

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

✻ 1 (38)
2010

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет

Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

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

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

МЕНШІК ИЕСІ

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

СОБСТВЕННИК

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

Главный редактор

А.М. Газалиев

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

Редакционный совет

- Газалиев А.М. *ректор, академик НАН РК, д-р хим. наук, проф. (председатель)*
- Акимбеков А.К. *профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, д-р техн. наук*
- Ахметжанов Б.А. *зав. кафедрой экономики предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.*
- Байджанов Д.О. *профессор кафедры технологии строительных материалов и изделий, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.*
- Бакиров Ж.Б. *зав. кафедрой механики, д-р техн. наук, проф.*
- Брейдо И.В. *зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, чл.-кор. КНАЕН, д-р техн. наук, проф.*
- Ермолов П.В. *зав. лабораторией ИПКОН, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук, проф.*
- Жумасултанов А.Ж. *профессор кафедры социально-гуманитарных дисциплин, д-р ист. наук*
- Исагулов А.З. *первый проректор, академик МАИН, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф. (ответственный за выпуск)*
- Климов Ю.И. *профессор кафедры систем автоматизированного проектирования, академик МАИН, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.*
- Колесникова Л.И. *доцент кафедры экономической теории, канд. экон. наук*
- Малыбаев С.К. *зав. кафедрой 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. *зам. председателя правления АО «Национальный научно-технологический холдинг «Самгау»», академик МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.*
- Пак Ю.Н. *руководитель группы ГОС, 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. *начальник Учебно-методического управления, 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.*
- Фешин Б.Н. *профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)*
- Швоев В.Ф. *профессор кафедры технологии машиностроения, канд. техн. наук, доц.*

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ	5
ПАК Ю.Н., ПАК Д.Ю. Система зачетных кредитных единиц в контексте болонских реформ	5
ЖЕТЕСОВА Г.С., КАРСАКОВА Н.Ж. Интеграция высшей школы РК в мировое образовательное пространство	13
ХАМИТОВА А.С. Использование инновационных технологий в курсе неорганической химии	15
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	18
ИЛЬКУН В.И., СИТКИН М.И., БУГАЕВ Д.Ю. Исследование работоспособности подшипников качения рабочих валков клетей НСХП-1400	18
БАЙЖАБАГИНОВА Г.А., СЕЙДИНОВА Г.А., МУРАВЬЕВ О.П. Изменение структуры стали 110Г13Л при электроконтактной обработке	21
ЖЕТЕСОВА Г.С., ПЛЕШАКОВА Е.А. Применение нанотехнологии в машиностроении	23
КАСЕНОВ А.Ж. Обработка отверстий развёрткой-протяжкой	25
ИТЫБАЕВА Г.Т. Обработка отверстий зенкером-протяжкой	28
МУСИНА Ж.К. Обработка отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки	30
ИСАГУЛОВ А.З., КУЛИКОВ В.Ю., АНТИПОВА А.С., СВИЧ Н.А. Исследование реологических свойств трехфазных гетерогенных систем	32
ТУРСУНБАЕВА А.К. Биоготехнология благородных металлов из забалансовых руд и техногенных отходов горной промышленности	34
ЖАНБАТЫРОВ А.А. Лабораторные и опытно-промышленные исследования выщелачивания золотосодержащих руд	37
ТУРСУНБАЕВА А.К. Кучное выщелачивание золота в штабелях	40
ОРЫНГОЖИН Е.С. Электросорбционная технология извлечения золота из сульфидных руд	43
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.	47
ХАКИМЖАНОВ Т.Е., АБДУГАЛИЕВА Г.Ю. Оценка влияния технологических параметров на газовыделение при выемке угольных пластов	47
КУРМАНКОЖАЕВ А., НУРЖУМИН Е. К теории модельного описания выемочной геолого-технологической структуры сложного приконтактного участка рудных залежей	49
БЕССОНОВ В.В., ИМАШЕВ А.Ж., СУДАРИКОВ А.Е., БАХТЫБАЕВ Н.Б., ТИЛЕУХАН Н. Определение устойчивости междужильных целиков методами математического моделирования	52
СЕРГЕЕВ В.Я. Выбор метода контроля проскальзывания ленты на барабане привода ленточного конвейера	54
СӘБДЕНБЕКҰЛЫ Ө., ҚАПАСОВА А.З. Сығу беттердегі тік жардың биіктігін негіздеу	58
ДЕМИН В.Ф., СУДАРИКОВ А.Е., ДЕМИН В.В., БАЙМУЛЬДИН М.М. Исследование технологических параметров применения сталеполимерных анкеров	61
НУРЖУМИН Е., КУРМАНКОЖАЕВ А. Способы оценки геолого-геометрических зависимостей между параметрами выемочных участков по месторождению	63
РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТ. СТРОИТЕЛЬСТВО	67
МАПЫБАЕВ С.К., КОБДИКОВ М.А., БАЛГАБЕКОВ Т.К. Определение числа путей в приемо-отправочном парке грузовой станции промышленных предприятий	67
КАРБАЕВ Н.К. Прогнозная оценка микропрофилей дорожного покрытия для автобетоносмесителя	69
АЙНАБЕКОВ А.И., СУЛЕЙМЕНОВ У.С., МАРАСУЛОВ А.М. О распространении волн в слоях, находящихся в деформируемых средах	71
НУГУЖИНОВ Ж.С., КУРОХТИН А.Ю., КУРОХТИНА И.А. О вопросах экспертного обследования объектов промышленного и гражданского назначения	74

РАЗДЕЛ 5. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. ЭКОНОМИКА	77
НАБИЕВ Н.К. Диагностика подшипников буксовых узлов на основе метода идентификационных измерений.....	77
АХМЕТБАЕВ Д.С. Системные функции сопротивления как основа математического моделирования режимов электрических цепей.....	80
КАШЕВКИН А.А., ЖАКИН Б.Б., ПУКЕМА В.И. Повышение эффективности низкочастотной установки индукционного нагрева.....	82
БРЮХАНОВ Д.А., АВДЕЕВ Л.А. Разработка автоматизированной системы контроля параметров дегазации на вакуум-насосной станции.....	83
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	87
ЯВОРСКИЙ В.В., КИНТОНОВА А.Ж. Вопросы организации управления знаниями	87
ИМАНГАЗИН М.К. Профилактика травматизма на Актюбинском заводе ферросплавов.....	89
ШАРИПОВА С.А. Анализ организационного уровня производства и его влияния на профессиональные риски.....	91
РЕЗЮМЕ	93
Правила оформления и представления статей	103

УДК 330.341

ПАК Ю.Н.,
ПАК Д.Ю.

Система зачетных кредитных единиц в контексте болонских реформ

В конце XX века либеральная субъект-субъектная модель университетского образования стала преобладающей в высшем образовании большинства европейских стран. Наиболее полно такая модель личностно-ориентированного образования реализуется в рамках Болонского процесса и формирующейся в нем кредитной системы организации учебного процесса.

Европейская система ECTS (European Credit Transfer System), разработанная около 20 лет назад, является наиболее используемой основой для измерения трудоемкости обучения в европейском высшем образовании. Кредиты ECTS описывают нагрузку студентов в терминах времени, необходимого для освоения дисциплины, курсового модуля или в целом образовательной программы. Это давало возможность европейским университетам описывать объем учебной работы, необходимой для завершения дисциплины или модуля, и таким образом облегчить признание работы студентов за пределами своего университета, в том числе и за рубежом.

ECTS основана на принципе соответствия 60 кредитов учебной нагрузке студента дневной формы обучения в течение одного учебного года. Под учебной нагрузкой студента понимается реальное время, необходимое для выполнения всех запланированных видов работы: лекционных занятий, семинаров, лабораторных работ, самостоятельной

работы, курсовых заданий, экзаменов и т.д. Годовая учебная нагрузка бакалаврских образовательных программ в европейских университетах варьирует в интервале 1500-1800 часов. Таким образом, 1 кредит ECTS соответствует 25-30 рабочим часам.

На практике трудоемкость образовательных программ зависит от специфики вуза, срока обучения, профиля подготовки, специализации. Предварительно согласованные в рамках европейского проекта TUNING принципы доверия и эквивалентности допускают некоторые отклонения от средних показателей [1]:

- продолжительность учебного года – 34-40 недель;
- один кредит ECTS – 25-30 часов;
- недельная учебная нагрузка – 40-42 часа.

В таблице 1 представлены сравнительные показатели трудоемкости бакалаврских программ и объемов учебной работы в различных образовательных системах.

Следует обратить внимание на то, что европейская и американская системы легко сопоставляются. За небольшим исключением один кредит ECTS может быть приравнен к 0,5 кредита американской системы. Нормативные показатели кредитной системы высшего образования России, внедряемой в рамках Болонского соглашения, выглядят следующими: один зачетный кредит соответствует 30 часам учебной нагрузки студента; нормативная продолжительность учебного

года – 40 недель; недельная учебная нагрузка – 45 часов; годовая трудоемкость образовательной программы – 60 зачетных кредитов [2].

Таблица 1 – Сравнительные показатели трудоемкости бакалаврских программ и объемов учебной работы студентов в различных образовательных системах

программы – 60 зачетных кредитов [2].

Показатель трудоемкости	США USCS	Европа ECTS	Россия Проект	Казахстан Проект
Длительность учебного года (недель)	40	34-40	не менее 40	38-44
Трудоемкость учебного года (зач. кред. ед.)	30	60	60	60
Недельная уч. нагрузка (часов), в том числе ауд., не более	40-45	40-42	45 27	45
Количество часов занятий на одну зач. ед. (часов)	50-60	25-30	30	28-32
Годовой объем учебной нагрузки (часов)	1600-1800	1400-1680	1800	1710-1980
Трудоемкость 4-летней бакалаврской программы (зач. ед.) (часов)	120 6400-7200	240 5600-6720	240 7200	240 6840-7920

Прогнозные нормативные показатели для казахстанской системы высшего образования в терминах Болонского процесса даны на основе анализа бакалаврских образовательных программ технических специальностей. Трудоемкость 4-летней программы принята равной 240 кредитам. Один кредит соответствует 28-32 часам рабочей нагрузки.

В европейских документах по Болонскому процессу не используется термин «академический час», а фигурирует реальное время в рабочих часах с включением времени на санитарные и технологические перерывы (переход из одной аудитории в другую и т.п.). Для обеспечения прозрачности для каждого вида деятельности на основании сопоставления с годовой учебной нагрузкой назначались кредиты. Таким образом, всем учебным курсам присваивается определенное количество кредитов.

Кредиты обучающийся может получить только при условии успешного завершения и оценивания курсовой единицы. При использовании ECTS в качестве накопительной системы кредитами оценивается только учебная нагрузка, но не качество работы. Трудоемкость любой завершенной учебной работы выражается кредитах и заносится в академическую справку обучающегося. В случае официального признания ECTS кредиты приобретают уже абсолютные значения, а не относительные. Это будет свидетельствовать о том, что кредиты теперь рассчитываются не на пропорциональной основе, а на основе официально признанных критериев.

Единая система кредитных зачетных единиц обеспечивает учебный механизм коммуникации между учебными заведениями, факультетами, преподавателями и студентами, а также служит мерой взаимопонимания и доверия.

За двадцать лет существования ECTS из пионерского начинания системы коммуникации между различными европейскими системами превратилась в имеющую крепкие позиции и широкое распространение официальную систему, являющуюся одним из основных принципов формирования Европейского образовательного пространства. Она способствует мобильности студентов, признанию и интеграции как внутри европейских стран, так и между ними, поддерживает многообразие содержания

образовательных программ и их конкурентоспособность.

Кредитная система – это система для выражения эквивалентности обучения. Сравнение кредитов упрощается, если они дополнительно привязаны к компетенциям и результатам обучения. Кредиты, определяемые в терминах результатов обучения, приобретают более сложный характер, что и позволяет точнее отразить их значимость. Результаты обучения – это точные характеристики того, что может делать обучающийся после получения кредитов. Они подразделяются на универсальные и предметно-специализированные навыки и компетенции. Уже сегодня кредитная система ECTS используется как инструмент проектирования учебных планов. Вузы имеют возможность планировать результаты обучения в рамках принятых программ многоуровневого образования. ECTS служит средством мониторинга результатов и улучшения процесса обучения.

В последние десятилетия высшее образование развивается по пути интернационализации. Гумбольдтовский подход постепенно замещается более социально-ориентированным подходом массового образования. Реальностью стала мобильность рабочей силы. Усиливается тенденция к диверсификации обучения и учебной деятельности. Важное значение приобретает непрерывное профессиональное обучение в контексте образования в течение всей жизни. Для всего этого требуется система кредитов как инструмент переноса и накопления приобретенных компетенций.

За десятилетний период реформ по болонскому сценарию ECTS превратилась в надежную перенос-накопительную систему, являющуюся одной из предпосылок для настройки образовательных структур Европы. На практике перенос и накопление кредитов – это две стороны одной монеты. Основная идея ECTS состоит в том, что признание образовательной деятельности осуществляется не на механическом сравнении дисциплин (курсовых модулей), а путем признания периодов обучения на сравнимых уровнях со сравнимым содержанием.

Европейская система переноса и накопления кредитов характеризует системное определение всех основных аспектов организации образовательного процесса на основе использования зачетной единицы

(кредита) в качестве меры трудоемкости учебной работы, выражающей совокупность всех составляющих учебного процесса. Причем нормативы студенческой нагрузки целесообразнее задавать не в академических часах, а в рабочих часах, что будет соответствовать формирующейся практике европейских университетов.

В процессе разработки национальных схем трансферта и накопления кредитов также допускаются некоторые отклонения. Принятие нормативов рабочей нагрузки позволит создать более гибкие государственные образовательные стандарты, что сделает их удобными для вузов и упростит процедуры контроля качества.

После подписания Болонской декларации многие страны внесли поправки в части использования кредитных систем, совместимых с ECTS. Австрия, Франция, Германия, Италия, Венгрия, Словакия связали двухуровневую подготовку с обязательным введением ECTS [3]. Даже в тех странах, где использование кредитов не является обязательным, например, в Болгарии, Чешской Республике, Польше и Словении, многие вузы начали внедрение ECTS для переноса кредитов.

По данным экспертов [1], две трети вузов используют ECTS для взаимозачета (переноса). Среди инженерных вузов эта доля достигает 83%. Более 20% вузов пользуются другими кредитными системами, и практически ни один из вузов не заявил об отсутствии планов внедрения ECTS.

В ряде стран ECTS используется для переноса наиболее широко: Греция и Швеция (80% вузов), Финляндия и Польша (81,5%), Австрия (84%), Румыния (87%), Норвегия (90%), Ирландия и Дания (93%). Отличные от ECTS кредитные системы распространены в Великобритании (45,5%) и Турции (58%).

ECTS предусматривает не только расчет рабочей трудоемкости для каждой дисциплины (модуля) и соответствующего количества кредитов, но и описание дисциплины (модуля): содержание, методику преподавания, инфраструктуру образовательного процесса.

Кредиты в системе ECTS не являются вещами в себе, но всегда описывают работу, завершённую как часть учебного процесса. Поэтому в системе накопления кредитов последние накапливаются, отражая определенный объем работы вплоть до завершения обучения с получением квалификации.

Студенты как самый заинтересованный контингент положительно относятся к внедрению ECTS. Почти три четверти студенческих ассоциаций видят ее основные достоинства в том, что она обеспечивает:

- большую гибкость в обучении;
- менее перегруженные программы;
- прозрачность рабочей нагрузки;
- упрощение признания обучения за рубежом.

Результаты опроса Тенденций III [4] свидетельствуют о том, что принцип накопления кредитов в системе ECTS стал реальностью. Почти 40% министерств европейских стран заявили об

использовании ECTS в накопительном варианте. Это особенно распространено в вузах Германии (52%), Франции (56%), Греции (60%), Австрии (66%), Ирландии (80%), Швейцарии и Норвегии (86%), Румынии (93%) и Дании (96%).

Ряд стран достаточно продвинулся в применении национальных накопительных систем, например Швеция (60%), Великобритания (63,6%), Турция (68,4%), Финляндия (81,5%) и Эстония (85,7%).

Несмотря на многолетнее содействие введению ECTS, финансовую поддержку через программы Socrates/Erasmus и деятельность группы консультантов под управлением Европейской Ассоциации Университетов, сохраняется сравнительно высокий уровень неосведомленности в основных механизмах этой системы.

Почти 40% студентов считают, что академический персонал вузов не знаком с ECTS, в то время как 80% министерств оценивают ситуацию с осведомленностью оптимистично.

Мнения студентов подтверждаются результатами исследований консультантов по ECTS. Сдерживающими факторами служат отсутствие в вузах институциональной политики и основных принципов внедрения кредитной системы. Во многих вузах внедрение ECTS проходит без реальной поддержки администрации и по личной инициативе одного или нескольких людей. Головной болью является проблема назначения кредитов по каждому модулю или дисциплине с учетом информационного пакета, включающего содержание курса и описание результатов обучения.

Базовым принципом ECTS служит кредит, назначаемый не на основании контактных часов, а на основании общей нагрузки, включая самостоятельную работу и курсовые задания. Исследования национального союза студентов ESIB показали, что во многих вузах 23 стран Европы назначение кредитов ведется чисто механическим способом: либо за основу берутся только контактные часы, либо общее количество кредитов делится на количество дисциплин, требуемых для завершения обучения.

Почти четверть студенческих ассоциаций указывает, что студенты часто имеют проблемы с признанием, а около 47% заявляют, что иногда. Лишь 11% считает, что проблем не возникает. Эти данные находятся в противоречии с данными министерств и конференций ректоров, в которых статистика более оптимистичная.

Европейская Комиссия по распространению ECTS, Европейская ассоциация университетов, консультанты по ECTS и национальные органы осведомлены об имеющейся проблеме. Международная конференция по ECTS в Цюрихе, организованная совместно с указанными органами и Швейцарской конфедерацией, пришла к единодушному мнению относительно ECTS:

Как системы переноса кредитов:

- способствовать перемещению студентов между европейскими странами и, в частности, повышать качество мобильности студентов, облегчая академические признания;

- поддерживать ключевые аспекты европейского измерения в высшем образовании.

Как накопительной системы:

- поддерживать широкое реформирование образовательных программ в национальных системах;
- расширять мобильность на институциональном, национальном и международном уровнях;
- облегчать доступ на рынок труда;
- повышать прозрачность и привлекательность европейского высшего образования;
- способствовать взаимному признанию квалификаций.

Таким образом, анализ интеграционных процессов в контексте Болонского процесса в части кредитной системы зачета и накопления свидетельствует, что ECTS становится единственной европейской кредитной системой, используемой для переноса и накопления кредитов. Во многих странах эта система возведена в ранг юридического требования. Государства, использующие свои национальные кредитные системы, гарантируют их совместимость с ECTS. Базовые принципы и инструменты реализации ECTS необходимо довести до сведения академического и административного персонала вузов и студентов с целью максимального использования потенциала ECTS как инструмента обеспечения общеевропейского образовательного пространства. Эволюция ECTS контрастно обозначает общую тенденцию движения национальных систем высшей школы к общеевропейскому пространству высшего образования, к созданию конвертируемой валюты в виде универсальной системы кредитов.

Рассматривая кредитную систему зачетных единиц относительно целей и приоритетов развития Болонского процесса, следует отметить его направленность к студентоцентрированному обучению. ECTS – это система, в центре которой находится студент и которая учитывает все виды деятельности студента, необходимые для достижения конечной цели обучения. Предпочтительно, чтобы эта цель была определена по совокупному уровню полученных знаний и компетенций.

Европейская система перевода и накопления кредитов не гарантирует автоматический перезачет кредитов. Конкретные условия перезачета кредитов оговариваются согласно ECTS соглашением между направляющим и принимающим вузами и студентом. В иных случаях вуз, выдающий диплом, самостоятельно решает вопросы перезачета кредитов.

Для учета текущих достижений студентов в случае продолжения обучения в другом вузе, в том числе и зарубежном, направляющий университет выдает Академическую справку ECTS, в которой отражается вся учебная деятельность студента. Принимающий вуз по завершении периода обучения также оформляет Академическую справку с перечислением освоенных дисциплин (модулей), полученных кредитов, национальных оценок и оценок согласно ECTS.

Таким образом, Академическая справка ECTS служит формой, отражающей количество и качество результатов обучения. В последующем

Академическая справка стандартного формата служит основой для унифицированного Приложения к диплому.

Практикуется модель договора по обучению между вузами и студентами, в которой отражен набор учебных дисциплин за год или семестр обучения, выбранных направляющим вузом. Успешный студент по возвращении получит набор кредитов, если таковые будут обозначены в Академической справке принимающего вуза.

Так как присуждение кредитов является прерогативой принимающего вуза, то студенты иногда возвращаются в родной вуз с меньшим числом кредитов, чем было запланировано. В таком случае студенту может потребоваться дополнительное время обучения в направляющем вузе в соответствии с принятыми правилами.

В Берлинском коммюнике отмечается важность, которую играет ECTS в продвижении мобильности и разработке международных образовательных программ. ECTS становится все более обобщенной основой для национальных кредитных систем. Высказана мысль о поощрении дальнейшего прогресса в деле превращения ECTS из переводной системы в накопительную, которую необходимо применять последовательно по мере того, как она развивается в рамках растущего общеевропейского пространства высшего образования [3].

Для превращения ECTS в действительно накопительную систему в рамках общеевропейского пространства высшего образования необходимы совместные усилия европейских вузов по выработке единой системы трансферта и накопления кредитов.

Необходимость выбора унифицированной европейской системы зачетных кредитов вызвана тем, что в европейских странах существуют различные системы оценки уровня знаний и успеваемости студентов. Несмотря на то, что многообразие используемых в Европе систем оценивания является источником проблем в ECTS, эти системы должны быть сохранены. Не следует пользоваться простыми системами (зачет-незачет), так как они не позволяют дифференцировать уровень успеваемости и освоения программы обучения.

В таблице 2 представлены существующие системы трансферта кредитов в европейских странах [5]. Кредитные системы на национальном или вузовском уровне существуют во многих странах, а формирующаяся система ECTS становится инструментом международного трансферта наряду с национальными системами.

