.

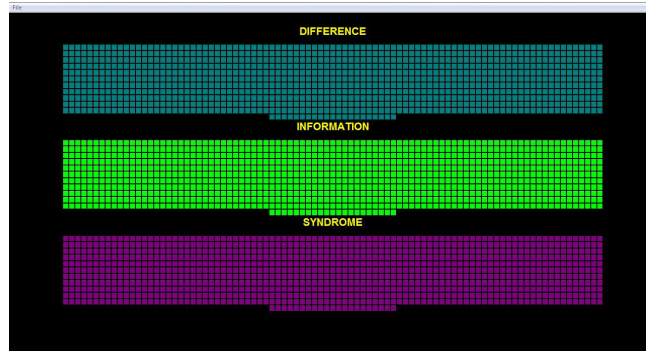
Синдромды есептеген соң, кодтың барлық символдарын қайта кодтау мүмкіншілігі басталады. Қайта кодтау мақсаты, көрсету суретінің ортаңғы ауқымында орналасқан арнадағы максималды шуыл деңгейі кезіндегі

барлық ақпараттық қателерді түзету болып табылады. Ұсынылған қайта кодтау нұсқасында 0,057 шамасында орташа қателікпен жадысыз екілік симметриялық арнаны жіберу қайталаынады. Бұл қате жіберу мүмкіндігінің код жылдамдығы  $R=1/2$  кезінде жоғарысы болып саналады, ол алгебралық код пен декодердің декодеріне тән емес.

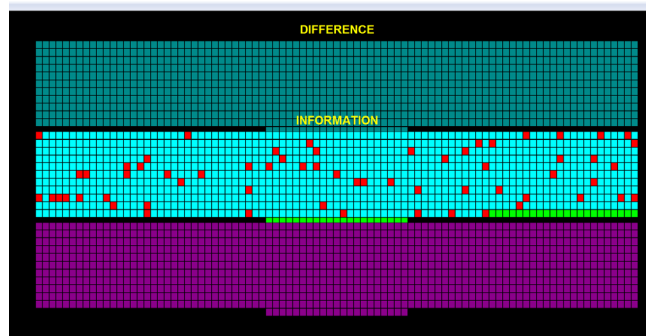
Төменде қаралатын декодерінің жұмыс нәтижесі бойынша көрінгендей шуылдың жоғары деңгейін таңдаған кезінде ешқандай қате жібермейді (3-сурет). Бірақ қателердің болмауы аталған жұмыста декодердің жұмысының уақытының ұзақтығы, алайда шектелген аралықта оның жұмысының қатесіз болуының дәлелі болмайды.

Декодердің үлгісінде орындалған бағдарламаның мақсаты, декодер сызбасының барлық элементтерінің өлшемдерін нақты таңдау маңыздылығы болып табылады, ол декодер шешімінің көп рет нақтылау идеясын іске асыруда табысқа жеткізеді.

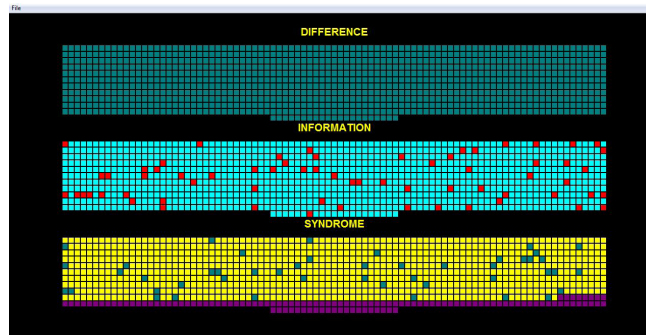
Ортадағы тіркелімнен ақпараттық символдың жоғарыдағы бақылау тіркеліміне «difference» ол ақ түспен белгіленеді. Егер шамалық элементтің шешімі дұрыс болса, жасыл болады. Егер қате өзгерілген символ, келесі итерацияда өзгертілсе, тиісті ұяшықтың түсі осы



1-сурет – Бағдарламаның бастапқы түрі



2-сурет – Ақпарат жіберілуінің көрінісі



3-сурет – Ақпараттың қабылдануы

блок үшін фондық түске өзгереді. Себебі, синдром оқшаулауындағы әрбір символдың тексеретін мазмұны, әр кезде өзгеріп отырады, егер кодтың ақпараттық символы өзгерсе, қайта кодтау үрдісі жылдам жылжыған сайын, қызыл және көк ұяшықтар түсі фонға айналады, алайда кей-кезде басқа да түстерге өзгереді.

Қайта кодтау үрдісі оның өлшемдерінің динамикалық бақылауымен қамтылады, ол өлшемдер ағымдағы мәндер қайта кодтау үрдісінде экранның оң бұрышында жанады. Қайта кодталған блоктың нөмірі көрінеді, итерация нөмірі және КСД қабылданған хабарламаға дейінгі қашықтық пайда болады. Соңғы параметр КСД алгоритмі үшін маңызды болып келеді және КСД негізгі теориялық ережеге сәйкес, ол қайта кодталған символдар туралы шешімді қабылдаудың барлық адымдарында азаяды. Декодер нақты ақпараттық битке қатысты қате шешім қабылдайды. Үздіксіз жанып тұратын қашықтық мәні синдромның алғашқы салмағына байланысты, ол салмақ есептегеннен кейін анықталады, қабылданған блокқа қатенің ең аз салмағына дейін анықталады, себебі қайта кодталған блоктар ұсынылған КСД көрсету үшін ақпараттық қате түзеледі. Қайта кодтаудың әрбір адымында ағымдағы бақыланатын қашықтық “difference” және «syndrome» блоктарында түрлі-түсті (блоктың фондық түсінен айырмашылығы бар) шаршы болады (4-сурет).

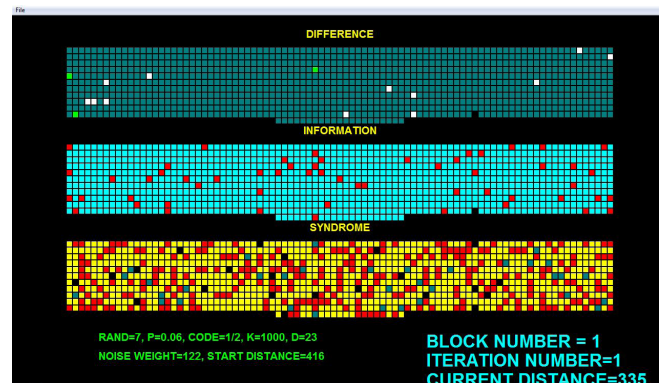
Бақылаудың ыңғайлылығы үшін шуыл векторының салмағы және синдромның алғашқы салмағы, ағымдағы блоктың қайта кодтау үрдісінде сол жақтағы төменгі бұрышта пайда болады (4-сурет).

Әрбір блоктың қайта кодтау процедурасы аяқталғаннан кейін, сол жақтағы төменгі бұрышта кездейсоқ сандардың алғашқы мәнінің көрсеткіші  $AND=7$ , ақпараттық блоктың ұзындығы  $K=1000$ , кодтық қашықтық  $d=23$  (5-сурет).

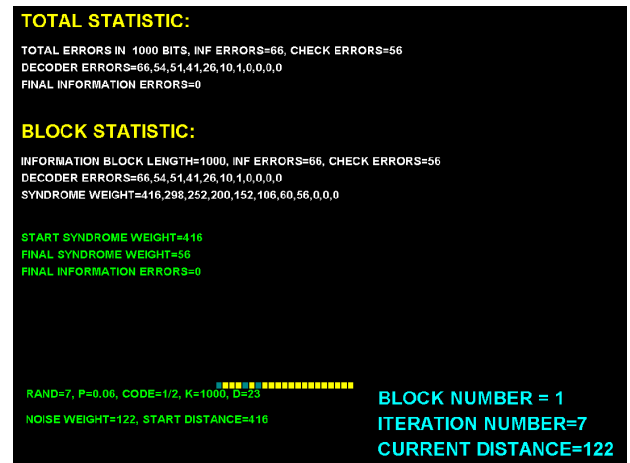
Төменде қайта кодталған символдардың санын қамтитын жолақ көрінеді (1000), қабылданған ақпараттық символдарда қатенің сандары, соңынан аталған блоктың тексеріс символдарындағы қате және қайта кодтаудан кейін қателер саны. Соңғы итерация ұстанымдарындағы нөлдер, блоктағы қайта кодтау қателердің болмауына сәйкес келеді. Ең соңғы жолақта төменгі сол жағындағы – синдром салмағы. Бірінші сан – бұл бастапқы салмақ (қабылданған хабарламаға дейінгі қашықтық), ал сосын төртінші позициядан бастап – әрбір итерациядан кейінгі синдромның салмағы. Қайта кодтау соңғы итерацияда дұрыс орындалған жағдайда (ол пайдаланушыға қол жетімді болатын декодер жұмысының іс жүзіндегі уақыт-

тың барысында мәні бар) синдром салмағы тексеріс символдарындағы қателер салмағымен сәйкес келеді.

Ұсынылған жұмыста сандық байланыс жүйелерінде ақпаратты жіберуші мен қабылдаушы арасындағы сигналдар бүтінділігін қамтамасыз ету басты назарға алынды. Тұрақты кодтаудың екілік емес көп сатылы кодтау түрі басқаларына қарағанда қолайлысы болды. Екілік емес декодер қателіктер пакетін түзетуге аса тиімді. Сонымен қоса, аталмыш декодер өте қарапайым, яғни оған жылдамдығы 1 Гбит/с жылдамдықтан артық ақпаратты декодтауға мүмкіндік береді. Бұл әдістің басты ерекшелігі жүзеге асырудың күрделілігінің код ұзындығынан бастап сызықты тәуелділігі және декодтаудың жоғарғы тиімділігі. Сондықтан символды көпсатылы декодер (qКСД) үлкен көлемдегі ақпаратты алмасу мен сақтаудағы жоғары жылдамдықты жүйелерде қолданылуы мүмкін.



4-сурет – Ақпараттық ақаулардың түзелуінің көрінісі



5-сурет – Кедергіге тұрақты кодтаудың нәтижесі

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б.Скляр – М.: Вильямс, 2003. – 1104б.
2. Конструирование высокоскоростных цифровых устройств: начальный курс черной магии / Джонсон Г., Грэхем М. / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006.
3. Помехоустойчивое кодирование в цифровых системах передачи данных / Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. – М.: Электросвязь, 2008. №12. С.2-11.
4. Использование не двоичного многопорогового декодера в каскадных схемах коррекции ошибок / Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин // Вестник РГРТУ. № 4 (выпуск 30). Рязань, 2009.
5. Многопороговые декодеры для каналов с предельно высоким уровнем шума / Золотарев В.В., Овечкин Г.В. / Телекоммуникации. М. №20057 №9. – С. 29-34.



# Анализ тепловых режимов асинхронных двигателей по динамическим механическим характеристикам

Г.С. НУРМАГАНБЕТОВА, докторант,

Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

**Ключевые слова:** асинхронный, электродвигатель, защита, регулирование, перегрев, наблюдатель, температура, пуск, статор, сопротивление, мощность, скорость, динамика, электромеханика, характеристика.

Асинхронный электропривод нашел широкое применение в машинах и механизмах, эксплуатируемых в горной промышленности: компрессоры, подъемные машины и крановые установки, грузовые лебедки, буровые станки, центробежные насосы [1].

На эксплуатации асинхронных электродвигателей (АД) негативно сказываются следующие факторы – технологические перегрузки, условия окружающей среды, снижение сопротивления изоляции, нарушение охлаждения. Эти факторы существенно сказываются на повышении температуры статорных обмоток АД, что приводит к преждевременному разрушению изоляции обмоток и сокращению срока службы двигателя.

На основании проведенных исследований в [2] установлена связь параметров динамической электромеханической характеристики с температурой обмоток асинхронного электродвигателя. Определение в пусковой момент времени динамической электромеханической характеристики электропривода, работающего в повторно-кратковременном режиме, позволяет косвенно определить температуру после завершения пуска АД.

Разработка устройств защиты от перегрева статорных обмоток АД на базе косвенных методов оценки температуры обмоток позволит повысить надежность и продолжительность работы регулируемого асинхронного электропривода в режимах с частыми пусками.

Недорогие контроллеры позволяют осуществить разработку наблюдателя температуры статорных обмоток двигателей на базе модели с использованием метода пространственного вектора, которая в операторной форме имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} u_{s\alpha} &= r(1 + \bar{T}'_S s) i_{s\alpha} - \frac{k_R}{T_R} \psi_{R\alpha} - k_R p \psi_{R\beta}, \\ u_{s\beta} &= r(1 + \bar{T}'_S s) i_{s\beta} - \frac{k_R}{T_R} \psi_{R\beta} + k_R p \psi_{R\alpha}, \\ 0 &= -k_R r_R i_{s\alpha} + \frac{1}{T_R} (1 + \bar{T}'_R s) \psi_{R\alpha} + p \psi_{R\beta}, \\ 0 &= -k_R r_R i_{s\beta} + \frac{1}{T_R} (1 + \bar{T}'_R s) \psi_{R\beta} - p \psi_{R\alpha}, \\ m &= k_R (\psi_{R\alpha} i_{s\beta} - \psi_{R\beta} i_{s\alpha}), \\ \bar{T}'_m s \nu &= m - m_H, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $r = (r_s + k_R^2 r_R)$ ;  $k_R = \frac{x_m}{x_R}$ ;  $\dot{x}_s = (x_s - \frac{x_m^2}{x_R})$  – безразмерные коэффициенты;

$$r_s = \frac{R_s}{R_b}; r_R = \frac{R_R}{R_b}; R_b = \frac{U_b}{I_b}; R_s = \frac{U_s}{I_s}; x_s = \frac{\omega_b L_s}{R_b};$$

$$x_R = \frac{\omega_b L_R}{R_b}; x_m = \frac{\omega_b L_m}{R_b} \text{ – относительные параметры;}$$

$r_s, r_R, x_R, x_S$  – относительные значения активных и реактивных сопротивлений ротора и статора;

$x_m$  – относительное значение сопротивления, учитывающее взаимную индуктивность ротора и статора;

$r, k_R, \dot{x}_s$  – безразмерные коэффициенты;

$R_s, R_R$  – абсолютное значение активных сопротивлений ротора и статора;

$L_m$  – взаимная индуктивность;

$L_R, L_S$  – абсолютные значения индуктивности ротора и статора, соответственно.

Имитационная модель, построенная по уравнениям (1), представлена на рисунке 1. В модели активное сопротивление статора учитывается в блоках 19 и 27.

В результате эксплуатации асинхронного электродвигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме, происходит нагрев статорной обмотки электродвигателя, что ведет к изменению ее сопротивления по формуле:

$$R_s = R_0 (1 + aT), \quad (2)$$

где  $R_s$  – сопротивление обмоток статора, Ом;

$R_0$  – сопротивление статорных обмоток при температуре  $0^\circ\text{C}$ , Ом;

$a$  – температурный коэффициент сопротивления статора,  $1/\text{K}$ ;

$T$  – температура,  $^\circ\text{C}$ .

Из выражения (2) выведем температуру нагрева:

$$T = \frac{\frac{R_s}{R_0} - 1}{a}. \quad (3)$$

При увеличении сопротивления статорной обмотки, связанном с нагревом, уменьшается ее постоянная времени обмоток статора, вычисляемая по формуле:

$$T_s = \frac{L_s}{R_s}, \quad (4)$$

где  $L_s$  – индуктивность статора, Гн;

$R_s$  – сопротивление статора, Ом.

Уменьшение электромагнитной постоянной времени приводит к увеличению количества пульсаций тока в пусковой динамической электромеханической характеристике, причем это количество пропорционально температуре нагрева статорных обмоток электродвигателя.

В процессе имитационных экспериментов для элек-

тродвигателя 4A280S4Y3 определялось влияние изменения сопротивления статорных обмоток при различных номинальных значениях угловой скорости: 750 об/мин и 1500 об/мин, и в режиме пуска, сопровождающегося четырехкратным броском пускового тока статора. Результаты моделирования представлены на рисунках 2 и 3.

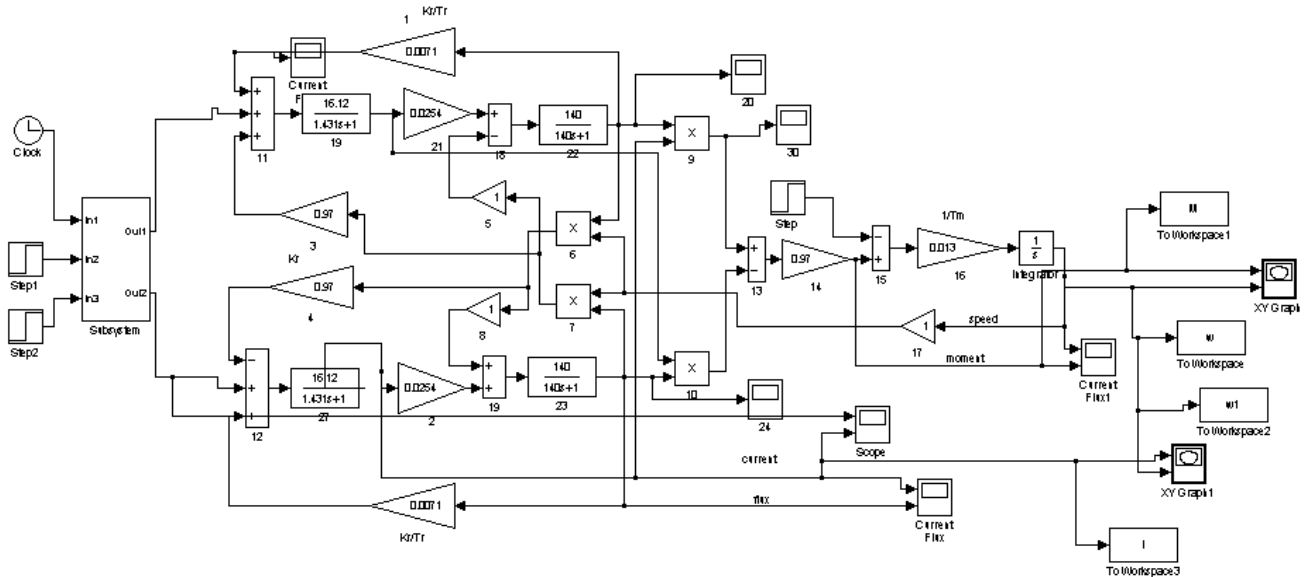
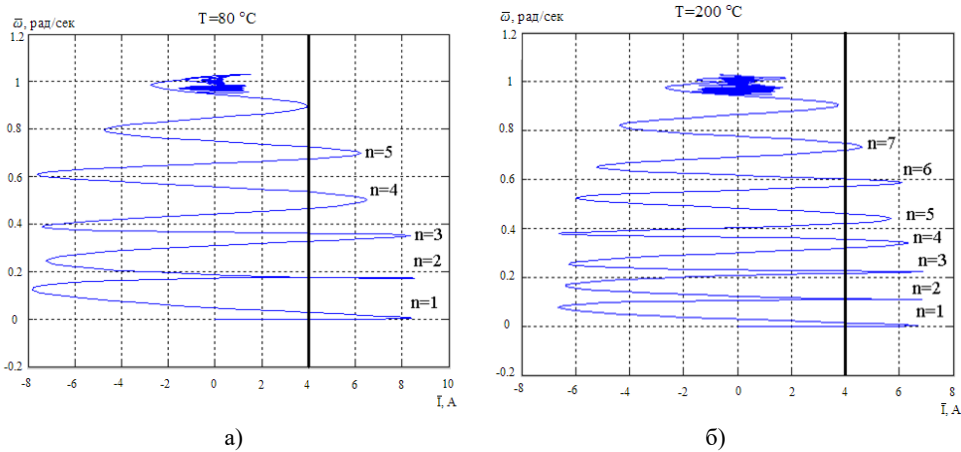
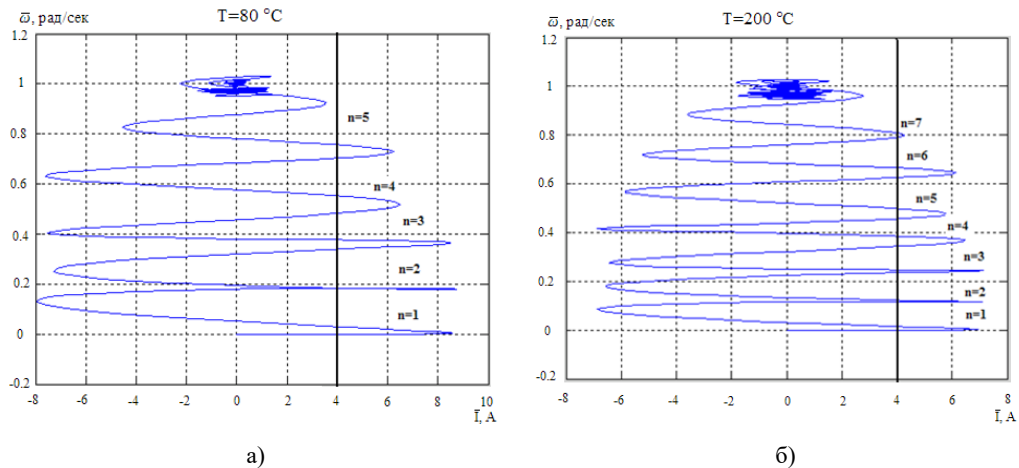


Рисунок 1 – Имитационная модель асинхронного двигателя



а) для температуры 80 °С, б) для температуры 200 °С, скорость вращения 750 об/мин  
Рисунок 2 – Динамическая электромеханическая характеристика в режиме пуска



а) для температуры 80 °С, б) для температуры 200 °С, скорость вращения 1500 об/мин  
Рисунок 3 – Динамическая электромеханическая характеристика в режиме пуска



Исследование проводилось в диапазоне температур 20,250 °С, верхний предел которого определялся классом изоляции обмоток статора. Как видно из семейства динамических электромеханических характеристик для различных значений температуры, представленных на рисунках 2 и 3, количество пульсаций (таблицы 1 и 2), достигших четырехкратного номинального значения тока статора, имеет зависимость от температуры. Графическая форма зависимостей представлена на рисунке 4.