В ряде стран (Австрия, Дания, Германия и Греция) не существуют национальные системы кредитов. Кредитная система как развитая система накопления кредитов широко используется в Шотландии, Швеции и во многих вузах Великобритании. Существенные различия имеются в вопросах признания предшествующего образования, переводах из вузов в вуз и в особенности с неуниверситетской программы на университетскую. Например, в национальной системе Дании приняты рекомендации по облегчению

перехода из одного сектора образования в другой, предусматривающие промежуточные курсы. Подобные промежуточные курсы уже существуют в Бельгии, в частности, для будущих обладателей инженерных квалификаций, переходящих на обучение по инженерным специальностям в университеты.

В Европе встречаются различные системы начисления кредитов и их адаптации к ECTS. В Стокгольмском университете учебный год равен 40

кредитам. Один кредит соответствует 40 часам аудиторной и самостоятельной работы. Кредиты начисляются по дисциплинам. В сопоставлении с ECTS 1 шведский кредит равен 1,5 кредита ECTS.

В Венском университете применяется «подеятельностный» принцип, когда различные виды образовательной деятельности (посещение лекций, участие

Таблица 2 – Системы передачи кредитов в отдельных европейских странах

Страна	Кредитная система
Австрия	Нет национальной кредитной системы. ECTS используется в некоторых вузах
Бельгия (фр.)	Нет национальной кредитной системы. ECTS применяется всеми вузами для целей международного сотрудничества и до некоторой степени также для своих студентов
Бельгия (фл.)	Применяется национальная система передачи кредитов. Система может также использоваться для накопления кредитов. ECTS используется в некоторых вузах
Германия	Закон об университетах 1998г. Предусматривает введение системы передачи и накопления кредитов. ECTS уже используется во многих вузах
Дания	До настоящего времени нет национальной кредитной системы. Тем не менее многие вузы пользуются собственной кредитной системой или системой ECTS. В докладе парламенту (февраль 1999г.) министр образования рекомендовал введение системы передачи кредитов на базе ECTS
Испания	Национальная кредитная система на базе контактных часов должна применяться всеми вузами. Ряд вузов используют также ECTS. Две системы совместимы, но с некоторыми ограничениями из-за различий между системой на базе контактных часов и системой на базе учебной нагрузки студентов
Греция	Нет национальной кредитной системы, но многие вузы применяют ECTS
Франция	Нет национальной кредитной системы, но многие вузы применяют ECTS
Финляндия	Применяется национальная система передачи и накопления кредитов. Эта система совместима с ECTS. Многие университеты применяют также систему ECTS
Италия	До настоящего времени нет национальной кредитной системы, однако многие вузы применяют ECTS для целей международного сотрудничества. Новый закон вводит в высших учебных заведениях кредитную систему ECTS
Ирландия	В университетском секторе нет единой системы передачи кредитов. В некоторых вузах применяется ECTS. В неуниверситетском секторе курсы структурированы на базе кредитов, что облегчает дальнейшее обучение
Исландия	Национальная кредитная система, совместимая с ECTS. Большинство вузов используют ECTS в международном сотрудничестве
Лихтенштейн	Сведения отсутствуют
Люксембург	Сведения отсутствуют
Нидерланды	Применяется национальная кредитная система, совместимая с системой ECTS. Многие университеты применяют также систему ECTS
Норвегия	Применяется национальная кредитная система, совместимая с системой ECTS. Многие университеты применяют также систему ECTS для целей международного сотрудничества
Португалия	Нет национальной кредитной системы. ECTS используется в некоторых университетах
Швеция	Применяется национальная кредитная и накопительная система. ECTS используется многими вузами параллельно с национальной системой
Великобритания	В Шотландии система SCOTCATS обеспечивает простоту передачи кредитов между вузами. В Англии и Уэльсе пока нет национальной системы передачи кредитов, но большинство вузов пользуется кредитной системой на базе системы баллов CNAА. Имеется ряд соглашений о накоплении и передаче кредитов, которые способствуют внедрению CATS в университетах Англии и Уэльса. Ожидается, что предложения по введению национальной системы накопления и передачи кредитов в Англии и Уэльсе будут приняты в исполнение доклада, подготовленного департаментом образования и занятости. ECTS также используется многими вузами

в семинарах, лабораторные и др.) по-разному оцениваются в кредитах. Один час лекций в неделю оценивается 1 кредитом, а один час семинаров соответствует 4 кредитам [6].

В странах Евросоюза существуют сильно отличающиеся друг от друга методики экзаменационных оценок, начиная от 4-балльной (Финляндия) до 30-балльной (Испания). Более упорядоченная оценка ECTS позволяет перенести результаты учебы через государственные границы. В ECTS применяются следующие оценки:

- А (отлично – возможны незначительные ошибки);
- В (очень хорошо – выше среднего уровня, но с некоторыми ошибками);
- С (хорошо – основательная работа с некоторым количеством серьезных ошибок);
- D (удовлетворительно – старательно, но с серьезными недостатками);
- E (достаточно – успехи соответствуют минимальным критериям);
- FX (неудовлетворительно – для аттестации требуются дополнительные усилия);

- F (неудовлетворительно – требуются значительные дополнительные усилия).

В казахстанских вузах организация учебного процесса ведется в соответствии с Правилами кредитной технологии, утвержденными в 2007г. В действующих государственных стандартах бакалаврской подготовки минимальное количество кредитов составляет 128.

При переходе на общеевропейские стандарты в рамках Болонского процесса казахстанские кредиты должны быть пересчитаны. В таблице 3 приведен предлагаемый вариант пересчета кредитов ECTS в кредиты казахстанской системы высшего образования.

В госстандартах нового поколения, разрабатываемых в терминах Болонской модели следует 1 кредит (зачетная единица) приравнять 36 академическим часам общей трудоемкости или 30 часам рабочей нагрузки. Максимальная недельная нагрузка – 1,5 кредита. Зачет по дисциплине и трудоемкость курсового проектирования входят в общую нагрузку по данной дисциплине. Практика длительностью в 1 неделю оценивается 1,5 кредита. Семестровый экзамен (три дня подготовки и непосредственно день экзамена) соответствует 1 кредиту. Трудоемкость итоговой аттестации рассчитывается исходя из количества отведенных на нее недель.

В таблице 4 представлен фрагмент типового учебного плана бакалаврской подготовки,

разработанного в кредитах по долевному принципу. В качестве исходных данных взят действующий учебный план специальности бакалавриата «Горное дело». Общая трудоемкость всей четырехлетней образовательной программы дневной формы обучения принята равной 240 кредитам. Для каждой дисциплины учебного плана и каждого вида учебной нагрузки определяется весовая доля в общем бюджете, в соответствии с которой 240 кредитов распределяются между всеми составляющими учебного плана.

Таблица 3 – Таблица перерасчета кредитов ECTS в кредиты РК

Кредиты ECTS	Кредиты РК
1	0,5
2	1
3	2
4	2,5
5	3
6	3,5
7	4
8	4,5
9	5
10	6
11	6,5
12	7
13	7,5
14	8
15	9
16	9,5
17	10

Таблица 4 – Фрагмент учебного плана в терминах ECTS

№ п/п	Наименование дисциплин	Трудоемкость (ак. час.)	Распределение экзаменов	Приведенная сумма академических часов	Трудоемкость (зач. ед.)	Расчеты значений по столбцам 5 и 6
1	Общеобразовательные дисциплины	1440	13 экз.	1908	50	1440+13x36=1908 1908 : 38,65=49,37
2	Базовые дисциплины	2880	28 экз.	3888	100	2880+28x36=3888 3888 : 38,65=100,6
2.1	Обязательный компонент	1440	14 экз.	1944	50	1440+14x36=1944 1944 : 38,65=50,3
1	Математика I	135	1 экз.	171	4,5	135+1x36=171 171 : 38,65=4,42
2	Математика II	135	1 экз.	171	4,5	135+1x36=171 171 : 38,65=4,42
3	Физика I	135	1 экз.	171	4,5	135+1x36=171 171 : 38,65=4,42
4	Физика II	135	1 экз.	171	4,5	135+1x36=171 171 : 38,65=4,42

13	Теоретическая механика	90	1 экз.	126	3	90+1x36=126 126 : 38,65=3,26
2.2	Компонент по выбору	1440	14 экз.	1944	50	1440+14x36=1944 1944 : 38,65=50,3
3	Профилирующие дисциплины	1440	15 экз.	1980	51	1440+15x36=1980 1980 : 38,65=51,23
3.1	Обязательный компонент	585	8 экз.	873	22,5	585+8x36=873 873 : 38,65=22,59
3.2	Компонент по выбору	855	7 экз.	1107	28,5	855+7x36=1107 1107 : 38,65=28,64
4	Дополнительные виды обучения	420		420	11	420=420 420 : 38,65=10,87
4.1	Физическая культура	420		420	11	420=420 420 : 38,65=10,87

5	Практика	15 нед.		810	21	15x54=810 810 : 38,65=20,96
5.1	Учебная практика	2 нед.		108	3	2x54=108 108 : 38,65=2,79
5.2	Производственная практика	5 нед.		270	7	5x54=270 270 : 38,65=6,99
5.3	Производственная Преддипломная	5 нед. 3 нед.		432	11	8x54=432 432 : 38,65=11,18
	Итоговая аттестация	270		270	7	270=270 270 : 38,65=6,99
	ИТОГО		56 экз.	9276	240	

Долевой вес одной зачетной единицы: 9276 ак. час. : 240 зач. ед.=38,65 ак. час./зач. ед.

При таком подходе выраженная в кредитах ECTS трудоемкость каждого элемента образовательной программы (дисциплина, экзамен, практика, выпускная работа и т.п.) характеризует не столько их часовые эквиваленты, сколько долю этого элемента относительно общей трудоемкости. Таким образом, набранное студентом количество кредитов определяет, какая доля образовательной программы им освоена. В этом состоит качественное отличие зачетных кредитов ECTS как меры трудоемкости и уровня освоения образовательной программы. Переход от зачетных кредитных единиц к реальным часам учебной нагрузки по конкретным дисциплинам на лекции, семинары, лабораторные занятия и другие виды работ, включая самостоятельную работу, должен выполняться согласно установленным вузом нормативам. Наибольшую значимость и сложность в практической реализации системы ECTS в условиях Казахстана представляет пересчет трудоемкости дисциплины (модуля) в реальные часы, отводимые на контактную нагрузку и самостоятельную работу студентов.

Во многом выбор обусловлен особенностями организации учебного процесса, наличием передовых технологий обучения и контроля знаний студентов, уровнем компьютеризации, заинтересованностью ППС и студентов в качественных результатах своей деятельности.

Важнейшей составляющей кредитной технологии организации учебного процесса является балльно-рейтинговая система оценки знаний, позволяющая стимулировать активную учебную деятельность обучающихся в течение семестра.

Успешность освоения программы в системе зачетных кредитов оценивается суммой набранных баллов, а успеваемость в целом – по GPA.

Эффективность балльно-рейтинговой системы оценки знаний и контроля качества учебного процесса в системе кредитных единиц зависит от слаженной работы университетских служб, ответственных за комплексный контроль и обеспечение качества учебного процесса, способствующего поддержанию высокого уровня стандартов преподавания, приобретению студентами глубоких и прочных знаний, а также объективности оценки знаний.

Важно отметить, что экзамен в балльно-рейтинговой системе оценивания служит испытанием не только для студента, но и является экзаменом для

обучавшего его преподавателя, который ограничен в части занижения оценки плохому, по его мнению, студенту и завышения оценки нерадивому студенту, пытаясь скрыть недостатки своей профессионально-педагогической деятельности. Значительное расхождение оценок в процессе семестрового обучения и на экзамене, должно стать предметом для специального анализа.

Шкалы перевода баллов в международные буквенные оценки и их числовые национальные эквиваленты приведены в таблице 5 [7].

Согласно существующим в Казахстане Правилам организации учебного процесса по кредитной технологии студент получает оценку неудовлетворительно в случае освоения программы в объеме ниже 50 %, в то время как в других странах этот пороговый показатель соответствует 60 %. В этой связи целесообразно в рамках Болонских реформ планировать повышение планки требований на всех уровнях усвоения (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо).

Существенной особенностью рейтингового регламента является соотношение между оценками в баллах и их буквенными и числовыми эквивалентами. На национальном уровне необходимо унифицировать градации буквенных оценок и их числовых эквивалентов, которые и послужат основой для сопоставления систем оценки результатов обучения в вузах различных стран.

Собственные рейтинговые регламенты университетов позволят им определить приоритеты системы стимулирования студентов к достижению наилучших результатов. При этом ответственность вузов и сравнимость их внутренних рейтинговых регламентов в общеевропейском процессе обеспечиваются положением ECTS [8], согласно которому распределение оценок студентов в интервале А-Е по шкале ECTS (таблица 5) должно быть примерно одинаковым по университетам [9]: оценку А – отлично должны получать в среднем около 10% студентов, В – очень хорошо – 25%, С – хорошо – 30%, D – удовлетворительно – 25%, Е – посредственно – 10%. Существенные отклонения от средних значений, по мнению европейских идеологов ECTS, дают основания для оценки рейтингового регламента как несовершенного, излишне «жесткого» или «мягкого».

Таблица 5 – Перевод баллов в буквенные оценки и числовые эквиваленты

Баллы	Международные буквенные оценки		Национальные числовые эквиваленты буквенных оценок				
	США	ECTS	США	Италия	Россия (проект)	Казахстан (существующий)	Казахстан (проект)
96-100	A	A	4,0	10	5,0		
91-95	A-	(отл.)	3,7	10	4,7	отлично	отлично
88-90	B+	B	3,4	9	4,4	хорошо	оч. хор.
84-87	B	(оч. хор.)	3,0	9	4,0		
81-83	B-	C	2,7	8	3,7		хор.
78-80	C+	(хор.)	2,4	7	3,4	удовл.	удовл.
74-77	C	D	2,0	7	3,0		
71-73	C-		(удовл.)	1,7	6		2,7
68-70	D+	E	1,3	6	2,3	удовл.	посредст.
64-67	D		1,0	5	2,0		
61-63	D-		(посред.)	0,7	5		1,7
0-60	F	F, FX	0,0	<5	0,0		неудовл.
						<50 неуд.	

Такая нормированная в ECTS методика ранжирования результатов экзамена не выдерживает никакой критики в части объективности. Она приводит к многочисленным курьезам [10]. В слабой по успеваемости академической группе, в которой все студенты продемонстрировали удовлетворительный уровень знаний, лучшим 10% из них будет выставлена оценка А по ECTS, т.е. отлично. Если же экзаменовалась группа успешных студентов, в которой все демонстрировали отличные знания, то согласно принятой схеме часть студентов получит оценку Е (удовлетворительно).

Таким образом, при применении подобной нормированной методики индивидуальная оценка студента будет зависеть не столько от его личных успехов, сколько от результатов остальных. Проблема объективности оценки уровня знаний усугубляется в малочисленных группах.

Интерес к ECTS, ее применение в казахстанской высшей школе актуализируется тем, что Республика Казахстан – евразийская страна. В азиатских странах внедряется система стандартных научных степеней, а также азиатско-европейская система признания зачетных единиц. Несмотря на разнообразие национальных систем и без ущерба культурному своеобразию изыскиваются модели интеграции систем высшего образования Азиатско-Тихоокеанского региона, аналогичных апробируемым в ходе Болонских реформ. В 1991г. введена схема признания зачетных единиц USTS (University Credit Transfer System – система передачи университетских кредитов), в основе которой лежит 60-балльная система. Сегодня все более укрепляется мысль о том, что «Европа представляется идеальным партнером, содействующим развитию Азии в эпоху глобализации» [11].

Наблюдаемый ныне рост востребованности европейской ECTS свидетельствует о том, что США не выступает «законодателем мод» в высшем образовании в Европе. В последнее время в вузах США наблюдается отход от классических традиций и модернизация некоторых аспектов высшей школы в духе европейского опыта [3].

Казахстан в силу своего геополитического положения и в преддверии вступления в Болонский процесс не должен стоять в стороне от интеграционных процессов. В целом противоречивый

Болонский процесс нужно изучать, находить сопоставимые точки соприкосновения и поэтапно модернизироваться с учетом достижений Европейской и Азиатско-Тихоокеанского систем образования. Важно, чтобы казахстанская высшая школа вела дискуссию с другими системами высшего образования на понятном языке. В этом плане ECTS может стать связующим звеном.

С точки зрения функциональных аспектов многоцелевая европейская система переноса и накопления кредитов является:

- инструментом мобильности студентов (смена вуза как внутри страны, так и за ее пределами, смена профиля подготовки);
- механизмом реорганизации и гармонизации различных образовательных систем;
- средством устранения перегрузки студентов и расширения их прав в части формирования гибких образовательных программ;
- фактором допустимой унификации систем оценивания результатов обучения;
- основой индивидуально ориентированной организации учебного процесса и стимулирующей балльно-рейтинговой системы оценки результатов учебной деятельности в сочетании с прогрессивными принципами педагогического менеджмента;
- условием формирования взаимно признаваемых квалификаций и систем контроля качества высшего образования;
- фрагментом взаимного дополнения и усиления образовательного потенциала учебных программ в рамках Болонского процесса.

Почти десятилетний опыт Болонских реформ в Европе показывает, что эволюционное развитие ECTS обозначило общую тенденцию движения национальных систем высшего образования к общеевропейскому образовательному пространству, к созданию унифицированной системы кредитных единиц как своеобразной конвертируемой валюты. ECTS развивается и используется в качестве внешнего эквивалента образовательных программ и как внутренняя мера образовательной активности студентов [12].

Внедрение ECTS в высшем образовании Казахстана целесообразно осуществлять взвешенными мерами, не форсируя темпы. В условиях академической автономии вузов непродуманные

силовые решения без поддержки университетской академической общественности обречены на неудачу.

Сегодня в РК отсутствуют условия для массовой мобильности студентов. Наблюдается психологическая неготовность большей части научно-педагогической среды воспринимать ECTS как новую форму организации учебного процесса. Своеобразным тормозом на пути внедрения ECTS могут стать отсутствие законодательного обеспечения ее принятия как системы трансферта и накопления кредитов, а также слабое информационное, методологическое и финансово-ресурсное сопровождение.

В России и других европейских странах, входящих в Болонский клуб, возникает множество вопросов в связи с введением европейской системы кредитов. Как отразится введение такой системы на качестве подготовки специалистов? Не приведет ли механическое копирование ECTS к инфляции зачетных кредитов, а следовательно, и уровня знаний? Как в условиях сокращения содержания образовательных программ сохранить фундаментальность естественно-научной подготовки? В рамках обозначенных вопросов необходимы системные меры для превращения ECTS в ускоряющий фактор формирования нового поколения государственных образовательных стандартов. Нужно

создать предпосылки для того, чтобы эта система стала соединительным мостом между средним и высшим образованием, равно как и между различными уровнями высшего и послевузовского образования [13]. Появляется потенциальная возможность реализации социально важной миссии университетов с позиций их непосредственной включенности в образование в течение всей жизни. Расширятся перспективы институциональной и международной аккредитации образовательных программ, активизируется деятельность вузов в совершенствовании новых форм и технологий обучения (дистанционные технологии, модульное обучение).

В казахстанском высшем образовании, ныне находящемся только на пути к Болонскому процессу, формируется понимание проблем, с которыми столкнется высшая школа при масштабном реформировании по болонскому сценарию, в частности, внедрении ECTS в качестве трансферта и накопления кредитов. На всех уровнях нужно организовать изучение основных положений Болонского процесса с целью повышения уровня осведомленности профессорско-преподавательского состава и общества в целом о сути болонских реформ и его последствиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болонский процесс: Поиск общности европейских систем высшего образования (Проект Tuning) / Под ред. В.И. Байденко. М., 2006.
2. Сазонов Б., Максимов Н., Караваев Е. Зачетные единицы в ГОС нового поколения // Высшее образование в России. 2006. № 10.
3. Байденко В.И. Болонский процесс: Курс лекций. М., 2004.
4. Trends III. Steps Toward Sustainable Reform of Higher Education in Europe, Executive Summary. Sybille Reichert and Christian Tauch.
5. Гретченко А.И. Болонский процесс: Интеграция России в европейское и мировое образовательное пространство. М., 2009.
6. Проблемы введения системы зачетных единиц в высшем профессиональном образовании: Материалы всероссийского совещания / Под ред. В. Чистохвалова. М.: РУДН, 2003.
7. Сазонов Б. Организационно-экономические аспекты модернизации высшего образования: Система зачетных единиц // Высшее образование в России. 2005. № 8.
8. <http://europa.eu.int/com/education/programmes/Socrates/ect.en.html>.
9. Беляев В., Жабреев Г. Болонский процесс – попытка конкуренции // Высшее образование в России. 2006. № 4.
10. Карран Т. Достижения Болонского единства: Насколько корректны оценки ECTS? // Там же 2004. № 3.
11. Монгконванг Поричай, Эмери Сильвио Ласло. Азиатское видение европейского высшего образования // Там же. 2003. № 3.
12. Мирча М. Вхождение стран Черноморского региона в европейское пространство высшего образования // Там же.
13. Газалиев А.М., Пак Ю.Н. Модернизация высшего образования и Болонский процесс // Труды КарГТУ. 2009. № 4.

УДК 378.014.256(574)

**ЖЕТЕСОВА Г.С.,
КАРСАКОВА Н.Ж.**

Интеграция высшей школы РК в мировое образовательное пространство

Высшее образование является важнейшим социальным институтом, функционирующим для удовлетворения общественных потребностей и живо реагирующим на внутренние и внешние изменения и процессы.

Превращение высшего образования в мировую социальную систему характеризуется множеством взаимосвязанных элементов разного уровня и

характера. Занимая свое специфическое место на рынке образовательных услуг, вузы взаимодействуют в форме сотрудничества или соперничества, вырабатывая основные ориентиры этого рынка.

Болонским процессом с 1999 года – года подписания Болонской декларации министрами образования 29 европейских государств – стали именовать движение, цель которого заключается в

«гармонизации» систем образования, прежде всего высшего, стран Европы.

Единое образовательное пространство должно позволить национальным системам образования европейских стран взять все лучшее, что есть у партнеров, – за счет повышения мобильности студентов, преподавателей, управленческого персонала, укрепления связей и сотрудничества между вузами Европы и т.д.; в результате единая Европа приобретет большую привлекательность на мировом «образовательном рынке».

В свою очередь, для обеспечения «гармонизации» системы высшего образования должны стать «прозрачными», максимально сравнимыми, что может быть достигнуто за счет широкого распространения однотипных образовательных циклов (бакалавриат – магистратура – докторантура), введения единых или легко поддающихся пересчету систем образовательных кредитов (зачетных единиц), одинаковых форм фиксирования получаемых квалификаций, взаимной признаваемости академических квалификаций, развитых структур обеспечения качества подготовки специалистов и т.д.

Вхождение Казахстана в единое европейское образовательное пространство осуществляется на основе базовых принципов Болонского процесса: введение многоуровневой системы высшего образования, обеспечение академической мобильности студентов и преподавателей, разработка единого приложения к диплому, контроль над качеством образования и т.д. Наши вузы представлены во многих международных рейтингах и активно участвуют в других проектах по оценке качества образования. В стране создана нормативно-правовая база, обеспечивающая переход к многоуровневой системе подготовки специалистов (бакалавриат, магистратура, докторантура PhD). В сентябре 2007 года в Казахстане проходил международный форум с участием 27 ведущих вузов Великобритании, Испании, США, Чехии, Ирландии. Было подписано 38 меморандумов о сотрудничестве между казахстанскими и западными университетами.

Целями Болонской декларации является:

- принятие системы сопоставимых степеней, в том числе через внедрение приложения к диплому для обеспечения возможности трудоустройства европейских граждан и повышения международной конкурентоспособности европейской системы высшего образования;

- введение двухциклового обучения: постепенного (длится не менее трех лет) и послестепенного (получение степени магистра или степени доктора);

- внедрение европейской системы перезачета зачетных единиц трудоемкости для поддержки крупномасштабной студенческой мобильности (система кредитов – European Credit Transfer System, ECTS), она также обеспечивает право выбора самим студентом изучаемых дисциплин;

- внедрение внутривузовских систем контроля качества образования и привлечение студентов и работодателей к внешней оценке деятельности вузов.

В 2007 году с участием Генерального секретаря Обсерватории Великой Хартии университетов доктора А. Барблана был проведен первый Международный семинар по кредитной технологии обучения. Тогда был инициирован Меморандум университетов Республики Казахстан (Таразская декларация), которую подписали ректоры 18 высших учебных заведений страны (планирует присоединиться к ней и Международная академия Бизнеса). По сути, Таразская декларация придерживается принципов Европейской Великой Хартии Университетов, подписантами которой являются руководители высших учебных заведений Европы. Этот документ предусматривает гораздо большую роль университетов в жизни общества, нежели ранее.

Среди фундаментальных принципов Хартии – моральная и интеллектуальная независимость университетов по отношению к любой политической и экономической власти; неотделимость педагогической деятельности от исследовательской для того, чтобы образование было бы в состоянии следовать за эволюцией потребностей, таких, как требования общества и научных знаний; интеграция университетов разных стран.

5-6 февраля 2009 года в Казахском национальном университете им. аль-Фараби прошел Международный форум по присоединению Казахстана к Болонскому процессу. Организаторами мероприятия выступили Министерство образования и науки Республики Казахстан в сотрудничестве с Советом Европы и Обсерваторией Великой Хартии Университетов. В мероприятии приняло участие 35 вузов и научно-образовательных учреждений Казахстана.

Как отметил в своем выступлении Ж.К. Туймебаев, одним из важнейших направлений стратегии нового этапа развития Казахстана является «приближение системы образования, а также переподготовки кадров к мировым стандартам». По словам министра, ежегодно растут государственные расходы на образование. Так, в 2008 году расходы на образование выросли более чем в 2,8 раза по сравнению с 2004 годом и составили 4,7 млрд. долларов США (558,5 млрд. тенге). Их доля в общем объеме ВВП составляет 3,7 %. Это соответствует уровню таких стран, как Германия, Словакия, Испания.

Одним из важных постулатов Болонской декларации является принятие системы легко понимаемых и сопоставимых академических степеней, основанных на двух основных циклах – постепенном и послестепенном (бакалавриат – магистратура – докторантура). Другим важным постулатом является введение системы зачетных единиц, иными словами, кредитной технологии обучения, которая подразумевает для студентов выбор изучаемых дисциплин, самостоятельную работу учащихся, особую систему оценки и прочее.

В образовательной сфере положено начало созданию Центрально-Азиатской зоны высшего образования. Об этом свидетельствует расширение границы Таразской декларации, к которой в

настоящее время присоединились ведущие университеты Таджикистана, Кыргызстана и Азербайджана.

Внедрение принципов Болонской декларации происходит и в нашем вузе. Учебные программы приводятся в соответствие с международными требованиями, создается преемственность образовательных программ различных уровней образования, программы образования адаптируются к рынку труда и т.д.

Ж. Туймебаев также отметил, что основным инструментом системы обеспечения качества является аккредитация организаций образования. Лучшие казахстанские вузы нацелены как на казахстанскую, так и на международную аккредитации. КарГТУ в 2009 году успешно прошел государственную аккредитацию.

В рамках развития международных связей отечественных вузов с зарубежными университетами осуществляется программа «двудипломного» образования, когда выпускник получает одновременно два диплома – казахстанского вуза и вуза-партнера.

С 2008 года в Казахстане внедряются принципы корпоративного менеджмента путем создания попечительских советов, привлечения работодателей к управлению и расширению функций коллегиальных органов управления вузов. К примеру, на базе Карагандинского государственного технического университета был создан «Корпоративный университет», членами которого стали: АО «АрселорМиттал Темиртау», корпорация «Казахмыс», АО «KEGOC» и другие предприятия.

В качестве примера того, как проходит присоединение к Болонскому процессу, была взята система образования в Чешской Республике. В этой маленькой центрально-европейской стране проживает чуть более 10 миллионов человек. Чешские университеты фактически имеют большие полномочия, поскольку Акт о высшем образовании от 1990 г. восстановил академическую свободу и самоуправление вузов, вернул в университеты

научные исследования и положил начало интенсивной децентрализации образовательной системы.

В 1998 году, в связи со сменой статуса вузов с государственного на общественный, госсобственность по закону перешла во владение университетов. Появилась возможность создания частных вузов, тогда же появились первые попечительские советы, органы управления, в которых состояли работники предприятий. В чешской системе, впрочем, есть и свои минусы, и проблемы. Так, неопределенным остается положение так называемых третичных школ профессионального образования (ТШПО). В плане обучения ТШПО стоит на ступень ниже, чем вуз. Это своего рода ПТУ, диплом которого признается при поступлении в вуз. Однако сегодня наблюдается снижение интереса поступающих, поскольку позиция ТШПО в общей третичной системе непонятна. Сегодня 28 вузов Чехии университетского типа предоставляют все виды степеней и 46 вузов неуниверситетского типа – программы бакалавриата и некоторые программы магистратуры.

Положительна система оплаты обучения в общественных учебных заведениях. Там со студентов взимается 15-20 процентов от официальной стоимости обучения, эти деньги направляются в стипендиальный фонд. Основная сумма оплачивается государством. Таким образом, у студентов есть возможность получать образование как полностью бесплатно (в государственных вузах), так и оплачивать обучение частично (в общественных вузах). Альтернативой выступают частные учебные заведения.

В целом, главная задача университетов, идущих по пути Болонского процесса, – донести до студентов, что знания нужно получать на протяжении всей жизни. Этот принцип является основополагающим в стремительно глобализирующемся мире.

Академическая мобильность – это возможность самим студентам формировать свою образовательную траекторию, т.е. выбирать предметы, курсы, вузы в соответствии со своими способностями и устремлениями.

УДК 541.123.31:547.554.2

ХАМИТОВА А.С.

Использование инновационных технологий в курсе неорганической химии

Мы живем в мире переполненных и перенасыщенных информационных потоков. Нынешним студентам не так-то просто ориентироваться в большом объеме информации: все понять, запомнить и в дальнейшем применить.

Задача преподавателя состоит в том, чтобы организовать и представить учебную информацию в таком виде, который помогает обучающимся наглядно охватить все компоненты единого целого, проследить связь между ними, провести категоризацию по степени значимости, общности.

При составлении контролирующих программ по теме «Цинк, кадмий, ртуть» мы придерживались

определенных целей – активизировать познавательную деятельность студентов, стимулировать развитие памяти, внимания, логического мышления, а также проверить интеллектуальные способности. Отвечая на вопрос, студенты постепенно нарабатывали определенные умения и навыки, умение сосредоточиться, понимать, анализировать, перерабатывать и усваивать поданную информацию. При этом развивается их логическое мышление, кругозор, внимание, память.

Составляя тестовые задания, мы старались, чтобы контроль знаний соответствовал как предмету, так и задачам обучения, т.е. удовлетворял содержательной

валидности, связанной со знанием темы, и функциональной валидности, связанной с видами познавательной деятельности.

В нашей работе при автоматизированном контроле использовались тесты различных форм, но в основном с выборочным типом ответа – задания с альтернативными ответами, из которых студенты выбирают правильный. Одним из важнейших элементов композиций тестируемых заданий является оценка, которую получает за ответ испытуемый. За каждый правильный ответ дается – 1 балл, за неправильный – 0 баллов. Суммирование всех баллов, полученных испытуемым 1, дает значение R1, которое ассоциируется с уровнем знаний. Естественно, что чем выше уровень подготовленности, тем выше вероятность получения более высокого тестового балла.

При составлении программ использовались материалы лекций, лабораторно-практических занятий, учебников, задачников, химических журналов, справочников и другой научно-методической литературы [1-3].

Данную тему мы разбили на блоки, в итоге получилось 5 блоков:

Блок I. Общая характеристика. Цинк, кадмий, ртуть в природе.

Блок II. Физические и химические свойства цинка, кадмия, ртути.

Блок III. Оксиды и гидроксиды цинка, кадмия, ртути.

Блок IV. Соли цинка, кадмия, ртути.

Блок V. Расчетные задачи.

В контролирующей программе общее количество тестовых заданий равно 68, из них в первом блоке – 24 теста, во втором, третьем и четвертом блоках по 13 тестов и в пятом блоке 5 расчетных задач.

В автоматизированном контроле предлагались тесты различного уровня и характера. На некоторые из них можно было легко ответить до изучения темы. Это такие вопросы, как:

«test» 1. Блок I.

Укажите элементы побочной подгруппы II группы:

- a) Cu, Ag, Au, b) Ga, In, Tl,
c) Zn, Cd, Hg, d) Li, Na, K

Ответ: 1c

«test» 10. Блок I.

В каком состоянии находится ртуть при комнатной температуре:

- a) твердом b) газообразном c) жидком

Ответ: 10c

«test» 2. Блок I.

Какую степень окисления проявляют в соединениях элементы побочной подгруппы II группы:

- a) +3, +6; b) +2, +3; c) +4, +2;
d) +2, +1; e) +5, –3

Ответ: 2d

Большое внимание уделено нами таким вопросам, как оксиды, гидроксиды и соли цинка, кадмия и ртути, т.к. рассмотрение свойств этих веществ имеет огромное теоретическое и практическое значение. Например, максимальная валентность атомов цинка,

кадмия, ртути равна II. Оксиды цинка, кадмия, ртути получают как в лабораторных условиях, так и в промышленности. Многие соединения этих элементов применяют в химической промышленности, в медицине, сельском хозяйстве, строительстве. Различные химические свойства цинка, кадмия, ртути и их соединений мы отразили в II, III, IV блоках.

Большинство студентов отвечали на вопросы без особого затруднения после изучения вузовской программы. Например,

«test» 1. Блок II.

В результате реакции $Zn + H_2SO_4 \rightarrow$ образуется ...

- a) $ZnSO_4 + H_2 \uparrow$ b) $ZnS + H_2 \uparrow$
c) только $H_2 \uparrow$ d) только $ZnSO_4$
e) нет правильного ответа

Ответ: 1a

Студентам надо вспомнить и написать взаимодействие Zn с H_2SO_4 , где при этом образуется сульфат цинка (II) с выделением водорода, так как H_2SO_4 разбавленная.

Но есть несколько тестов, которые вызвали затруднения у многих студентов, такие как, например, «test» 13. Блок IV.

При взаимодействии $ZnCl_2$ с избытком концентрированного раствора NH_3 образуется:

- a) $[Zn(NH_3)_3Cl]^+$ b) $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$
c) $[Zn(NH_3)_2(OH)_2]^0$ d) $[Zn(NH_3)(OH)_3]^{--}$
e) $[Zn(NH_3)_3(OH)]^+$

Ответ: 13b

Хотя правильный ответ b, многие решили, что правильным является ответ a, так как взаимодействие идет с хлоридом цинка (II).

Более трудный вопрос:

«test» 11 блока IV.

В реакции $HgCl_2 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow Hg_2SO_4 + 2HCl$

- a) ртуть окисляется;
b) сера восстанавливается;
c) ртуть восстанавливается, а сера окисляется;
d) отсутствует окислительно-восстановительный процесс;
e) нет правильного ответа

Ответ: 11c

Во всех тестовых заданиях предлагалось 5 вариантов ответов на поставленный вопрос. Широту знаний отражают многие тесты из всех блоков темы. Это задание на знания основного применения цинка, кадмия и ртути, физических и особенностей химических свойств оксидов цинка, кадмия, ртути.

Общее число вопросов для безмашинного контроля – 30, отражающих химические свойства, получение, применение цинка, кадмия, ртути и их соединений. Данные тестовые задания составлены с учетом того, что компьютер не может в полной мере проверить чисто химические умения и навыки: составлять уравнения реакции, используя электронно-ионный метод расстановки коэффициентов, решать задачи, давать объяснения происходящим явлениям и процессам.

Для безмашинной проверки даны тестовые задания также различного уровня трудности. Однако по сравнению с автоматизированным контролем,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2003. 743 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. М.: Интеграл-Пресс, 2003. 728 с.
3. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1997. 527 с.

Раздел 2

Машиностроение. Металлургия

УДК 621.771.23

ИЛЬКУН В.И.,
СИТКИН М.И.,
БУГАЕВ Д.Ю.

Исследование работоспособности подшипников качения рабочих валков клетей НСХП-1400

По многолетним наблюдениям в клетях непрерывного шестиклетьевого стана холодной прокатки 1400 (НСХП-1400) листопрокатного цеха №3 (ЛПЦ-3) АО «АрселорМиттал Темиртау» существует проблема частого выхода из строя подшипников качения рабочих валков.

НСХП-1400 [1] предназначен для производства холоднокатаной полосы толщиной 0,18-0,6 мм с рабочим усилием прокатки до 20 МН. Паспортная скорость полосы после обжатия в клети №6 составляет 33 м/с (рабочая скорость 28 м/с). Диаметры бочек валков: рабочего 600 мм; опорного 1400 мм.

Все клети стана имеют одинаковую конструкцию, а опоры рабочих валков этих клетей однотипны (рисунок 1).

Радиальные усилия воспринимают четырехрядные роликовые подшипники №36-442860ХМ (1 и 7). Осевые усилия воспринимают радиально-упорный двухрядный конический роликоподшипник №847156Л (2). Для осевой фиксации валка в подушке А служит радиальный шариковый однорядный подшипник №156 (3). Смазка подшипников производится воздушно-масляной смесью на основе масла турбинного 30 (Т30).

Установлено, что в процессе эксплуатации опор наблюдаются нагрев, сильный износ тел качения,

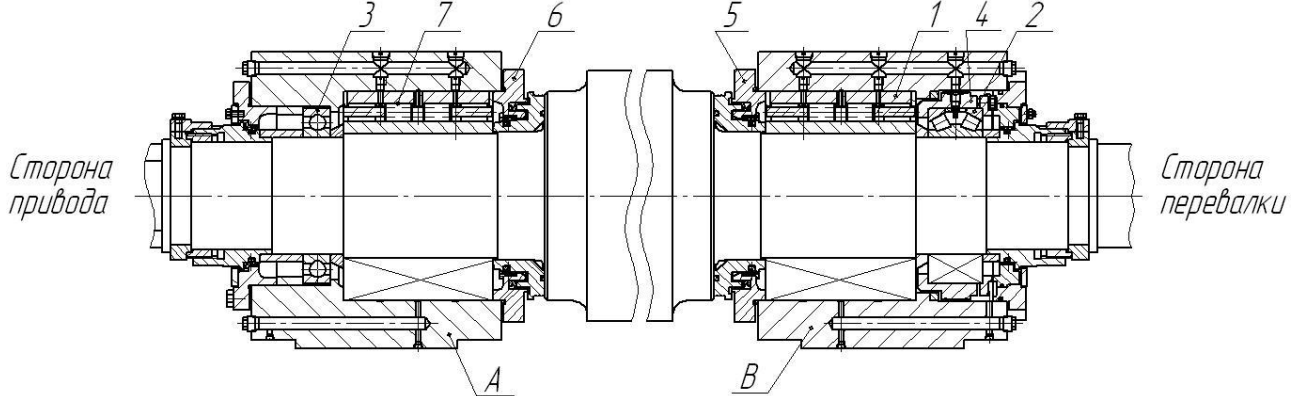
беговых дорожек и оплавление сепараторов подшипников №847156Л.

При прокатке вначале сильно нагревается подшипник №847156Л. Затем тепло от данного подшипника передается на подшипник №36-442860ХМ (рисунок 1). В результате происходит уменьшение его радиального зазора, что приводит к заклиниванию тел качения, дальнейшему нагреву и износу подшипника.

Из-за близкого расположения подшипников в подушке (опора В) нагрев подшипника №847156Л приводит к уменьшению срока службы подшипника №36-442860ХМ. Это подтверждают различия в сроках службы подшипников №36-442860 в опоре А и опоре В (в опоре В срок службы подшипников ниже). Сильный износ беговых дорожек подшипника №847156Л приводит к смещению рабочего валка. При этом верхний рабочий валок смещается в сторону привода, а нижний – в сторону перевалки. По данным визуального осмотра, смещение может достигать 20 мм. Смещением нижнего рабочего валка в сторону обслуживания (перевалки) способствует, в частности, деформация уплотнения 5 (рисунок 1), которая, двигаясь в подшипник №36-442860ХМ, вызывает заклинивание 1-го ряда роликов (со стороны бочки валка) этого подшипника. Поскольку в подушках не

установлены температурные датчики, дающие информацию о нагреве подшипников, температура

нагрева подшипника № 847156Л по визуальным наблюдениям может достигать примерно 800 °С.



А – левая подушка (плавающая); В – правая подушка (фиксированная); 1, 7 – радиальный четырехрядный роликовый подшипник №36-442860ХМ; 2 – радиально-упорный двухрядный конический роликоподшипник №847156Л; 3 – радиальный шариковый однорядный подшипник №156; 4 – стакан; 5, 6 – уплотнения подшипников

Рисунок 1 – Опора рабочего вала стана холодной прокатки

Нагрев и низкий срок службы подшипника № 847156Л (средняя наработка на отказ в 2008 г. составила 690 часов) можно объяснить большой осевой нагрузкой, воспринимаемой подшипником, большими скоростями прокатки, возможной работой подшипника с перекосами и неудовлетворительной системой смазки.

Изменение объемов производства ЛПЦ-3 и количества подшипников рабочих валков НХСП-1400, двухклетьевого дрессировочного стана 1400 (ДДС-1400), двухклетьевого прокатно-дрессировочного стана 1400 (ДПДС-1400), вышедших из строя за период с 1994 по 2008 гг., приведены на рисунке 2. Предоставление в статье информации об общем выходе подшипников на не одном стане (стане НХСП-1400, рассматриваемом в статье), а на всех станах, входящих в ЛПЦ-3, связано с ограниченной доступностью к получению информации, предоставляемой предприятием. При анализе рисунка 2 принимали во внимание, что конструкции клетей НХСП-1400, ДДС-1400, ДПДС-1400 однотипны, рабочая скорость и усилия дрессировки на станах ДДС, ДПДС-1400 в основном не превышают соответственно 28-33 м/с, 20МН (как на стане НХСП-1400). При этом расход подшипников на НХСП-1400 приблизительно составляет около 70 % от общего расхода подшипников по станам ЛПЦ-3.

Для изучения зависимости изменения годового расхода подшипников с 1994 по 2008 г. в данной работе рассчитали коэффициенты корреляции и уравнение регрессии. Коэффициенты корреляции [2] находили по формуле:

$$r = \beta \sqrt{\frac{m \sum x_i^2 - \sum x_i^2}{m \sum y_i^2 - \sum y_i^2}}, \quad (1)$$

где β – коэффициент регрессии;
 m – число значений x ;
 x_i – порядковый номер года;
 y_i – расход подшипников на одну тысячу тонн

прокатываемого металла в год, шт/тыс.т.

$$\beta = \frac{m \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{m \sum x_i^2 - \sum x_i^2}. \quad (2)$$

Уравнение регрессии с учетом (1), (2) находили по формуле:

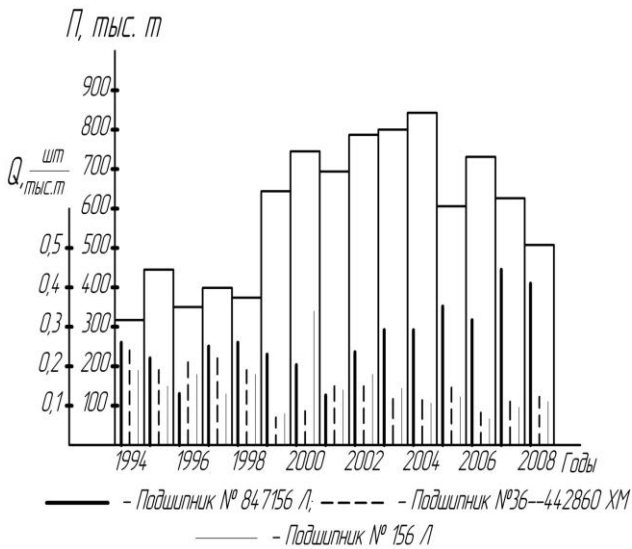
$$y = \alpha + \beta x, \quad (3)$$

где α – коэффициент.

$$\alpha = \frac{\sum y_i - \beta \sum x_i}{m}.$$

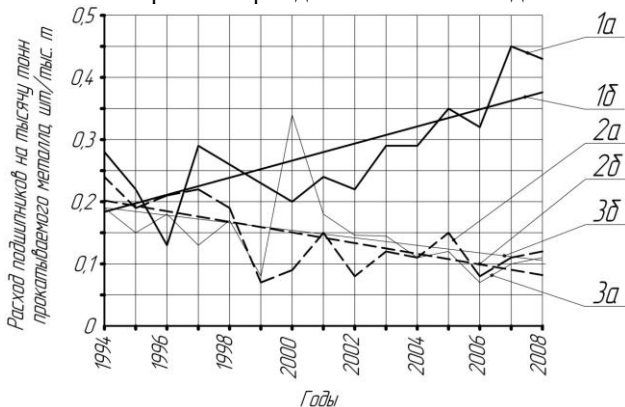
В результате расчетов по формуле (1) получили значение коэффициентов корреляции для подшипника: № 847156Л $r = 0,73$; № 36-442860ХМ $r = -0,69$; № 156Л $r = -0,42$. Прямые уравнений регрессии расхода подшипника представлены на рисунке 3.