Таблица 1 – Результаты определения пульсаций тока для различных значений температуры статорных обмоток

Тип двигателя	Rн, кВт	n, об/мин	T, °С	m, кол.
4A280S4Y3	110	750	20	5
			80	5
			125	6
			200	7
			250	8
			300	9

Таблица 2 – Результаты определения пульсаций тока для различных значений температуры статорных обмоток

Тип двигателя	Rн, кВт	n, об/мин	T, °С	m, кол.
4A280S4Y3	110	1500	20	5
			80	5
			125	6
			200	7
			250	8
			300	8

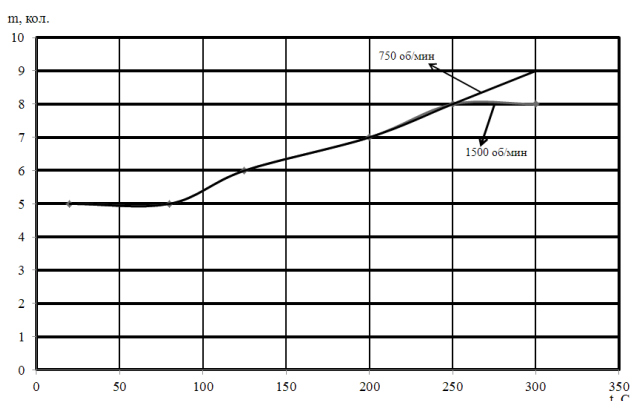


Рисунок 4 – Зависимости количества пульсаций тока от температуры статорных обмоток в режиме пуска

В результате имитационных экспериментов установлено, что в диапазоне от 100 °С до 300 °С количество пульсаций тока имеет зависимость от температуры статорных обмоток. Существует линейная зависимость между количеством пульсаций и температурой нагрева. Данный метод определения температуры статорных обмоток позволяет построить защиту АД от перегрева.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технические средства автоматизации в горной промышленности: Учебное пособие / В.И. Груба, Э.К. Никулин, А.С. Оголобченко.-К.: ИСМО,1998.-373 с.
2. Брейдо И.В., Каверин В.В., Нурмаганбетова Г.С. Определение диапазона изменения активного сопротивления и коэффициентов модели асинхронных электродвигателей серий 4А // Международный научный журнал «Актуальные проблемы современности». Караганда, 2009. №12(46). С. 16-22.
3. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем Matlab 6.0. Санкт-Петербург, 2001.

## Image Filtration with High-Frequency Filters

V.V. STAROVOYTOV<sup>1</sup>, Doc. Eng., professor,

B.D. ISSIN<sup>2</sup>, PhD candidate,

K.T. ISKAKOV<sup>2</sup>, Doc. Eng., professor,

<sup>1</sup>United Institute of Informatics Problems of the Belarus NAS,

<sup>2</sup>Eurasian National University n.a. L.N. Gumilyov (ENU)

**Keywords:** image, analysis, processing, filtration, algorithms, gray-scale, binarization, pixel, noise, signal, matrix, high-frequency, local.

The noise appearing on images can be classified in various ways. It can be correlated or uncorrelated, dependent or not dependent on the most registered signal, etc. Knowledge concerning the system of obtaining images, the visual analysis of the noisy image helps in developing the noise model and in assessing its statistical characteristics. Mathematically a certain model of noise helps to construct the system of improving images that is optimum for this application.

Noise reduction is reached by filtration. For this purpose the image is described with two-dimensional function which values change more slowly than the values of the two-dimensional function describing noise. The variety of methods of filtrating images is connected with the variety of mathematical models of signals, noises and the criteria of the filtration optimality. Filtration is made in the spatial or frequency areas. So, in the frequency area the image is to be transformed to the frequency representation, for example, by means of Fourier's transformation which belongs to transformations of the global type.

Let's consider the main methods of improving images in the spatial area on the example of gray-scale images. Transformations which for calculating the value of brightness of one pixel consider the values of pixels in some vicinity are called local, and the vicinity is called a *window*. The form and the sizes of the window can be of any kind, the position of the window center can also be any, but for convenience of calculation there are more often used rectangular windows.

In operations there are often used the values of some matrix having the same sizes as the vicinity. Such a matrix is called a *mask*, a *filter*, a *filter kernel*, and the values of the matrix are called coefficients.

In the linear filtration of images the form and the size of the used vicinity define the filter mask. The mask of the filter is the matrix of weight coefficients. The center of the mask is combined with the analyzed pixel, its coefficients are multiplied by the values of the pixels brightness covered with the mask. In practice there are generally used the masks of a symmetric form which centers coincide with the center of the vicinity, i.e. the mask. A widespread form of the vicinity is a square with dimensions  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ , etc.

Filtration of the image  $f(x, y)$  with dimensions  $M \times N$  is described with the help of the mask with dimensions  $m \times n$  by the formula

$$g(x, y) = \sum_s \sum_t w(s, t) f(x + s, y + t),$$

where  $s$  and  $t$  are coordinates of the mask elements relative to its center (in the center  $s = t = 0$ ). Such transformations are called linear and they can be performed using the convolution operation (the diagram is presented in Figure 1).

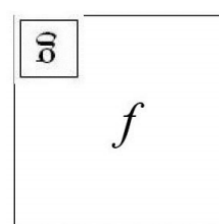


Figure 1 – Image  $f$  convolution operation with  $g$  mask

Let  $f$  be the function of the image brightness, and  $g$  is the filter mask. The operation of convolving image  $f$  using  $g$  is designated as  $f * g$  and described in the following way:

$$(f * g)(m, n) = \sum_{kl} f(m - k, n - l) g(k, l).$$

It should be noted that if the mask is not symmetric, it should be transformed symmetrically relative to its center, and then there should be executed multiplication by formula (1). The idea of the image filtration is based on integrated use of the pixels brightness which have got in the set window taking into account coefficients of the filter mask (Figure 2). Here is the main difference of filtration from the considered above operations of processing the dot type images: filtration is the procedure of processing the local type images. After calculation of the new value of the pixel brightness the window in which the filter mask is described is moved and the brightness of the following pixel is calculated. Therefore such a transformation is called *filtration in the sliding window*.

When realizing the operations of spatial filtration in the window there appears an uncertain situation when the center of the window is close to the border line and several elements of the mask are out of the image. There are three ways considering this circumstance:

- restriction of the window center moving on the image (i.e. not to front for image edges);
- extension of the image by adding lines and columns with zero values;
- extension of the image by repeating lines and columns of the image symmetric to the border line.

After processing the added lines and columns are removed. It permits to obtain the processed image with dimen-

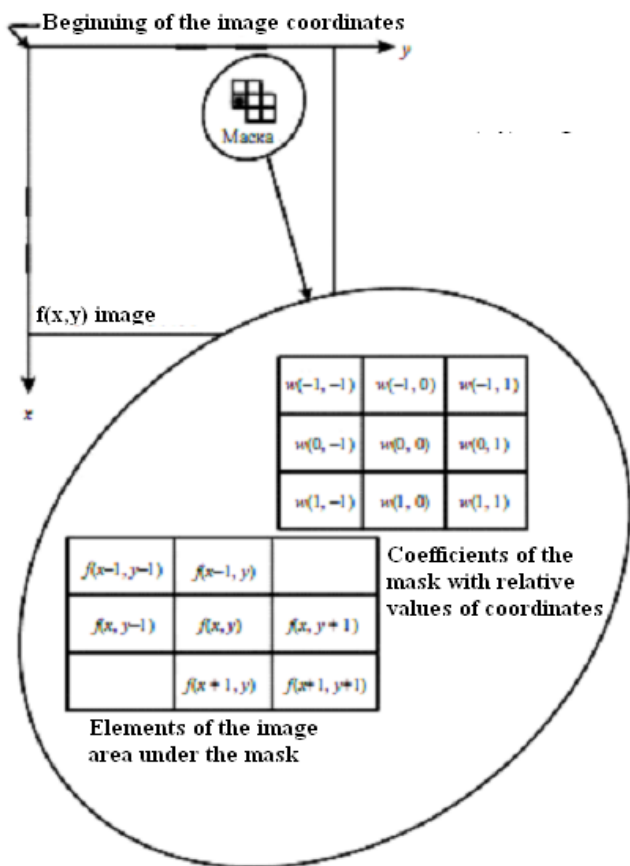


Figure 2 – Image, filter window overlapped on the pixel (dark), coefficients of the filter kernel (at  $w(1, -1) = w(-1, 1) = 0$ ), the brightness values of the pixels that have got in the window

sions of the initial one. It should be remembered that the values of the pixels used for extension of the image exert impact on the result of filtration of the pixel in the fringe area which width depends on the sizes of the vicinity used in filtration. If the vicinity has dimensions 5x5 pixels, then on either side there are added up to two lines and columns.

**High-frequency filters.** High-frequency filters are used for allocation of a brightness jump. On their base there are built the algorithms of underlining the borders and allocation of small objects. They strengthen sharp differences on the image and suppress smooth ones. After processing by a high-frequency filter the image becomes sharper.

The main class of high-frequency filters allocates edges. The pixel in which the local brightness of the image sharply changes is called the edge one. Methods of allocating such pixels are called edge detectors. Their coherent set forms the object borders presented on the image.

On the image it is possible to allocate two main types of edges: in the form of a step (or a slope) and in the form of a roof (Figure 3).



Figure 3 – Main types of edges

As a rule, a sharp change of brightness can be defined by analyzing the first derivative of the brightness function (Figure 4). The derivative characterizes the gradient value. The object border on the image is usually perpendicular to the gradient vector.

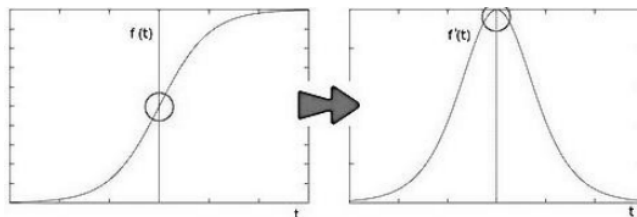


Figure 4 – Brightness function and its first derivative. The derivative maximum corresponds to the edge

To calculate the derivative there are used high-frequency filters which approximate the derivatives calculation in the direction. At the same time  $x$  is equal to a unit or two. In masks of high-frequency filters the part of coefficients has negative values but the sum of all coefficients of the mask is equal to zero that means the calculation of the difference of the brightness values of the next pixels. For acceleration of calculating, all coefficients are, as a rule, integer.

**Roberts filter.** The Roberts method is the simplest, fastest and rather effective. It works with the smallest possible masks with dimensions 2x2 (Figure 5).

As a result of convolution of the image with Roberts filter masks we obtain a gradient assessment (brightness jump) in the  $G_x$ ,  $G_y$  directions. The gradient module (the jump maximum) of all edge detectors is calculated by the formula  $G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$  or simply  $G = |G_x| + |G_y|$ .

The direction of the gradient, i.e. the maximum jump of brightness is calculated by the formula  $\arctan(G_y/G_x)$ .

**Previtt filter.** The Previtt method offers two orthogonal matrixes (Previtt mask) with dimensions 3x3 for more exact calculation of derivatives on  $X$  and  $Y$ :

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +1 & +1 \end{bmatrix}.$$

**Sobel filter** uses different weights in the masks.

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} +1 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} +1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} & \text{or} & \begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \\ G_x & G_y & & G_x & G_y \end{matrix}$$

Figure 5 – Roberts filter masks for calculating derivatives on  $X$  and  $Y$

The classical version of this filter are presented by the masks:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}.$$

**Laplace filter.** The previous filters used approximation of the first derivative on  $X$  axis  $X$  and  $Y$  axis. In the Laplace filter there is used approximation of the second derivatives on these axes (Figure 6). In this case the gradient is calculated irrespective of the direction and borders are allocated more

precisely than in the previous methods. A Laplasian from the function  $f(x, y)$  is the sum of the second derivatives:

$$L(f(x, y)) = \frac{d^2 f}{dx^2} + \frac{d^2 f}{dy^2}.$$

For discrete functions the second derivatives can be approximated in the following way:

$$\begin{aligned} L(f(x, y)) &= [(f(x, y) - f(x-1, y)) - (f(x+1, y) - f(x, y))] + \\ &+ [(f(x, y) - f(x, y-1)) - (f(x, y+1) - f(x, y))] = \\ &= f(x, y-1) - f(x-1, y) - f(x, y+1) - f(x, y-1) + 4f(x, y). \end{aligned}$$

This expression permits to realize the Laplace filter by means of the  $w(s, t)$  mask convolution with the  $f(x, y)$  image:

$$w(s, t) = \begin{vmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & +4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix}.$$

After convolution values close to zero correspond to the edge pixels. The Laplace filter mask can be also described by some other methods with integer weights, for example:

$$\begin{vmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{vmatrix}.$$

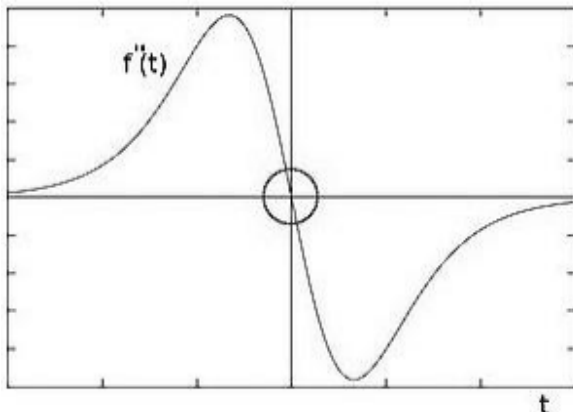


Figure 6 – Second derivative of the brightness function changes the sign (it passes through zero at the point corresponding to the edge)

**Allocating edges by the Kenney method.** The purpose of the Kenney algorithm is more exact allocation not of regional pixels but coherent border lines on the image (Figure 7). It is based on the use of two thresholds in the analysis of the gradient matrix. The thresholds allocate strong and weak borders, at this the weak ones are observed only in cases if they are connected to strong borders.

**Kenney algorithm**

Step 1. *Smooth the image.* Set the parameters of radius and sigma. To execute smoothing the image by the Gauss filter.

Step 2. *Calculate gradients of all pixels.* Use Sobel filter to calculate the values of the gradient module in all pixels of the image. The direction of the gradient is rounded to 0, 45, 90 and 135°.

Step 3. *Suppress not maxima gradient module.* Regional pixels correspond to the maximum values of the gradient module. Comparing the values of gradient modules, select the pixels orthogonally to the calculated directions of the gradient. If the direction of the gradient is equal in pixel 0°, analyze the values of gradient modules orthogonal to the located next pixels, i.e. vertical neighbors. The pixel is considered regional if its gradient is larger than that of neighbors, in other cases it is *not maximum*. The values of the gradient module are similarly analyzed if it has three other directions (45, 90 and 135°).

After suppression of not maxima the edges become more exact, thin and coherent. (A simple choice of local maxima will allocate few regional pixels.)

Step 4. *Execute double threshold filtration.*

Set two threshold values of  $T_1$  and  $T_2$ .

For the pixels which are selected in the previous step specify whether they are regional by comparing the values of their gradient modules with  $T_1$  threshold. The lower is the value of  $T_1$  threshold, the more pixels will be selected and the result will be noisier. A high value of  $T_1$  threshold, on the contrary, can reject weak regional pixels and obtain the line of edge with a set of gaps.

For allocation of edges there are used two values of the threshold: if the value of the gradient module in the pixel is higher than the top  $T_2$  threshold, then it accepts the maximum value (existence of its edge is considered reliable); if it is smaller than the lower  $T_1$  threshold, – the pixel is not considered regional. The pixels with the values of the gradient module getting to the range between  $T_1$  and  $T_2$  thresholds are considered ambiguous, they are assigned a fixed average value, and their status is specified in the following step.

Step 5. *Specify edges tracing the area of ambiguity.* The final edges are defined by means of suppressing all regional pixels which are not connected with the earlier defined reliable regional pixels. There are allocated the groups of pixels which have obtained an average value at the previous stage. If they are connected to one of reliable edges, then they are referred to the edge, otherwise they are rejected. The pixel is added to the group when it adjoins to it in one of eight directions (the 8-coherent neighborhood). The regional pixels are appropriated white color, the rest black color or vice-versa (Figure 7).

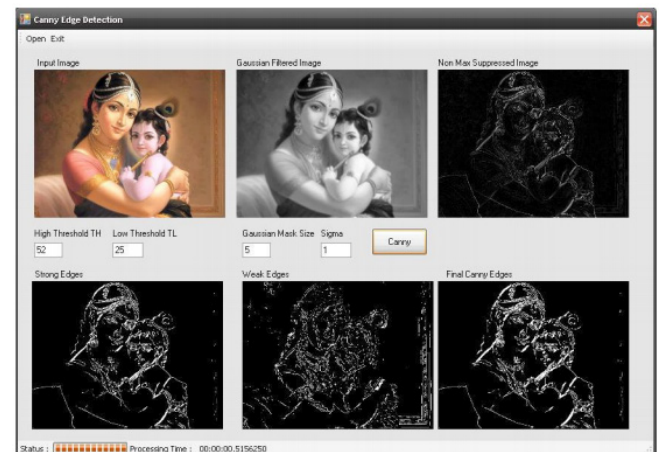


Figure 7 – Example of successive realization of the border allocation algorithm by the Kenney method

## LITERATURE

1. Pratt, W. Digital Processing of Images / transl. from English. /W. Pratt. – M.: Mir, 1982. – Book 2. – 480 p.
2. Methods of Computer Processing of Images / Under the Editorship of V.A. Soyfer. – M.: Fizmatlit, 2003. – 784 p.
3. Priorov, A.L. Digital Processing of Images: Tutorial / A.L. Priorov, I.V. Apalkov, V.V. Khryashchev. – Yaroslavl: YarSU, 2007. – 235 p.
4. Starovoytov, V.V. Local Geometrical Methods of Digital Processing and Analyzing of Images / V.V. Starovoytov. – Minsk: Inst. Tech. Cybernetics of Belarus NAS, 1997. – 282 p.
5. Gonsalez, R. Digital Processing of Images / transl. from English // R. Gonsalez, R. Woods. – M.: Technosphere, 2005. – 1072 p.



---

---

## Научные сообщения

УДК 622.418

### **Влияние температур воздушной среды на величину изменения сопротивления горных выработок**

*Н.И. СИДОРЕНЯ, магистрант группы БЖДМ16-1, Карагандинский государственный технический университет, кафедра РАиОТ*

*Ключевые слова: аэродинамическое сопротивление, горная выработка, атмосферное давление, рудничная атмосфера, вентиляционные сети.*

При проектировании вентиляции все расчеты выполняются по стандартным методикам, которые не учитывают изменения атмосферного давления, температуру воздушной среды и перепады высот между горизонтами. Состояние проветривания и выбор приемлемых вариантов управления распределением расходов воздуха в сложных вентиляционных системах связано с использованием современных методов анализа, успешная реализация которых зависит от достоверного информационного обеспечения о состоянии массива аэродинамических сопротивлений ветвей расчетной схемы, моделирующей реальную вентиляционную сеть.

В зависимости от того, для проектируемых или действующих шахт формируется информационный блок, определение аэродинамических сопротивлений ветвей расчетной схемы может осуществляться расчетным методом или по результатам аэродинамических съемок.

Для действующих шахт и рудников основой для уточнения исходных данных о величинах аэродинамических сопротивлений и внесения соответствующих изменений в базу данных являются воздушные и депрессионные съемки в системе подземных выработок. По результатам выполненных съемок аэродинамическое сопротивление

определяется по формуле

$$R = h/Q^2, \quad (1)$$

где  $R$  – аэродинамическое сопротивление измеряемого участка, Па·с<sup>2</sup>/м<sup>6</sup>;

$h$  – потеря напора на измеряемом участке, Па;

$Q$  – расход воздуха на измеряемом участке, м<sup>3</sup>/с.

Поскольку величины  $h$  и  $Q$  соответствуют конкретному состоянию рудничной атмосферы, то при определении  $R$  автоматически учитываются температурный фактор и атмосферное давление. Однако по мере сезонного изменения атмосферы могут изменяться давление и температурные условия в системе подземных выработок. Изменение состояния рудничной атмосферы отражается на изменении сопротивления выработок, в свою очередь, в силу сильносвязанности вентиляционного графа, возникший возмущающий фактор приводит в большей или меньшей степени к изменению расходов воздуха во всех элементах вентиляционной сети.

При проектировании вентиляции определение аэродинамических сопротивлений горных выработок и последующие расчеты осуществляются по методикам и программам, в основе которых принято считать, что состояние окружающей среды соответствует стандартным

условиям. Последние не учитывают изменения атмосферного давления, температуру и перепады высот между горизонтами в реальных условиях.

Потеря напора при перемещении воздушного потока на прямолинейных участках выработок определяется из выражения (1) аэродинамического сопротивления  $R$  расчетным путем

$$R = \alpha \frac{PL}{S^3}, \quad (2)$$

где  $P$  – периметр выработки, м;  
 $L$  – длина выработки, м;  
 $S$  – площадь поперечного сечения выработки, м<sup>2</sup>;  
 $\alpha$  – коэффициент аэродинамического сопротивления, Па·с<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Из формулы (2) следует, что при прочих равных условиях конечное значение аэродинамического сопротивления зависит от коэффициента  $\alpha$ , величина которого находится по формуле [1]

$$\alpha = \lambda \frac{\rho}{8}, \quad (3)$$

где  $\lambda$  – коэффициент трения;  
 $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  
 Коэффициент трения для условий турбулентного режима движения воздушных потоков может быть вычислен по формуле Шевелева

$$\lambda = \frac{0,021}{d^{0,3}}, \quad (4)$$

где  $d = 4S/P$  – гидравлический диаметр поперечного сечения выработки, м.

Плотность воздуха определяется по формуле

$$\rho = k_p \frac{P}{273 + t}, \quad (5)$$

где  $k_p$  – коэффициент, зависящий от размерности атмосферного давления;

$P$  – атмосферное давление. Если размерность в мм.рт.ст., то =0,463; если в Па, то = 0,00347;

$t$  – температура окружающей среды, °С.

После подстановки (4) и (5) в (3) получим расчетную формулу для вычисления коэффициента аэродинамического сопротивления, которая учитывает изменения давления и температуру воздушной среды:

$$\alpha = 0,00263 k_p \left(\frac{P}{4S}\right)^{0,3} \frac{P}{273 + t}. \quad (6)$$

С учетом (6) расчетная формула (2) для определения аэродинамического сопротивления на прямолинейных участках выработок примет вид

$$R = 0,002636 k_p \left(\frac{P}{4S}\right)^{0,3} \frac{P}{273 + t} \frac{PL}{S^3}. \quad (7)$$

Потеря напора на преодоление местных сопротивлений (внезапное расширение, сужение и повороты воздушного потока) определяется по формуле Вейсбаха

$$h_M = \xi_M \frac{\vartheta^2}{2} \rho, \quad (8)$$

где  $h_M$  – потери давления в местном сопротивлении, Па;  
 $\xi_M$  – коэффициент местного сопротивления;  
 $\vartheta$  – средняя скорость движения воздушного потока, м/с.

Для условий подземных горных выработок, где необходимо учитывать шероховатость, коэффициент местно-

го сопротивления определяется с учетом коэффициента аэродинамического сопротивления  $\alpha$ :

– при внезапном расширении

$$\xi_{в.р} = \xi_M \left[ 1 + 0,263 k_p \left(\frac{P}{4S}\right)^{0,3} \frac{P}{273 + t} \right]; \quad (9)$$

– при внезапном сужении

$$\xi_{в.с} = \xi_M \left[ 1 + 0,202 k_p \left(\frac{P}{4S}\right)^{0,3} \frac{P}{273 + t} \right]. \quad (10)$$

Аналогично, с учетом изложенной методики могут быть определены формулы для вычисления коэффициентов местного сопротивления при повороте потоков. При вычислении коэффициентов местного сопротивления по формулам следует ориентироваться на меньшие поперечные сечения воздухопроводов. Потери напора при повороте потоков связаны с изменением профиля скорости движения воздуха по направлению и определяются также по формуле Вейсбаха.

В таблице представлены результаты расчетов, показывающие зависимость аэродинамического коэффициен-

Зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления от температуры, давления и поперечного сечения выработки

t, °С	Значение коэффициента сопротивления $\alpha$ 10 <sup>4</sup> , Па·с <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> при изменении атмосферного давления P, мм.рт.ст.				
	700	710	720	730	740
S=10 м <sup>2</sup>					
30	19,610	19,981	20,171	20,451	20,731
20	20,280	20,569	20,859	21,149	21,439
10	20,996	21,296	21,596	21,896	22,196
0	21,765	22,076	22,387	22,698	23,009
-10	22,593	22,916	23,238	23,561	23,884
-20	23,486	23,821	24,157	24,492	24,828
-30	24,452	24,801	25,151	25,500	25,850
S=12 м <sup>2</sup>					
30	19,081	19,354	19,627	19,899	20,172
20	19,733	20,015	20,297	20,579	20,860
10	20,430	20,722	21,014	21,306	21,598
0	21,178	21,481	21,784	22,086	22,389
-10	21,984	22,298	22,612	22,929	23,240
-20	22,853	23,179	23,506	23,832	24,159
-30	23,793	24,133	24,473	24,813	25,153
S=14 м <sup>2</sup>					
30	18,645	18,912	19,178	19,445	19,711
20	19,282	19,557	19,833	20,108	20,384
10	19,963	20,248	20,533	20,819	21,104
0	20,694	20,990	21,286	21,581	21,877
-10	21,481	21,788	22,095	22,402	22,709
-20	22,330	22,649	22,968	23,287	23,606
-30	23,249	23,581	23,913	24,246	24,578
S=16 м <sup>2</sup>					
30	18,285	18,547	18,808	19,069	19,330
20	18,909	19,180	19,450	19,720	19,990
10	19,578	19,857	20,137	20,417	20,696
0	20,295	20,584	20,874	21,165	21,455
-10	21,067	21,367	21,668	21,969	22,270
-20	21,899	22,212	22,525	22,838	23,151
-30	22,800	23,126	23,451	23,778	24,103

та сопротивления  $\alpha$  от температуры воздушной среды и атмосферного давления.

Анализ полученных данных показывает, что при понижении температуры воздуха в условиях подземных выработок численные значения определяемых коэффициентов  $\alpha$  увеличиваются. При увеличении атмосферного давления коэффициент  $\alpha$  возрастает. Отклонения от стандартных величин при низких отрицательных температурах могут достигать 30% и более, что, безусловно,

будет отражаться на характере управления и распределения расходов в системе подземных выработок.

Таким образом, при резких изменениях атмосферных условий аэродинамическое сопротивление горных выработок не остается величиной постоянной, как это принято считать при выполнении расчётов по стандартным программам, а может увеличиваться или уменьшаться, изменяя расходы воздуха в системе подземных выработок шахт и рудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. 209 с.

UDC 004.932

## Registration of Digital Images

V.V. STAROVOYTOV<sup>1</sup>, Doc. Eng., professor,

B.D. ISSIN<sup>2</sup>, PhD candidate,

K.T. ISKAKOV<sup>2</sup>, Doc. Eng., professor,

<sup>1</sup>United Institute of Informatics Problems of the Belarus NAS,

<sup>2</sup>Eurasian national University n.a. L.N. Gumilyov (ENU)

**Keywords:** image, processing, pixel, sensor, radiation, photon, quantum, electron, photocurrent, signal, converter, noise, gray-scale, tomography, algorithm.

### Pixel as a registering sensor

The principle of developing an image is identical both in the digital camera and in the film one: they both provide fixing the object of shooting using energy of light which impacts a photosensitive material. An elementary particle of electromagnetic radiation is called a photon. We will consider how a photon becomes an electron [1].

Devices of registering images in the optical range of the spectrum consist of a set of photosensitive elements called pixels. A pixel consists of a p-substrate covered with a transparent dielectric on which there is applied a light-transmitting electrode forming a potential hole (Figure 1).

In devices with charging coupling transformation of a photon to an electron results from absorption of a light quantum by the crystal lattice of a semiconductor with allocation of electrons. It can be either an “electron + hole” pair or a single electron that occurs when using impurity in the semiconductor. The formed charge carriers should be kept until

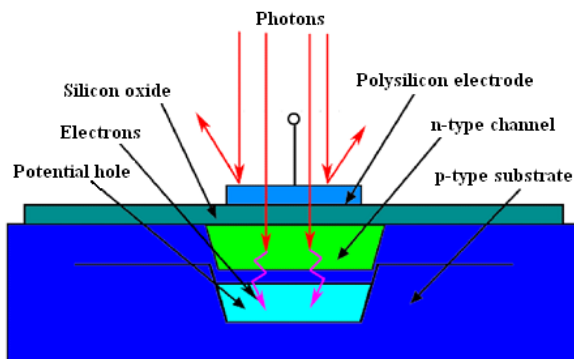


Figure 1 – Cross section of the CCD matrix pixel

the moment of reading. For this purpose a silicon substrate of p-type is equipped with channels from the n-type semiconductor over which there are made silicon electrodes of polycrystalline transparent for photons. After supplying to such an electrode the electric potential in the grown poor zone under the channel of n-type there is made a potential hole which purpose is to store the charge resulting from the internal photo-effect. The more photons will fall to the photosensitive element (pixel) and turn into electrons, the higher will be the charge which is saved up by the hole. This charge was called *photocurrent*, its value is rather small and after reading it requires obligatory amplifying.

For the photon that has got to the pixel there are possible three options of developing the events: it will ricochet from the surface, or it will be absorbed in the thickness of the semiconductor, or it will punch through the working zone of the semiconductor. Designers seek to develop sensors in which losses from ricochet and punching would be minimum.

Not entire surface of the pixel is photosensitive therefore over it there is often mounted a microlens for increasing the quantity of the accumulated photons (Figure 2). The size of one pixel is equal to 3–8 microns.

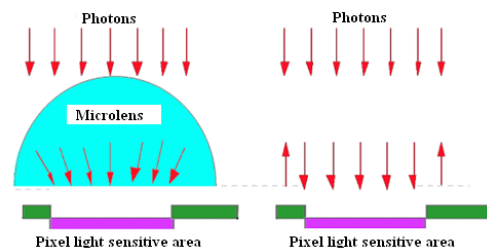


Figure 2 – Microlens increases light sensitivity of the pixel

Reading photocurrents of photosensitive elements is performed by so-called *consecutive registers of shift* which transform the line of charges at the input into a series of impulses at the output. This series represents an analog signal. There are used different types devices in which there are realized two methods of collecting photocurrents from individual sensors:

CCD: devices with charge coupling for which development in 2009 U. Boyle and J. Smith got the Nobel Prize;

CMOS – devices based on symmetric complementary metal-oxide semiconductors.

The CCD device benefits are:

- a low level of noise;
- a high coefficient of filling pixels (to 100%);
- an outstanding efficiency (the ratio of the number of registered photons to the number that have got in the photosensitive area of the sensor) is 95%, and the human eye has the quantum efficiency about 1%;

- a high dynamic range (the saturation current ratio to the average square noise current, dB);

- good sensitivity in the infrared range of the spectrum.

The CCD devices shortcomings are:

- a complicated system of reading signals;
- a high level of energy consumption (to 2–5 W);
- more expensive than CMOS in production.

The CMOS devices benefits are:

- a high speed (registration to 500 frames per second);
- low energy consumption (by 100 times in comparison with CCD);

- cheaper and simpler than CCD in production;

- prospects of technology (on one crystal it is possible to realize all the needed additional diagrams: analog-to-digital converters, the processor, memory, i.e. an actually finished digital camera on one crystal).

The CMOS devices shortcomings are:

- a low filling factor of pixels that reduces sensitivity (the effective surface of pixel to 75%, the rest is occupied by transistors);

- a high level of noise (even in the absence of lighting through the photodiode there flows a considerable current) the fight against which complicates the technology;

- a low dynamic range.

In CCD sensors a signal is read out sequentially from each cell, row by row. Therefore it is possible to make the next picture only when the previous one is already completely formed. CMOS are arranged differently: a signal from each cell is read out individually. For each cell there are set coordinates in the matrix and it is possible to get personal access to a separate cell.

Pixels can be integrated in lines or matrixes. Each element catches a different quantity of photons, develops an analog signal which can be transformed to an array or a matrix of digital values. Thus, there are formed halftone digital images.

For obtaining color images there are used sensors with light filters. The most widespread option is using a mosaic of color filters where the photosensitive element is spread with the filter passing the photons corresponding to the ranges of the red, green and red colors of the spectrum.

## Tomographic images

*Magnetic-resonant tomography (MRT)* is a tomographic method of studying internals and tissues with the use of the physical phenomenon of nuclear magnetic resonance (NMR). It is based on measuring an electromagnetic response of atomic nuclei of hydrogen to their excitement by a certain combination of electromagnetic waves in a strong constant magnetic field (Figure 3).

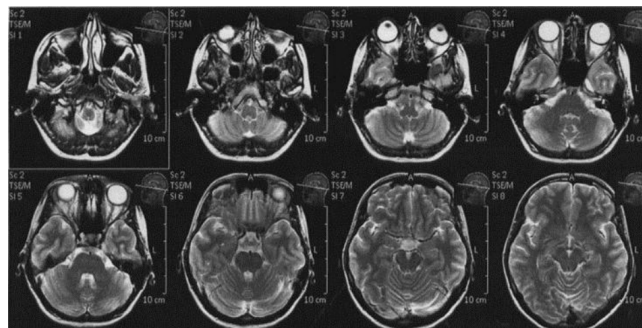


Figure 3 – MRT-images of the human head

In 1973 Paul Loterbur published an idea of developing images with the help of MRT. But in the USSR the method and the device for nuclear magnetic resonance tomography of this type was proposed in 1960 by V.A. Ivanov (the term “Nuclear magnetic resonance tomography” was replaced with MRT in 1986). In 2003 Peter Mansfield and Paul Loterbur were conferred the Nobel Prize in the field of medicine for the invention of the MRT method.

MRT permits to visualize the head, the spinal cord and other internals with high quality. The effect of nuclear magnetic resonance arises in case of interaction between protons of biological tissues, a constant or variation magnetic field and energy of radio-frequency pulses emitted by the coil placed near the studied part of the body. Under the impact of radio-frequency pulses protons of hydrogen atoms temporarily move to a higher energy level. Protons resetting to the equilibrium status is followed by energy liberation in the form of pulses of a certain (resonant) frequency. This energy can be measured by means of a receiving coil. For image generation the received signals are processed by means of Fourier transformation.

MRT permits to obtain images in different planes without changing the position of the patient. The image in each plane is formed in 5–10 min. Unlike computer tomography, changing the patient’s position within the study distorts all the images.

## Computer tomography

The idea of *computer tomography (CT)* consists in computer reconstruction of an image of a cross cut of the body based on the analysis of X-ray radiation absorption. For developing the method of X-ray computer tomography A. McCormack and G. Haunsfield were conferred the Nobel Prize in 1979.

The tube emits a thin fanlike bunch of X-rays perpendicular to the long axis of the body. This bunch can be rather wide and cover all the diameter of the body. The bunch thickness can be regulated from 1 to 10 mm, at the same time



the thickness of the studied tissue cut changes. The bunch of X-rays passing through the patient is fixed not by the film, but the system of special detectors. X-ray photons generate electric signals in detectors. The stronger the intensity of the reached detector of the primary beam, the stronger an electric signal.

Fixing the intensity of the passing radiation, it is possible to calculate the primary beam weakening. CT-detectors are about 100 times more sensitive than the X-ray film when determining distinctions in the intensity of radiation. Radiations are registered by the Haunsfield (HU) scale from -1024 to +3071.

For obtaining a computer tomogram (cutoff) at the selected level it is necessary to execute the following operations: 1) forming an X-ray of the required width (collimating); 2) scanning with a bundle of X-ray radiation which is realized by moving (rotational and progressive) around the fixed object of the "radiator-detector" device; 3) measuring radiation and determining its loosening with the subsequent conversion of the results into the digital form; 4) computer synthesis of the tomogram by the data set of measurements belonging to the selected layer; 5) developing an image of the studied layer and its displaying on the monitor screen.

Air or gas (regardless where they are) have the values about -1000 HU and look black, and bones look white (+400 HU and above). Other organs, tissues and sites of pathological changes are displayed by shades of gray between these two extremes (from 0 the CT data there is selected the range of certain values (a window) for the analysis of the needed tissues (Figure 4).

The image quality grows with increasing the number of detectors and the quantity of the registered projections for one turn of the tube and with increasing the primary matrix. However increasing the quantity of the registered projections leads to increasing the ray loading, the use of a larger primary matrix leads to increasing the time of processing the cutoff or the need to set additional special processors of the video image.

An up-to-date tomograph permits to receive sections with thickness 1-2, 5 and 10 mm, with the rate of scanning a layer 1-3 sec, the complete studying the brain takes 2-3 min.

*Differences between computer and magnetic-resonant tomography images.* On a usual X-ray film there are best

visible bones, therefore CT is used for studying the backbone, the basis of the skull and temporal bones. Besides, on a CT-image there are clearly visible fresh bleeding, therefore this method is used when studying patients with injuries of the head, thorax, abdominal and pelvic cavities, as well as strokes at the early stage. The use of a contrast agent permits to obtain a qualitative image of vessels, kidneys and intestine.

In MRT pictures the bones are also visible, but soft tissues are better visible (cartilages, muscles, ligaments, brain, etc.). MRT is more sensitive than CT at early stages of the central nervous system lesion. Therefore this method is recommended at suspicion on a rupture of ligaments and for determining hernia of the intervertebral disk, as well as widely used in neurosurgery and neurology (old brain injuries, strokes at the late stage, suspicions on a tumor of spinal and head brain, etc.).

The difference in the image of different tissues by the MPT and CT methods can be seen when comparing Figures 3 and 5.

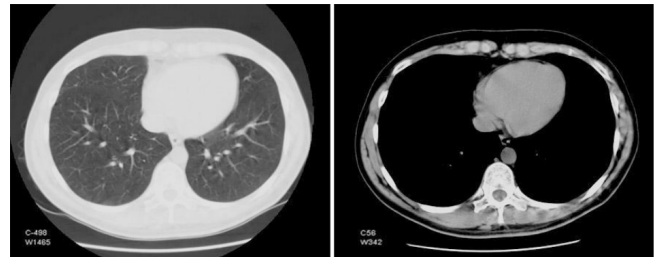


Figure 4 – The tomogram of the thorax in the pulmonary (on the left) and soft-tissue (on the right) windows of the Haunsfield scale

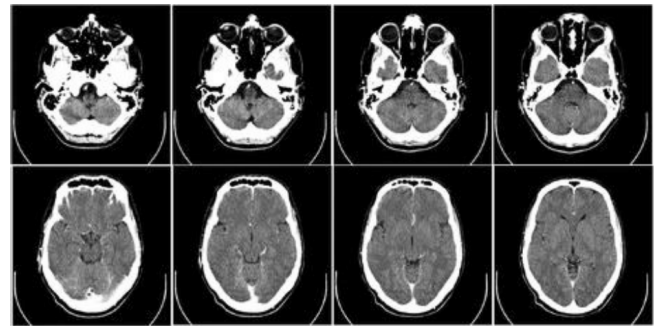


Figure 5 – CT-images of the human head

## LITERATURE

1. Milchev, M.N. Number one. Selecting a digital camera / M.N. Milchev. – SPb. : Peter, 2006
2. Pratt, W. Digital processing of images: transl. from English. / W. Pratt. – M.: Mir, 1982. – Book 2. – 480 p.
3. Methods of computer processing of images / Under the editorship of V.A. Soyfer. – M.: Fizmatlit, 2003. – 784 p.
4. Priorov, A.L. Digital processing of images: Tutorial / A.L. Priorov, I.V. Apalkov, V.V. Khryashchev. – Yaroslavl: YarSU, 2007. – 235 p.
5. Starovoytov, V.V. Local geometrical methods of digital processing and analyzing of images / V.V. Starovoytov. – Minsk: Inst. Tech. Cybernetics of Belarus NAS, 1997. – 282 p.
6. Gonzalez, R. Digital processing of images: transl. from English // R. Gonzalez, R. Woods. – M.: Technosphere, 2005. – 1072 p.



# Condition of Professional Incidence of Pit Workers in the Republic of Kazakhstan

**S.S. KUDRYAVTSEV**, PhD in Biology,

**A.V. MAXIMOVA**, student,

**A.V. MERSIYANTSEVA**, student,

**M.K. TOLEUOVA**, student,

**M.K. TOISHIBEKOVA**, student,

Karaganda State Technical University, MA&OS department

**Keywords:** Professional sickness rate, chronic radiculopathy, sensory neural hearing loss, sensory and vegetative polyneuropathy of forelimbs, chronic obstructive bronchitis, osteoarthritis of the elbow joint, pit.

According to the statistics, the level of professional diseases in the Republic of Kazakhstan is several tens of times lower than in the majority of economically developed countries. This statistics could be explained by the fact that in Kazakhstan there are indicators for human assessing compared with the requirements of the International Labour Organization, as well as differences in defining professional diseases at the World Health Organization [1].

In recent years, according to RSCE “National Center of Professional Health and Professional Diseases of the Republic of Kazakhstan”, there has been a stable tendency in the country to increasing the number of patients with professional diseases revealed for the first time [2].

Studying notifications of professional diseases and intoxications of enterprise workers in mining industry was carried out for the last 5 years, granted by the “National Center for Professional Health and Professional Diseases of the Republic of Kazakhstan”. All the studied diseases are professional and primary revealed.

Although the level of professional diseases at pit workers is significantly lower than that of workers of coal mines and underground mines, it is significantly higher than the average level of professional diseases in the Republic of Kazakhstan. The analysis of notifications of professional diseases (intoxications) of pit workers demonstrates the following structure of professional sickness rate (table 1).

Table 1 – The indicators of professional sickness rate among pit workers

Diagnosis	%
1 Chronic radiculopathy	35,3
2 Sensory neural hearing loss	29,4
3 Sensory and vegetative polyneuropathy of forelimbs	17,6
4 Chronic obstructive bronchitis	11,8
5 Osteoarthritis of the elbow joint	5,9
Total	100,0

The analysis of notifications showed that these diseases in 94% of cases are typical for excavator machinists and drivers of trucks, who spend the most of the work time in cabins of trucks or beside machine.

Microclimatic factors of a pit are determined by the climate-geographical location of the pit and usually correspond to the meteorological conditions on the ground.

Labour activity of pit workers occurs in conditions of

complex industrial factors: increased gas emission and dusty air of the working area, intense noise, vibration, uncomfortable microclimate, intensive physical activity. However, the impact of these factors on various professional groups of workers is not the same, because it is determined by the location of the workplace, its landscaping, features of the operations performed by each group, the effectiveness of preventive measures. The intensity of production factors and their impact also depends on the geographic location of the pit, its depth, the composition and nature of rocks and other environmental conditions. These factors determine the structure of professional sickness rate of pit workers (Figure 1).

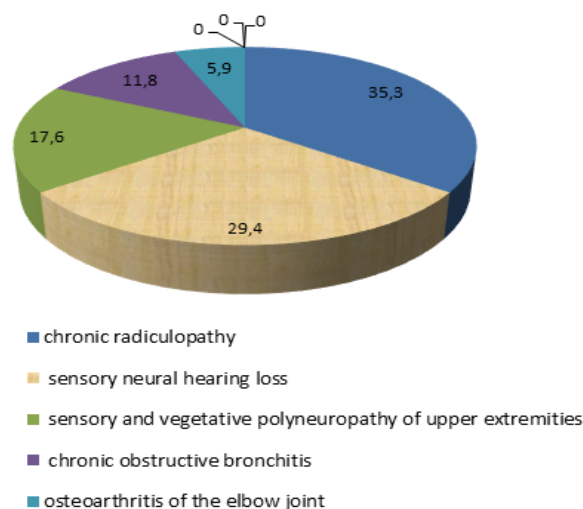


Figure 1 – The structure of professional sickness rate of pit workers in the Republic of Kazakhstan

As it follows from Figure 1, chronic radiculopathy on the background of vertebrae osteochondrosis (35.3%) dominates in the structure of professional disease pit workers. Lifting and carrying heavy loads, forced posture, hypothermia are the dominant harmful factors leading to this professional disease which is associated with a low level of comfort in an excavator cab and freight vehicles, the need to work in a sitting position throughout the working shift and significantly different from the permissible values of industrial environment where the patients worked.

All workers with the diagnosed disease were older than 44 years and had the service term over 18 years. The average age and service term of sick workers amounted to 53.4 and

26.4 years, respectively.

Studying the noise and vibration factor intensity shows that it depends on the geological conditions along with the peculiarities of mining machines. So, the greatest noise level maximum to 110-117 dB is indicated in the engine compartment of the excavator when it is loading and the electric engine and winch connected. When loading rock in stripping the noise is 5-7 dB higher than when loading coal. The main parameters are marked excess of noise at the frequencies of 1000-8000 Hz in engine rooms and on-site drilling at the table, in the cab it does not exceed the maximum permissible level and has a midrange character [3].

The sickness rate of sensory neural hearing loss in the studied group made 29.4% (Figure 1). The work of mining machines and mechanisms when mining and extracting ore and coal is accompanied by industrial noise. Its sources are engines of excavators and technological transport, conveyors, hammers. Those workers who work in contact with this equipment are under the impact of the broadband noise. The analysis of professional sickness rate showed the highest spreading of professional sensory neural hearing loss among this category of workers.

All workers with newly revealed sensory neural hearing loss were older than 39 years and had the service term more than 17 years. The average age and service term of sick workers accounted for 51.2 and 26.3 years, respectively.

When working in a pit there dominates total vibration. Vibration on the mining machines in octave bands 2, 4, 8, 16 Hz is higher than the permissible value by 2-10 dB and impacts workers across the floor, the seat and the control panel. The cabins bulldozers vibration levels reach 86-92 dB at a frequency of 31.5 Hz.

The third mostly widespread professional disease of pit workers is a vegetative sensory polyneuropathy of forelimbs (Table 1). The main etiological factors of this professional disease are industrial vibration and related occupational hazards: noise, cooling, static tension of shoulder muscles and shoulder girdle, forced rejected position of the body and others.