Анализ рисунков 2 и 3 и результаты расчетов коэффициентов корреляции позволяют судить о следующем.



Q – количество подшипников, вышедших из строя на тыс. т прокатываемого металла (удельный расход подшипников); P – годовой объем прокатываемого металла в ЛПЦ-3 (НСХП-1400)

Рисунок 2 – Изменение объемов производства ЛПЦ-3 и количества подшипников роликов и рабочих валков НСХП-1400, ДДС-1400, ДПДС-1400, вышедших из строя за период с 1994 по 2008 годы



1а, 2а, 3а – соответственно кривые расхода подшипников № 847156Л, № 442860, № 156Л;
2а, 2б, 3б – уравнения регрессии расхода подшипников № 847156Л, № 442860, № 156Л

Рисунок 3 – Кривые и прямые уравнения регрессии расхода подшипников

У подшипника № 847156Л наблюдается рост удельного расхода с каждым годом (с 1994 по 2008 г. рост практически увеличился вдвое). К 2008 г. видно, что наблюдается увеличение расхода подшипников № 847156Л, несмотря на уменьшение объема производства (рисунок 2). При этом коэффициент корреляции более 0,5, что свидетельствует о сильной зависимости роста расхода подшипников от срока службы стана. Получаем, что срок службы в большей мере зависит от состояния работоспособности рабочих клетей стана в целом. Увеличение износа деталей их неравномерная деформация, вызванная также этим износом, приводит к перекосам валковой системы, что в свою очередь увеличивает осевые

нагрузки, которые в сочетании с большими скоростями прокатки вызывают резкое снижение срока службы подшипников № 847156Л. О наличии перекосов указывает также аварийный выход из строя этих подшипников.

О характере износа подшипников № 36-442860 и № 156Л за период с 1994 по 2008 г. можно судить об уменьшении их расхода на одну тонну прокатываемого металла (рост выхода из строя подшипников № 156Л в 2000 г. связан с применением этих подшипников взамен подшипников № 847156 на ряде опор рабочих валков). Уменьшение расхода данных подшипников можно объяснить уменьшением технологами, по возможности, усилий и скоростей прокатки и дрессировки с целью повышения надежности подшипников № 847156Л и снижения их аварийного выхода из строя. Так, скорость прокатки в клети №6 в некоторых случаях можно снижать до 20 м/с.

Информация по аварийному выходу радиально-упорных подшипников № 847156 НСХП-1400 за 2008 год приведена в таблице.

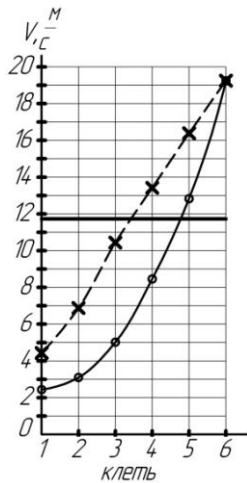
Из таблицы видно, что наиболее часто выходят из строя подшипники клетей № 4, № 5 и № 6.

Влияние скорости прокатки на срок службы подшипника № 847156 Л показано на рисунке 4.

Приведены линейные скорости вращения центров тел качения по среднему диаметру подшипников № 847156Л клетей № 1÷6 НСХП-1400. Предельная линейная скорость центров тел качения по среднему диаметру подшипников равна 11,73 м/с (паспортное значение предельной частоты вращения подшипника № 847156Л составляет 640 мин⁻¹) и показана на рис. 4 сплошной толстой линией. Как видно из рис. 4, при режиме прокатки № 1 предельная линейная скорость тел качения подшипников превышает в клетях № 5, 6, а при режиме № 2 – для подшипников клетей № 4-6. Превышение подшипником предельной скорости значительно уменьшает срок их службы.

Аварийный выход подшипников № 847156 НСХП-1400 за 2008 г.

Период, месяц	Количество подшипников по клетям, шт						Итого, шт
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	
Январь	0	1	2	4	8	4	19
Февраль	0	1	0	3	3	15	22
Март	0	2	0	0	3	9	14
Апрель	0	2	0	5	0	10	17
Май	1	2	0	7	1	9	20
Июнь	0	0	1	0	0	17	18
Июль	0	2	2	3	2	14	23
Август	0	1	2	1	4	16	24
Сентябрь	0	2	1	2	5	7	17
Октябрь	0	0	1	1	5	10	17
Ноябрь	0	0	0	2	0	4	6
Декабрь	0	0	0	4	2	2	8
Всего за год	1	13	9	32	33	117	205



о – режим прокатки № 1 (относительное обжатие по клетям: 0,2; 0,2; 0,4; 0,41; 0,34; 0,33; Толщина полосы перед клетью № 1 $h_0=1,8$ мм; скорость полосы после прокатки в клетях № 6 $V=33$ м/с); x – режим прокатки № 2 (относительное обжатие по клетям: 0,27; 0,36; 0,34; 0,22; 0,18; 0,15; $h_0=3,0$ мм; $V=33$ м/с)

Рисунок 4 – Линейная скорость вращения подшипников № 847156Л клетей № 1÷6 НСХП-1400. V – линейная скорость вращения подшипника, м/с

Изложенное позволяет заключить, что радиально-упорные подшипники № 847156Л воспринимают осевые усилия, превышающие расчетные, которые принимались в соответствии с рекомендациями [1, 3] из соотношения $F_a \leq 0,02F_r$, где F_r – усилие прокатки. Кроме того, подшипники № 847156Л, установленные в 4-6 клетки, работают на скоростях, превышающих паспортные значения угловой скорости для данного подшипника.

Существующая система смазки при эксплуатационных скоростях (до 33 м/с) и осевых нагрузках не обеспечивает необходимого для нормальной работы подшипника № 847156 Л количества смазки и отвода тепла в клетях № 4-6, в результате чего подшипники «горят».

Таким образом, для увеличения срока службы подшипников опор рабочих валков НСХП-1400 необходимо: уменьшить осевые нагрузки за счет восстановления геометрических размеров деталей клетей; заменить подшипник № 847156Л другим, выдерживающим более высокие скорости вращения; предусмотреть больший расход масла в подшипниках клетей № 4-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1985. 376 с.
2. Румшицкий Л.З. Элементы теории вероятностей. 4-е изд. М.: Наука, 1970. 256 с.
3. Перель Л.Я. Подшипники качения: Справочник. М.: Машиностроение, 1984. 543 с.

УДК 621.7

БАЙЖАБАГИНОВА Г.А.,
СЕЙДИНОВА Г.А.,
МУРАВЬЕВ О.П.

Изменение структуры стали 110Г13Л при электроконтактной обработке

В литом состоянии сталь 110Г13Л имеет аустенитную структуру с карбидными включениями. Величина зерна в стали зависит от толщины стенки изделия. При больших толщинах наблюдается крупное зерно с пониженным пределом прочности и низкими пластическими свойствами. Считается, что в случае абразивного износа структура аустенита с включениями карбидов обладает повышенной износоустойчивостью.

При кристаллизации литой стали в условиях медленного охлаждения карбидные включения в структуре располагаются в основном по границам зёрен, вследствие чего литые изделия с такой структурой обладают низкой сопротивляемостью хрупкому разрушению.

Сталь 110Г13Л характеризуется низкими механическими свойствами [1]:

$$\sigma_a = 35-45 \text{ ед}/\text{мм}^2, \quad \sigma_b = 28-35 \text{ ед}/\text{мм}^2,$$

$$\delta = 1-2 \%, \quad \alpha_t = 1,7 \text{ ед}/\text{мм}^2.$$

Микроструктуру стали 110Г13Л, прошедшей электроконтактную обработку, изучали на микрошлифах

размером 15x25x15 мм, начиная от поверхности на всю глубину косога среза через каждые 0,035 мм.

Структура поверхностного слоя изучалась на микрошлифах, приготовленных следующим образом. Из колец, обработанных на режимах:

$$S = 100; 250; 250; 100; 100; 250; 100 \text{ мм/мин},$$

$$t = 0,5; 0,5; 0,5; 1,0; 1,0; 1,0; 0,5 \text{ мм},$$

$$V_u = 20; 30; 20; 30; 20; 20; 30 \text{ м/с},$$

$$n = 50; 50; 250; 50; 250; 50; 250 \text{ об/мин},$$

$$L_u = 12,5; 12,5; 22,5; 22,5; 12,5; 22,5; 22,5 \text{ мм},$$

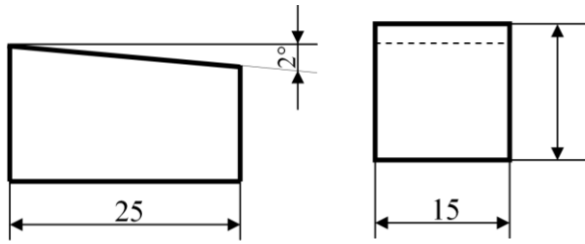
$$u_{x/x} = 28; 34; 28; 28; 34; 34; 34 \text{ В},$$

$$I = 800; 4200; 2800; 1300; 300; 4200; 1400 \text{ А},$$

вырезались образцы (рисунок) на малых скоростях резания с охлаждением, затем на шлифовальном станке снимался слой под углом 2°. После того как образец вырезан, его заливают в специальную оправку, чтобы избежать завалов краев при дальнейшей обработке.

Для получения плоской поверхности, предназначенной для исследования структуры, производят ее выравнивание на абразивном круге. При этом образец периодически охлаждается.

Полученный образец шлифуют на бумаге № 12 с крупным абразивным зерном, затем на бумаге № 10 [2]. Шлифование производится вручную, при этом образец водят по бумаге в направлении, перпендикулярном к рискам, полученным от предыдущей обработки, до полного их исчезновения на бумаге № M28, M20, M14, M10. Затем образец подвергается полированию на полировальном станке ПСМ-2 с кругом диаметром 200-250 мм, обтянутым фетром. В зону полирования периодически подается жидкость, представляющая раствор окиси хрома в воде, с концентрацией 10-15 грамм на 1 литр воды.



Образцы колец

Приготовленный микрошлиф промывают водой, протирают спиртом и просушивают фильтровальной бумагой.

Травление производится водным раствором хлорного железа. Сущность процесса травления заключается в различной степени растворения или окрашивания отдельных структурных составляющих зерен чистых металлов, твердых растворов, химических соединений. Травитель является электролитом. Структурные составляющие сплава, имеющие электроотрицательный электродный потенциал, являются катодами и растворяются, другие, с положительным потенциалом – анодами и сохраняются неизменными. В связи с тем, что анодных и катодных участков много, в результате травления на поверхности микрошлифа образуются многочисленные впадины и выступы, характеризующие микроструктуру сплава.

При освещении протравленного микрошлифа на металлографическом микроскопе, лучи отражаются по-разному от различных участков. В зависимости от степени травления, слабо протравившиеся структурные составляющие окажутся светлее по сравнению с нормально протравившимися.

Границы зерен травятся сильнее зерен, так как кристаллическая решетка у границ зерна находится в более искаженном и напряженном состоянии, чем в глубине зерна. Поэтому в местах, соответствующих границам зерен, после травления получают углубления. Вследствие рассеяния света границы зерен кажутся темными.

Микроструктура изучалась последовательно.

Все микрошлифы (образцы) изготавливались из одной заготовки, однако величина зерна в них была неодинаковой, что связано с процессом кристаллизации. Исходная микроструктура состояла из зерен аустенита с величиной зерна N_{0-1} по шкале ГОСТ 5639-51. Карбиды марганца были распределены

неравномерно, располагались как внутри зёрен, так и по их границам.

Микрошлифы изучались в следующей последовательности (таблица).

Режимы обработки стали 110Г13Л

№ образца	I , А	S , мм/мм	N , об/мин	t , м	V_u , м/с	U_{xx} , В
1	800	100	50	0,5	20	28
4	1300	100	50	1,0	30	28
8	1400	100	250	0,5	30	34
3	2800	250	250	0,5	20	28
5	3000	100	250	1,0	20	34
2	4200	250	50	0,5	30	34
6	6600	250	250	1,0	30	28

Характерным для микроструктуры всех микрошлифов являлось наличие полигональных зёрен аустенита, внутри которых имелись линии сдвига (двойникования). Эти линии были приблизительно параллельны в пределах каждого зерна и имели определённую ориентацию. Следы линий пластической деформации различной степени наблюдались в подавляющем числе зёрен независимо от места изучения микроструктуры. Исходная микроструктура содержала карбидную фазу различной величины.

После электроконтактной обработки при минимальной силе тока, равной 800 А, и минимальных значениях S , t , n , V_u , U_{xx} в поверхностном слое наблюдались крупные аустенитные зёрна, с неравномерной степенью пластического сдвига. После электроконтактной обработки на поверхности микрошлифа характерно наличие повышенного числа линий сдвига. Из этого следует, что после электроконтактной обработки поверхность металла подвергается заметной пластической деформации.

При увеличении силы тока до 1300 А и t до 1,0 мм, V_u до 30 м/сек, в поверхностном слое количество линий сдвига уменьшается, они расположены неравномерно. На расстоянии 0,5 мм от поверхности видны частичные, прерывающиеся линии сдвига в весьма крупных зёрнах. В некоторых местах линии сдвига пересекают крупные карбидные включения. Вероятно, карбидные включения являются препятствием сдвигу, в местах их расположения наблюдается частичное упрочнение. При данном режиме ЭКО деформация в поверхностном слое происходит неравномерно вследствие значительной разнотерности, а также наличия неравномерно распределённой карбидной фазы. В крупных зёрнах деформация осуществляется в большей степени. В местах, где нет карбидной фазы, процесс сдвига происходит более интенсивно.

С увеличением силы тока до 1400 А, n до 250 об/мин и U_{xx} до 34 В при одновременном уменьшении t до 0,5 мм в поверхностном слое число сдвига возрастает, что приводит к большему упрочнению поверхности. С увеличением глубины количество линий сдвига уменьшается, а на максимальной толщине (глубине) микрошлифа следы пластической деформации почти отсутствуют. Наибольшее

упрочнение, вероятно, наблюдается в поверхностном слое на глубине до 0,2 мм.

С увеличением глубины до 0,5 мм микроструктура поверхности и середины микрошлифов практически не изменяется и близка к исходной.

При дальнейшем увеличении силы тока с 1400 до 2800 А, S от 100 до 250 мм/мин, некотором уменьшении V_{II} и U_{XX} при неизменных n и t в микроструктуре поверхности микрошлифа образца и на глубине более 1 мм наблюдаются укрупнённые линии сдвига, что свидетельствует о повышенной степени деформации зёрен и наибольшем упрочнении. Вероятно, в данном случае в поверхностном слое частично происходит мартенситное превращение, связанное с интенсивным нагревом, и сочетанием фазового наклёпа с высокой скоростью охлаждения. С увеличением глубины микроструктура образца мало отличается от других образцов, что говорит о том, что упрочнение при ЭКО распространяется на незначительную глубину.

Для образца №5 сила тока была увеличена незначительно с 2800 до 3000 А, t с 0,5 до 1,0 мм и U_{XX} с 28 до 34 В, а величина S была уменьшена с 250 до 100 мм/мин. В этом случае степень пластической деформации поверхности уменьшилась, что видно по уменьшению количества плоскостей сдвига. Вероятно, в этом случае мартенситное превращение

проявляется слабо и происходит на незначительной глубине.

При силе тока 4200 А, увеличении S с 100 до 250 мм/мин и V_{II} с 20 до 50 м/сек при уменьшении n с 250 до 50 об/мин и t с 1,0 до 0,5 мм в поверхностном слое наблюдается резкое увеличение количества линий сдвига на глубине до 0,25 мм. На глубине до 0,05-0,10 мм наблюдался слой с неопределённой структурой, дефектный слой.

При больших силах тока упрочнение поверхности происходит на большую глубину. Из этого следует, что при больших значениях J и S глубина дефектного слоя возрастает, а упрочнение распространяется на более глубокие слои, где возможно протекание мартенситного превращения. Под влиянием значительной силы тока происходит разогрев глубинных слоёв металла до высоких температур, после чего вследствие резкого охлаждения и под влиянием фазового наклёпа в структуре образуются зоны с мартенситными кристаллами, вероятно, бесструктурного мартенсита. Вопрос наличия мартенсита в поверхностном слое является предметом исследования тонкой структуры, где может быть применён метод рентгеноструктурного анализа. С увеличением глубины структура напоминает исходную, линии сдвига незначительны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Парфеев Л.И., Сорокин Г.А. Структура и износостойкость стали 110Г13Л // МИТОМ. 1969. № 1.
2. Блонтер М.Е. Методика исследования металлов и обработки опытных данных. М.: Металлургиздат, 1968.

УДК 621:001.13

ЖЕТЕСОВА Г.С.,
ПЛЕШАКОВА Е.А.

Применение нанотехнологии в машиностроении

Развитие цивилизации неразрывно связано с совершенствованием технологий получения и использования материалов. На этом пути было несколько качественных скачков: бронза, сталь, полимеры, композиты. Сегодня наступил следующий этап в области материаловедения, обусловленный накоплением знаний об определяющем влиянии наноструктуры на свойства материалов.

Нанотехнология – область прикладной науки и техники, имеющая дело с объектами размером менее 100 нанометров (1 нанометр равен 10^{-9} метра). Нанотехнология качественно отличается от традиционных инженерных дисциплин, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул, квантовые эффекты [1]. Объекты нанотехнологий, с одной стороны, могут иметь характеристические размеры указанного диапазона: наночастицы, нанопорошки (объекты, у которых три характеристических размера находятся в диапазоне до

100 нм); нанотрубки, нановолокна (объекты, у которых два характеристических размера находятся в диапазоне до 100 нм); наноплёнки (объекты, у которых один характеристический размер находится в диапазоне до 100 нм).

С другой стороны, объектами нанотехнологий могут быть макроскопические объекты, атомарная структура которых контролируемо создаётся с разрешением на уровне отдельных атомов [1, 2]. Особенность нанотехнологии заключается в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных размеров. «Сырьём» являются отдельные атомы, молекулы, молекулярные системы, а не привычные в традиционной технологии микронные или макроскопические объёмы материала, содержащие, по крайней мере, миллиарды атомов и молекул. В отличие от традиционной технологии для нанотехнологии характерен «индивидуальный» подход, при котором внешнее управление достигает отдельных атомов и молекул, что позволяет создавать из них как «бездефектные» материалы с принципиально новыми физико-химическими и

биологическими свойствами, так и новые классы устройств с характерными нанометровыми размерами.

Отличие свойств малых частиц от свойств массивного материала известно ученым давно и используется в различных областях техники. Примерами наноразмерных структур могут служить широко применяемые аэрозоли, красящие пигменты, цветные стекла, окрашенные коллоидными частицами металлов. Впечатляющие примеры связаны с биологией, где живая природа демонстрирует нам наноструктуры на уровне клеточного ядра. В этом смысле собственно нанотехнология как научное направление не является чем-то новым. Качественная характеристика нанотехнологии заключается в практическом использовании нового уровня знаний о физико-химических свойствах материи. В этом одновременно и исключительность нанотехнологии – новый уровень знаний предполагает выработку концептуальных изменений в направлениях развития техники, медицины, сельскохозяйственного производства, а также изменений в экологической, социальной и военной сферах. Важной отличительной особенностью нанометрового масштаба является также способность молекул самоорганизовываться в структуры различного функционального назначения, а также порождать структуры, себе подобные (эффект саморепликации). Методами так называемого механосинтеза реализуются новые, не имеющие аналогов молекулярные соединения. Проведены эксперименты, в которых тысячи и десятки тысяч молекул соединяются в кристаллы, обладающие изначально заданными свойствами, которые не встречаются у природных материалов. Использование перечисленных выше свойств в практических приложениях и составляет суть нанотехнологии. На ее основе уже реализованы образцы наноструктурированных сверхтвердых, сверхлегких, коррозионно- и износостойких материалов и покрытий, катализаторов с высокоразвитой поверхностью, нанопористых мембран для систем тонкой очистки жидкостей, сверхскоростных приборов наноэлектроники [3, 4].

Когда речь идет о развитии нанотехнологий, имеются в виду три направления: изготовление электронных схем (в том числе и объемных) с активными элементами, размерами, сравнимыми с размерами молекул и атомов; разработка и изготовление наномашин, т.е. механизмов и роботов размером с молекулу; непосредственная манипуляция атомами и молекулами и сборка из них всего существующего. В настоящее время наноматериалы используют для изготовления защитных и светопоглощающих покрытий, спортивного оборудования, транзисторов, светоиспускающих диодов, топливных элементов, лекарств и медицинской аппаратуры, материалов для упаковки продуктов питания, косметики и одежды.