Machinists of excavators and other processing machines, while for almost the entire shift in the cab, exposed the total (low-frequency) of vibration is more than quarry workers of other professions.

All workers with primary diagnosed disease were older than 44 years and had probation 18 years. Average age and probation of workers accounted for 51.7 and 27.3 years, respectively.

According to the data of scientists of RSCE "National Center of Professional Health and Professional Diseases of the Republic of Kazakhstan", [3] coal mine dust and fumes are leading unfavorable hygienic factors when working in a pit. A significant impact on the concentration of dust and gases in the work zone air is determined by seasonal and daily fluctuations in the temperature, humidity and air speed, the type and intensity of precipitation.

Industrial dust is present in the air of the working zone in the majority of industrial processes and often exceeds MPC by tens and hundreds times. The main sources of dust emissions in pits are bucket excavators, blasting, the

movement of vehicles and bulldozers, tractors. At this there was established the equity of the dust emission sources in the air pollution of pits: 25% of the dust emitted when the bucket excavators work, 10% within the operation of drilling rigs, 17.7 from vehicles, 7% from bulldozers, 3% when blasting.

The highest dust concentration in the air is marked in the warm year season, at the depth of 70 m (MPC excess is up to 7 times).

The air dustiness at the stripping works exceeds 2-3 times the permissible level in production units the concentration of dust in the zone of breathing of machinists and assistants of machinists of excavators exceeds 7 times the maximum permissible concentration in the warm season, and 5 times in the cold season.

The basic sources of forming toxic gases (hydrogen sulphide, nitrogen oxide, formaldehyde, acrolein, oxide of carbon and others) are drilling and blasting, the work of motor transport, bulldozers, thermal units.

The gases concentration in the working zone air as far as deepening the mining works increases sharply, exceeding the maximum permissible concentration up to 6-7 times. The dust and gases concentration in the working zone air in the cold year season is more stable, in the warm year season it exceeds 2-7 times the maximum permissible concentration in the workplaces of excavator machinists when executing their basic labor operations.

According to Table 1, chronic obstructive bronchitis takes the fourth position spreading among the workers of pits (11.8%).

The basic harmful industrial factor that impacts on development of this disease is industrial dust, in some cases high gases emission in the working zone air could be added.

Industrial dust is the most substantial harmful industrial factor. The most serious impact of dust is typical for the excavator machinists.

All workers with the primary diagnosed disease were older than 52 with the service term no less than 28 years.

Osteoarthritis of elbow joints of the pit workers is the least spread as compared to other professional diseases (5.9%) (Table 1). Harmful industrial factors that impact the development of this disease are lifting and transferring weights, functional overstrain of limbs, forced body position, body overcooling.

This professional disease was diagnosed in workers older than 50 who had the service term 27 and over.

Thus, the undertaken study showed that the excavator machinists and drivers of freight motor-vehicle are mostly subject to professional diseases when working in pits. Their labor activity occurs in the conditions of the most complete complex of harmful industrial factors impact, such as significant gas emission and dustiness of the working zone air, intensive noise, vibration, an uncomfortable microclimate, muscle loading, forced body position. In spite of the fact that the safe probation of these workers (18 years) exceeds the period of exploitation of the used technological machines, a more careful selection of new techniques is topical taking into account its ergonomic and hygienic parameters (controllability, comfort of work, level of sound and vibration within the work and others).

## LITERATURE

1. Development of optimum systems of medical care of industrial enterprises employees for the prevention of developing occupational diseases //D. Yskak, G.A. Kaminskaya, E.D. Dalenov, L.L. Karp/ Report on R&D (final). – Astana, 2007. – P. 72.
2. Yemelin P.V., Sattarova G.S., Kudryavtsev S.S. Professional incidence of employees of mines in the Karaganda coal basin//Proc. of the scientific and practical conference “Prevention of the Anthropogenic Accidents Caused by Changing the Geomechanical Conditions of the Massif in the course of Developing Mineral Deposits of the Republic of Kazakhstan”, September 23, 2011, Karaganda. – P. 80-82.
3. Studying efficiency of treatment-and-prophylactic food and vitamin preparations effect by workers of productions with harmful working conditions in aspect of protection and adaptation of organism// D. Yskak, G.A. Kaminskaya, S.K. Karabalin, V.A. Uzbekov / Report on R&D (intermediate). – Astana, 2007. – P. 73.

UDC 621.039:502.3=111

# ***Nuclear Power Effects on Environment and Measures of Controlling them***

*N. NASRAT, Master degree student,  
Karaganda State Technical University, BM&N department*

**Keywords:** nuclear power; environmental effects, drawbacks and benefits of nuclear power; measures for preventing negative effects.

## **Introduction**

Health and healthy body is great blessing of God's for human, though it still largely depends on human activities, such as proper diet regimen, exercise or adequate physical activities, as well as clean and appropriate environment and other up. Sometimes there takes place environmental contamination through natural disasters and sometimes it happens by machinery, factories, construction works, wars and other activities which are usually used by the manpower.

Electric power in today's time is the most essential element in human beings for the comfortable life that is produced by water, coal, natural gas, oil and nuclear reactors. Electric energy in production of different types of construction materials, food, clothing transportation equipment, etc. brings positive changes in the lives of humans.

Electric power, on the one hand, is a good facility for human life but on the other hand, electric power production can cause contamination of the environment, so that the human life is in danger, then there should be used measures in the production of electric energy to prevent its harmful effects.

We tried to describe risks and benefits from nuclear energy.

## **1 Nuclear power**

There are a lot of different types of power sources across the world that produces electricity in a lot of different ways. There are methods that use the power of nature, such as: hydroelectric power which uses the power of water to spin a turbine, windmills that use the power of the wind to spin a generator, and solar power which uses the heat from the sun. There are also man-made methods such as: power plants that burn coal, generators that burn gasoline, and plant that burn wood to use the heat from the fires to produce electricity.

There is also nuclear power, which uses the heat from a radioactive isotope to produce electricity [1].

Nuclear power generates electricity using the extreme heat developed by uranium atoms splitting (fission) in a reactor. The heat changes water to steam, which turns a turbine connected to an electricity generator [2].

Uranium and plutonium, the byproduct of nuclear fission, which is the process used to create nuclear energy, and are extremely unstable if not maintained perfectly in the correct conditions. The instability of these two radioactive elements can lead to both dangerous and destructive outcomes.

Nuclear power is formed by energy harnessed from a natural resource. It is produced in power plants or power houses. Nuclear power is efficient, uses fewer natural resources, and adds a minimal amount of pollution to the atmosphere (Wilcox 1996). In the same respects, nuclear power can be very dangerous and produce long term negative effects to the environment. Radioactivity is extremely harmful, not only to the environment, but also to the people who come in contact with it [1].

Nuclear power has been presented as providing net environmental benefits. Specifically, nuclear power makes no contribution to global warming through the emission of carbon dioxide. Nuclear power also produces no notable sulfur oxides, nitrogen oxides, or particulates. When nuclear power is produced, nothing is burned in a conventional sense. Heat is produced through nuclear fission, not oxidation. Nuclear power does produce spent fuels of roughly the same mass and volume as the fuel that the reactor takes in. These spent fuels are kept within the reactor's fuel assemblies, thus unlike fossil fuels, which emit stack gasses to the ambient environment, and solid wastes at nuclear power plants are contained throughout the generation process. No particulates or ash are emitted. In the following table 1 see the emission levels of

electric power source.

Table1 – Emission levels of electric power sources [3]

The Environmental Protection Agency (EPA) identifies the following average emission levels in the production of 1 MWh of electricity Pounds of Emissions per MWh (megawatt hour)				
	Coal	Oil	Natural Gas	Nuclear
Carbon Dioxide	2249	1672	1135	0
Sulfur Dioxide	13	12	0.1	0
Nitrogen Oxides	6	4	1.7	0

Nuclear power technology produces materials that are active in emitting radiation and are therefore called “radioactive”. These materials can come into contact with people principally through small releases during routine plant operation, accidents in nuclear power plants, accidents in transporting radioactive materials, and escape of radioactive wastes from confinement systems [4].

## 2 Environmental Effects of Nuclear power

A power plant can affect the environment by its construction and by its operation. These effects, or impacts, can be either temporary or permanent [5]. The nuclear power effects on environmental occur by the following ways.

### 2-1 Radiation

The principal risks associated with nuclear power arise from health effects of radiation. This radiation consists of subatomic particles traveling at or near the velocity of light 186,000 miles per second. They can penetrate deep inside the human body where they can damage biological cells and thereby initiate a cancer. If they strike sex cells, they can cause genetic diseases in progeny [4].

The radiation emanating from the decay of radioactive nuclides is a major source of radiation pollution. Radiations can be categorized into two groups namely the non-ionizing radiations and the ionizing radiations.

**Non-ionizing** radiations are constituted by the electromagnetic waves at the longer wavelength of the spectrum ranging from near infra-red rays to radio waves.

These waves have energies enough to excite the atoms and molecules of the medium through which they pass, causing them to vibrate faster but not strong enough to ionize them. In a microwave oven the radiation causes water molecules in the cooking medium to vibrate faster and thus raising its temperature.

**Ionizing radiations** cause ionization of atoms and molecules of the medium

through which they pass. Electromagnetic radiations such as short wavelength ultra

violet radiations (UV), X-rays and gamma rays and energetic particles produced in nuclear processes, electrically charged particles like alpha and beta particles produced in radioactive decay and neutrons produced in nuclear fission, are highly damaging to living organisms.

Electrically charged particles produced in the nuclear processes can have sufficient energy to knock electrons out

of the atoms or molecules of the medium, thereby producing ions. The ions produced in water molecules, for example, can induce reactions that can break bonds in proteins and other important molecules. An example of this would be when a gamma ray passes through a cell, the water molecules near the DNA might be ionized and the ions might react with the DNA causing it to break. They can also cause chemical changes by breaking the chemical bonds, which can damage living tissues. The ionizing radiations cause damage to biological systems and are, therefore, pollutants.

### 2-2 Accidents at nuclear power plants

Nuclear fission in the reactor core produces lot of heat which if not controlled can lead to a meltdown of fuel rods in the reactor core. If a meltdown happens by accident, it will release large quantities of highly dangerous radioactive materials in the environment with disastrous consequences to the humans, animals and plants. To prevent this type of accidents and reactor blow up, the reactors are designed to have a number of safety features.

In spite of these safety measures two disasters in the nuclear power plants are Noteworthy- namely at ‘Three Mile Island’ in Middletown (USA) in 1979, at Chernobyl (USSR) in 1986. In both these cases a series of mishaps and errors resulted in over heating of the reactor core and lot of radiation was released into the environment.

These two disasters are a reminder that nuclear power reactors require a constant up gradation of safety measures. Accidents with nuclear submarines also points to the same [6].

The outcome from the accidental release of radioactive material from a nuclear power plant into the environment is far more destructive and long term than the release of other energy producing materials, such as coal, oil, or other fossil fuels. Cleanup is also a lot more difficult and hazardous. The effects of the release of radioactive material can last several billion years and can forever change the environment where it occurred [1].

### 2-3 Waste disposals

Nuclear facilities have one large drawback in that their operation results in large amounts of low and high level waste. High level waste consists of spent uranium fuel rods that can no longer be used for energy or reprocessed into another element that can yield power. Low level waste consists largely of water and used equipment from the nuclear facility in which power is being generated. Both types of wastes occur in relatively low levels, but they are both highly toxic [7].

Waste from a nuclear plant is primarily a solid waste, spent fuel, and some process chemicals, steam, and heated cooling water. Such waste differs from a fossil fuel plant’s waste in that its volume and mass are small relative to the electricity produced. The waste is under the control of the plant operators and subsequent waste owners or managers, including the Department of Energy, until it is disposed.

Solid waste from a nuclear plant or from a fossil fuel plant can be toxic or damaging to the environment, often in ways unique to the particular category of plant and fuel. Waste from the nuclear power plant is managed to the point of disposal, while a substantial part of the fossil fuel waste, especially stack gases and



particulates are unmanaged after release from the plant. The volume of wastes from the nuclear plant is substantially less and better controlled [3].

### **2-4 Within the mining process**

The mining process of uranium for a nuclear power plant causes the same environmental effects as the mining of coal, on a smaller scale. The mining process

also produces lead, a hazardous material known to cause cancer, birth defects, and

other human and environmental problems. Uranium, unlike many other sources of

energy, such as wind, water, and sun, is a non-renewable resource. During mining,

to keep ground water from entering the underground mine, uranium contaminated

water is often pumped into local rivers and lakes, polluting that water as well [1].

### **3 Drawbacks of nuclear power**

**3-1** There is no safe disposal of nuclear waste.

- Nuclear power creates extremely harmful radioactive wastes (used uranium), and there is no safe disposal method for it [2]. As of 2012, Canada had over 56,000 tons of highly radioactive nuclear waste and nowhere to put it [12].

- The current method of dealing with nuclear waste is to put it in a canister and

submerge it in a pond constructed for this purpose, or to contain it in a concrete cylinder. After 40 or 50 years, when its radioactivity begins to decay, the wastes are buried underground [2].

- Nuclear waste has a radioactive half-life of 25,000 years; nuclear wastes dangerous remain for 250,000 years, posing huge costs and risks for future generations [12], posing grave risks to humans and the environment if exposed.

**3-2** There is serious issues of safety and exposure during nuclear electricity generation.

- Today's nuclear power plants employ improved technologies and stricter safety regulations, greatly reducing the risk of future accidents, but there is still the potential for serious catastrophe. In the past, nuclear accidents have resulted in death, serious illness, and extreme environmental damage, and their impact continues for generations.

- Nuclear power plants routinely emit low level radioactivity that may pose cancer risks for nearby communities.

- Plants can also leak other hazardous materials.

**3-3** Mining and transporting of uranium is destructive.

- Mining uranium is a dangerous process, exposing humans and the environment to radioactivity.

- Mining uranium contributes to water pollution and land damage. Mining disrupts, even destroys, the area being mined.

- The mining process results in both the deliberate routine release and accidental spill of contaminated water, leading to the potential poisoning of nearby waterways and threatening the local environment and human residents.

**3-4** Nuclear power operations involve large quantities of water, as well as thermal discharge.

- Huge amounts of water are needed for cooling the plant during operation, and to develop steam to turn turbines.

- Water used for cooling is released back into the environment after cycling through the plant. This alters the temperature of the local body of water and may harm or kill aquatic life. This is called thermal discharge.

**3-5** Uranium is a non-renewable resource.

- It doesn't take a lot of uranium to generate electricity, and plants need to be refueled only once a year, but there is a finite amount of uranium on the planet. Once it's gone it's gone.

**3-6** Nuclear power plants are very expensive and take a long time to complete.

- For example, the Darlington Nuclear Plant in Ontario cost \$15 billion and took over ten years to build [2] it was finally completed in the mid-1980s [12].

Nuclear waste disposal is also extremely expensive. Canada estimates that it will need as much as \$24 billion to dispose of its nuclear waste [2].

### **4 Benefits of nuclear power**

**4-1** Nuclear power does not cause greenhouse gas emissions or air pollution.

During electricity generation, nuclear power does not release greenhouse gases (GHGs) or air pollutants.

**4-2** It is a reliable source of electricity.

Nuclear power is a non-intermittent source, so it can supply electricity constantly and reliably.

**4-3** There are abundant supplies of uranium.

There are uranium deposits around the world, and only a small amount of uranium is needed to generate electricity in a nuclear power plant.

**4-4** Nuclear power has relatively little impact on the local environment during electricity generation. Nuclear power generation results in a fairly low level of water pollution and land disruption under normal circumstances.

### **5 Measures for prevention or controlling negative effects of nuclear power**

#### **5-1 The international cooperation on nuclear safety obligations**

A significant concern of nuclear power facilities is the ability to safely contain the radiation inherent in the system. The goal is not solely to provide energy to the public, but to prevent radioactive energy from escaping into the environment outside of the plant. Even a small leak of radioactive materials from a nuclear power plant could have far reaching environmental and human health implications [7].

There is a great deal of international cooperation on nuclear safety issues, in particular the exchange of operating experience under the auspices of the World Association of Nuclear Operators (WANO) which was set up in 1989. In practical terms this is the most effective international means of achieving very high levels of safety through its four major programs: peer reviews; operating experience; technical support and exchange; and professional and technical development.

The obligations of the Parties are based to a large extent on the principles contained in the International Atomic Energy Agency (IAEA) Safety Fundamentals document the Safety of Nuclear Installation. These obligations cover for in-



stance, sitting, design, construction, operation, the availability of adequate financial and human resources, the assessment and verification of safety, quality assurance and emergency preparedness [8].

**5-2 The nuclear plant structure and engineering risks assessments for safety**

A nuclear power plant is where energy is formed when nuclear fission or fusion takes place. So far, however, only the power of fission has been controlled and used for energy. There are many parts of the nuclear power plant, including the reactor, generator, control room, cooling systems, and the electrical, air, and water lines. The heart of the nuclear power plant is its reactor, which contains a few hundred fuel assemblies. The reactor core is encased in a pressured steel tank with walls several inches thick. In most reactors, this vessel is enclosed in a containment structure. This is a steel-reinforced concrete dome that is about three feet thick and serves as the outermost barrier between the plant and the environment around it.

This helps prevent radiation from escaping the plant [9].

**5-3 Solid waste management**

Solid waste management is the collection, transport, processing or disposal, managing, and monitoring of solid waste materials. The term usually relates to materials produced by direct or indirect human activity, and the process is generally undertaken to reduce their effect on health, the environment, or aesthetics. Waste management is distinct practice

form recovery, which focuses on delaying the rate of consumption of natural resources. The management of wastes treats all materials as a single class, whether solid, liquid, gaseous, or radioactive substances and the objective are to reduce the harmful environmental impacts of each through different methods [11]. Waste from nuclear plants will be buried at shallow depths (typically 6 m) in soil [4]. So if the above measurements and the obligation of IAEA will be take in consideration the nuclear power is suitable for the purpose of electricity.

**Conclusions**

As the exigency of electricity for the human life it is necessity to have this facility. From the above discussion we can conclude:

- 1 Nuclear power makes no contribution to global warming and air pollution
- 2 A significant concern of nuclear power facilities is the ability to safely contain radiation inherent in the system.
- 3 There are abundant supplies of uranium deposits around the world, and only a small amount of uranium is needed to generate electricity in a nuclear power plant.
- 4 There is a great deal of international cooperation on nuclear safety issues (World Association of Nuclear Operators (WANO))
- 5 The obligations of the International Atomic Energy Agency (IAEA). These obligations cover, for instance, sit-

Table 2 – Classification of engineering risks assessment by applications or activities [10]

Type of engineering risk assessment	Application or activity
Conceptual design evaluations	Determine the viability of a particular site for a particular facility.
	Analyze and compare competing technologies or processes.
	Evaluate the risks of emerging technologies.
Detailed studies	Identify risk-dominant scenarios to provide guidance for refinements in the design of a system or facility.
	Analyze and compare the reliability or availability of system/component options.
	Provide specifications to design components, systems, or structures that will have high reliability and protection against severe natural phenomena.
	Analyze and improve a facility’s training programs, operator-equipment interfaces, and operating procedures.
	Determine optimum safety limits, equipment outage times, and testing frequencies to minimize risk.
	Analyze acceptable risk to document the importance of risk-based design features and systems interactions data.
Facility operations studies	Carry out a risk-based analysis of operating events.
	Design and implement risk-based trends and patterns.
	Improve system availability.
	Enhance component inspection, testing, monitoring, and maintenance based on component failure analysis.
	Evaluate and prioritize safety issues.
	Evaluate, select, and schedule modification.
	Assess continued operations.
Enhance safety, emergency, and accident management information and training.	
Management support studies	Provide risk-based perspectives for decision-making.
	Provide information for allocating resources (staff, budgets) and identifying research needs.
	Measure safety performance.
	Perform risk-based quality assurance and audits.
Policy/standards development studies	Assess and develop rules, standards, and safety criteria.
	Develop safety measures, goals, and criteria.
	Assure coordination and consistency of safety goals and criteria.

ting, design, construction, operation, the availability of adequate financial and human resources, the assessment and verification of safety, quality assurance and emergency preparedness.

With the accepted obligations of the IAEA and engineering risks assessment of application or activity conditions, we can say that nuclear power energy is a proper source of electricity.

### LITERATURE

1. <http://www.ukessays.com/essays/environmental-sciences/negative-aspects-of-nuclear-power-plants-environmental-sciences-essay.php>
2. <http://www.ecospark.ca/wattwize/students/nuclear>
3. [http://nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-energy/issues/health-environment/moens\\_nuclear\\_power\\_environment.html](http://nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-energy/issues/health-environment/moens_nuclear_power_environment.html)
4. <http://physics.isu.edu/radinf/np-risk.htm>
5. <http://psc.wi.gov/thelibrary/publication/electric/electric15.pdf>
6. <http://download.nos.org/333coursee/10.pdf>
7. <https://classes.soe.ucsc.edu/cmpe080e/spring05/projects/energy/environmental.htm>
8. <http://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx>
9. <http://www.123helpme.com/view.asp?id=91643>
10. <https://str.llnl.gov/str/risk.html>
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/environmental\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/environmental_engineering)
12. <http://www.davidsuzuki.org/issues/climate-change/science/energy/nuclear-energy/>

## РЕЗЮМЕ

УДК 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., ШИЛЬНИКОВА И.О. **Компетентностная модель выпускника в контексте ГОСО нового поколения.**

Обозначены причины перехода от знаниево-ориентированного подхода обучения к компетентностному. Выявлена сущность компетентностного подхода. Дано определение компетентностной модели выпускника. Обозначены различия между компетентностной моделью выпускника и компетентностной моделью специалиста. Показаны возможности использования профессиональных стандартов в подготовке профессионально-компетентного выпускника. Дана краткая оценка профессионального стандарта «Геофизические методы исследования скважин» в контексте разработки образовательной программы. Актуализируется необходимость сотрудничества сфер труда и высшего образования.

УДК 796.011. ГОЛОВИН И.Л., ЭРЗЯМКИНА И.В. **Влияние различных средств и форм физического воспитания на физическую и психоэмоциональную сферы студентов (Часть 1).**

Работа отражает результаты исследований, проведенных в КартТУ в 2015-2016 гг. Объективными предпосылками исследований служат поиски стимуляции к занятиям физической культурой и выявление взаимного влияния эмоциональной сферы и занятий физической культурой и спортом.

Снижение уровня здоровья студентов в последние десятилетия приобрело устойчивый характер. В то же время информационные и психологические нагрузки на организм в процессе обучения в вузе постоянно возрастают. Это сопровождается увеличением числа студентов, имеющих отклонения здоровья. В условиях дефицита времени на фоне имеющегося снижения функциональных резервов возникает дополнительное напряжение адаптационных механизмов, что приводит к прогрессирующему ухудшению здоровья. Для улучшения возможностей организма проведен анализ показателей развития скоростно-силовых качеств и выносливости среди студентов 1 курса по специальностям. Для определения физической подготовленности студентов специальной медицинской группы проведен контроль нормативов, а также определена эффективность силовых упражнений в процессе физического воспитания студентов в данной группе.