Объемное наноструктурирование имеет решающее значение при разработке отличающихся малым весом летательных аппаратов из термически устойчивых материалов с высокой удельной прочностью. Реализация нанотехнологий в

авиакосмической отрасли позволит: повысить прочность летательных аппаратов, добиться «живучести» и снижения их веса (которое обеспечивают в настоящее время композиты). К ним должны присоединиться наноматериалы. Переходя на нанотехнологии, можно достигнуть снижения трения, решить задачи борьбы с обледенением и прилипанием к внешней стороне конструкции летательных аппаратов различной «биологической живности» с помощью отслаивающихся чешуек. Применение нанотехнологии в аэрокосмической технике способно также обеспечить: снижение энергопотребления в 10^4 раз, снижение вибрации и шума – в 10^3 , повышение быстродействия – в 10^6 , повышение КПД солнечных батарей – в 10^1 , повышение чувствительности датчиков – в 10^6 , повышение времени автономной работы – в 10^4 раз, повышение надежности – в 10^2 , повышение стойкости к радиации – в 10^1 , повышение стойкости к перегрузкам – в 10^2 раз. Внедрение нанотехнологий в автомобильную промышленность позволит сделать автомобили: доступными (нанотехнологические методы производства позволяют создавать товары и услуги с низкой себестоимостью; в автомобилях будущего основной составляющей цены будет являться «бренд»); комфортными (более совершенная работа механических частей, улучшенная шумо- и виброизоляция на основе наноструктурированных материалов, эргономичный салон); эффективными (повышение средней скорости движения автомобилей, повышение КПД использования энергии, необходимой для перевозки людей и грузов); интеллектуальными (широкое внедрение информационных систем во все узлы и компоненты автомобилей, принятие автомобилем все больших функций водителя на себя); безопасными для человека и окружающей среды (новые, экологически чистые силовые установки, в том числе на топливных элементах, качественно новый уровень пассивной и активной безопасности для обитателей салона и пешеходов, широкое использование в конструкции автобиодеградируемых материалов, а с созданием диссасемблеров – возможность 100 % утилизации устаревших автомобилей). В целом же, разработка и применение нанотехнологий в области машиностроения позволят достичь следующих основных целей: изменение структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения доли наукоемкой продукции; повышение эффективности производства; создание новых рабочих мест для высококвалифицированного персонала инновационных предприятий, создающих продукцию с использованием нанотехнологий; развитие фундаментальных представлений о новых явлениях, структуре и свойствах наноматериалов; формирование научного сообщества, подготовка и переподготовка кадров, нацеленных на решение научных, технологических и производственных проблем нанотехнологий, создание наноматериалов и наносистемной техники, с достижением на этой основе мирового уровня в фундаментальной и прикладной науках. В двигателестроении и

автомобильной промышленности – за счет применения наноматериалов, более точной обработки и восстановления поверхностей можно добиться значительного (до 1,5-4 раз) увеличения ресурса работы автотранспорта, а также снижения втрое эксплуатационных затрат (в том числе расхода топлива), улучшения совокупности технических показателей (снижение шума, вредных выбросов), что позволяет успешнее конкурировать как на внутреннем, так и на внешнем рынках. В электронном и электротехническом машиностроении – расширение возможностей радиолокационных систем за счет применения фазированных антенных решеток с малошумящими СВЧ-транзисторами на основе наноструктур и волоконно-оптических линий связи с повышенной пропускной способностью с использованием фотоприемников и инжекционных лазеров на структурах с квантовыми точками; совершенствование тепловизионных обзорно-прицельных систем на основе использования матричных фотоприемных устройств, изготовленных на базе нанотехнологий и отличающихся высоким температурным разрешением; создание мощных экономичных инжекционных лазеров на основе наноструктур для накачки твердотельных лазеров, используемых в фемтосекундных системах.

В энергетическом машиностроении – наноматериалы используются для совершенствования технологии создания топливных и конструкционных элементов, повышения эффективности существующего оборудования и развития альтернативной энергетики (адсорбция и хранение водорода на основе углеродных наноструктур, увеличение в несколько раз эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой, разработка электродов с развитой поверхностью для водородной энергетики на основе трековых мембран). Кроме того, наноматериалы применяются в тепловыделяющих и нейтронопоглощающих элементах ядерных реакторов; с помощью нанодатчиков обеспечивается охрана окружающей среды при хранении и переработке отработавшего ядерного топлива и мониторинга всех технологических процедур для управления качеством сборки и эксплуатации ядерных систем; нанопористые

используются для разделения сред в производстве и переработке ядерного топлива. Создание наноструктурированных композиционных материалов на сегодняшний день является одной из наиболее востребованной, но в то же время наименее изученной областью нанотехнологии. Успешная реализация первоочередных задач по этому направлению требует проведения комплексных исследований по широкому спектру нанотехнологий, находящихся в настоящее время на разных периодах освоения. Наноструктурированные композиционные материалы и наносистемы представляют собой комплекс научно-технических проблем, решение которых должно быть направлено на изучение масштабного фактора (уменьшение величины частиц, элементов или структур), но и на исследование принципиально новых явлений, присущих наномасштабу. Создание наноструктурированных композиционных материалов и нанесений их на оборудование находится на начальной стадии развития полезных для практики направлений исследований и разработок и требует использования широкого спектра новых нанотехнологий.

В научном труде О.М. Жаркевич на тему «Повышение прочности и износостойкости внутренней поверхности цилиндров гидростоек механизированных крепей» автор поставил перед собой задачу защиты внутренних поверхностей цилиндра гидростоек механизированной крепи для защиты от коррозии [5]. В основу был положен метод вакуумного нанесения пиролитического карбодохромового покрытия (ПКХ-покрытие). Нанесение ПКХ-покрытия в процессе исследования показало высокую адгезионную прочность, близкую к прочности основы, за счет диффузионно-оксидной связи покрытия с поверхностью основы, уменьшение износа и увеличение срока службы сопряженной пары «поршень-цилиндр». В настоящее время данный вопрос по нанесению неорганических (наноструктурированных композиционных материалов) покрытий оборудования требует глубокого изучения, разработки новых методов нанесения, которые позволят в дальнейшем сократить износ оборудования, повысить срок его службы, уменьшить затраты на капремонт и т.д., которые приведут к сокращению финансовых затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн. М.: Эксмо, 2009. 363 с.
2. Батаев В.А., Батаев А.А. Композиционные материалы. М.: Логос, 2006. 397 с.
3. Шибиков В.Г., Калашников В.И., Соколова Ю.А. Производство композитных материалов в машиностроении. М.: КНОРУС, 2008. 95 с.
4. Бобров Г.В., Ильин А.А. Нанесение неорганических покрытий. М.: Интермет Инжиниринг, 2004. 623 с.
5. Жетесова Г.С., Жаркевич О.М. Повышение прочности износостойкости внутренней поверхности цилиндров гидростоек механизированных крепей // Тр. ун-та. Вып. 4. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2008. С. 91-93.

УДК 621.919+621.951.7

КАСЕНОВ А.Ж.

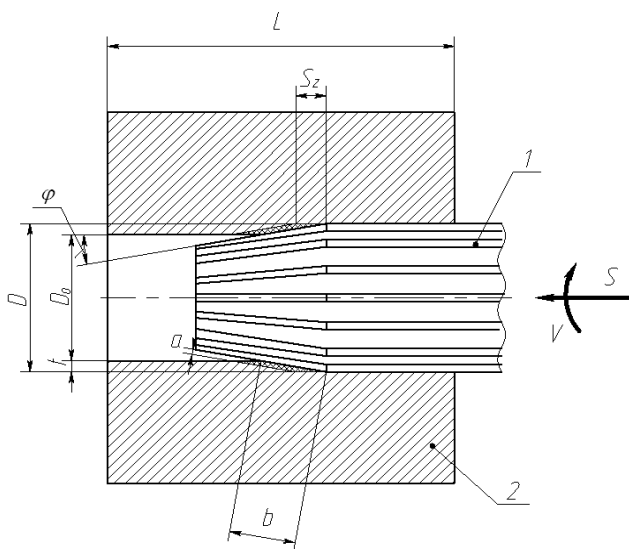
Обработка отверстий развёрткой-протяжкой

Обработка отверстий, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения является одним из направлений развития технологии машиностроения. Чаще всего обработка отверстий осуществляется с помощью стержневых мерных инструментов: сверлом, зенкером, развёрткой и протяжкой, расточными резцами, блоками и расточными головками. В зависимости от требований к точности отверстий применяются соответствующие инструменты. Большое место при этом занимает развёртывание.

Сверление и зенкерование являются предварительными операциями. Разворачивание и протягивание являются чистовыми операциями. Общеизвестно, что развёртки имеют недостаток: работа резания сосредоточена на сравнительно короткой режущей части (рисунок 1). Развёртка не исправляет или плохо исправляет положение и форму оси.

Неблагоприятные условия резания вызывают повышение механической нагрузки на участке лезвия, на котором происходит отделение стружки от основного слоя материала и его деформации, что сопровождается значительным тепловыделением, хотя и меньшим, чем при зенкеровании. Механические и термические напряжения приводят к сравнительно низкой стойкости режущих инструментов [1-4].

На кафедре машиностроения и стандартизации выполнен анализ методов и способов обработки цилиндрических отверстий, параметров срезаемого слоя при резании, геометрии и конструкций существующих металлорежущих инструментов (развёрток, протяжек, комбинированных инструментов), разработаны новые металлорежущие инструменты – развёртка-протяжка, получены предварительные патенты и положительное решение [5-7].

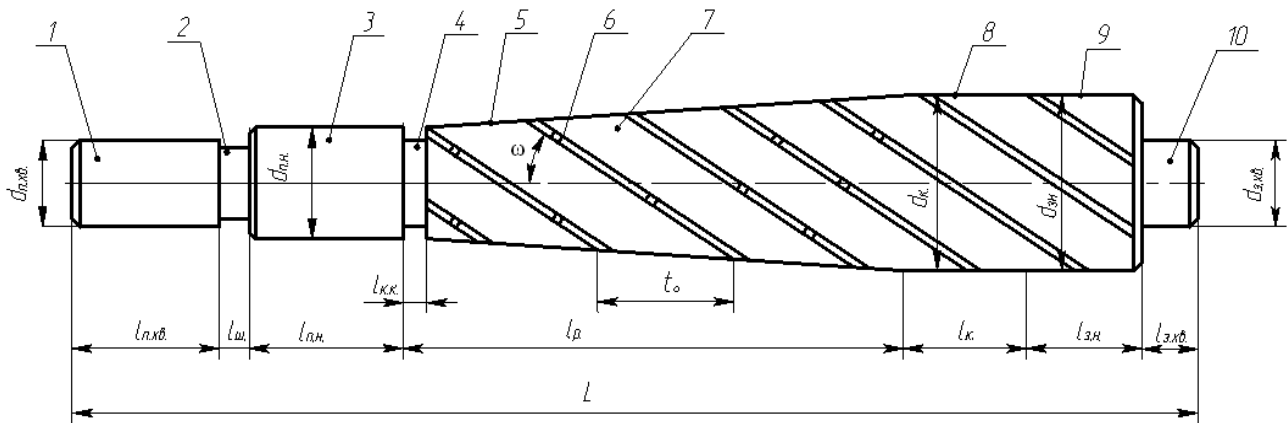


1 – развёртка; 2 – заготовка; φ – главный угол в плане; a – толщина среза; b – ширина среза; t – глубина резания; D – диаметр отверстия; D_0 – диаметр предварительного отверстия; L – длина обработки; S – осевая подача; S_z – подача на зуб; V – скорость резания

Рисунок 1 – Элементы резания при развёртывании

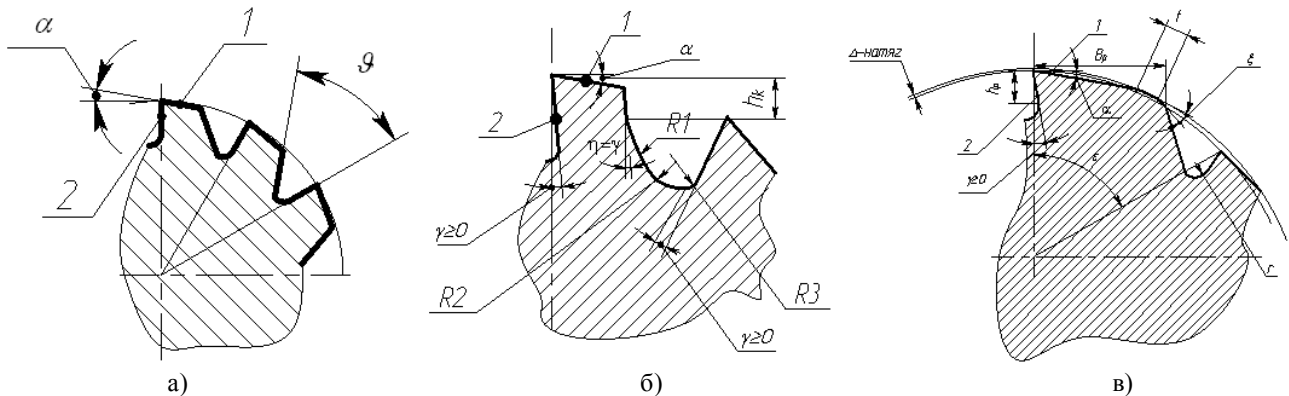
Развёртка-протяжка конструктивно построена по следующему принципу. В осевом сечении она имеет конструктивные признаки, соответствующие протяжке: передний хвостовик, шейку, переднюю и заднюю направляющие, режущую и калибрующую части – (при работе она, как протяжка, протягивается через отверстие), а в поперечном сечении – признаки развёртки: форму и число зубьев, геометрию режущей части (рисунок 2) – и при работе она вращается как развёртка.

В поперечном сечении профиль винтовых зубьев развёртки-протяжки может быть следующих исполнений: стандартный профиль зубьев развёртки (рисунок 3, а), равноширокий профиль зубьев (рисунок 3, б), как у протяжки с винтовым равношироким зубом [7], режуще-деформирующий (рисунок 3, в). Применение равноширокого профиля зубьев позволяет увеличить стойкость развёртки-протяжки, количество переточек, а следовательно, и увеличить срок службы за счёт переточки по задней поверхности, в отличие от протяжки с круговыми зубьями, и воссоздавать состояние задней поверхности после переточки до состояния нового инструмента, что обеспечивает повышение качества обработки. Применение режуще-деформирующего профиля позволяет осуществлять процесс резания и поверхностное пластическое деформирование. Формирование обрабатываемой поверхности цилиндра осуществляется выглаживающей ленточкой f , однако резкий переход от деформированного к недеформируемому состоянию может вызвать ухудшение качества обрабатываемой поверхности. Для исключения данного явления введён угол $\xi \leq 10^\circ$ после ленточки, обеспечивающий плавный переход от деформированного к недеформированному состоянию обрабатываемой поверхности для повышения её качества.



$d_{н.хв.}$ – диаметр переднего хвостовика; $d_{п.н.}$ – диаметр передней направляющей; d_k – диаметр калибрующей части; $d_{з.н.}$ – диаметр задней направляющей; $d_{з.хв.}$ – диаметр заднего хвостовика; $l_{п.хв.}$ – длина переднего хвостовика; $l_{ш}$ – длина шейки; $l_{п.н.}$, $l_{з.н.}$ – длина передней и задней направляющей; $l_{к.к.}$ – длина кольцевой канавки; l_p – длина режущей части; l_k – длина калибрующей части; $l_{з.хв.}$ – длина заднего хвостовика; L – длина развёртки-протяжки; ω – угол винтовых стружечных канавок, направление ω противоположно направлению резания; t_o – осевой шаг развёртки-протяжки; 1 – передний хвостовик; 2 – шейка; 3 – передняя направляющая; 4 – кольцевая канавка; 5 – режущая часть (коническая); 6 – стружкоделительная канавка; 7 – стружечная канавка; 8 – калибрующая часть (цилиндрическая); 9 – задняя направляющая; 10 – задний хвостовик

Рисунок 2 – Конструктивные элементы развёртки-протяжки



1 – задняя поверхность зубьев; 2 – передняя поверхность зубьев; $\gamma \geq 0$ – передний угол; α – задний угол; ν – угол стружечной канавки; $\eta = \gamma$ – угол на спинке равноширокого зуба; ϵ – угловой шаг (постоянный и непостоянный) между зубьями; ξ – угол после ленточки f ; f – выглаживающая ленточка; h_p – размер прямолинейного участка равноширокого зуба на передней поверхности; B_p – размер прямолинейного участка равноширокого зуба на задней поверхности; R_1, R_2, R_3 – радиусы закругления стружечной канавки; r – радиус у основания стружечной канавки

Рисунок 3 – Профиль поперечного сечения развёртки-протяжки

Материалом режущей части развёртки-протяжки может быть как быстрорежущая сталь Р6М5 и другие, так и напаянные пластинки твёрдого сплава.

Обработка отверстий деталей машин развёрткой-протяжкой осуществляется на токарном станке следующими способами: закреплением развёртки-протяжки в патроне и на суппорте токарного станка с левым или правым направлением винтовых стружечных канавок [6].

При обработке развёрткой-протяжкой необходимо согласовать её вращение, подачу детали и угол наклона стружечных канавок. Режимы резания развёрткой-протяжкой теоретически принимать затруднительно, поэтому оптимальные значения будут определены экспериментальным путём. В результате будут разработаны номограммы и рекомендации

режимов резания для различных материалов и условий обработки.

Протяжки перетачиваются по передней поверхности. При этом величина стачивания по передней поверхности получается значительной, что уменьшает общее количество переточек, а следы износа по задней поверхности могут частично оставаться. Следствием этого является ухудшение качества инструмента и, естественно, качество обработки отверстия. Для повышения качества протяжки после заточки (переточки) последнюю заточку (переточку) необходимо выполнять по задней поверхности. Поэтому развёртка-протяжка перетачивается по задней поверхности, что увеличивает количество переточек, по сравнению с традиционными протяжками и общий ресурс, запас на переточку – удлинение калибрующей части.

Опытные образцы развёртки-протяжки изготовлены на машиностроительном предприятии города Павлодара ТОО «Format Mach Company» (бывший инструментальный завод) и испытаны в учебно-производственных мастерских факультета металлургии, машиностроения и транспорта ПГУ им. С. Торайгырова на кафедре «Машиностроение и стандартизация» (рисунок 4).

Производственные испытания осуществлялись на ТОО «Завод нестандартизированного оборудования» путем сравнения результатов обработки отверстий машинной стандартной развёрткой и развёрткой-протяжкой.



Рисунок 4 – Опытные образцы развёртки-протяжки

Результаты производственных испытаний образцов, обработанных металлорежущими инструментами:

1) машинной стандартной развёрткой: точность диаметральных размеров отверстий составляет 0,018-0,033 мм (7-8 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 0,16...0,32$ мкм, что соответствует 9 и 10 классам шероховатости.

2) развёрткой-протяжкой: точность диаметральных размеров отверстий составляет 0,011-0,021 мм (6-7 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 0,08...0,16$ мкм, что соответствует 10 и 11 классам шероховатости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963. 952 с.
2. Алексеев Г.А., Аршинов В.А., Кричевская Р.М. Конструирование инструмента. М.: Машиностроение, 1979. 384 с.
3. Кацев П.Г. Обработка протягиванием. М.: Машиностроение, 1986. 272 с.
4. Предварительный патент РК №20210 от 25.08.2008г. Развёртка-протяжка с пластинками твердого сплава для обработки цилиндрических отверстий / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Мусина Ж.К., Касенов А.Ж., Тастенов Е.К.
5. Положительное решение №2006/0309.1 от 06.03.2007г. Развёртка-протяжка для обработки цилиндрических отверстий / Авторы: Дудак Н.С., Касенов А.Ж.
6. Предварительный патент Республики Казахстан № 20811 от 25.11.2008г. Способ обработки цилиндрических отверстий развёрткой-протяжкой / Дудак Н.С., Касенов А.Ж.
7. Предварительный патент Республики Казахстан №16167 от 15.06.2005г. на изобретение «Протяжка для обработки цилиндрических отверстий среднего и большого диаметров» / Дудак Н.С., Шерниязов М.А.

УДК 621.919+621.951.47

ИТЫБАЕВА Г.Т.

Обработка отверстий зенкером-протяжкой

Обработка отверстий зенкерами обеспечивает точность обработки отверстий по 9...11 квалитетам и шероховатость поверхности от $R_a = 10$ мкм до $R_a = 2,5$ мкм.

Зенкеры предназначены для обработки отверстий в литых или штампованных деталях, а также предварительно просверленных отверстий с целью повышения точности и уменьшения шероховатости поверхности отверстия. В технологическом процессе зенкер, как правило, выполняет промежуточную операцию между сверлением и развёртыванием. Зенкерованием можно исправить искривление оси отверстия. В металлообработке используется большое количество различных типов зенкеров.

По виду обрабатываемых отверстий зенкеры разделяются на следующие основные группы: цилиндрические зенкеры, служащие для расширения на 1,0-8 мм цилиндрических отверстий; цилиндрические зенкеры с направляющей цапфой, предназначенные для обработки цилиндрических углублений под головки винтов; конические зенкеры для обработки конических углублений под головки винтов, гнезд под клапаны, снятия фасок и т.п.; торцовые зенкеры для зачистки торцовых плоскостей бобышек, приливов и т.п.

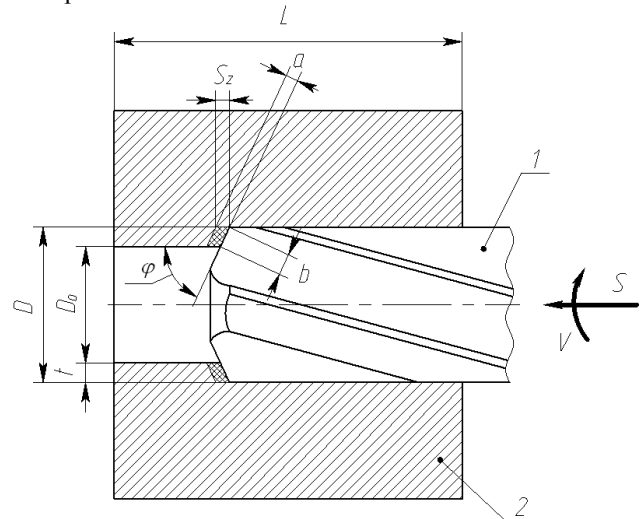
Процесс зенкерования происходит в сложных условиях резания. Работа резания сосредоточена на сравнительно короткой режущей части (рисунок 1). Это вызывает повышенные механические нагрузки на участке лезвия, на котором происходят отделение стружки от основного слоя материала и его деформация, что сопровождается значительным тепловыделением. Механические и термические напряжения приводят к сравнительно низкой стойкости режущих инструментов [1-2].

С целью улучшения направления при работе каждый зуб зенкера снабжается цилиндрической ленточкой шириной $h_n = (0,02...0,04)d$ и высотой $f_n = 2...2,5$ мм у быстрорежущих зенкеров и $f_n = 0,8...1,8$ мм у твёрдосплавных. Как у свёрл, у зенкеров ленточки шлифуются не по цилиндру, а с небольшой конусностью. Величина обратной конусности колеблется в зависимости от диаметра зенкера от 0,04 до 0,10 мм на 100 мм длины. Ширина зуба зенкера составляет $B = (0,4...0,48)d$ [1].

Все рассмотренные зенкеры также имеют короткую режущую часть и потому неблагоприятные условия резания: высокую температуру в зоне резания, относительно высокий износ, сравнительно низкую стойкость.

Формирование обрабатываемой поверхности при обработке рассмотренными зенкерами происходит отдельно каждым зубом на участке, равном S_o / z , где S_o – подача зенкера на оборот; z – число зубьев зенкера, т.е. наиболее важная рабочая поверхность

детали формируется наименее ответственным участком зуба зенкера. После затупления зенкеры перетачиваются по задней поверхности на участке режущей части, которая работает на переходной поверхности.