УДК 796.034. ШИЛОВ И.А., КУЖАХМЕТОВ С.Б., САДЕНОВ Р.М. **Инновационные подходы в повышении спортивного мастерства по пауэрлифтингу студентов.**

Рассмотрена одна из проблем тренировки спортсменов в пауэрлифтинге, а именно необходимость использования компьютерных технологий для повышения качества подготовки спортсменов-пауэрлифтеров. Исследование данной темы ещё раз показало, что современный тренер должен в полной мере владеть знанием компьютера и работы в интернете, чтобы повысить контроль тренировочного процесса и рост результатов в спорте. Также на примере студентов – спортсменов КГПИ наглядно

ЭОЖ 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., ШИЛЬНИКОВА И.О. **Жаңа буындағы ЖМББС аясындағы түлектің білікті моделі.**

Білім-бағытталған оқыту тәсілдемесінен біліктілік тәсілдемесіне көшу себептері белгіленген. Біліктілік тәсілдемесінің маңызы анықталған. Түлектің білікті моделіне анықтама берілген. Білікті түлек пен білікті маман арасындағы айырмашылықтары белгіленген. Кәсіби-білікті түлекті дайындау кезіндегі кәсіби стандарттарды қолдану мүмкіндіктері көрсетілген. Білім беру бағдарламасын дамыту аясында «Ұңғыманы зерттеудің геофизикалық әдістері» кәсіби стандарты қысқаша бағаланған. Жұмыс және жоғарғы білім беру салаларының ынтымақтастығын дамыту қажеттілігі жандандырылған.

ЭОЖ 796.011. ГОЛОВИН И.Л., ЭРЗЯМКИНА И.В. **Студенттердің дене және психоэмоционалық жағдайларына түрлі дене тәрбие құралдары және түрлері (1-ші бөлім).**

Бұл еңбек ҚарМТУ-де 2015-2016 жж. өткізілген зерттеулердің нәтижелерін қамтып көрсетеді. Дене шынықтырумен айналысуды ынталандырудың жолдарын іздеу және спортпен, дене шынықтырумен айналысу мен эмоционалық халдің арақатынасын анықтау осы зерттеудің алғышарттары болып табылады.

Соңғы онжылдықта студенттердің денсаулық деңгейінің төмендеуі орнықты сипат алды. Сонымен қатар, ЖОО-да оқу кезінде организмге ақпараттық және психологиялық жүктеме қалыпты түрде ұлғаюда. Бұл денсаулығында ауытқуы бар студенттер санының көбеюіне қосылады. Уақыт кемшілігі жағдайында, бар функционалдық қорларының азаю аясында бейімделу механизмдері қосымша жүктемеге тап болады, бұл денсаулықтың үдемелі нашарлауына алып келеді. Организм мүмкіндіктерін жақсарту мақсатында мамандықтар бойынша 1 курс студенттерінің төзімділік және жылдамдық-күштік қасиеттерінің көрсеткіштерінің дамуы талданды. Студенттердің дене дайындығын анықтау үшін арнайы медициналық топ нормативтер бақылауын жасады, сонымен қатар, осы топтағы студенттердің дене тәрбие үдерісіндегі күштік жаттығулардың тиімділігі анықталды.

ЭОЖ 796.034. ШИЛОВ И.А., КУЖАХМЕТОВ С.Б., САДЕНОВ Р.М. **Дене шынықтыру, спорт және туризм факультеті студенттерінің пауэрлифтинг бойынша спорттық шеберлігін жетілдірудегі инновациялық тәсілдер.**

Пауэрлифтингтегі спортшылардың жаттығуындағы мәселелердің бірі қарастырылған, яғни спортшы-пауэрлифтерлердің дайындық сапасын жетілдіру үшін компьютерлік технологияларды қолдану қажеттілігі қарастырылды. Бұл тақырыпты зерттеу осы заман бапкері жаттығу үдерісін бақылауды және спорттағы нәтижелердің өсуін қамтамасыз ету үшін компьютерді және интернеттегі жұмысты білуі қажет екенін

UDC 378.014.24(1-87). PAK Yu.N., SHILNIKOVA I.O. **Graduate Competence-Based Model in New Generation SOSE Context.**

There are shown the reasons of transition from the knowledge-oriented approach of training to the competence-based one. There is revealed the essence of the competence-based approach. There is given the definition of the graduate a competence-based model. There are shown the distinctions between the graduate competence-based model and the specialist competence-based model. The possibilities of using professional standards in training of a professional and competent graduate are shown. A short assessment of the professional standard "Geophysical Methods of Well Survey" in the context of developing the educational program is given. There is staticised the need of cooperation of the spheres of labor and higher education.

UDC 796.011. GOLOVIN I.L., ERZYAMKINA I.V. **Influence of Various Means and Forms of Physical Training on Physical and Psychoemotional Spheres of Students (Part 1).**

The work reflects the results of the studies carried out at KSTU in 2015-2016. The objective prerequisites of the study serve searching for stimulation to deal with physical culture and identification of mutual influence of the emotional sphere and physical culture and sport. Decreasing the level of students' health in the last ten-anniversaries acquired a steady nature. At the same time information and psychological loads on the organism at a higher education institution are constantly increased in the training process. It is followed by increasing the number of students having health problems. In the conditions of the time deficit against the background of the available decreasing functional reserves there emerges an additional stress of adaptable mechanisms that leads to the progressing deterioration of health. For improving the opportunities of the organism there is carried out the analysis of indicators of developing high-speed and power qualities and endurance among the 1-year students in specialties is. For determining physical readiness of students of a special medical group there was carried out the control of standard rates and there was defined the efficiency of power exercises in the course of physical training of students in this group.

UDC 796.034. SHILOV I.A., KUZHAKHMETOV S.B., SADENOV R.M. **Innovative Approaches to Increasing Sports Skills in Powerlifting at Students of Physical Culture, Sport and Tourism Department.**

There is considered one of the problems of training athletes in powerlifting, namely the need of using computer technologies for improving the quality of training athletes-powerlifters. Studying this subject has once again shown that the modern trainer shall possess a full knowledge of the computer and work in the Internet to increase yjr control of the training process and growth of results in sport. On the example of students of athletes of KSPI it is visually shown that introducing "powerlifting" sport in the

показано, что внедрение вида спорта «пауэрлифтинг» в систему вузовского образования является своего рода долгосрочной программой физического развития современной молодежи. Доказано, что необходима научно обоснованная специальная литература при подготовке спортсменов-пауэрлифтеров. Исследования в этом направлении позволяют спортсмену добиваться высоких результатов в спорте. Также раскрыты проблемы этого вида спорта и на основании работ ведущих специалистов-тренеров по тяжелой атлетике и пауэрлифтингу, указаны ошибки в подготовке спортсменов и пути их решения.

УДК 621.7. ОТЕНИЙ Я.Н., МУРАВЬЕВ О.П., ТКАЧЕВА Ю.О., ШАХМЕТОВА А.Ф. **Повышение точности длинных валов и тонкостенных труб протягиванием и дорнованием.**

Рассматриваются вопросы наружной обработки длинных тонкостенных труб. Описывается актуальность данной проблемы, анализируются уже существующие методы обработки наружной поверхности труб, выявляются их особенности и недостатки. Подробно рассматриваются два способа протягивания: остроконечной протяжкой и протяжкой с дорнующим элементом. Определены факторы, влияющие на процесс обработки. Получены зависимости влияния длины трубы на критические силы  $R_{кр}$  при различных толщинах стенок труб. Составлена дополнительная поясняющими графиками зависимостей.

УДК 621.891. ЖАРКЕВИЧ О.М. **Минимизация остаточных напряжений в газотермических покрытиях.**

Рассмотрена проблема минимизации остаточных напряжений в газотермических термонейтральных композиционных покрытиях. Описана методика определения остаточных напряжений. Отжиг является наиболее эффективным методом снижения остаточных напряжений. Приведены зависимости остаточных напряжений от толщины газотермического покрытия при отжиге с различными температурами. Экспериментально установлены значения линейного износа газотермических покрытий с отжигом и без отжига. Износостойкость газотермических покрытий зависит от величины остаточных напряжений. Минимизация остаточных напряжений газотермических покрытий достигается регулированием температурных режимов отжига.

УДК 669.054.79. КАТРЕНОВ Б.Б., ЖУМАШЕВ К.Ж., НАРЕМБЕКОВ А.К., НАГУМАН С.Б. **Изучение возможности обесцинкования шлама газоочистки доменного цеха растворами соляной кислоты.**

Рассматривается возможность переработки шламов газоочистки доменного производства гидроталлургическим способом с целью их возврата в производственный цикл. Основным способом утилизации доменного шлама в настоящее время является его использование в качестве добавки в шихту агломерации железорудного сырья. Главной задачей при утилизации доменных шламов является их обесцинкование. При этом содержание цинка в шламе после удаления цинка не должно превышать 0,5%. Получена трехфакторная зависимость степени удаления цинка при выщелачивании и представлена номограмма степени удаления цинка. Из номограммы следует, что для достижения необходимой степени удаления цинка концентрация соляной кислоты в растворе для выщелачивания шлама должна быть не менее 10%. Анализ литературных данных и результаты лабораторных опытов показали возможность утилизации отходов доменного и листопрокатного производства методом солянокислого выщелачивания с получением продуктов, возвращаемых в производственный цикл.

тағы бір рет дәлелдеді. Сонымен қатар, КГПИ студенттері үлгісінде «пауэрлифтинг» спортын ЖОО-ның білім беру жүйесіне енгізу осы заман жастарына арналған ұзақ мерзімді дене дамыту бағдарламасы болып табылады. Спортшы-пауэрлифтерлерді дайындау кезінде ғылыми негізделген әдебиет қажет екені дәлелденді. Осы бағыттағы зерттеулер спортшыға жоғары нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ауыр атлетика мен пауэрлифтинг бойынша жетекші маман-бапкерлердің жұмыстары негізінде спортшыларды дайындаудағы қателер және оларды шешу жолдары, осы спорт түрінің мәселелері көрсетілген.

ӘОЖ 621.7. ОТЕНИЙ Я.Н., МУРАВЬЕВ О.П., ТКАЧЕВА Ю.О., ШАХМЕТОВА А.Ф. **Ұзын біліктер мен жұқа қабырғалы құбырлардың дәлдігін созу және өзектеу арқылы жоғарылату.**

Мақалада жұқа қабырғалы құбырлардың сыртқы өңдеу сұрақтары талқыланады. Осы сұрақтың керектігі, қазіргі уақытта бар тәсілдер анализі жүргізіледі және де олардың (тәсілдердің) оң-терісі талқыланады. Екі түрлі тарту тәсілі талқыланады: өткір бұрышты тарту және дорн элементпен тарту. Өңдеуге әсер ететін факторлар анықталған. Құбырдың ұзындығымен күштік құбырдың әртүрлі қалыңдығында бір-біріне әсері анықталды. Мақала – графиктермен толықтырылған.

ӘОЖ 621.891. ЖАРКЕВИЧ О.М. **Газды-термиялық жабындардағы қалдық кернеулерді азайту.**

Мақалада газды термиялық термобейтараптық композиционды жабындарда қалдық кернеулер азайту мәселесі қарастырылған. Қалдық кернеулерді анықтау әдістемесі баяндалған. Металды босандату қалдық кернеулерді азайтуға арналған тиімді әдіс болып табылады. Қалдық кернеулердің әртүрлі температуралармен металды босандату кезіндегі газды термиялық қалыңдығынан байланыстар келтірілген. Металды босандатумен және металды босандатусыз газды термиялық жабындардың сызықтық тозуының мәндері эксперименталды түрде орнатылған. Газды термиялық жабындардың тозуға төзімділігі қалдық кернеулердің шамасына байланысты. Металды босандатудың температуралық режимдерін реттеу арқылы газды термиялық жабындарда қалдық кернеулердің минимизациясына қол жеткізіледі.

ӘОЖ 669.054.79. КАТРЕНОВ Б.Б., ЖУМАШЕВ К.Ж., НАРЕМБЕКОВ А.К., НАГУМАН С.Б. **Тұз қышқылы ерітінділерімен темірлік цехтың газдан тазалау шламын мырышсыздандыру мүмкіндіктерін зерттеу.**

Өндіріс цикліне қайтару мақсатында гидроталлургиялық әдіс арқылы домналық өндірістің газдан тазалау шламын қайта өңдеу мүмкіншіліктері қарастырылады. Домналық шламы қайта пайдаланудың негізгі тәсілі – оны темір шикізатын шоғырландыру кезінде шихта ретінде қолдану. Домналық шламы қайта қолдану кезінде басты фактор – оларды мырышсыздандыру. Бұл ретте, мырышсыздандырудан кейін шламдағы мырыш мөлшері 0,5%-дан аспауы қажет. Сілтісіздендіру кезіндегі мырышты кетіру деңгейінің үшфакторлы тәуелділігі анықталды, және мырышты кетіру деңгейінің номограммасы көрсетілді. Қажетті мырышсыздандыру деңгейіне қол жеткізу үшін сілтісіздендіру ерітіндісіндегі тұз қышқылының концентрациясы 10%-дан кем болмауы қажет екенін номограммдан байқауға болады. Әдеби ақпаратты және зертханалық тәжірибе нәтижелерін талдау домналық және металл илемдеу өндірісінің қалдықтарын өндіріске өнімді қайтаратын тұз қышқылы сілтісіздендіру арқылы қайта өңдеу мүмкіншілігі бар екенін көрсетті.

system of the higher school education is a kind of the long-term program of physical development of modern youth. It is proved that there is needed scientifically reasonable special literature when training athletes-powerlifters. Studies in this direction permit the athlete to achieve good results in sport. There are also revealed the problems of this sport and on the basis of the works of leading specialists-trainers in weightlifting and powerlifting there are specified mistakes in training athletes and the way of their correction.

UDC 621.7. OTENIY Ya.N., MURAVYOV O.P., TKACHYOVA Yu.O., SHAYAKHMETOVA A.F. **Increasing Long Shaft and Thin-Walled Pipes Accuracy by Drawing and Burnishing.**

There are considered the issues of the external processing of long thin-walled pipes. There is described this problem relevance, analyzed already existing methods of processing external surface of pipes, their features and shortcomings come to light. In details there are considered two ways of drawing: a peaked broach and a broach with a burnishing element. The factors influencing the process are defined. Dependences of the pipe length influence on critical forces  $P_{кр}$  are obtained at various thickness of the pipe walls. The article is added with the explaining diagrams of dependences.

UDC 621.891. ZHARKEVICH O.M. **Minimization of Residual Stresses in Gas-Thermal Coatings.**

The article deals with the problem of minimization the residual stresses in composite thermoneutral thermal spray coatings. Method of determining residual stress is described. Annealing is the most effective method of reducing residual stress. Dependence of residual stresses from thickness of thermal coating at different temperatures of annealing is shown in the article. Linear wear of thermal coatings with annealing and without annealing is established experimentally. The wear resistance of thermal coatings depends on the magnitude of residual stresses. Minimization of residual stress in thermal coatings achieved by controlling the temperature of annealing conditions.

UDC 669.054.79. KATRENOV B.B., ZHUMASHEV K.ZH., NAREMBEKOV A.K., NAGUMAN S.B. **Studying Possibility of Dezincing Slime of Gas Purification of Blast Furnace Shop with Hydrochloric Acid Solutions.**

There is considered the possibility of conversion of gas purification slimes of blast furnace production by the hydrometallurgical method for the purpose of their return to the production cycle. The basic method of utilization of blast furnace slime is its use as an additive in the furnace charge of agglomeration of iron ore raw materials now. The main task of utilization of blast furnace slimes is their dezincing. At this the content of zinc in slime after removal of zinc shan't exceed 0.5%. There is obtained a three-factorial dependence of extent of zinc removal when leaching and presented the nomogram of extent of zinc removal. It follows from the nomogram that for achieving the needed extent of zinc removal the concentration of hydrochloric acid in solution for leaching slime shall be at least 10%. The analysis of literature data and the results of laboratory trials showed the possibility of waste recycling of blast furnace and sheet-rolling production by the method of muriatic leaching with product receipt returned in the production cycle.



УДК 669.168:669.781:669.893. АКБЕРДИН А.А., КАРБАЕВ М.М. **Математическая модель диаграммы фазового состава системы BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.**

Создана математическая модель фазового состава системы BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Она позволяет по химическому составу исходного материала определить его фазовый состав. Решается и обратная задача – определение вида и количества компонентов исходной шихты для получения изделия требуемого фазового состава. Установлено наличие в исследуемой трехкомпонентной системе 12 индивидуальных фаз. Приведены примеры использования модели для оценки фазового состава шлаков. Модель предназначена для оценки фазового состава боросиликатных стекол. Она достаточно корректно описывает фазовый состав бористых мембран. Может быть дополнена для описания стеклокерамических фритт. В настоящей работе она использована для металлургических шлаков.

УДК 535.243. ГРИНБЕРГ М., ЖАНТУРИНА Н.Н. **Спектроскопические характеристики оксисульфида иттрия и оксисульфида лантана, активированных европием и европием с эрбием.**

Работа выполнена в Гданьском университете, Актюбинском региональном государственном университете им. К. Жубанова. Приведены результаты спектроскопического анализа оксисульфидов иттрия и лантана, активированных европием и европием с эрбием. Спектры люминесценции исследуемых образцов получены при длинах волн возбуждения 378,5 нм и 980 нм. При этом фотонами с длиной волны 378,5 нм Er<sup>3+</sup> возбуждается в состояние <sup>4</sup>G<sub>11/2</sub>, затем система релаксирует в излучающие состояния <sup>2</sup>H<sub>9/2</sub>, <sup>2</sup>H<sub>11/2</sub>, <sup>4</sup>S<sub>3/2</sub> и <sup>4</sup>F<sub>9/2</sub>. При длине волны 980 нм Er<sup>3+</sup> используется двухфотонное возбуждение. Аналогичный эффект отмечен и для оксисульфида лантана. При анализе спектров кинетики люминесценции образцов La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S было замечено, что при возбуждении фотонами с длиной волны 980 нм La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S: 1%Er с 9%Yb наблюдается усиление люминесценции в течение 200 мкс после возбуждения. Полученный эффект может быть использован при создании материалов сцинтилляторов и материалов для квантовой обработки информации.

УДК 622.1:528(075). СӘБДЕНБЕКҰЛЫ О., БЕСИМБАЕВА О.Г., НИЗАМЕТДИНОВ Р.Ф., ОЛЕЙНИКОВА Е.А. **Исследование проявления горных ударов при ведении работ на глубоких горизонтах Иртышского месторождения.**

Статья посвящена вопросам исследования проявления горных ударов при ведении работ на глубоких горизонтах Иртышского месторождения. Для проведения анализа напряженно-деформированного состояния горного массива были выполнены исследования физико-механических свойств горных пород Иртышского месторождения. Также уделено внимание анализу и изучению структурных особенностей горного массива: разрывных нарушений и трещин. Выполнен анализ напряженно-деформированного состояния горного массива по основным типам горных пород. Сделан обзор геодинамического районирования Иртышского месторождения для определения участков, склонных к проявлению горного давления в виде горных ударов. Даны рекомендации о взаимном расположении сближенных горных выработок, а также при отработке рудных тел междукамерных целиков очистного блока и возможность появления заколообразования в потолочных и междукамерных целиках, окружающих массив.

ӘОЖ 669.168:669.781:669.893. АКБЕРДИН А.А., КАРБАЕВ М.М. **BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> жүйесінің фазалық құрам диаграммасының математикалық құрамы.**

BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> жүйесінің фазалық құрамының математикалық үлгісі құрылды. Бұл бастапқы материалдың химиялық құрамы арқылы оның фазасын анықтауға мүмкіндік береді. Талап етілген фазалық құрамға ие болу үшін қажетті бастапқы шихта компоненттерінің саны мен түрінің анықтауы сияқты кері міндеттер де шешіледі. Зерттеліп отырған үш компонентті жүйенің 12 жеке фазаларының болуы анықталған. Қождың фазалық құрамын бағалауға арналған үлгілердің мысалдары келтірілген. Үлгі бор-силикатты шынының фазалық құрамын анықтауға арналған. Ол бор-жарғақшаларының фазалық құрамын нақты сипаттайды. Шыныкерамикалық фриттарда бағалау үшін толықтырылуы мүмкін. Бұл жұмыста бұл үлгі металлургиялық қождар үшін қолданылған.

ӘОЖ 535.243. ГРИНБЕРГ М., ЖАНТУРИНА Н.Н. **Еуропиймен және еуропийдің эрбиймен қоса белсендірілген иттрий және лантан оксисульфидтерінің стереоскопиялық сипаттамасы.**

Берілген жұмыс Гданьск университетінде және Қ.Жубанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінде орындалған. Еуропиймен және еуропийдің эрбиймен қоса белсендірілген иттрий және лантан оксисульфидтерінің спектроскопиялық анализ нәтижелері келтірілген. Зерттелетін үлгілердің люминесценция спектрлері 378,5 нм және 980 нм толқын ұзындықтарында алынған. Мұнда 378,5 нм ұзындықтағы фотондармен Er<sup>3+</sup> <sup>4</sup>G<sub>11/2</sub> күйіне қозады, содан жүйе <sup>2</sup>H<sub>9/2</sub>, <sup>2</sup>H<sub>11/2</sub>, <sup>4</sup>S<sub>3/2</sub> және <sup>4</sup>F<sub>9/2</sub> сәуле шығару күйлеріне ауысады. 980 нм толқын ұзындығында Er<sup>3+</sup> иондарына екіфотондық қозу пайдаланылады. Лантан оксисульфиді үшін сәйкес құбылыс байқалған. La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S үлгілерінің люминесценция кинетикасы спектрлерінің анализі уақытында La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S: 1%Er 9% Yb үлгілерін 980 нм толқын ұзындығында қоздырғанда, қоздырудан кейін 200 мкс бойы люминесценция күшеюі байқалған. Байқалған құбылысты сцинтиллятор-материалдарды және ақпаратты кванттық өңдеу материалдарын жасақтағанда пайдалануға болады.

ӘОЖ 622.1:528(075). СӘБДЕНБЕКҰЛЫ О., БЕСИМБАЕВА О.Г., НИЗАМЕТДИНОВ Р.Ф., ОЛЕЙНИКОВА Е.А. **Ертіс кенорнының терең деңгейіктерінде жұмыс жүргізу кезіндегі тау жыныс соққыларының пайда болуын зерттеу.**

Мақала Ертіс кенорнының терең деңгейіктерінде жұмыс жүргізу кезіндегі тау жыныс соққыларының пайда болуын зерттеу мәселелеріне арналған. Тау сілемінің кернеулі-деформацияланған күйін талдау мақсатында Ертіс кенорнының тау жыныстарының физико-механикалық қасиеттері зерттелген. Сонымен қатар, тау сілемінің құрылымдық ерекшеліктері – үзілісті бұзылулар және жарықтар, талдауға және зерттеуге көңіл бөлінген. Негізгі тау жыныс түрлері бойынша тау сілемінің кернеулі-деформацияланған күйінің анализі жасалған. Тау жыныс соққылары пайда болуы мүмкін телімдерді анықтау мақсатында Ертіс кенорнының геодинамикалық аудандастыруына шолу жасалған. Жанасқан тау-кен қазбаларының өзара орналасуы туралы ұсыныстар берілген. Сонымен қатар, тазартылыс блогының камерааралық кентірегінде кен денелерін өңдеу мен сілемді қоршайтын төбе және камерааралық кентіректерде жарықтардың пайда болуы мүмкіндігі туралы ұсыныстар жасалды.

UDC 669.168:669.781:669.893. AKBERDIN A.A., KARBAYEV M.M. **Mathematical Model of Diagram of BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> System Phase Structure.**

There has been developed a mathematical model of the phase composition of the BaO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system. It permits to identify its phase composition by the chemical composition of the initial material. There is also solved the inverse problem: identification of the type and quantity of the initial furnace burden components for obtaining a product of the required phase composition. There is identified the existence of 12 individual phases in the studied three-component system. There are given examples of using the model for the assessment of the phase composition of slags. The model is designed to evaluate the phase composition of borosilicate glass. It describes quite correctly the phase composition of boron membranes. It can be recharged to depict the glass-ceramic frits. In the present work it is used for metallurgical slags.

UDC 535.243. GRINBERG M., ZHANTURINA N.N. **Spectroscopic Characteristics of Yttrium Oxysulfide and Lanthanum Oxysulfide Activated by Europium and Europium with Erbium.**

The work was done at Gdansk University and K. Zhubanov Aktobe Regional State University. The results of spectroscopic analysis of yttrium and lanthanum oxysulfides, doped by europium and europium codoped by erbium were described in article. The luminescence spectra of the samples were obtained at excitation wavelengths of 378.5 nm and 980 nm. In this case photons with the wavelength 378.5 nm transit Er<sup>3+</sup> to the state in <sup>4</sup>G<sub>11/2</sub>, then the system relaxes into emitting states <sup>2</sup>H<sub>9/2</sub>, <sup>2</sup>H<sub>11/2</sub>, <sup>4</sup>S<sub>3/2</sub> and <sup>4</sup>F<sub>9/2</sub>. At the wavelength 980 there is used two-photon excitation of Er<sup>3+</sup> ions. A similar effect was observed for lanthanum oxysulfide. In the analysis of kinetics luminescence spectra of La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S samples it was noticed that upon excitation with photons having the wavelength 980 nm La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S: 1 to 9% Er% Yb luminescence up-conversion observed for 200 microseconds after excitation. The resulting effect can be used for obtaining scintillator materials and materials for quantum processing of information.

UDC 622.1:528(075). SABDENBEKULY O., BESIMBAYEVA O.G., NIZAMETDINOV R.F., OLEYNIKOVA E.A. **Studying Manifestation of Mining Bursts when Performing Operations at Deep Levels of Irtysh Field.**

The article deals with studying rock bumps when performing operations at the deep levels of the Irtysh deposits. To analyze the stressed-and-strained state of the rock massif there were carried out studies of physical and mechanical properties of rocks of the Irtysh deposit. The attention was also paid to the analysis and study of structural features of the rock massif: its faults and cracks. The analysis of stressed-and-strained state of the rock massif was made on the main types of rocks. There is made the review of the geodynamic zoning of the Irtysh field to identify the areas prone to rock pressure manifestation in the form of rock bursts. There are given recommendations on the relative position of adjacent mines, as well as when mining ore bodies interchamber pillars cleaning unit and the possibility of flaw-forming in the ceiling and inter-chamber pillars surrounding the massif.



УДК 622.23:622.8.812. ДРИЖД Н.А., МУСИН Р.А., АХМАТНУРОВ Д.Р., ЗАМАЛИЕВ Н.М., АГЫБАЙ Д.А. **Математическая модель распространения жидкости в угольном пласте.**

Рассмотрены проблемы заполнения жидкостью в выработанных пространствах ликвидированных шахт. При помощи математической модели проанализированы характерные особенности угольных шахт и поведения жидкости в горном массиве. Обоснована необходимость создания методики, алгоритмов и программ расчетов на ЭВМ параметров фильтрации жидкостей и газа. Особое внимание обращается на задачи фильтрации, пористость пород, задачи пропитки. На основе проведенного исследования авторами предлагаются расчеты параметров распространения жидкостей в пласте, дается его определение, формулируются основные характеристики гидродинамического анализа, составляющие газопроницаемость через коэффициенты заполнения.

УДК 550.5. КУРГАНСКИЙ В.Н., РУЧКО К.А., ПОРТНОВ В.С. **Разделение нефтенасыщенных и водонасыщенных пород-коллекторов по данным ИННК на примере изучения пород Малодевичкого месторождения.**

Импульсный нейтрон-нейтронный каротаж (ИННК) в комплексе с другими геофизическими исследованиями скважин широко используется при поисках, разведке и разработке нефтегазовых месторождений. Метод позволяет получить сведения о нейтронных свойствах горных пород и флюидов, которые их насыщают. Величины показаний ИННК зависят от нейтронных параметров системы «скважина – пласт». В статье рассматривается возможность разделения пород-коллекторов по характеру их насыщения по данным ИННК на примере изучения пород Малодевичкого месторождения. В основе такой классификации на нефтегазонасыщенные и водонасыщенные коллекторы лежит их отличие по нейтронным свойствам, что приводит к различным закономерностям в распределении плотности нейтронов против изучаемых пород в системе «скважина-пласт». Анализируя графики зависимости  $I_{иннк}$  от времени задержки, можно определить оптимальный интервал времени задержки, при котором показания ИННК напротив пластов нефтенасыщенных и водонасыщенных максимально расходятся, что позволяет более однозначно решать эту задачу классификации.

УДК 622.831. ОЖИГИНА С.Б., ИСАБЕК Т.К., САШУРИН А.Д., ОЖИГИН Д.С. **Обеспечение состояния устойчивости карьерных откосов на выходах угольных пластов под наносы. На примере Шубаркольского угольного разреза представлен анализ нарушений устойчивости и причин деформирования откосов в районе выходов угольных пластов под наносы. Выявлен механизм деформирования прибортового массива разреза. Представлены результаты расчетов устойчивости карьерных откосов. На основании выполненных расчетов определены рекомендуемые параметры укрепления бортов разреза. Представлены мероприятия по предупреждению оползневых явлений. Анализ горно-геологической ситуации и нарушений устойчивости карьерных откосов позволил разработать рекомендации по отработке угля в районе выходов угольных пластов под наносы. Представленные в статье рекомендации, разработанные для Шубаркольского угольного разреза, могут быть использованы и на других разрезах с аналогичными горно-геологическими и горнотехническими условиями отработки угля.**

УДК 004.3 ИСКАКОВ К.Т., БЕРДЫШЕВ А.С., ШОЛПАНБАЕВ Б.Б., УЗАКҚЫЗЫ Н. **Интерпретация радарограмм от искусственных объектов. Представлена работа состава экспедиции по подготовке объектов. Описаны искусственные**

ӨОЖ 622.23:622.8.812. ДРИЖД Н.А., МУСИН Р.А., АХМАТНУРОВ Д.Р., ЗАМАЛИЕВ Н.М., АГЫБАЙ Д.А. **Көмір қабатындағы сұйықтықтың тарауының математикалық моделі.**

Жабылған шахталардағы қазылған кеністіктерді сұйықтықпен толтыру мәселелері қарастырылған. Математикалық модельдің көмегімен көмір шахталарының ерекшеліктері және сұйықтықтың тау сілеміндегі тәртібі талданған. Мақалада газ және сұйықтықтарды сузу параметрлерін ЭЕМ-де есептеу әдістемелерін, алгоритмдерін және бағдарламаларын жасау қажеттілігі негізделген. Сузу, жыныстар кеуектілігі, сіңірту мәселелеріне ерекше көңіл бөлінген. Орындалған зерттеу негізінде авторлар қабаттағы сұйықтықтың тарау параметрлерінің есебін ұсынады, оның анықтамасы беріледі, гидродинамикалық анализдің негізгі сипаттамалары тұжырымдалады, толу коэффициенті арқылы газ өткізгіштігін құрайды.

ӨОЖ 550.5. КУРГАНСКИЙ В.Н., РУЧКО К.А., ПОРТНОВ В.С. **Малодевичкий кен орны жыныстарын зерттеу үлгісінде ИННК мәліметтері бойынша мұнайға қаныққан және суға қаныққан коллектор-жыныстарын бөлу.**

Импульсті нейтрон-нейтрондық каротаж (ИННК) ұңғымаларды басқа геофизикалық зерттеулермен бірге мұнай-газ кен орындарын іздеу, барлау және игеру кезінде қолданылады. Бұл әдіс тау жыныстарының және олар қаныққан сұйықтықтардың нейтрондық қасиеттері туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. ИННК көрсеткіш шамалары «ұңғыма-қыртас» жүйесінің нейтрондық параметрлеріне тәуелді болады. Мақалада Малодевичкий кен орны жыныстарын зерттеу үлгісінде ИННК мәліметтері бойынша мұнайға қаныққан және суға қаныққан коллектор-жыныстарын бөлу мүмкіндіктері қарастырылады. Бұл классификация негізінде мұнай-газға қаныққан және суға қаныққан коллекторлардың нейтрондық қасиеттері бойынша айырмашылық жатыр, бұл «ұңғыма-қыртас» жүйесінің жыныстарын зерттеу кезінде нейтрондардың тығыздығының бөлінуінде түрлі заңдылыққа алып келеді. Кідіру уақытына  $I_{иннк}$  графикаларының тәуелділігін талдай отырып, мұнайға қаныққан және суға қаныққан қыртыстардың ИННК көрсеткіштері бірікпейтін, қалайы кідіру уақыт аралығын анықтауға болады. Бұл осы классификацияның мәселесін бір мағыналы шешуге мүмкіндік береді.

ӨОЖ 622.831. ОЖИГИНА С.Б., ИСАБЕК Т.К., САШУРИН А.Д., ОЖИГИН Д.С. **Үйінділерге арналған көмір тақтасының шығу аудандарындағы қарқар қиябеттерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету**  
Мақалада Шубаркөл көмір кеніші мысалында бос жыныстар астындағы көмір тақтасының шығу ауданында қиябеттердің өзгеру себептеріне және тұрақтылығының бұзылуына сараптама жасалған. Кеніштегі жағдау маңы сілемінің өзгеру механизмі табылған. Кеніш қиябеттерінің тұрақтылығына есептеу нәтижелері көрсетілген. Орындалған есептеулер негізінде кеніш жағдауын бекітуге ұсынылған параметрлері анықталған. Көшкін құбылыстарын алдын алу бойынша шаралар көрсетілген. Кеніш қиябеттерінің тау-кен-геологиялық жағдайларын және бұзылыстарын сараптау бос жыныстар астындағы көмір тақтасының шығу ауданында көмірді өңдеу бойынша ұсыныстарды жасауға мүмкіндік берді. Мақалада арнайы Шубаркөл көмір кенішіне жасалған ұсыныстарды көмірді өңдеудің ұқсас тау-кен-геологиялық және тау-кен-техникалық шарттары бар басқа да кеніштерде қолдануға болады.

ӨОЖ 004.3 ИСКАКОВ Қ.Т., БЕРДЫШЕВ А.С., ШОЛПАНБАЕВ Б.Б., УЗАКҚЫЗЫ Н. **Жасанды объектілерден радарограмма интерпретациясы. Объектілерді дайындау бойынша экспедиция**

UDC 622.23:622.8.812. DRIZHD N.A., MUSSIN R.A., AKHMATNUROV D.R., ZAMALIYEV N.M., AGYBAY D.A. **Mathematical Model of Liquid Distribution in Coal Layer.**

This article discusses the problem of filling the liquid in the developed spaces of abandoned mines. Using a mathematical models there are analyzed the characteristics of coal mines and the fluid behavior in the mining massif. In the article there is revealed the necessity of developing methods, algorithms and software for computer calculation of the liquid and gas filtering options. Special attention is paid to the filtration problems, rock porosity, impregnation. On the basis of the studies carried out by the authors there are proposed to the calculation of the liquids propagation parameters in the reservoir, given its definition with the main characteristics of the hydrodynamic analysis providing gas permeability through the filling factor.

UDC 550.5. KURGANSKIY V.N., RUCHKO K.A., PORTNOV V.S. **Separation of Oil-Saturated and Water-Saturated Reservoir Rocks according to Pulse Neutron-Neutron Logging on Example of Studying Malodevitsky Field Rocks.**

Pulse neutron-neutron logging (PNNL) in combination with other methods of geophysical studies of wells is widely used in prospecting, exploration and development of oil and gas fields. The method permits to obtain the information of the neutron properties of rocks and fluids that saturate them. That is, the values of pulse neutron-neutron logging indicators depend on the neutron parameters of the system "borehole – formation." The article discusses the possibility of separating the reservoir rocks by the nature of their saturation according to pulse neutron-neutron logging on the example of studying rocks of the Malodevitsky deposit. Based on the classification of rocks into oil- and gas-saturated and water-saturated there is the difference of neutron properties, which leads to different laws in the distribution of neutrons against studied rocks in the borehole-formation system. Analyzing the graphs of the pulse neutron-neutron logging dependence on the delay time can determine the optimal delay time interval at which the pulse neutron-neutron logging indicators opposite layers of oil-saturated and water-saturated are maximum different that can uniquely solve the problem of classification.

UDC 622.831. OZHIGINA S.B., ISSABEK T.K., SASHURIN A.D., OZHIGIN D.S. **Providing Stability Condition of Open Pit Slopes at Coal Outbreaks under Sediments.**

In the article there is presented the analysis of causes of deforming open pits slopes in the zone of coal outbreaks under sediments on the example of the Shubarkol open pit, the mechanism of deformation of the massif of open pit. The results of calculating open pit slopes stability are presented. On the basis of the executed calculations the recommended parameters of strengthening the board of open pit are determined. There are presented actions for prevention of the landslide phenomena. The analysis of the mining and geological situation and violations of stability of open pit slopes permitted to develop recommendations on working off coal around coal outbreaks under sediments. Recommendations presented in the article developed for the Shubarkol open pit can be used also at another open pits with similar mining and geological and mining conditions of working off coal.

UDK 004.3 ISKAKOV K.T., BERDYSHEV A.S., SHOLPANBAEV B.B., UZAKKYZY N. **Interpretation of Radarograms from Artificial Objects.**

There is presented the work of the expedition for preparation of objects. There are described

объекты: «Канализационные пластиковые трубы», «Металлическая труба». Представлены эскизы этих объектов. Проведены геофизические обследования. Приведены результаты интерпретации снятых георадарограмм. Определены глубины залегания объектов. Экспериментальные исследования были проведены с помощью георадара «Лоза».

УДК 622.45.001.5. ЖУМАБЕКОВ М.Н., ХАЛИКОВА Э.Р., ИМАНБАЕВА С.Б. **Результаты исследований депрессии на руднике «Ушкатын-3».**

Изложены результаты проведения воздушно-депресссионной съемки на подземном руднике «Ушкатын-3», которая включает анемометрическую и депрессионную съемки, а также температуры и относительной влажности. Обработка результатов замеров воздуха перед главными вентиляторными установками и в действующих горных выработках позволила рассчитать общий баланс воздуха по шахте и определить количество воздуха, поступающего и исходящего, с действующих горизонтов рудника. Также результаты исследования дали возможность скорректировать расчетную схему вентиляционных соединений, построить математическую модель вентиляционной сети и определить параметры ее элементов, выполнить расчет естественного распределения воздуха на компьютере. Было установлено, что в шахту поступает  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  свежего воздуха, по фактическим замерам –  $84,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Количество воздуха, исходящего из шахты по вентиляционным выработкам, согласно расчету и фактическим замерам составляет, соответственно,  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $64,2 \text{ м}^3/\text{с}$ . При этом количество воздуха, участвующее в рециркуляционных процессах, составляет  $\sim 20 \text{ м}^3/\text{с}$ . На основании анализа выполненных расчетов естественного воздухораспределения, данных по фактическим замерам расходов воздуха и депрессии, а также учитывая перспективу развития горных работ, были предложены варианты по оптимизации проветривания рудника.

УДК 625.071. КАДЫРОВ А.С., КУНАЕВ В.А. **Перспективные методы повышения физико-механических характеристик доменного шлака для дорожного строительства.** Рассмотрены основные проблемы использования шлакового щебня в дорожном строительстве. Использование доменного шлака в качестве материала дорожного основания ограничено пористостью, водопроницаемостью, низкой прочностью этого материала. Рассматриваются реально используемые и гипотетические способы повышения физико-механических характеристик доменного шлака. Выполнен анализ методов обогащения каменных материалов. На основании данного анализа разработаны рекомендации по обогащению доменного шлака. Приведены результаты эксперимента по обработке доменного шлака микрокремнеземом.

УДК 622.233.6. ТИМУХИНА Е.Н., ЖУНУСБЕКОВА Ж.Ж. **Установка сил сопротивления движению рабочих органов землеройных машин.** Практика строительства показала, что применение землеройных машин вращательного действия является высокоэффективным и экономически выгодным в условиях скоростного строительства в Республике Казахстан. Рассмотрена технологическая схема метода «стена в грунте». Статья посвящена установлению сил сопротивления движению рабочих органов землеройных машин. Рассмотрена классификация сил, возникающих при работе землеройных машин. По результатам исследования классификации сил выявлены блоки работы рабочих органов вращательного действия. Блоки показывают работу рабочих органов в жидкой и сухой среде. Получены зависимости, являющиеся

зависимости, являющиеся

УДК 622.45.001.5. ЖУМАБЕКОВ М.Н., ХАЛИКОВА Э.Р., ИМАНБАЕВА С.Б. **«Ушкатын-3» кенішіндегі депрессияны зерттеу нәтижелері.**

«Ушкатын-3» кенішіндегі өткізілген ауа-депрессиялық түсірме нәтижелері баяндалған. Ол анемометриялық және депрессиялық түсірмеден және температура мен ылғалдылықты өлшеуден тұрады. Басты желдеткіш қондырғылардың алдындағы мен әрекеттегі тау-кен қазбалардағы ауаны өлшеу нәтижелері шахта бойынша ауа теңгерімін есептеуге, әрекеттегі қабаттардан шығатын және жеткізілетін ауа көлемін анықтауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері желдету жалғауларының схемасын түзетуге, желдету жүйесінің математикалық моделін және оның элементтерінің параметрлерін анықтауға, компьютерде ауа орынды тарауын есептеуге мүмкіндік берді. Шахтаға  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  таза ауа жеткізілетіні анықталды, шын мәнінде бұл сан –  $84,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тау-кен қазбалардың желдету жүйесінен шығатын ауа көлемі  $76,6 \text{ м}^3/\text{с}$  болса, шын өлшемде ол сан –  $64,2 \text{ м}^3/\text{с}$ . Бұл жерде қайта пайдалану үдерістеріне қатысатын ауа көлемі  $\sim 20 \text{ м}^3/\text{с}$ . Орындалған табиғи ауа тарту есептеулерінің нәтижелері, депрессия және ауа шығындарының нақты өлшемдері бойынша мәлімет негізінде, және тау-кен жұмыстарының дамуын ескере отырып, кеніш желдету жүйесін оңтайландыру бойынша нұсқаулар ұсынылды.

УДК 625.071. КАДЫРОВ А.С., КУНАЕВ В.А. **Жол құрылысы үшін домендік шлақтың физика – механикалық сипаттамаларын арттырудың дамуы әдістері.**

Жол құрылысында боқатты ұсақталған тасты пайдаланудың негізгі мәселелері қарастырылды. Домендік шлақты жол жамылғысының негізі ретінде қолдануға оның кеуектілігі, жоғары деңгейде су сіңірмеуі, төменгі беріктілігі үшін шектелген. Мақалада домендік шлақтың физика – механикалық сипаттамаларын арттыру әдістерінің гипотикалық әдістері мен іс жүзінде қолданылатын әдістері қарастырылған. Тас материалдарын байыту әдістерінің сараптамасы жасалған. Осы сараптамалар негізінде домендік шлақты байыту бойынша ұсыныстар жасалған. Домендік шлақты микрокремнеземмен өңдеу бойынша тәжірибе нәтижелері көрсетілген.

УДК 622.233.6. ТИМУХИНА Е.Н., ЖУНУСБЕКОВА Ж.Ж. **Жер қазатын машиналардың айналмалы әрекеттегі жұмыс мүшелері қозғалысының кедергі күштерін орнату.**

Құрылыс тәжірибесінде айналмалы әрекеттегі жер қазатын машиналарды пайдалану Қазақстан Республикасының қарқынды құрылыс жағдайында жоғары тиімді және экономикалық тұрғыда пайдасы зор екенін көрсетті. Мақалада «топырақтағы қабырға» әдісінің технологиялық схемасы қарастырылған. Мақала жер қазатын машиналардың айналмалы әрекеттегі жұмыс мүшелерінің қозғалысының кедергі күштерін орнатуға арналған. Жер қазатын машиналардың жұмысы кезінде туындайтын күштер жіктелімі қарастырылған. Күштер жіктелімін зерттеу нәтижесінде айналмалы әрекеттегі жұмыс мүшелерінің жұмыс блоктары айқын

artificial objects, such as "Sewer plastic pipes", "Metal pipe". There are shown sketches of these objects. There are carried out geophysical surveys. There are presented the results of interpreting the captured georadarograms. There are determined the depths of objects. Experimental studies were carried out using Loza geo-radar.

UDC 622.45.001.5. ZHUMABEKOV M.N., KHALIKOVA E.R., IMANBAYEVA S.B. **Results of Studying Depression at Ushkatyn-3 Mine.**

There are presented the results of carrying out the air-depression survey at the underground Ushkatyn-3 mine which includes anemometric and depression survey, as well as the temperatures and relative humidity measuring. Processing the results of measuring the air before the main ventilatory sets and in the operating workings permitted to calculate the overall balance of the air in the mine and to determine the amount of the air arriving and proceeding from the operating mine levels. The results of studying gave an opportunity to correct the design diagram of ventilating connections, to construct a mathematical model of the ventilating network and to determine parameters of its elements, to calculate the natural distribution of the air on the computer. It was established that into the mine there arrives  $76.6 \text{ m}^3/\text{s}$  of fresh air, in the actual measurements  $84.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . The amount of the air coming from the mine in ventilating workings according to calculation and the actual measurements makes respectively  $76.6 \text{ m}^3/\text{s}$  and  $64.2 \text{ m}^3/\text{s}$ . At this the amount of air participating in recirculation processes makes  $\sim 20 \text{ m}^3/\text{s}$ . Based on the analysis of the executed calculations of the natural air distribution, the data of the actual measuring of the air and depression and taking into account the prospect of developing mining operations, there were proposed the options of optimizing the airing of the mine.