1 – зенкер; 2 – заготовка; φ – угол в плане; a – толщина среза; b – ширина среза; t – глубина резания; D – диаметр обрабатываемого отверстия; D_o – диаметр предварительного отверстия; L – длина обработки; S – осевая подача; S_z – подача на зуб; V – скорость резания

Рисунок 1 – Элементы резания при зенкерованием

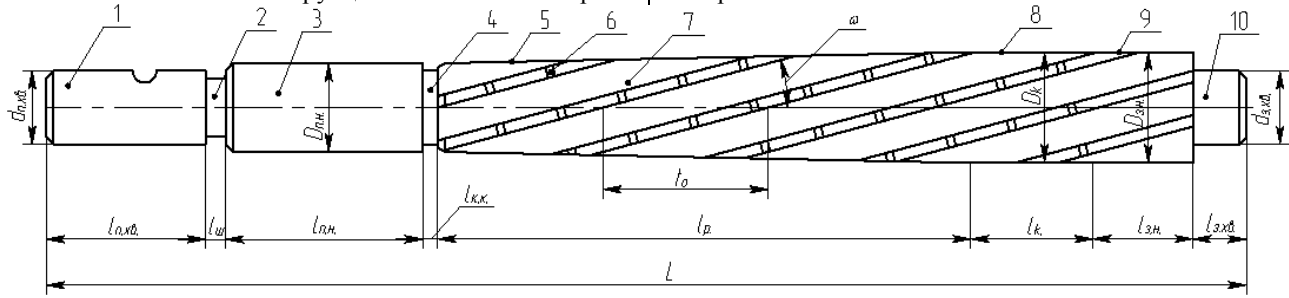
Учитывая анализ условий обработки и необходимость повышения качества обработки, разработаны и исследованы условия обработки новыми конструкциями режущих инструментов. Новые режущие инструменты для обработки отверстий основаны на совмещении нескольких видов операций в одной, например, зенкерование и протягивание. Применение новых конструкций зенкеров, названных зенкерами-протяжками, позволяет устранить отрицательные факторы обработки отверстий существующими зенкерами и повысить качество и точность обработки отверстий, а также стойкость инструмента.

Зенкер-протяжка конструктивно построен по следующему принципу. В осевом сечении он имеет конструктивные признаки, соответствующие протяжке: передний хвостовик, шейку, переднюю и заднюю направляющие, режущую и калибрующую части (имеют винтовые зубья, причём режущая часть имеет коническую форму, а калибрующая – цилиндрическую и протягивается через отверстие, как протяжка), – а в поперечном сечении признаки зенкера: форму и число зубьев, геометрию режущей части (рисунок 2) и вращается при обработке как зенкер [3-6].

Материалом режущей части зенкера-протяжки может быть как быстрорежущая сталь Р6М5, Р18, так и напаянные пластинки твёрдого сплава.

Предлагаемая конструкция зенкера-протяжки включает в своей конструкции элементы зенкера и

протяжки, сочетание которых создаёт более благоприятные условия резания. Работа резания распределена по длинной режущей части, как у протяжки с винтовым зубом, форма зубьев в поперечном сечении с



$d_{n.хв.}, d_{з.хв.}$ – диаметр переднего и заднего хвостовика; $d_{n.н.}$ – диаметр передней направляющей; d_k – диаметр калибрующей части; $d_{з.н.}$ – диаметр задней направляющей; $l_{n.хв.}, l_{з.хв.}$ – длина переднего и заднего хвостовика; $l_{ш}$ – длина шейки; $l_{n.н.}, l_{з.н.}$ – длина передней и задней направляющей; $l_{к.к.}$ – длина кольцевой канавки; l_p – длина режущей части; l_k – длина калибрующей части; L – длина зенкера-протяжки; ω – угол винтовых стружечных канавок; t_o – осевой шаг зенкера-протяжки; 1 – передний хвостовик; 2 – шейка; 3 – передняя направляющая; 4 – кольцевая канавка; 5 – режущая часть; 6 – стружкоделительная канавка; 7 – стружечная канавка; 8 – калибрующая часть зенкера-протяжки; 9 – задняя направляющая; 10 – задний хвостовик

Рисунок 2 – Конструктивные элементы зенкера-протяжки

профилем стружечной канавки, а также рабочие движения (сочетание вращательного и поступательного движений) – как у зенкера.

В новой конструкции режущего инструмента зенкера-протяжки использованы преимущества протяжки: сравнительно невысокая скорость резания, качество обработки (точность размера, шероховатость, уменьшение истирания).

Обработка отверстий деталей машин зенкером-протяжкой может осуществляться на токарном станке следующими способами: закреплением зенкера-протяжки в патроне или на суппорте токарного станка с левым или правым направлением винтовых стружечных канавок в зависимости от направления вращения шпинделя с режущим инструментом [5]. Для массового производства может быть применён станок типа агрегатного.

Формообразование отверстия производится на всей длине длинной режущей части на более мягких режимах с меньшим тепловым воздействием на заготовку и плавным переходом режущей в калибрующую часть (малый угол конуса режущей части), что способствует повышению качества обработанной поверхности.

Режущая часть зенкера-протяжки коническая и форма и число зубьев в поперечном сечении, как у зенкера. Для плавного начала процесса обработки отверстия и лучшего центрирования зенкера-протяжки на режущей части зенкера-протяжки предусмотрена фаска $1 \times 30^\circ$.

Ширина зубьев зенкера-протяжки в поперечном сечении определяется графо-аналитическим методом. Ширина среза оказывает значительное влияние на силу резания, условия стружкообразования, размещение стружки в канавке и шероховатость обрабатываемой поверхности.

Стружкоделительные канавки предназначены для деления широкой стружки на отдельные части; это

облегчит работу зенкера-протяжки и создаст лучшие условия размещения стружки во впадине зуба и отвода стружки. Число стружкоделительных канавок для круглых протяжек при диаметре протяжки 16...20 мм – 10; при – 20...25 мм – 12 [2].

Опытные образцы зенкера-протяжки изготовлены на машиностроительном предприятии города Павлодара ТОО «Format Mach Company» (бывший инструментальный завод) и испытаны в учебно-производственных мастерских факультета металлургии, машиностроения и транспорта ПГУ им. С. Торайгырова на кафедре «Машиностроение и стандартизация» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Опытные образцы зенкера-протяжки

Производственные испытания опытных образцов осуществлялись на ТОО «Завод нестандартизированного оборудования». Результаты производственных испытаний образцов, обработанных металлорежущими инструментами, следующие:

1) цилиндрическим стандартным зенкером: точность диаметральных размеров отверстий составляет 0,027-0,13 мм (8-11 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 1,25...2,5$ мкм, что соответствует 6 и 7 классам шероховатости;

2) новым режущим инструментом – зенкером-протяжкой: точность диаметральных размеров отверстий составляет 0,018-0,033 мм (7-8 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 0,16..0,32$ мкм, что соответствует 9 и 10 классам шероховатости.

Анализ результатов показывает, что точность диаметральных размеров отверстий после обработки

зенкером-протяжкой увеличилась на 1, 2 квалитета по сравнению с цилиндрическим зенкером; шероховатость уменьшилась на 2, 3 класса. При этом подача на зуб при необходимости может быть уменьшена и уменьшен общий припуск на обработку зенкером-протяжкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963. 952 с.
2. Кацев П.Г. Обработка протягиванием. М.: Машиностроение, 1986. 272 с.
3. Предварительный патент РК № 20384 от 25.09.2008 г. Зенкер-протяжка для обработки цилиндрических отверстий / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т.
4. Предварительный патент РК № 20206 от 25.08.2008 г. Зенкер-протяжка с пластинками твердого сплава для обработки цилиндрических отверстий / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Мусина Ж.К., Касенов А.Ж., Тастенов Е.К.
5. Предварительный патент Республики Казахстан № 20973 от 25.12.2008 г. Способ обработки цилиндрических отверстий зенкером-протяжкой / Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т.
6. Предварительный патент Республики Казахстан №16167 от 15.06.2005 г. на изобретение «Протяжка для обработки цилиндрических отверстий среднего и большого диаметров» / Дудак Н.С., Шерниязов М.А.

УДК 621.951
МУСИНА Ж.К.

Обработка отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки

Наиболее распространённым методом получения отверстий в сплошном материале является сверление. Движение резания при сверлении – вращательное, движение подачи – поступательное. Процесс сверления протекает в тяжёлых условиях резания: очень неблагоприятным является передний угол на поперечной кромке. У стандартных спиральных свёрл передний угол γ на поперечной кромке составляет значение до минус $57^\circ-60^\circ$ и воспринимает до 80 % осевой силы, т.е. сопротивление осевой подаче создаётся областью контакта поперечной кромки с заготовкой. По этой причине на поперечной кромке вместо резания имеет место смятие, выдавливание и скобление металла.

При сверлении равнодействующие силы резания, приложенные к режущим кромкам сверла, как обычно, разлагают на три взаимно перпендикулярные составляющие силы: вдоль оси сверла – осевые силы P_x ; касательные к окружности сверла, т.е. в направлении скорости резания – касательные силы P_z ; по радиусу сверла – радиальные силы P_y .

Осевая сила P_x преодолевает сопротивление материала внедрению сверла и составляет около 40% от общей осевой силы. Касательные силы возникают за счёт сопротивления материала заготовки отделению срезаемого слоя и создают на сверле крутящий момент. Радиальные силы на двух режущих кромках направлены в противоположные стороны и взаимно уравновешиваются, если равны по величине, иначе способствуют уводу сверла. Помимо всего на сверло действуют силы сопротивления, возникающие на поперечной режущей кромке P_n , которые составляют 57 % от осевой силы, а по данным Г.Н. Сахарова, до 65 %, и силы трения на ленточках $P_T - 3$ %.

Для улучшения условий резания существуют способы заточки стандартных свёрл и подточки

поперечной кромки, а также их новые, более прогрессивные конструкции: форма Н, форма НП, форма ДП, форма ДП1, форма ДП2 [1]. Однако по сути заточка ДП2 не устраняет, а образует новую поперечную кромку, хотя и с несколькими улучшенными условиями резания.

Для уменьшения осевого усилия при сверлении поперечная кромка прорезается специальной двойной подточкой, но она остаётся на сверле в изменённом виде, с меньшими передними углами (на каждой из двух половинок поперечной кромки создаётся передний угол $\gamma = 0^\circ$). Такие свёрла хорошо зарекомендовали себя при обработке чугуна. Увеличение стойкости сверла достигается при использовании заточек по Клемму, Менцелю, Дреззу, Фельдштейну, Глуценко, которые предусматривают подточку поперечной кромки до 0,1-0,2 мм [2].

Для свёрл, оснащённых твёрдым сплавом, были разработаны конструкции со специальной подточкой: бесперемычное сверло конструкции КМГ, сверло конструкции Н.А. Шевченко, сверло конструкции Н.К. Клебанова. Проведённые ими экспериментальные исследования показали, что с точки зрения производительности, т.е. уменьшения осевой силы на поперечной кромке и изнашивания сверла, лучшие результаты обеспечивают бесперемычные свёрла с радиальным расположением главных режущих кромок на всей их длине или на части длины кромок, прилегающих к центру сверла [2].

Однако на этих свёрлах поперечная кромка не устранена, а остаётся в несколько изменённом виде. Не в полной мере устраняются силы, действующие на поперечную кромку: передний угол на поперечной кромке уменьшается, но всё-таки остаётся отрицательным. Указанные условия работы

поперечной кромки значительно ухудшают условия обработки и качество обработанного отверстия. Для исключения поперечной кромки предложена новая конструкция спирального сверла – двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки [3, 4]. Устранение поперечной кромки на сверле позволяет резко уменьшить нагревание и износ сверла в процессе резания, повысить стойкость свёрл.

Предложенная конструкция режущей части создаёт благоприятные условия для работы сверла по условиям механической и тепловой напряжённости: когда угол при вершине равен 120° для сверления стали и чугуна (общий диапазон углов при вершине для обработки разных материалов составляет $30-150^\circ$), то угол между внешними режущими кромками равен 120° ; углы между внешними и внутренними режущими кромками и торцевыми стенками канавки, срезающей поперечную кромку, равны 120° , что примерно в два раза больше, чем при срезании поперечной кромки традиционного сверла, принятого в качестве аналога, и создаёт лучшие условия для отвода тепла; при других значениях угла при вершине эти соотношения несколько отличаются.

На рисунке 1 показан общий вид сверла и его элементы: угол 2φ – при вершине у периферии и 2φ – угол, вершина которого направлена к хвостовику, срезавший переднюю приосевую часть – вершину; 1 – рабочая часть сверла с винтовыми стружечными канавками $0 \leq \omega \leq 70^\circ$; ω – угол наклона спиральной (винтовой) стружечной канавки; 2 – шейка; 3 – конический хвостовик с конусом Морзе; 4 – лапка; а – толщина среза; $l_1 = l_2$ – длина внешних режущих кромок с углом 2φ при вершине; l_4 – длина неукороченной внутренней режущей кромки с обратным углом 2φ при вершине; $\frac{S_0}{2}$ (S_0 – осевая

подача на один оборот сверла) – длина режущих кромок на величине половины осевой подачи (как у традиционных свёрл); для предотвращения увода оси сверла и отверстия из-за асимметрии режущих кромок $l_3 < l_4$ на перьях сверла у стружечной канавки выполнены направляюще-выглаживающие ленточки 15; нормальная по длине обратная режущая кромка обеспечивает полное снятие стружки до оси обрабатываемого отверстия.

Опытные образцы двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки изготовлены на машиностроительном предприятии города Павлодара ТОО «Format Mach Company» (бывший инструментальный завод) и испытаны в учебно-производственных мастерских факультета металлургии, машиностроения и транспорта ПГУ им. С. Торайгырова на кафедре «Машиностроение и стандартизация» (рисунок 2).

Производственные испытания опытных образцов осуществлялись на ТОО «Завод нестандартизированного оборудования».

Результаты производственных испытаний образцов, обработанных металлорежущими инструментами:

1) спиральными свёрлами: точность диаметральных размеров отверстий составляет $0,21-0,33$ мм (12-13 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_z = 20..80$ мкм, что соответствует 3 и 5 классам шероховатости;

2) двухвершинными спиральными свёрлами: точность диаметральных размеров отверстий составляет $0,11-0,13$ мм (11 квалитет точности); шероховатость поверхности отверстий находится в пределах $R_a = 2,5..10$ мкм, что соответствует 4 и 6 классам шероховатости.

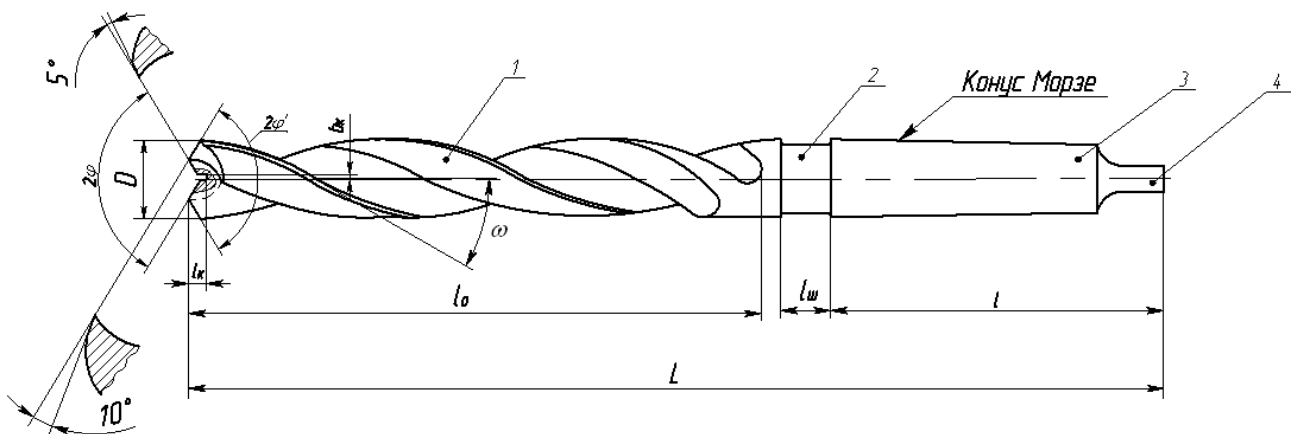


Рисунок 1 – Двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки



Рисунок 2 – Опытные образцы двухвершинных спиральных свёрл без поперечной кромки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. 846 с.
2. Дыков А.Т., Ясинский Г.И. Прогрессивный режущий инструмент в машиностроении. Л.: Машгиз, 1963. 156 с.
3. Предварительный патент РК №19559 от 25.03.2008 г. Двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки с направляющими ленточками / Дудак Н.С., Мусина Ж.К.
4. Предварительный патент РК № 19687 от 22.05.2008 г. Двухвершинное перовое сверло без поперечной кромки / Дудак Н.С., Мусина Ж.К.

УДК 621.744.4

ИСАГУЛОВ А.З.,
КУЛИКОВ В.Ю.,
АНТИПОВА А.С.,
СВИЧ Н.А.

Исследование реологических свойств трехфазных гетерогенных систем

Одним из представителей гетерогенных дисперсных сред являются песчано-смоляные смеси. Подобные смеси широко используются на практике в металлургии, строительстве, литейном производстве. Построение математических моделей смесей и процессов уплотнения для описания напряженно-деформированного состояния проводится в целях выбора рациональных схем и режимов уплотнения, позволяет управлять структурой форм. Вследствие этого появляется возможность регулирования свойств форм, таких как плотность, газопроницаемость.

В связи с этим исследования, направленные на совершенствование технологических процессов в металлургии и литейном производстве, в частности, получение прочных и плотных песчано-смоляных форм при снижении содержания связующего в смеси, не ухудшающих при этом других параметров, являются актуальными.

Повышение прочности оболочковых форм позволит снизить расход связующего. При этом следует обратить внимание на то, чтобы не происходило снижения других механических и технологических показателей оболочковой формы.

Сокращение расхода смолы для изготовления оболочковых форм приведет к сокращению затрат на производство форм.

Известно, что реология устанавливает взаимосвязь между силами, действующими на тело, и вызванными ими деформациями. Аксиомой реологии является положение о том, что любой реальный материал обладает комбинацией фундаментальных свойств трех идеальных материалов: упругого, вязкого и пластического.

Материалом, из которого изготавливаются оболочковые формы, является смесь сухого кварцевого песка с термореактивной смолой, например, пульвербакелитом.

Песчано-смоляная смесь обладает упруговязкопластичными свойствами, то есть является реологическим телом.

В настоящее время существуют различные устройства для определения реологических свойств материалов. Известно устройство на трехосное сжатие [1], которое состоит из двух подвижных и двух неподвижных стенок. Однако при использовании этого устройства возникают значительные внешние трения стенок. Известно устройство на одноосное сжатие и последующий срез [1]. Однако недостатком прибора является необходимость ступенчатого нагружения образца. Также существует прибор для определения реологических свойств песчано-глинистой смеси при объемном сжатии, изготовленный на базе прибора для определения реологических параметров формовочных смесей. Однако этот прибор используется лишь для определения реологических свойств песчано-глинистых смесей, то есть напряжение в образце задается только механическим нагружением.

В то же время песчано-смоляные смеси в процессе формообразования подвергаются дополнительно термическому воздействию, смола плавится и вязкость смеси меняется. Таким образом, меняется одна из фундаментальных характеристик. В результате появляется возможность испытания дисперсных материалов, в том числе песчано-смоляных смесей, испытывающих одновременно механические и термические нагрузки.

Устройство для определения реологических свойств трехфазных дисперсных систем (рисунок 1) представляет собой цилиндрический сосуд 1 с крышкой 5, на которой монтируется электронагреваемая пластина 13 для нагрева песчано-смоляной смеси и изменения её вязкости. Внутри сосуда в резиновой оболочке 2 помещается навеска формовочной смеси 3. Внутри оболочки и снаружи ее помещаются тензометрические датчики давления 7, 9. Для выхода внутривоздушной смеси и газов, образующихся в результате плавления смолы, служит кран 6. Принадлежностью прибора является сосуд 10 с жидкостью 12, на поверхности которой свободно плавает поплавочный датчик 11, закрепленный на конце хвостовика индуктивного датчика перемещения 8. Сверху сосуд закрыт крышкой, к которой крепится корпус датчика перемещения. В полость между корпусом и резиновой оболочкой в сосуд заливается жидкость. Корпус и сосуд соединены трубопроводом 13 большого сечения. Температура нагрева смеси регистрируется с помощью датчика 4. Датчики связаны с реостатным сопротивлением, с которых сигнал передается на осциллограф.

Таким образом, использование такого устройства для определения реологических свойств трехфазных гетерогенных смесей позволит:

- испытывать материалы, подвергающиеся одновременно механической и термической нагрузкам (такие как песчано-смоляные смеси);
- обеспечит всестороннее сжатие смеси и одностороннее термическое воздействие.

К основным функциям, которые характеризуют реологические свойства сжимаемых упругих вязкопластичных сред и входят в систему уравнений, описывающих напряженно-деформационное состояние, относятся зависимости [2, 3]:

- модуля пластичности λ от плотности смеси δ ;
- модуля пластичности λ от среднего нормального напряжения σ_{cp} ;
- интенсивности касательных напряжений T от интенсивности деформаций \dot{I} , где $T=f(\dot{I})$,

$$T = \sqrt{\frac{1}{6} \cdot [\sigma_1 - \sigma_2]^2 + [\sigma_2 - \sigma_3]^2 + [\sigma_3 - \sigma_1]^2},$$

$$\dot{A} = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot [\dot{\epsilon}_1 - \dot{\epsilon}_2]^2 + [\dot{\epsilon}_2 - \dot{\epsilon}_3]^2 + [\dot{\epsilon}_3 - \dot{\epsilon}_1]^2},$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – компоненты тензора напряжений;
 $\dot{\epsilon}_1, \dot{\epsilon}_2, \dot{\epsilon}_3$ – компоненты тензора скоростей деформации;

- среднего нормального напряжения от средней скорости деформации:

$$\sigma_{cp} = f(\dot{\epsilon}),$$

$$\dot{\epsilon} = \frac{1}{3} \cdot \dot{\epsilon}_1 + \dot{\epsilon}_2 + \dot{\epsilon}_3 ,$$

$$\sigma_{cp} = \frac{1}{3} \cdot \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 ,$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot T}{\dot{A}}.$$

Эти зависимости определяются из экспериментов на трёхосное сжатие.