UDC 625.071. KADYROV A.S., KUNAYEV V.A. **Advanced Methods of Increasing Physical and Mechanical Characteristics of Blast Furnace Slag for Road Building.**

The main problems of using blast furnace slag in road building are considered. Using blast furnace slag as a material for road base is limited because of porosity, water permeability and low strength of this material. This article deals with the really used and hypothetical ways to improve the physical and mechanical characteristics of blast furnace slag. The analysis of methods for the enrichment of stone materials is completed. On the basis of this analysis there are developed recommendations for enrichment of blast furnace slag. There are presented the results of experimental processing of blast furnace slag by microsilica.

UDC 622.233.6. TIMUKHINA Ye.N., ZHUNUSBEKOVA Zh.Zh. **Setting Force of Resistance to Earth-Moving Machine Working Bodies Movement.**

The practice of construction showed that using earth-moving machines rotary action is highly effective and cost-effective in terms of high-speed development in the Republic of Kazakhstan. The article describes the technological method of a "slurry wall". According to the survey classification forces identified blocks of the working bodies of the rotational action. The blocks show the work of the working bodies in the liquid and dry environment. The article deals with the establishing resistance to the movement of working bodies of earth-moving machines, classification of the forces arising during the earthmoving machinery. There are obtained the dependencies which are the basis for

основой для разработки математических моделей движения работы рабочего органа вращательного действия.

УДК 624.159.5. ЖАКУЛИНА А.А., НАСРАТ Н. **Анализ результатов исследования прочности грунтов.**

Рассматриваются грунты основания четвертичного возраста, отличающиеся разнообразностью и изменчивостью физико-механических свойств во времени, вследствие увлажнения. Формирование или изменение во времени и в пространстве физико-механических и фильтрационных свойств грунтов под воздействием нагрузки, прежде всего, оказывает влияние на устойчивость и прочность, а также на деформируемость основания здания и сооружения. Исследования и анализ физических свойств глинистых грунтов показывает, что по глубине влажности увеличивается от маловлажного до насыщенного водой. При этом степень влажности колеблется в пределах  $S_r = 0,48-0,99$  и постоянно изменяется от полутвердого до пластичного. Характерной особенностью являются высокая плотность до  $\rho = 2,11 \text{ г/см}^3$  и низкая пористость от  $e = 0,571 - 0,741$ . Результаты определения прочностных свойств (угол внутреннего трения и сцепление) суглинков нарушенной структуры показывают, что различные методы приводят к неодинаковым их значениям. При расчетах для выбора модели основания необходимо тщательно определять расчетные прочностные параметры грунтов во избежание ошибок в процессе проектирования.

УДК 531:(075.8)52088. ГАНЮКОВ А.А., БАЛАБЕКОВА К.Г. **Расчет пространственной рамы модульного путепровода.**

Основное место в статье отведено расчету металлической пространственной рамы ортогонального модуля мобильного путепровода. Для этих целей применен точный аналитический метод – метод перемещений. Исследуется силовое и напряженное состояния рамы ортогонального модуля путепровода. На основе метода перемещений получена общая разрешающая матрица, позволяющая производить расчеты подобных сооружений при различных геометрических, изгибных и крутильных характеристиках элементов пространственной рамы. Результаты приведены в виде расчетных эпюр внутренних усилий изгибающих, крутящих моментов, поперечных и продольных сил. Приведены примеры проверки условий прочности и устойчивости конструкций с учетом динамических эффектов от воздействия подвижного состава на работу несущих конструкций мостового переезда.

УДК 656. МАЛЫБАЕВ С.К., ИМАШ Ж.К. **Развитие АСУ сортировочными станциями для оперативно-диспетчерского управления местной работой.**

Разработаны принципы автоматизации функций узлового диспетчера и комплексной системы управления местной работой с диспетчерского центра управления поездной и грузовой работой в железнодорожном узле. Рассмотрена возможность внедрения в существующую автоматизированную систему управления сортировочной станцией и перспективной автоматизированной системы управления линейного уровня для оперативно-диспетчерского управления местной работой. Основная задача железнодорожного транспорта – своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей в перевозках грузов и пассажиров, повышение экономической эффективности работы. В организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте большую роль играет автоматизированная система управле-

нием. Блокстар жұмыс мүшелерінің сұйық және құрғақ ортадағы жұмысын көрсетеді. Айналымды әрекеттегі жұмыс мүшесінің қозғалысының математикалық моделін әзірлеу үшін негіз болып табылатын тәуелділіктер алынған.

ӘОЖ 624.159.5. ЖАКУЛИНА А.А., НАСРАТ Н. **Жердің беріктігін зерттеу нәтижелерін талдау.**

Мақалада ғимарат негіздері топырақтарының физико-механикалық қасиеттері ылғалдануына байланысты, уақыт аралығындағы өзгерістері қарастырылған. Топырақтардың физикалық қасиеттері тереңдігіне байланысты ылғалдығының өзгеретінін көрсетеді және құмдардың үлесінің барлығын байқатады. Топырақтар тығыздығы  $\rho = 2,11 \text{ г/см}^3$  және кеуектілігі  $e = 0,571 - 0,741$  тең болып ол қасиеттерінің жоғары мөлшеріне сәйкес келеді. Қаттылық қасиеттерін анықтағанда әртүрлі зерттеулердің болжамы әр қилы болатынын ескеру керек. Топырақтар табиғи құралымы ылғалдануына байланысты өз қасиеттерін көлемді және уақыт аралықтарында күрт өзгертеді. Бұл өзгерістер іргетастардың шамадан тыс шөгугіне және қаттылығына әсер тигізеді. Іргетастар жобалау сатыларындағы есептеу барысында топырақтар қасиеттерін толық және дұрыс қабылдап анықтау керек.

ӘОЖ 531:(075.8)52088. ГАНЮКОВ А.А., БАЛАБЕКОВА К.Г. **Модульдік өткелдегі кеңістіктік раманы есептеу.**

Осы ұсынылған жұмыста автомобильдерге арналған ортогональды-бағдарланған құрамды-бөлшектегінен көпірлік өткел бойындағы кеңістік каркас құрайтын металдан жасалған раманың орын ауыстырулар тәсіл арқылы күштік және кернеулік күй қалпы зерттелінді. Осы аталған раманың көлденең қимасы-жұқа қабырғалы құбыр шеттеріне төрт тең бүйірлі ұшбұрыштармен жиектелген құрамды түрінде тағайындалған. Кеңістіктік рама элементтеріндегі геометриялық, иілу және бұралу сипаттамаларын есепке ала отырып осыған ұқсасты жүйелерді орын ауыстыру тәсілімен есептеуге мүмкіндік тудыратын жалпыланған есептік матрицасы қаланған. Нәтижелері иілу, бұралу моменттерімен, көлденең және бойлық күштер түрінде келтіріп берілген. Өтпелі көпір конструкцияларында жылжымалы келіктердің әрекетінен туындайтын динамикалық әсерін есепке алып, осы көпірдің конструкцияларын беріктікке және орнықтылыққа тексеру мысалдары келтірілген.

ӘОЖ 656. МАЛЫБАЕВ С.К., ИМАШ Ж.К. **Жергілікті жұмысты жедел-реттеулік басқаруға арналған сұрыптау станцияларын басқаратын АЖД.**

Мақалада теміржол торабындағы пойыздық және жүк жұмыстарын диспетчерлік орталықтан басқарудың, жергілікті жұмысты кешенді басқару жүйесінің және торап диспетчерінің жұмыстарын автоматтандыру қағидалары негізделді. Жергілікті жұмыстың шұғыл-диспетчерлік басқарылуына қолданыстағы сұрыптау стансаларындағы автоматты басқару жүйесін және сызықтық деңгейдегі автоматты басқару жүйесін қолдануды енгізу мүмкіндігі қарастырылады. Теміржол көлігінің басты міндеті – жүк және жолаушыларды тасымалдауда сапалы және қажеттіліктерін толық қанағаттандыру, экономикалық тиімділігін арттыру. Теміржол көлігінде тасымалдау үрдісін ұйымдастыруда сұрыптау стансаларындағы автоматты басқару жүйесі ең маңызды рөл атқарады. Тораптағы кешенді басқару жүйесін құру үшін автоматтандырылған жұмыс

developing mathematical models of the working body of the rotary action movement.

UDC 624.159.5. ZHAKULINA A.A., NASRAT N. **Analyzing Results of Studying Soil Strength.**

This article discusses the undercoats of the founding of the Quaternary age characterized by diversity and variability of physical and mechanical properties over time, due to moisture (i.e. increasing humidity). Shaping or changing in time and space of physical and mechanical and filtration properties of soils under impact of a load primarily affects stability and strength, as well as deformation of the building foundation and structures. The studies and analyzing physical properties of clay soils show that at a depth humidity increases from littlemoist to saturated with water. Thus the degree of humidity hesitates within the limits of  $S_r = 0,48...0,99$  and the condition changes from noncompressed to plastic. A characteristic feature is high closeness up to  $\rho = 2,11 \text{ g/cm}^3$  and subzero porosity from  $e = 0,571...0,741$ . The results of determining strength properties (angle of internal friction and coupling) of loams of undisturbed structure show that different methods lead to their not identical values. When selecting the model for calculating bases it is necessary to define carefully the calculated strength parameters of soil in order to avoid errors in the design process.

UDC 531:(075.8) 52088. GANYUKOV A.A., BAL-ABEKOVA K.G. **Designing Dimensional Frame of Modular Overpass.**

In the article the main attention is paid to designing a metal dimensional frame of the orthogonal module of the mobile overpass. For this purpose, the exact analytical method that is the method of conveyances is applied. The power and stressed state of the frame of the orthogonal module of the overpass is investigated. On the basis of the method of conveyances there is obtained a general resolution matrix permitting to carry out designing similar constructions at various geometrical, flexural and torsional characteristics of dimensional frame elements is received. The results are given in the form of the designing epures of the internal efforts of flexural strains, torsional forces, cross and longitudinal forces. The examples of checking the conditions of strength and stability of structures taking into account dynamic effects of the transport stock impact on the work of the bearing structures of a bridge crossing are given.

UDC 656. MALYBAYEV S.K., IMASH Zh.K. **Developing ACS for Switchyards for Operative-Dispatching Control of Local Work.**

There are developed the principles of automatic functioning of the nodal flight controller and complex control system for the local work from the dispatch center of controlling train and cargo work at the railway junction. The possibility of implementing in the existing automated control system for a switchyard and a perspective automated control system of linear level for supervisory control of local work is considered. The main objective of the rail transport is timely, high-quality and complete requirements satisfaction in transportation of goods and passengers, increasing the cost efficiency of the work. In organization of the transportation process on the rail transport a great role is played by the automated control system for switchyards. For developing a complex control system, the work of the junction in the conditions of automation of the workplace it is necessary to study completely and thoroughly the



ния сортировочными станциями. Для создания комплексной системы управления всей работой узла в условиях автоматизации рабочего места необходимо полностью и основательно изучить управляющую деятельность ДНЦУ. Одним элементом комплексной технологии управления работой узла является разработка плана формирования местных поездов на участках железнодорожного узла с учетом изменения структуры вагонопотоков.

#### УДК 657. ПОПОВА Л.А. Что день грядущий нам готовит: признание выручки по-новому.

В системе международных стандартов финансовой отчетности (МСФО) есть ряд стандартов, интерпретаций, которые регламентируют признание выручки. Такой многовариантный подход противоречит идее высококачественных стандартов, что и привело к появлению МСФО (IFRS) 15 «Выручка по контрактам с клиентами», которая вступит в силу в Республике Казахстан с 1.01.2017 года. Ключевой момент стандарта определяет величину выручки в размере ожидаемой оплаты за переданный товар или оказанную услугу. МСФО (IAS) 18 «Выручка» рекомендует оценивать выручку по справедливой стоимости возмещения, согласно которому выручка от безвозмездно передаваемых активов, в рамках сервисного договора (мобильный телефон при контракте на сотовую связь) не признавалась вовсе, а себестоимость актива признавалась как расходы на подключение. С введением нового стандарта выручка от сервисного договора будет делиться на два компонента: выручка от продажи актива (определяемой по справедливой стоимости) и собственно выручка от оказания услуг, которая будет признаваться в размере, меньшем, чем обусловлено в договоре, как раз на сумму выделенного компонента. В статье рассмотрены критерии и момент признания выручки, особенности отражения на счетах контрактных обязательств.

#### УДК 338.01.36. АХМЕТЖАНОВ Б.А., ТЕН Н.В. Проблемы в управлении затратами на примере горного предприятия.

Полноценная и эффективная система управления затратами горного предприятия способна объединить два важных подхода к управлению затратами: стратегический и тактический. В настоящее время используемые способы и методы в управлении затратами ориентированы на тактический подход, целевой установкой которого является оперативный контроль над затратами. Специфика горного предприятия такова, что для снижения затрат в будущем требуются дополнительные капиталовложения, нововведения. А это предполагает существенный акцент в экономическом управлении на стратегическом подходе. В качестве критерия стратегического подхода выступает увеличение конкурентоспособности предприятия, а не минимизация затрат.

#### УДК 336.77. ТАЛИМОВА Л.А., КАЛКАБАЕВА Г.М. Современное состояние банковского кредитования и проблемы обеспечения возвратности кредитов в Казахстане.

Проведен анализ современного состояния банковского кредитования в Казахстане и рассмотрены проблемы обеспечения возвратности банковских кредитов. В настоящее время наблюдается тенденция снижения объемов банковского кредитования. При этом снижается и удельный вес кредитов в объеме совокупных банковских активов и в ВВП. В связи с этим были изучены основные причины, препятствующие развитию банковского кредитования, и предложены отдельные меры по повышению кредитной активности банков второго уровня, учитывающие специфику современного этапа развития рыночной экономики. Кроме того, в ходе исследования была выявлена тенденция

орындағы торап диспетчерінің (ДНЦУ) негізгі қызметтерін толығымен меңгеру қажет. Тораптағы кешенді технологиялық басқару жұмысының бір элементі жергілікті пойыздарды құрастыру жоспарын жинақтауды ескере отырып, вагонағындарының құрамын өзгерту болып табылады.

#### ӘОЖ 657. ПОПОВА Л.А. Келешек күн бізге не дайындауда: түсімді жаңадан тану.

Қаржы есептемесінің халықаралық стандарттары жүйесінде (ҚЕХС) түсімді тануды реттейтін бірқатар стандарттар, түсіндірулер бар. Бұл көпнұсқалы тәсілде жоғары сапалы стандарттар идеясына қарсы шығады, сондықтан бұл Қазақстан Республикасында 1.01.2017 ж. бастап енетін 15 «Клиенттермен келісімшарт бойынша түсім» ҚЕХС (IFRS) пайда болуына алып келді. Стандарттың негізгі бөлімі берілген тауар немесе көрсетілген қызмет үшін алынатын төлем мөлшеріне тең түсім шамасын белгілейді. 18 «Түсім» ҚЕХС (IAS) түсімді әділ орнын толтыру құны бойынша бағалауды ұсынады, бұл стандарт бойынша, өтеусіз берілетін активтер, қызмет келісімшарты аясында (яғни байланыс келісімшарты үшін берілетін ұялы телефон) мүлдем танылмайтын, ал активтің өзіндік құны шығын ретінде танылған. Жаңа стандарт енгізілгенде қызмет келісімшартының түсімі екі компонентке бөлінеді: активті сатудан түскен түсім (әділ құны бойынша анықталады) және қызмет көрсетуден түскен түсім, ол келісімшартта бекітілген шамадан кіші көлемде танылатын болады, яғни бөлінген компонент сомасына тең. Мақалада түсімді тану мезеті мен өлшемдері, келісімшарт міндеттерін шоттарда бейнелеу ерекшеліктері қарастырылған.

#### ӘОЖ 338.01.36. АХМЕТЖАНОВ Б.А., ТЕН Н.В. Тау-кен кәсіпорны үлгісінде шығындарды басқару мәселелері.

Тау-кен кәсіпорнының толық және тиімді шығынды басқару жүйесі шығынды басқаруға екі маңызды амалды – стратегиялық және тактикалық – біріктіруге қабілетті. Қазіргі уақытта қолданылатын тәсілдер мен әдістер тактикалық амалға бағытталған, оның мақсаты шығындарды жедел бақылау болып табылады. Тау-кен кәсіпорнының ерекшелігі – болашақта шығындарды азайту үшін қосымша күрделі қаржы жұмсалымы, жаңа енгізілімдер қажет. Бұл экономикалық басқаруда стратегиялық амалға көңіл бөлуді талап етеді. Стратегиялық амалдың белгісі шығындарды азайту емес, бәсекеге қабілеттілікті жоғарылату болып табылады.

#### ӘОЖ 336.77. ТАЛИМОВА Л.А., ҚАЛҚАБАЕВА Г.М. Қазақстандағы қазіргі банктік несиелеудің жағдайы және несиелердің қайтарымын қамтамасыз етудегі мәселелер.

Мақалада Қазақстандағы қазіргі банктік несиелеудің жағдайы және несиелердің қайтарымын қамтамасыз етудегі мәселелері қарастырылған. Сонымен қатар, Қазақстандағы қазіргі банктік несиелеудің жағдайы және несиелердің қайтарымын қамтамасыз етудегі мәселелеріне талдау мен сараптама жасалынып. Қазіргі уақытта банктік несиелеу көлемінің төмендеп бара жатқаны көрінуде. Сонымен қатар, банктік несиелеудің банктік активтер мен ЖІӨ үлесіндегі көлемі төмендеуде. Осыған байланысты банктік несиелеудің дамуына кедергі келтіретін себептер зерттелінді және де нарықтық экономика спецификасын қарастыратын екінші дең-

managing activities of the RMC. One element of the complex technology of controlling the work of the junction is the plan development of forming local trains on sites of the railway junction taking into account changing the structure of traffic volumes.

#### UDC 657. POPOVA L.A. What does the Future Prepare for Us: New Way of Revenue Recognition.

In the system of international standards of financial reporting (IFRS) there is a number of standards, interpretations which regulate the revenue recognition. Such a multiple approach contradicts the idea of high-quality standards that led to the emergence of IFRS (IFRS) 15 "Revenue under contracts with clients" which would come into force in the Republic of Kazakhstan since 1.01.2017. The key moment of the standard determines the revenue value in the amount of the expected payment for the transferred goods or the rendered service. IFRS (IAS) 18 "Revenue" recommends to state the revenue at fair value compensations according to which the revenue from gratuitously transferred assets, within the service agreement (the mobile phone in case of the contract for cellular communication) wasn't recognized at all, and the cost value of the asset was recognized as expenses for connection. With entering the new standard, the revenue from the service agreement will be divided into two components: proceeds from sales of an asset (determined by fair value) and actually revenue from rendering services which will be recognized in the smaller amount than it is caused in the agreement, just by the amount of the allocated component. In the article criteria and the moment of the revenue recognition, feature of reflection in accounts of contract commitments are considered.

#### UDC 338.01.36. AKHMETZHANOV B.A., TEN N.V. Problems in Cost Management on Example of Mining Enterprise.

The full-fledged and effective cost management system of the mining enterprise is capable to unite two important approaches to cost management: strategic and tactical. Now the used methods and ways of cost management are oriented on the tactical approach which purpose is operating control over costs. Specifics of the moining enterprise is such that for cost reduction there are required additional capital investments, innovations in the future. And this assumes an essential emphasis in economic management on the strategic approach. Increasing competitiveness of the enterprise but not minimizing of costs acts as the criterion of the strategic approach.

#### UDC 336.77. TALIMOVA L.A., KALKABAYEVA G.M. Current State of Bank Lending and Problem of Loans Repayment in Kazakhstan.

The author of the article analyzes the current state of bank lending in Kazakhstan and regards the problem of the bank loans repayment. There is currently a downward trend in bank lending. The share of loans in the amount of total banking assets and GDP are reduced at the same time. In this regard, we studied the main obstacles to the development of bank lending, and proposed some measures to increase lending activity of banks taking into account the specifics of the current stage of developing the market economy. In addition, the study has revealed a significant reduction in the value of the overdue debt for the period 2010-2015, as well as the growth value of the provisions for loans of the banking sector. The further development of Kazakhstan banking sector



значительного снижения величины просроченной задолженности за период 2010-2015 гг., а также рост величины сформированных провизий по кредитам банковского сектора страны. Дальнейшее развитие банковского сектора Казахстана и его способность удовлетворять кредитные потребности субъектов хозяйствования непосредственно связаны с решением существующих проблем высокого уровня неработающих займов, нарастания кредитных рисков.

УДК 004.056.5=512.122. САЙЛАУҚЫЗЫ Ж., САДЫКОВ А.А., КОККОЗ М.М., ЖУНУСОВ Н.У. **Исследование целостности сигналов цифрового соединения на основе многопорогового декодирования.**

Представлен принцип многопорогового декодирования не двоичных сверточных и блочковых самоортогональных кодов. Исследована зависимость эффективности многопороговых декодеров от уровня шума в двоичном симметричном канале при изменении таких параметров кодов, как длина кода, кодовое расстояние и кодовая скорость. Также представлен результат программы, который демонстрирует работу многопорогового декодера (МПД) в случае его использования для декодирования блочкового кода длины  $n=2000$  бит с кодовой скоростью  $R=1/2$  и минимальным кодовым расстоянием  $d=23$ . Программа осуществляет имитацию непрерывной передачи и последующего декодирования бесконечной последовательности кодовых блоков. Представлены основные выводы и результаты выполненной работы.

УДК 621.314.522. НУРМАГАНБЕТОВА Г.С. **Анализ тепловых режимов асинхронных двигателей по динамическим механическим характеристикам.**

Рассмотрена система защиты асинхронного электродвигателя от превышения температуры. Определены типы электродвигателей для проведения имитационных экспериментов. Проведены имитационные эксперименты для различных значений температуры электродвигателя типа 4А с номинальными значениями угловой скорости 750 об/мин и 1500 об/мин. Для разработки наблюдателя температуры использовалась векторная модель АД. Для определения электродинамических характеристик разработана имитационная модель. Определены зависимости параметров динамической электрохимической характеристики в функции температуры статорных обмоток. Получена линейная зависимость между количеством пульсаций и температурой нагрева.