В ходе экспериментов установлено, что при постоянном среднем нормальном напряжении интенсивность T роста касательных напряжений в смеси уменьшается по мере увеличения скоростей их нагружения. Аналогичная зависимость существует и для зависимости T от среднего нормального напряжения σ_{cp} . Определено, что чем больше σ_{cp} , тем больше T (рисунок 2). Исследования проводились со смесями,

содержащими 5 % (сплошная линия) и 7 % (пунктирная линия) pulverбакелита (II).

При $\sigma_{ср} = 0$ определяется напряжение чистого сдвига или коэффициент сцепления. При использовании смесей с большим количеством связующего понижается интенсивность касательных напряжений. Это происходит из-за того, что такие смеси имеют меньшую динамическую вязкость.

Значительный рост скорости объемной деформации ε_V в первоначальный момент происходит вследствие того, что воздух внутри пор песчано-смоляной смеси играет роль смазки.

В результате экспериментов определено, что с увеличением времени твердения смеси скорость объемной деформации снижается. Смесь на основе

песков разной фракции более прочная и имеет меньшую объемную деформацию и скорость объемной деформации.

Испытания по определению зависимости модуля пластичности от плотности смеси показали, что с увеличением плотности значение модуля пластичности резко возрастает. Значения компонентов напряжений в направлении главных осей $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ и деформации $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$, а также скорости деформаций $\dot{\varepsilon}_1, \dot{\varepsilon}_2, \dot{\varepsilon}_3$ получали из осциллограмм.

Таким образом, усовершенствован прибор для определения реологических параметров трехфазных гетерогенных смесей, испытывающих одновременно механические и термические напряжения.

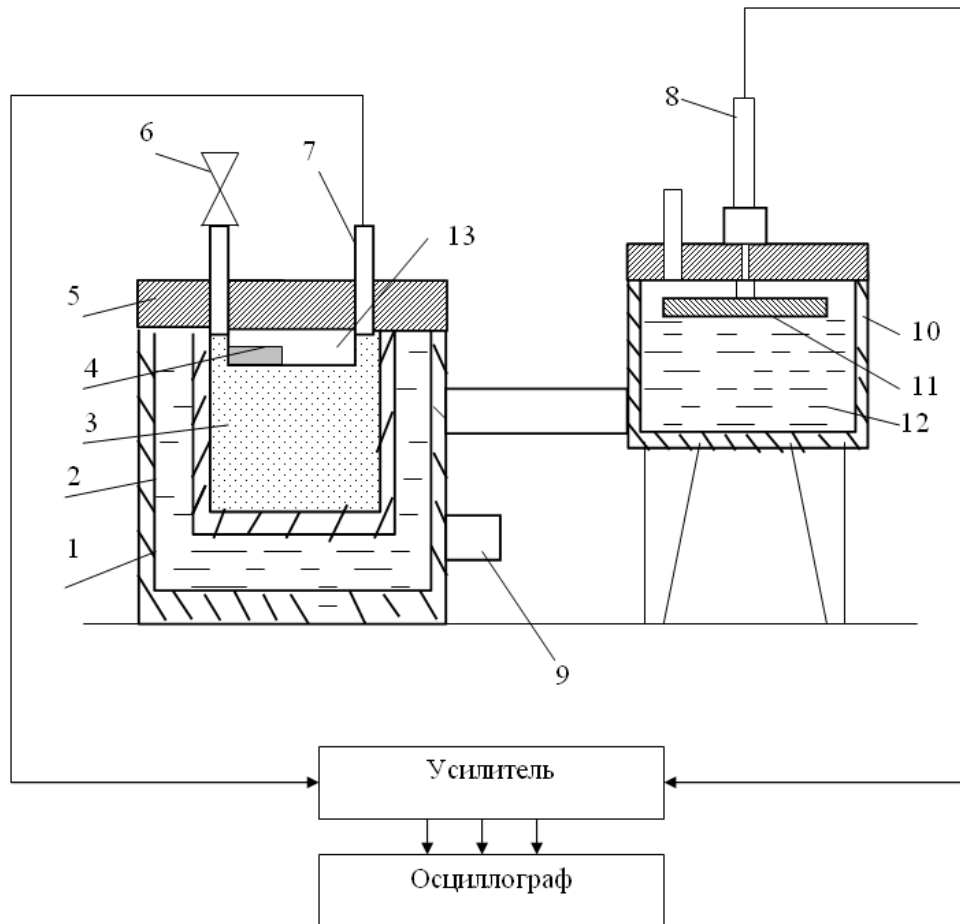


Рисунок 1 – Прибор для определения реологических свойств

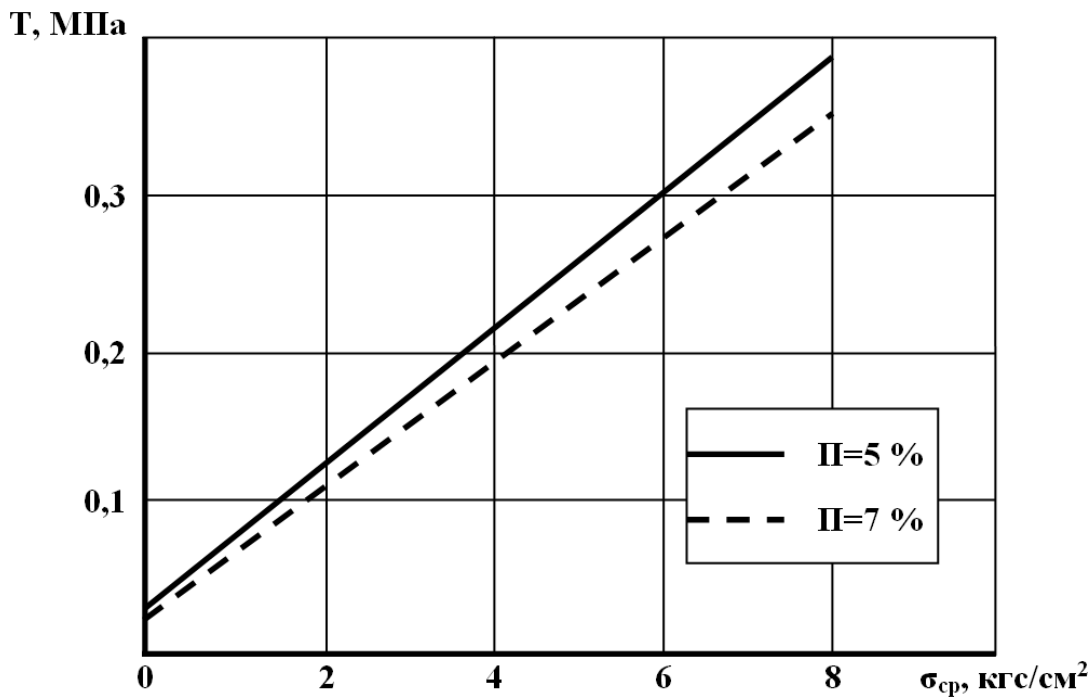


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности касательных напряжений от среднего нормального напряжения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев И.В., Исагулов А.З., Дайкер А.А. Динамические и импульсные процессы и машины для уплотнения литейных форм. Алматы: Гылым (Наука), 1998. 47 с.
2. Матвеев И.В., Исагулов А.З., Юсуфович А.Б. Реологические исследования формовочных смесей // Автомобильная промышленность. 1980. № 10. С. 28-30.
3. Матвеев И.В., Шеклеин Н.С., Куземаев С.Б. Реологические и математические основы динамических и импульсных методов уплотнения: учеб. пособие. М.: Завод-вуз, 1986. 98 с.

УДК 622.342

ТУРСУНБАЕВА А.К.

Биогеотехнология благородных металлов из забалансовых руд и техногенных отходов горной промышленности

При переработке забалансовых руд и металлосодержащих пород вскрыши, горной массы отвалов и хвостохранилищ горно-добывающих и перерабатывающих предприятий, руд со сложным вещественным составом, а также комплексного сырья с тонкой вкрапленностью ценных компонентов, являющихся труднообогатимыми, применяют бактериальное выщелачивание, которое, разделив на процесс самого выщелачивания, миграции и осаждения металлов, рассматривают в аспекте двух направлений [1]:

1. Микроорганизмы разрушают кристаллическую решетку упорных руд, содержащих металл в виде тончайшей эмульсионной вкрапленности в арсенопирите и пирите, и вскрывают золото и серебро, обеспечивая доступ к нему растворителей. В результате достигается высокая степень извлечения металла, до 90 %, тогда как без предварительной бактериальной обработки выщелачивание золота не превышает 30-50 %.

2. Продукты метаболизма бактерий и сами микроорганизмы выполняют роль золоторастворяющих реагентов [2].

В процессе бактериального выщелачивания происходит окисление минералов, предполагающее наличие противоположного процесса – восстановления на окислителе, находящемся в электролите (ион Fe^{3+} и др.) и потребляющем электроны окислителей реакции. В бактериальном варианте таким потребителем электронов является клетка микроорганизма, стимулирующая процесс химического окисления минерального сырья. В результате микроорганизм выступает в роли окислителя, а с точки зрения электрохимической модели процесса выщелачивания – катода. Минерал, становясь донором электронов для бактерии, занимает в этой системе анодную позицию интенсивного окислителя и обеспечивает его разрушение. Мембрана клетки бактерий обладает цитохромом, имеющим сульфатредуктазную систему, участвующую вместе с сульфатионом в синтезе ферментов

аденозинфосфосульфата (АФС), являющегося акцептором электронов. Сульфатредуцирующие процессы в клетке могут быть представлены реакцией:



Сульфатредуцирующие бактерии добывают электроны для восстановительных реакций путем окисления в рудах и растворах органических веществ. При изучении биохимического состава продуктов метаболизма золоторастворяющих бактерий установлено наличие значительного количества аминокислот, белков и пептидов, также обладающих высокой золоторастворяющей способностью. Связь в аминокислотном комплексе золота осуществляется за счет электростатического притяжения ионов Au^+ и Au^{3+} , ионизированных в щелочной среде карбоксилатом и их донорно-акцепторным взаимодействием с атомами азота аминогруппы. Наиболее прочные комплексы золото образует с аспаргином и гистидином. В кислой среде аминокислоты восстанавливают ионные формы золота до металлов.

Для бактериального выщелачивания металлов применяли лабораторные штаммы бактерий *Thiobacillus ferrooxidans* (Th. *ferrooxidans*), выделенных из карьерных вод Коунрадского месторождения [3], которые выращивались в среде следующего состава, г/л: серная кислота – 2-5; железный купорос – 15-20; сульфат аммония – 0,5-1; фосфорнокислый калий – 0,5; сульфат магния – 0,5. Для аэрации воздух подавали из компрессора в количестве 1 объем среды в час. В исследованиях использовано кислотостойкое оборудование и агитаторы с объемом 0,5 до 20 литров. В растворах выщелачивания определялось содержание As, Sb, Fe^{3+} , Fe^{2+} , H_2SO_4 , pH и количество бактерий Th. *ferrooxidans*; в растворах цианирования – Au, NaCN, NaOH; в твердом остатке – Au, Ag, As, Fe, S. Кроме того, твердые материалы до и после бактериальной обработки анализировали на рудные и нерудные минералы и на структурные изменения состава твердых материалов. При исследованиях выполняли следующие технологические операции:

- промывка отходов цианирования от следов флотореагентов и других примесей, отрицательно влияющих на жизнедеятельность бактерий (Т:Ж = 1:5; H_2SO_4 – 1-2 %; Т – 15-25 °С; время агитации – 1ч);

- бактериальное вскрытие золота из промытого кека при соотношении твердой фазы к жидкой 1:5; pH раствора 1,5-2, содержания Fe^3 в растворе до 4-8 г/л и количестве бактерий Th. *ferrooxidans* до 10^6 - 10^8 кл/мл при продолжительности агитации до 5-7 суток;

- промывка кека после бактериальной обработки до нейтральной pH и защелачивание до pH раствора 10;

- извлечение золота из кеков биовыщелачивания цианированием при соотношении твердой фазы к жидкой 1:4, 0,1-0,5 % раствором гидроксида натрия, содержащим 0,1-0,2 % цианистого натрия продолжительностью 24 часа.

Лабораторные исследования проводили с кеком цианирования руд Васильковского месторождения, содержащих до 2,5 % мышьяка, 0,3 % сурьмы и 13,62

г/т золота. Мышьяк в пробе находился в составе арсенопирита, сурьма в антимоните, а железо в арсенопирите и пирите. Образцы исследований массой по 100 г промывали 0,5 л 1 % раствора серной кислоты в течение 1 часа. Твердый остаток выщелачивали 0,5 л бактериального раствора в течение 6 суток.

Полупромышленные испытания методики бактериального выщелачивания проводили в агитаторе емкостью 20 л. Для этого 3 кг отходов цианирования, содержащих золото 18 г/т, промывали 15 л 1 % раствора серной кислоты. После фильтрации промытый кек выщелачивали 15 л бактериального раствора, содержащего 6,2 г/л Fe^{3+} и 10^8 кл/мл бактерий Th. *ferrooxidans*, в течение 6 суток, затем промывали и цианировали.

Бактериальное вскрытие отходов цианирования показало, что в начальный период опыта в результате окислительно-восстановительных процессов концентрация трехвалентного железа снижается до 4 г/л и в среде появляются ионы двухвалентного железа. В конце опыта все железо в растворе окисляется до Fe^{3+} . Концентрация мышьяка в растворе доходит до 2,8 г/л и при этом извлечение его составляет 56,2 %. Известно, что при pH 2,1-2,5 20-30 % пятивалентного мышьяка связывается с ионами Fe^{3+} и выпадает в осадок в виде FeAsO_4 . По этой причине в растворах выщелачивания всегда наблюдается снижение концентрации Fe^{3+} и As^{5+} . Результаты бактериального выщелачивания отходов цианирования при pH = 2,51 и концентрации Th. *ferrooxidans* 10^8 кл/мл представлены в таблице 1 и 2. Установлено, что все железо окисляется до Fe^{3+} и в раствор переходит 47,7 г мышьяка, т.е. его извлечение составляет 57,3 %, а сурьмы – незначительно – всего 3,66 %.

Таблица 1 – Результаты бактериального вскрытия отходов цианирования

№ п/п	τ, сут	Содержание Fe, г/л			Извлечение As, %		
		Fe^{3+}	Fe^{2+}	$\text{Fe}^{\text{общ}}$	мг/л	мг	%
1	1	7,5	0	7,5	-	-	-
2	2	6,0	1,5	7,5	682,5	341,25	-
3	3	4,6	0,7	5,3	698,75	349,3	-
4	4	4,0	0,5	4,5	708,8	354,4	-
5	5	4,5	сл.	4,5	673,14	336,57	-
6	Сумма	-	-	-	-	1397,5	56,2

Таблица 2 – Результаты опытно-промышленных испытаний бактериального выщелачивания золотосодержащих кеков

τ, сут	T, °С	Содержание железа, г/л			Извлечение мышьяка, мг/л	Извлечение сурьмы, мг/л
		Fe^{3+}	Fe^{2+}	$\text{Fe}^{\text{общ}}$		
1	10	6,2	сл.	6,2	-	-
2	10	5,7	сл.	5,7	505,0	2,42
3	11	5,0	0,7	5,7	1047,5	1,7
4	23	4,6	0,3	4,9	-	1,47
5	25	4,6	сл.	4,6	1305,6	1,75
6	27	5,1	0	5,1	-	1,98
7	25	5,0	0	5,0	2850,8	2,2

Для выяснения характера и степени воздействия бактерий Th. *ferrooxidans* на отходы цианирования

проведены рентгенофазовые минералогические анализы проб до и после бактериального выщелачивания, которые показали, что в исходные образцы входит слоистый силикат типа мусковита $Ka_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$ и магнезиального шамозита, $Fe, Mg, Al[Si_3AlO_{10}] \cdot nH_2O$, полевой шпат типа альбита $Na[AlSi_3O_8]$, предполагается наличие $CaCO_3$ и $FeCO_3$ (рисунок).

Цианирование продуктов бактериального выщелачивания проводили в сравнении с пробами, которые бактериальную обработку не проходили. Анализ извлечения золота показал преимущество бактериальной обработки отходов цианирования: если цианирование кека, не подвергнутого бактериальному выщелачиванию, позволяет извлечь золота не более 19-22 %, то из техногенного отхода с предварительной бактериальной обработкой цианирования извлечение на 60 % больше, т.е. составляет 80 % и более (таблица 3). К тому же в результате бактериальной обработки *Th. ferrooxidans* кека цианирования в раствор переходит до 57,3 % мышьяка и 3,66 % сурьмы.

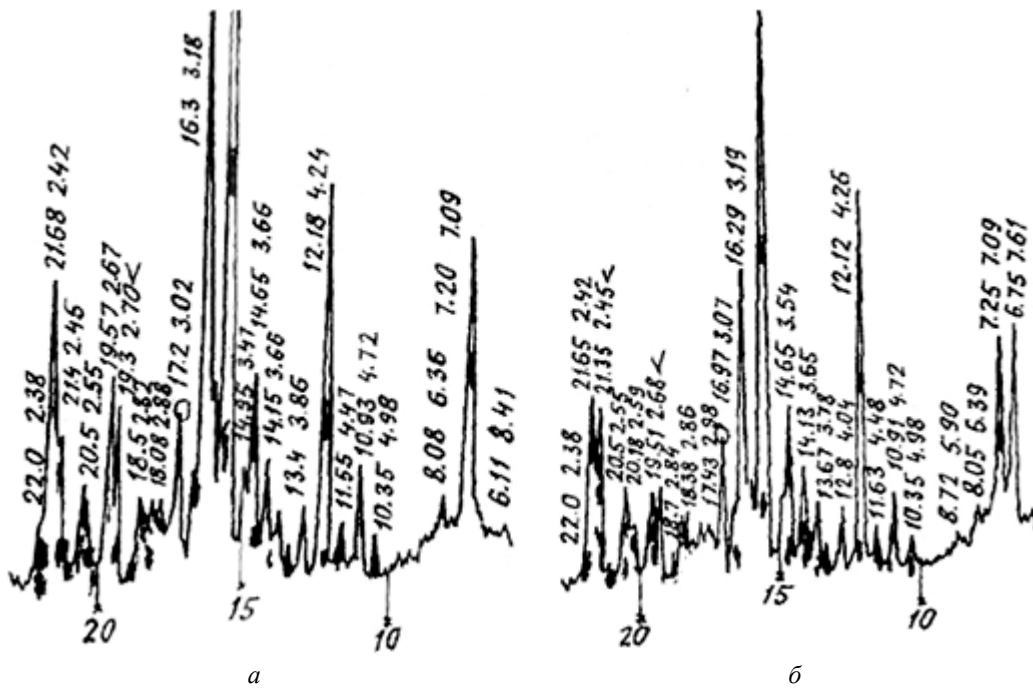
Таким образом, выщелачивание золота микроорганизмами является перспективным направлением для переработки бедного упорного минерального сырья с тонковкрапленным золотом, которое позволит извлекать золота более 80 % и решать экологическую проблему утилизации кеков,

содержащих такие токсичные элементы, как мышьяк и сурьма.

Отходы бактериального выщелачивания и кеки цианирования обеззараживали хлорной известью в течение 3 суток, которая реагировала с цианидом до безвредных цианатов, переводила мышьяк и сурьму в суспензии и полностью разрушала жизненные функции *Th. ferrooxidans*. Нейтрализацию и очистку кеков горной массы и остаточных растворов выщелачивания производили щелочным пассиватором после промывки с расходом 0,1-0,15 м³/т руды. В результате ПДК по мышьяку соответствовала ПДК питьевой воды, а цианиды и *Th. ferrooxidans* не обнаружены.

Таблица 3 – Сравнительные результаты извлечения золота из кека

Варианты	Пробы	Au _{исх} г/т	Извлечение Au в раствор			Извлечение Au по твердому остатку		
			мг/л	м/л	%	до, г/т	после, г/т	%
Контроль	1	7,60	0,46	0,23	30,2	7,60	5,92	22,1
Контроль	2	13,62	0,84	0,42	32,3	13,62	12,0	19,1
Кек бактериального вскрытия	1	7,60	1,40	0,70	92,1	7,60	1,32	82,7
	2	13,62	2,47	1,235	95,0	13,62	2,74	80,0
	3	18,0	3,27	1,635	90,8	18,0	3,33	81,5



Рентгенограмма хвостов до бактериальной обработки *a* и после *б*.
 $AlSiO_2$ – 4,25 (8) – 3,343 (10) – 2,456 (6) – 2,281 (6) – 2,236 (5) и др.;
 $FeAsS$ – 2,662 (10) – 2,443 (9) – 2,142 (9) – 1,187 (0) – 1,629 (8);
 шамозит – 7,04 (10) – 3,513 (10) – 2,796 (9) – 2,514 (9) – 2,137 (6) – 1,551 (7);
 альбит – 4,016 (7) – 3,767 (6) – 3,660 (7) – 3,206 (7) – 3,179 (10) – 2,952 (6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья / Под ред. акад. Н.П. Лаверова. М.: Недра, 1994. 272 с.
2. Воробьев А.Е., Каргинов К.Г., Козырев Е.Н., Ашихмин А.А. Физико-химическая геотехнология золота. Владикавказ: Ремарко, 2001. 568 с.

3. Кенжалиев Б.К., Абсалямов Х.К., Камалов М.Р. и др. Биотехнология доизвлечения золота из отходов цианирования // Комплексное использование минерального сырья. 2002. № 1. С. 44-47.

ЖАНБАТЫРОВ А.А.

Лабораторные и опытно-промышленные исследования выщелачивания золотосодержащих руд

Технологическая оценка руд месторождения была проведена в 1990 году ЦЛ ПО «Киргизгеология» на руде, содержащей Au 5,4 г/т, Ag 1,7 г/т и Cu – 0,16 %. Вес пробы 57,7 кг, начальная крупность 50 мм. Наличие свободного и относительно крупного Au предопределило применение гравитации в «голове» схемы. При этом в гравиконцентрат извлечено Au при его содержании 117,6 г/т. Переработка хвостов гравитации возможна по двум направлениям – флотационному и гидрометаллургическому – выщелачивание в цианистых растворах. В обоих случаях получены отвальные хвосты обогащения (0,47 и 0,24 г/т соответственно). Сквозное извлечение Au по гравитационно-флотационной технологии – 92 %, гравитационно-цианистой – 95,7 %. Сделан вывод, что руда может перерабатываться по известным технологиям с достаточно высокими показателями.