УДК 004.932.4:519.6. СТАРОВОЙТОВ В.В., ИСИН Б.Д., ИСКАКОВ К.Т. **Фильтрация изображений высокочастотными фильтрами.**

Рассмотрены основные методы улучшения изображений в пространственной области. Цифровые изображения, сформированные различными оптико-электронными системами и зарегистрированные разными приемниками, искажаются под действием помех различного характера. Так, искажения изображения вносятся всеми компонентами изображающего прибора, начиная с осветительной системы (например, неравномерность освещенности предмета). Оптическая система вносит искажения, которые называются аберрациями, а электронные приемники излучения – электронный шум. Все помехи, вносимые в цифровое изображение, принято называть шумом. Шум затрудняет как визуальный анализ изображений человеком, так и их автоматическую обработку. Многие методы улучшения изображений уменьшают влияние шума, внесенного в процессе формирования цифрового изображения.

гейлі банкердің несиелеу үрдісіне жағымды әсер ететін ұсыныстар берілген. Одан бөлек зерттеу барысында 2010-2015 жж. үшін мерзімі өтіп кеткен қарыздар көлемінің азайғандығы анықталынды және елдегі банк секторының қалыптасқан провизиялардың өсім өлшемі де байқалынды. Қазақстанның банк секторының одан әрі дамуы және несиелерінің шаруашылық субъектілерін қанағаттандыруы несиелік тәуекелдерінің және жұмыс істемейтін қарыздармен байланысты мәселелердің шешілуінен тікелей тәуелді.

ӘОЖ 004.056.5=512.122. САЙЛАУҚЫЗЫ Ж., САДЫКОВ А.А., КОККОЗ М.М., ЖУНУСОВ Н.У. **Кедергіге төзімді кодтау негізінде сандық байланыстардағы сигналдар тұтастығын зерттеу.**

Берілген жұмыста екілік емес түйінді және блоктық өздік ортогоналды кодтарды көпшектеулі декодтау қағидасы келтірілген. Кодтардың код ұзындығы, кодтық қашықтық және кодтық жылдамдық сияқты параметрлерінің өзгерісі кезінде көпшектеулі декодерлер тиімділігінің екілік симметриялы арнадағы шу деңгейінен тәуелділігі зерттелген. Сонымен қоса, көпшектеулі декодерді (КШД)  $R=1/2$  кодтық жылдамдықты және  $d=23$  минималды кодтық қашықтықты  $n=2000$  бит ұзындықты блоктық кодты декодтау үшін қолдану жағдайындағы жұмысын көрсететін бағдарлама нәтижесі берілген. Бағдарлама кодтық блоктардың үздіксіз жіберілуінің және олардың шексіз ретін декодтау имитациясын жүзеге асырады. Орындалған жұмыстың негізгі қорытындылары және нәтижелері берілген.

ӘОЖ 621.314.522. НУРМАГАНБЕТОВА Г.С. **Динамикалық механикалық сипаттамалары бойынша асинхронды қозғалтқыштардың жылу режимін талдау.**

Мақалада асинхронды электрқозғалтқышты температураның жоғарылауынан қорғау жүйесі қарастырылған. Имитационды эксперименттерді жүргізу үшін электрқозғалтқыштың түрі анықталған. 750 айн/мин және 1500 айн/мин номиналды бұрыштық жылдамдық мәндерімен электрқозғалтқыштың 4А түріне әртүрлі температура мәніне имитационды эксперименттер жасалған. Температураны бақылайтын құрылғыны жасау үшін асинхронды электрқозғалтқыштың векторлық моделі қолданылды. Электродинамикалық сипаттамаларды анықтау үшін имитационды модель құрылған. Динамикалық электрмеханикалық параметрлердің статор орамындағы температураға тәуелділігі анықталған. Лупіл саны мен жылу температура аралығында сызқты тәуелділік алынған.

ӘОЖ 004.932.4:519.6. СТАРОВОЙТОВ В.В., ИСИН Б.Д., ИСКАКОВ Қ.Т. **Жоғары жиілікті сүзбелермен кескіндерді сүзбелеу.**

Мақалада кеңістік аумақтағы кескіндерді жақсартудың негізгі әдістері қарастырылған. Әртүрлі оптико-электрондық жүйелермен қалыптасқан және әртүрлі қабылдаушымен тіркелген цифрлік кескіндер әртүрлі сипаты бар кедергілердің әсерінен өзгереді. Жарық беру жүйеден бастап (мысалы, заттың жарықталғандығының біркелкі еместігі) кескіндік аспаптың барлық компоненттерімен кескіндер өзгерістері жазылады. Оптикалық жүйе бұрмалануды кіргізеді, оларды аберрациялар деп атайды, ал сәулешығарудың электрондық қабылдаушылардан электрондық шуыл пайда болады. Цифрлік кескіндерге кіргізілетін барлық кедергілер шуыл деп аталады. Шуыл адамның көзбен кескіндерді талдауын және оларды автоматтық түрде өңдеуді қиындатады. Цифрлік кескіндердің қалыптасу процесіндегі кіргізілген шуыл әсерін кескіндерді жақсартуға арналған біршама әдістер азайтады.

and its ability to meet the credit needs of business entities are directly related to solving the existing problems of high levels of non-performing loans and growing number of credit risks.

UDC 004.056.5=512.122. SAILAUKYZY ZH., SADIKOV A.A., KOKKOZ M.M., ZHUNUSOV N.U. **Studying Signal Integrity of Digital Connection Based on Multithreshold Decoding.**

In this work there is presented the principle of multithreshold decoding of nonbinary conventional and block self-orthogonal codes. There is discovered the dependence of multithreshold decoders efficiency on the noise level in the such a binary symmetric channel, as the code length, the code distance and the code speed. In addition, this article presents the program result which demonstrates how the multithreshold decoder works in case of using it for decoding a block code with the length  $n=2000$  bit and code speed  $R=1/2$  and the minimal code distance  $d=23$ . The program performs the imitation of continuous transmission and the following decoding of code blocks of infinite sequence. There are also presented the main conclusions and results of the executed work.

UDC 621.314.522. NURMAGANBETOVA G.S. **Analyzing Thermal Modes of Asynchronous Engines According to Dynamic Mechanical Characteristics.**

In the article the system of indirect protection of asynchronous machine from exceeding temperature is described. The types of electric engines are determined for the conducting of imitation experiments. The imitation experiments are conducted for different values of temperature of 4A type electric engine with the nominal value of angular velocity 750 rpm and 1500 rpm. For the development of the observer temperature there was used a vector model of asynchronous engine. The imitation model is developed for determining electrodynamic characteristics. The dependences of the parameters of the dynamic electromechanical characteristics in the function of the stator windings temperature are determined. The linear dependence between the number of pulsations and the heating temperature is obtained.

UDC 004.932.4:519.6. STAROVOYTOV V.V., ISIN B.D., ISKAKOV K.T. **Image Filtration with High-Frequency Filters.**

In the article there are considered the main methods of improving images in the spatial area. Digital images developed by various optical-electronic systems and registered by different receivers are distorted under the impact of noises of various character. So, the distortions of images are brought by all the components of the representing device beginning with the lighting system (for example, unevenness of illumination of the subject). The optical system brings distortions which are called aberrations, and electronic receivers of radiation bring electronic noise. It is accepted to consider all the hindrances brought in the digital image as noise. Noise complicates both the visual analysis of images by a person, and their automatic processing. A lot of methods of improving images reduce the impact of noise brought in the course of forming a digital image.

УДК 622.418. СИДОРЕНЯ Н.И. **Влияние температур воздушной среды на величину изменения сопротивления горных выработок.**

Рассматривается влияние изменения температуры и давления воздушной среды на величину коэффициентов местного и аэродинамического сопротивления подземных горных выработок. Показано, что в условиях действующих шахт и рудников при проведении аэродинамических съемок и определении аэродинамического сопротивления автоматически учитываются температура и атмосферное давление. При проектировании вентиляции все расчеты выполняются по стандартным методикам, которые не учитывают изменения атмосферного давления, температуру воздушной среды и перепады высот между горизонтами. Получены зависимости, позволяющие корректировать величины аэродинамических сопротивлений с учетом состояния воздушной среды. Установлено, что аэродинамическое сопротивление горных выработок не остается величиной постоянной, как это принято считать при выполнении расчетов по стандартным программам, а может увеличиваться или уменьшаться, изменяя расходы воздуха в системе подземных выработок шахт и рудников.

УДК 004.932. СТАРОВОЙТОВ В.В., ИСИН Б.Д., ИСКАКОВ К.Т. **Регистрация цифровых изображений.**

Цифровые изображения могут быть получены посредством регистрации не только привычных глазу картин в видимом диапазоне электромагнитного спектра, но и посредством регистрации невидимых сигналов. Рассмотрены основные типы устройств регистрации и способы преобразования сигналов в цифровые изображения. Томография – это метод получения послойного изображения внутренней структуры некоторого объекта. Томографию применяют при производстве деталей ответственного назначения (для авиации, космоса, автомобилестроения), в электронике и микроэлектронике, в материаловедении, в медицине. Томографические изображения получают с помощью устройств двух типов: на базе рентгеновского излучения и ядерного магнитного резонанса. Приведен томографический метод исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса. Он основан на измерении электромагнитного отклика ядер атомов водорода на возбуждение их определенной комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряженности.

УДК 613.62. КУДРЯВЦЕВ С.С., МАКСИМОВА А.В., МЕРСИЯНЦЕВА А.В., ТОЛЕУОВА М.К., ТОЙШИБЕКОВА М.К. **Уровень профессиональной заболеваемости рабочих карьеров в Республике Казахстан.**

Несмотря на то, что уровень профессиональной заболеваемости работников карьеров оказался существенно ниже, чем у работников угольных шахт и подземных рудников, он значительно превышает средний уровень профзаболеваемости в Республике Казахстан. Проведено исследование извещений о профессиональных заболеваниях и отравлениях работников предприятий горнодобывающей отрасли за последние 5 лет, предоставленных «Национальным Центром гигиены труда и профессиональных заболеваний Республики Казахстан». В структуре профзаболеваемости работников карьеров доминирует хроническая радикулопатия на фоне остеохондроза позвонков. Заболеваемость нейросенсорной тугоухостью в исследованной выборке находится на втором месте. Третьим по распространенности среди профзаболеваний, полученных работниками карьеров, является вегетативно-сенсорная полиневропатия верхних конечностей. Среди работников карьеров наиболее подвержены профессиональ-

ӘОЖ 622.418. СИДОРЕНЯ Н.И. **Тау-кен қазбасының кедергі шамасының өзгеруіне ауа кеністігі температурасының әсері.**

Жерасты тау-кен қазбаларының жергілікті және аэродинамикалық кедергі коэффициенттерінің шамаларына ауа кеністігінің температурасы мен қысымының өзгеруінің әсері қарастырылған. Әрекеттегі шахталар мен кеніштерде аэродинамикалық түсірме жасалған кезде температура және ауа қысымы автоматты түрде есепке алынатыны көрсетілген. Вентиляцияны жобалау кезінде барлық есептеулер стандартты әдістемелер бойынша орындалады, олар ауа қысымы, ауа кеністігінің температурасының өзгеруін және қабат арасындағы биіктіктің алмасуын ескермейді. Ауа кеністігінің күйін ескере отырып, аэродинамикалық кедергі шамаларын түзетуге мүмкіндік беретін тәуелділіктер алынды. Стандартты бағдарламалар бойынша есептеулерді жасау кезінде тау-кен қазбасының аэродинамикалық кедергісі тұрақты шама деп есептелген, бірақ бұл жұмыс ол шаманың өзгеру мүмкіндігін дәлелдеді. Бұл шама көбеюі немесе азаюы мүмкін, оның өзгеруі жерасты шахталар мен кеніштер жүйесінде ауа шығыны өзгертеді.

ӘОЖ 004.932. СТАРОВОЙТОВ В.В., ИСИН Б.Д., ИСКАКОВ К.Т. **Цифрлік кескіндерді тіркеу.**

Цифрлік кескіндер электромагниттік спектрдің көрінетін диапазонындағы көзге дағдылы суреттерді тіркеу арқылы алумен қатар көрінбейтін сигналдарды тіркеумен алуға болады. Тіркеу құрылғылардың негізгі типтері және цифрлік кескіндерге сигналдарды аудару тәсілдері көрсетілген. Томография – бұл кейбір объектінің ішкі құрылымының қабатты кескіндерін алу әдісі. Томографияны жауапты қолданысы бар тетіктерді өндіру кезінде (авиация, космос, автомобиль жасау үшін), электроника мен микро-электроникада, материалтануда, бірақ көп жағдайда медицинада пайдаланады. Томографиялық кескіндер екі типті қондырғылар көмегімен алынады: рентген сәулелену және ядрелік магниттік резонанс базасындағы. Ядрелік магниттік резонанстың физикалық құбылысын қолдану арқылы жануардың ішкі мүшелерін және тканьдарды зерттеудің томографиялық әдісі келтірілген. Ол жоғары кернеулікті тұрақты магнитті өрістерге электромагниттік толқындардың тиісті түрде қысындастырумен қоздырудағы сутегі атомдары ядрелерінің электромагниттік дыбыс беруін өлшеуге негізделген.

ӘОЖ 613.62. КУДРЯВЦЕВ С.С., МАКСИМОВА А.В., МЕРСИЯНЦЕВА А.В., ТОЛЕУОВА М.К., ТОЙШИБЕКОВА М.К. **Қазақстан Республикасының карьер жұмыскерлерінің кәсіби аурушандық деңгейі.**

Карьер жұмыскерлерінің шахта және жер асты кеніштері жұмыскерлерінен кәсіби аурушандық деңгейінің төмендігіне қарамастан, Қазақстан Республикасында ол кәсіби аурулардың орташа деңгейі айтарлықтай басым. «Қазақстан Республикасы Еңбек гигиенасы кәсіби аурулар Ұлттық Орталығы» ұсынуымен, соңғы 5 жылда тау-кен өндіру саласы кәсіпорындары жұмыскерлері кәсіби аурулары және уланулары хабарламаларына зерттеу жүргізілді. Кеніш жұмыскерлері кәсіби аурушандық құрылымында омыртқа остеохондрозы фонында созылмалы радикулит басымдыққа ие. Нейросенсорлы саныраулықпен ауыру зерттеуде екінші орында. Кеніш жұмыскерлерінің ішінде кәсіби аурушандықтың таралуынан үшінші орында тұрған – қолдардың вегетативті-сенсорлық полиневропатиясы. Кеніш жұмыскерлерінің арасында кәсіптік аурушандыққа экскаватор машинистері және ауыр жүк автотехникасы жүргізушілері біршама бейім болады. Олардың еңбек етуі мынадай зиянды өндірістік факторлардың толық кешенінің әсер ету

UDC 622.418. SIDORENYA N.I. **Air Environment Temperatures Impact on Changing Value of Mining Workings Resistance.**

The impact of air temperature on changing the resistance of mine production is the leading problem that mining industry faces. It is shown that in the conditions of operating mines and when carrying out aerodynamic survey and determining aerodynamic resistance the temperature and atmospheric pressure are automatically considered. When designing ventilation all the calculations are carried out by standard techniques which don't consider changing the atmospheric pressure, temperature of the air environment and height differences between the levels. The dependences permitting to adjust aerodynamic resistance taking into account the condition of the air environment are obtained. It is established that the aerodynamic resistance of workings doesn't remain constant as it is considered to be in case of accomplishing designing under standard programs, and can increase or decrease, changing air expenses in the system of underground workings of mines

UDC 004.932. STAROVOYTOV V.V., ISSIN B.D., ISKAKOV K.T. **Registration of Digital Images.**

Digital images can be obtained by means of registration not only of the pictures habitual to an eye in the visible range of the electromagnetic spectrum, but also by means of registering invisible signals. There are considered the main types of devices of registration and ways of signals transformation into digital images. Tomography is a method of obtaining the layer-by-layer image of the internal structure of some object. Tomography is used when producing parts of responsible application (for aircraft, space, automotive industry), in electronics and microelectronics, in materials science, but basically in medicine. Tomographic images are obtained by means of devices of two types: on the basis of X-ray radiation and nuclear magnetic resonance. There is presented the tomographic method of studying internals and tissues with the use of the physical phenomenon of nuclear magnetic resonance. It is based on measuring the electromagnetic response of atomic nuclei of hydrogen to their excitement by a certain combination of electromagnetic waves in the constant magnetic field of a high strength.

UDC 613.62. KUDRYAVTSEV S.S., MAXIMOVA A.V., MERSIYANTSEVA A.V., TOLEUOVA M.K., TOISHIBEKOVA M.K. **Condition of Professional Incidence of Pit Workers in the Republic of Kazakhstan.**

Although the level of professional diseases at pit workers is significantly lower than that of workers of coal mines and underground mines, it is significantly higher than the average level of professional diseases in the Republic of Kazakhstan. Studying notifications of professional diseases and intoxications of enterprise workers in mining industry was carried out for the last 5 years, granted by the «National Center for Professional Health and Professional Diseases of the Republic of Kazakhstan». Chronic radiculopathy on the background of vertebrae osteochondrosis dominates in the structure of professional disease pit workers. The sickness rate of sensory neural hearing loss in the studied group is placed on the second position. The third mostly widespread professional disease of pit workers is a vegetative sensory polyneuropathy of forelimbs. The undertaken study showed that the excavator machinists and drivers of freight motor-vehicle are mostly subject to professional diseases when working in pits. Their labor activity

ным заболеваниям машинисты экскаваторов и водители грузовой автотехники. Их трудовая деятельность протекает в условиях воздействия наиболее полного комплекса вредных производственных факторов: повышенной загазованности и запылённости воздуха рабочей зоны, интенсивного шума, вибрации, дискомфортного микроклимата, физической нагрузки, вынужденного положения тела.

УДК 621.039:502.3=111. НАСРАТ Н. **Воздействия ядерной энергии на окружающую среду и способы их контроля.**

*Представлены теоретические исследования работы атомных электростанций, положительные и отрицательные аспекты и влияние на окружающую среду вырабатываемой энергии. Уровни выбросов двуокси углерода, диоксида серы и оксидов азота зависят от видов электростанций. Также рассмотрены вопросы защиты окружающей среды от радиации и отходов ядерных электростанций. Объясняются риски здоровья при добыче урана и катастрофические последствия ядерной аварии на электростанции. Приводятся обязательства Международного Агентства по атомной энергии по обеспечению безопасности окружающей среды в отношении ядерной установки, инженерной оценки рисков для безопасности в отношении структуры ядерной электростанции.*

жағдайларында өтеді: жұмыс аймағы ауасының жоғары газдалуы және шаңдануы, қарқынды шу, дірілдер, қолайсыз микроклимат, физикалық күш түсу, дененің мәжбүрлі қалыпта болуы.

ЭОЖ 621.039:502.3=111. НАСРАТ Н. **Ядролық энергияның қоршаған ортаға әсері және оны бақылау шаралары.**

*Бұл мақала ядролық энергия, оның жағымды және жағымсыз аспектері және оның қоршаған ортаға әсері, түрлі энергия көздерінен көміртектің қостотығы, күкірт қостотығы және азот тотығының шығарылу деңгейі жөніндегі теориялық зерттеу болып табылады. Онда ядролық қоқыстардың радиациясынан адамдар мен басқа жануарларды қорғау жолдары сипатталған. Уран кенін өндіру және ядролық авария зардаптарының денсаулыққа зияндылығы түсіндіріледі. Атом Қуаты Халықаралық Агенттігінің атом электр станциясын орнату кезіндегі қоршаған ортаны қорғау бойынша міндеттемелері аталып өткен. Инженерлік қауіп-қатерлерді бағалау ядролық станцияның құрылымына байланысты.*

*occurs in the conditions of the most complete complex of harmful industrial factors impact, such as significant gas emission and dustiness of the working zone air, intensive noise, vibration, an uncomfortable microclimate, muscle loading, forced body position.*

UDC 621.039:502.3=111. NASRAT N. **Nuclear Power Effects on Environment and Measures of Controlling.**

*This article presents a theoretical study of the nuclear power energy, the positive and negative aspects and their effects on environment, the emission levels of carbon dioxide, sulfur dioxide and nitrogen oxides of different power sources. There is described, how to protect the peoples and other live animals from the radiation of nuclear wastes material. The healthy risk during the mining of uranium and the nuclear power plant accident disastrous consequences are explained. International atomic energy agency obligations for the safety of environment regarding the Nuclear plant Installation. Engineering risks assessments depend on the safety of nuclear structure plant.*

## 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 двухдипломного образования в магистратуре КарГТУ и институте МЭИ-Festo (по специальности «Автоматизация и управление») получен в процессе реализации программы «Синергия». В Национальном исследовательском университете «МЭИ» и Уральском федеральном университете им. Первого Президента РФ Ельцина Б.Н. прошло семестровое обучение магистрантов кафедры АПП университета по программе УШОС.

Известные в Республике Казахстан, в СНГ и дальнем зарубежье ученые университета приступили к подготовке PhD-докторантов:

в области геотехнологий и безопасности жизнедеятельности – профессора: Дрижд Н.А., Портнов В.С., Низаметдинов Ф.К., Исабек Т.К., Ибраев М.К., Серых В.И.;

в области металлургии и машиностроения – профессора: Исагулов А.З., Жетесова Г.С., Глотов Б.Н., Николаев Ю.А.;

в области строительства, транспорта и экономики – профессора: Байджанов Д.О., Бакиров Ж.Б., Малыбаев С.К., Кадыров А.С., Ахметжанов Б.А., Стеблякова Л.П.;

в области автоматизации и электроэнергетики – профессора: Брейдо И.В., Фешин Б.Н.;

в области проблем высшей школы – 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 2012 г., который по казахстанской базе цитирования составил величину, равную 0,082. 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

E-mail: rio\_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057



## **Правила оформления и представления статей**

Статья представляется в редакцию в двух экземплярах, указывается индекс УДК, дополняется резюме на русском, казахском и английском языках, содержащим не менее 7 предложений, ключевыми словами – не более 15 слов и 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 подрисуночном 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. 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

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 KZ63856000000147366

АО Банк ЦентрКредит

БИК КСЖВКЗКХ

КБЕ 16

БИН 000240004524

**УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ • ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА**  
**2016. № 4. 120 с.**

*№ 15375–ж тіркеу куәлігін 2015 жылдың 27 мамырында Қазақстан Республикасының Инвестициялар және даму министрлігінің жанындағы Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитеті берген*

*Регистрационное свидетельство №15375–ж от 27 мая 2015 года выдано Комитетом связи, информатизации и информации при Министерстве по инвестициям и развитию Республики Казахстан*

*Әдеби редакторлар – Литературные редакторы*  
***Р.С. Искакова, Г.К. Жакупканова***

*Аудармашылар – Переводчики*  
***Г.Г. Нурсейтова, Н.М. Драк***

*Компьютерлік ажарлау және беттеу – Компьютерный дизайн и верстка*  
***М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева***

---

Жарыққа шыққан күні	29.12.2016	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	15,3	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	954	Заказ
Индексі	74379	Индекс

---

E-mail редакция: [rio\\_kstu@mail.ru](mailto:rio_kstu@mail.ru)

Отпечатано в типографии Карагандинского государственного технического университета  
Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, б. Мира, 56.