В 1991 г. в ВНИИХТе провели исследования применительно к условиям кучного выщелачивания. В результате исследований было установлено:

1. Руды относятся к золотосульфидному типу с двумя основными ассоциациями: золото-пиритовая и золото-пирит-халькопиритовая. Золото, в основном, представлено самородной формой с вкрапленно-прожилковым распределением среди агрегатов сульфидов. Содержание Au – 3,1 г/т. Вес пробы 280 кг. Руды частично окисленные, количество легко шламующихся минералов составляет – 17 %, карбонатов – 11 %.

2. Возможна реализация процесса кучного выщелачивания Au из руд с приемлемыми технологическими показателями. Опыты проведены на укрупненно-лабораторной установке (загрузка руды 124 кг) в режиме инфильтрационного цианидного выщелачивания. Выщелачивание проведено на материале крупностью (25-0) мм и (15-0) мм. Извлечение Au в раствор по отдельным перколяторам изменялось от 60 до 81 % в зависимости от крупности материала и концентрации цианистого раствора, составив в среднем 70,4 %.

3. Сорбция Au из растворов кучного выщелачивания при использовании смолы АМ-2Б высокоэффективна. Средняя емкость смолы до проскока, полученная при осуществлении сорбции в динамических условиях, составляет 0,3-1,2 мг/г в зависимости от режима.

4. Объем стекающей после прекращения орошения жидкости определяется, при постоянной массе руды, интенсивностью орошения, крупностью руды и временем выстаивания; по результатам

лабораторных исследований удельный суточный объем стекающей жидкости, в зависимости от условий, изменяется от 15,6 до 25,8 см³/кг.

В 1992 г. КПП «Волковгеология» были проведены опытно-промышленные исследования процесса кучного выщелачивания на рудной массе объемом 1000 тн при среднем содержании Au 0,92 г/т и Cu 668 г/т. Дробление руды производилось по двум различным схемам:

1. Дробление до класса крупности – 20 мм без разделения фракции.

2. Дробление до класса крупности – 10 мм, выделение класса – 3 мм, с последующей агломерацией в окомкователе барабанного типа с добавлением цемента в количестве 10 кг/т.

Выщелачивание руды каждой крупности проводили на двух секциях рудной массы, уложенной на водонепроницаемое основание. Влагонасыщение рудного штабеля осуществлялось раствором едкого натрия с последующим выстаиванием около 2-х суток, с целью более глубокого проникновения щелочи в породу и обеспечения стекания избытка щелочи из штабеля. Расход щелочи на стадии влагонасыщения штабеля составил 0,14 кг/т. Стадия защелачивания проводилась выщелачивающим раствором с повышенной концентрацией цианида натрия и составила на разных секциях от 3,7 г/л до 11,0 г/л. Характер извлечения Au по секциям штабеля подтверждают предварительные результаты лабораторных испытаний. Наиболее интенсивно процесс выщелачивания Au протекает по секциям, отсыпанным рудным материалом крупностью 10 мм, извлечение равно 58,57 %, а на секциях, отсыпанных рудным материалом крупностью 20 мм, извлечение составило 47,19 %.

Снижение степени извлечения при опытно-промышленных испытаниях на 10 % от достигнутых при лабораторных исследованиях объясняется неблагоприятным влиянием низкой температуры технологических растворов. Работы проводились при среднесуточной температуре окружающей воздушной среды, равной + 5-7 °С, а в ночное время суток сохранялись заморозки до – 8 °С. Основным загрязняющим компонентом в продуктивных растворах является Cu.

В 2006 г. на исследование были представлены пробы № 1 и 2. Среднее содержание Au в объединенном материале двух проб составило 0,79 г/т, Ag менее 0,5 г/т и Cu менее 0,1 %, S общей 0,013 %, других компонентов, заслуживающих внимание, в

руде не отмечается. Основным ценным компонентом в руде является Au, которое в пробе № 1 встречено всего в 3-х образцах из 26 и ассоциирует с псевдоморфными агрегатами пирита. Выделения его приурочены к трещинкам агрегатов гётита, образуя удлиненно – неправильные формы и жилки размером от первых микрон до 0,15 мм; в пробе № 2 также отмечается в 3-х аншлифах из 17 в ассоциации с гидроокислами Fe в нерудном. Размер выделений Au от 0,002 мм до 0,05 мм.

Широкий диапазон размерности Au в руде предполагает для его извлечения либо выщелачивание, либо флотацию.

Установлено, что в руде при крупности дробления –1,0 + 0,0 мм легко выщелачиваемого Au содержится 54,43 %. Содержание в руде минералов составляет: кварца – 33,1 %, полевых шпатов – 17,0 %, серицита – 24,2 %, хлорита – 12,0 %, карбонатов – 7,0 %, гидроокислов железа – 4,0 %, гематита – 1,5 %. При кучном выщелачивании руды крупностью – 13 + 0,0 мм извлечение Au в раствор составило 79,44 %. В течение двух месяцев проведено выщелачивание руды в колонне при крупности – 13 + 0,0 мм, достигнуто извлечение 61,63 %.

При выщелачивании руды крупностью (– 2 + 0,0 мм) с содержанием Au 63,05 г/т, Ag 5,12 % цианистым раствором, с концентрацией NaCN 0,25 %, извлечение Au составило 84,53 %, Ag 58,64 %.

При сорбции Au из золотосодержащего раствора было опробовано 19 сорбентов. Лучшими сорбентами Au являются: амберлайт ZL-1, амберлайт Z-4, активированный уголь марки АГС-4, агломерированный активированный уголь и сорбент под номером 9.

В результате лабораторных работ определены следующие физико-механические характеристики горных пород:

- предел прочности на одноосное сжатие, ($G_{сж}$, МПа);
- объемная плотность, (p , г/см³);
- удельная плотность, (p , г/см³);
- водопоглощение, (W , %);
- пористость, (n , %);
- абразивность, класс и степень абразивности, (A , мг).

В марте 2007 г. для исследований по кучному выщелачиванию была отобрана технологическая проба № 1/07, скомпонованная из рядовых борздовых проб, отобранных в штольне № 1, канаве № 21 и материала от проходки шурфа № 6. Для исследований проба была поставлена в виде двух частей. Обе части пробы были проанализированы отдельно. Для проведения исследований по кучному выщелачиванию была приготовлена смесь поставленных частей пробы в соотношении 65:35. Смешанная технологическая проба была продроблена до 15 мм. Затем после тщательного усреднения проба была поделена на две части. От одной части было отобрано несколько проб:

- проба массой 7 кг для проведения ситового анализа;

- проба массой 70 кг для перколяционного выщелачивания в колонне;

- проба массой 10 кг (после дробления до 2 мм) для проведения пробирного анализа и бутылочных тестов.

С целью изучения вещественного состава руды были проведены пробирный, химический, спектральный полуколичественный и ситовой анализы. Результаты пробирного, химического, приближенного спектрального анализов приведены в таблицах 1-3.

На смешанной пробе крупностью 15 мм был проведен ситовой анализ с распределением Au по классам крупности. Результаты анализа приведены в таблице 4.

Как видно из табл., наиболее обогащенными по Au являются крупные классы, в них сосредоточено более 70 % Au. В остальных классах крупности Au распределено более равномерно.

Для проведения химанализа на основные компоненты были доставлены две пробы воды из скважины и из шахты. Результаты анализов приведены в таблице 5.

Таблица 1 – Результаты пробирного анализа исходной руды

№ определения	Содержание, г/т					
	1 проба		2 проба		Смесь проб	
	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
1	0,60	0,54	2,28	7,90	1,62	3,80
2	0,82	0,31	2,26	7,60	1,54	3,16
3	0,78		2,65		1,44	
4	0,74		2,46		1,58	
Средняя	0,735	0,425	2,413	7,65	1,545	3,48

Таблица 2 – Результаты химического анализа исходной руды

Компонент	Содержание, %	
	1 проба	2 проба
Медь		
- общая	0,055	0,075
- окисленная	0,032	0,046
- сульфидная	0,023	0,023
Цинк	0,004	0,004
Никель	0,001	0,002
Кобальт	0,001	0,003
Свинец	0,004	< 0,002
Железо	2,81	3,60
Мышьяк	< 0,005	< 0,005
Сурьма	< 0,005	< 0,005
Оксид кальция	5,00	5,00
Оксид магния	1,30	1,10
Оксид кремния	60,56	54,78
Оксид алюминия	14,09	28,22
Сера общая	0,07	0,106
Сера сульфидная	0,04	0,06

Таблица 3 – Результаты приближенного спектрального анализа исходной руды

Компонент	Содержание, %	
	1 проба	2 проба
Серебро	0,0005	0,001
Медь	0,05	0,20
Цинк	0,007	0,02

Никель	0,002	0,003
Кобальт	0,0005	0,003
Свинец	0,005	0,002
Висмут	0,0005	0,001
Барий	0,02	0,02
Марганец	0,05	0,5
Титан	0,03	0,1
Хром	0,0003	0,002
Ванадий	0,005	0,02
Цирконий	0,003	0,005
Галлий	н/о	0,0005
Германий	н/о	0,0002
Молибден	н/о	0,0007
Олово	н/о	0,0005

Таблица 4 – Результаты ситового анализа исходной руды крупностью 15 мм

Классы крупности, мм	Выход		Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
	г	%		
– 15 + 10	1080	15,19	1,95	19,92
– 10 + 5	3130	44,02	1,79	52,89
– 5 + 2,5	1145	16,11	0,84	9,10
– 2,5 + 0,63	835	11,74	1,20	9,48
– 0,63	920	12,94	0,98	8,53
Руда	7110	100,00	1,49	100,00

Таблица 5 – Результаты химического анализа проб воды

Компонент	Содержание, мг/л	
	Вода из скважины	Вода из шахты
Медь	< 0,05	< 0,05
Никель	< 0,05	< 0,05
Кобальт	< 0,05	< 0,05
Свинец	< 0,1	< 0,1
Цинк	0,08	0,07
Железо	< 0,01	< 0,01
Кальций	40,1	44,1
Магний	9,73	23,0
Натрий	93,0	15,25
Калий	4,2	1,24
Карбонаты	н/о	н/о
Гидрокарбонаты	463,80	237,98
Хлориды	15,1	9,1
Сульфаты	11,10	30,86
Сухой остаток	409,0	270,6

Первым шагом в оценке эффективности цианидного выщелачивания золота из руды являются бутылочные тесты. Для проведения бутылочных тестов пробы руды были измельчены до 85 % кл. – 0,074 мм. Измельчение навесок руды массой 300 г проводили в лабораторной мельнице. Цианирование руды проводилось на лабораторном бутылочном агитаторе при перемешивании в бутылках емкостью 1,0 л на измельченных навесках массой 300 г при соотношении Т:Ж = 1:2 в параллелях в течение 24 часов. Результаты бутылочных тестов (сокращенные) приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты бутылочных тестов (сокращенные)

Наименование параметров и показателей	Показатели	
	опыт 1	опыт 2
Масса пробы, г	300	300

Масса цианидного раствора, г	600	600
Исходная концентрация NaCN, %	0,10	0,10
Время цианирования – 4 часа:		
- содержание золота в растворе, мг/л	0,45	0,46
- концентрация NaCN, %	0,038	0,038
- концентрация CaO, %	0,012	0,012
- добавка NaCN, кг/т руды	1,24	1,24
Время цианирования – 24 часа:		
- содержание золота в растворе, мг/л	0,58	0,66
- содержание меди в растворе, мг/л	63,0	65,0
- содержание цинка в растворе, мг/л	1,25	1,54
- содержание никеля в растворе, мг/л	0,25	0,35
- содержание кобальта в растворе, мг/л	0,05	0,13
- концентрация NaCN, %	0,095	0,095
- концентрация CaO, кг/т руды	0,013	0,013
Содержание золота в хвостах цианирования, г/т	0,30	0,38
Расчетное содержание золота в исходной пробе, г/т	1,46	1,70
Извлечение золота в раствор, %	79,45	76,47

Анализ результатов бутылочных тестов, проведенных на измельченной руде, позволяет сделать следующие выводы:

- руда пригодна для переработки цианированием;
- Au в руде находится в формах, поддающихся выщелачиванию цианидными растворами, извлечение Au в раствор составляет 79,45 – 76,47 %.

В июне – августе месяцах 2007 г. в лаборатории «Казмеханобр» были проведены укрупненные лабораторные исследования руды для уточнения технологических показателей выщелачивания и сорбции:

- определение оптимальной крупности материала для выщелачивания;
- определение продолжительности выщелачивания для крупнокусковой руды;
- подтверждение извлекаемости Au при кучном выщелачивании;
- определение расхода реагентов в зависимости от крупности руды и продолжительности выщелачивания.

Установка по выщелачиванию включала колонну выщелачивания высотой 2100 мм, диаметром 150 мм, две сорбционные колонны высотой 200 мм, диаметром 60 мм, приемные емкости для продуктивных и обеззолоченных растворов и расходные емкости для продуктивных и оборотных растворов объемом по 10 л каждая. Для сорбции ценных компонентов из продуктивного раствора применялась двухстадийная сорбция. В качестве сорбента на первой стадии сорбции использовался свежий активированный уголь марки HA YCARB YA 00-60 производства Таиланда, на второй стадии – свежая ионообменная смола марки PUROLITE A-100. Исходные параметры процесса колонного выщелачивания приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные параметры колонного теста

Наименование параметров и показателей	Показатель
Вес руды, загруженной в колонну, кг	57,05
Влажность загруженной руды, %	0,3
Вес сухой руды, кг	56,88

Начальная высота слоя руды, мм	2085
Количество раствора, подаваемого на орошение, л/сут.	8,5
Исходная концентрация цианида натрия в растворе, %	0,095-0,105
рН рабочего раствора	10,5-11,0
Загрузка угля в сорбционную колонну, мл	400
Загрузка смолы в сорбционную колонну, мл	400
Усадка руды в колонне после первого цикла выщелачивания, %	0,5
Насыпной вес руды, т/м ³	1,533

Продуктивный раствор после первого цикла выщелачивания был отобран для проведения химического анализа на основные компоненты. Результаты анализа приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты химического раствора первого цикла выщелачивания

Компонент	Содержание, мг/л	Компонент	Содержание, мг/л
Золото	2,50	Кальций	380,76
Серебро	2,05	Магний	72,96
Медь	210,0	Сульфаты	1190,9
Цинк	0,90	Хлориды	135,80
Никель	1,65	Карбонаты	н/о
Кобальт	0,40	Гидрокарбонаты	305,10
Железо	< 0,01	Роданиды	19,0
Марганец	0,60	Сухой остаток	3300,0

В процессе проведения колонного теста продуктивные растворы и растворы после сорбции, в пятом и шестом циклах, были дополнительно проанализированы на содержание в них цветных металлов. Результаты анализов приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты химического анализа растворов до и после сорбции

Номер цикла	Содержание в растворе, мг/л					
	золото	серебро	медь	цинк	никель	кобальт
5 продуктивный	0,58	0,85	52,0	4,9	0,5	0,25
5 после сорбции	0,005	0,005	0,28	0,01	0,08	0,005
6 продуктивный	0,60	0,54	62,0	3,66	0,6	0,26
6 после сорбции	0,005	0,005	0,17	0,01	0,01	0,005

Как видно из данных (таблица 9), сорбция из продуктивных растворов металлов идет хорошо. В таблице 10 приведены основные показатели по времени проведения колонного теста, количеству пропущенных растворов, извлечению Au и расходу реагентов.

Таблица 10 – Показатели по извлечению Au, времени выщелачивания, объему пропущенных растворов и расходу реагентов

Наименование параметров и показателей	Показатель
Количество циклов выщелачивания	18
Фактическая средняя интенсивность орошения руды, л/м ² /ч	17,66
Фактическая удельная интенсивность орошения руды, л/кг/сут.	0,152
Суммарное количество пропущенного раствора, м ³ /т	2,741

Извлечение золота в раствор по оперативным данным, без учета промывных растворов, %	67,16
Расход цианида натрия, кг/т	1,514
Расход щелочи, кг/т	0,311

Таблица 11 – Результаты химанализа раствора после последнего цикла выщелачивания

Компонент	Содержание, мг/л	Компонент	Содержание, мг/л
Золото	0,062	Кальций	4,01
Серебро	0,28	Магний	н/о
Медь	38,20	Сульфаты	311,0
Цинк	1,40	Хлориды	1081,47
Никель	0,45	Карбонаты	492,0
Кобальт	0,20	Гидрокарбонаты	36,61
Марганец	0,05	Сухой остаток	3408,0

По результатам колонных тестов была определена потребность в воде на процесс кучного выщелачивания.

Таблица 12 – Потребность воды на процесс кучного выщелачивания на 1 т руды

Показатель	Значение
Количество воды, требуемое для смачивания руды в процессе кучного выщелачивания, м ³	0,081
Количество воды, стекающей из кучи по завершению процесса, м ³	0,003
Количество воды, остающейся во влажных хвостах, м ³	0,078

По результатам колонных тестов был составлен баланс металлов, сделан расчет ожидаемого товарного извлечения Au и Cu в промышленных условиях.

Таблица 13 – Баланс металлов

Показатель	Значение		
	золото	серебро	медь
Извлечение на уголь, г/т руды	0,981	2,220	0,376
Извлечение на смолу, г/т руды	0,030	0,338	139,60
Извлечение на операции водной отмывки, г/т руды	0,008	-	-
Содержание в хвостах колонного выщелачивания, г/т	0,495	4,425	480,0
Расчетное содержание в исходной руде, г/т	1,514	6,983	619,98
Извлечение на уголь, %	64,80	31,79	0,06
Извлечение на смолу, %	1,98	4,84	22,52
Суммарное извлечение в сорбенты, %	66,78	36,63	22,58
Извлечение с учетом промывных растворов, %	67,31	-	-

Исследования по выщелачиванию Au из руды с применением колонного теста позволили сделать следующие выводы:

- руда пригодна для переработки методом кучного выщелачивания;
- при крупности руды 15 мм суммарное извлечение составят: Au – 67,31 %, Cu – 22,58 %.

Учитывая сложный химический состав растворов, большое содержание в них Cu, для извлечения Au из таких растворов рекомендуется использовать активированный уголь, как более селективный по отношению к Au сорбент. Для исключения накопления в рабочих растворах Cu и сопутного его

извлечения рекомендуется использовать вторую стадию сорбции с ионообменной смолой.

УДК 622.342

ТУРСУНБАЕВА А.К.

Кучное выщелачивание золота в штабелях

Одной из важнейших проблем геотехнологии благородных и цветных металлов остается извлечение ценных компонентов из забалансовых и труднообогатимых руд, а также из минерализованной массы вскрышных пород [1]. В этой связи на АО «Васильковский ГОК» было проведено исследование по освоению кучного выщелачивания (КВ) золота в штабелях из окисленных руд Васильковского месторождения, имеющих следующий состав, (масс. %): SiO_2 – 64,2; Al_2O_3 – 8,1; Fe_2O_3 – 2,37; As – 0,22; Zn – 0,034; Cu – 0,045; Co – 0,023; $S_{\text{общ}}$ – 0,35. Содержание золота в этой руде колеблется от 1,5 до 2 г/т и в основном присутствует в самородном виде – 43,75; в сростках – 37,50; покрытое пленками карбонатов – 3,12; в сульфидах – 6,25; в кварце и пустой породе – 9,38 %.

Технология КВ включала:

- добычу, сортировку и дробление;
- формирование штабеля руды на специально подготовленную наклонную гидроизоляционную площадку, которая предотвращает потери растворов и обеспечивает мероприятия по охране окружающей среды от загрязнений;
- устройство промежуточных горизонтов орошения;
- рыхление поверхности штабеля;
- монтаж оросительных систем;
- инфильтрационное орошение;
- переработку продуктивных растворов.

Васильковское месторождение находится в северной части Казахстана, где зимняя температура колеблется, снижаясь до -40 °С. Для предотвращения промерзания штабеля руды отсыпали слоем 2-3 м и теплоизолировали все трубопроводы рабочего и продуктивного растворов. Принципиальная технологическая схема КВ золота представлена на рисунке 1.

В состав установки КВ входило: штабель золотосодержащей руды на водонепроницаемом основании (1), отвал кучи (2), оросительная система (3), модуль приготовления выщелачивающих растворов (4), сорбционные колонки (5 и 5а), печи для плавки катодного осадка (6), ёмкости для приготовления раствора для регенерации сорбентов (7), электролизер (8), отделение регенерации ионообменной смолы (9).

Отвал кучи формируется из крупнодробленой руды (150-300 мм), добытой открытым способом. Масса штабелей руды в КВ разового использования составляет 380 тысяч тонн, а их высота достигает 10 м. По количеству и расположению штабелей на площадке выделяют одно- и многосекционные КВ. В данном случае осуществлена отсыпка многосекционной кучи с помощью автосамосвалов, которые наряду с такими положительными качествами, как маневренность и производительность характеризуются таким недостатком, как утрамбовка выщелачиваемой горной массы колесами.

Кучное выщелачивание золота в течение 6 месяцев осуществляли рабочими растворами цианида натрия в следующем режиме [2]:

- на 1 этапе для достижения 20 % извлечения золота концентрация цианида натрия (NaCN) в растворе поддерживалась до $0,6$ г/дм³, плотность орошения 25 дм³/т руды, без пауз в орошении;
- на 2 этапе для достижения 40 % извлечения золота – концентрация NaCN $0,4$ г/дм³, плотность орошения 15 дм³/т руды, пауза в орошении 1 сутки;
- на 3 этапе, чтобы достичь более 40 % извлечения золота, концентрация NaCN $0,2$ мг/дм³, плотность орошения 15 дм³/т руды, пауза в орошении 1 сутки.

Поскольку цианид натрия на воздухе под действием углекислого газа быстро разлагается, выделяя синильную кислоту и превращаясь в карбонаты, то pH исходного раствора поддерживался равным 10.

После формирования штабелей руды и подготовки его к орошению проводят влагонасыщение кучи технической водой в течение 11 суток с интенсивностью $0,16-0,24$ м³/м².суток, по окончании которого проводится орошение рабочими растворами с получением продуктивных растворов, насыщенных золотом. Орошение технологическими растворами штабелей кучи осуществляли центробежными насосами через трубы в объеме от $0,4$ до 60 м³/мин. Послойное складирование горной массы с различным содержанием металлов позволило выщелачивающий реагент подавать к соответствующему обрабатываемому слою, что исключало недоизвлечение полезных компонентов из нижних неотработанных слоев из-за снижения их проницаемости.

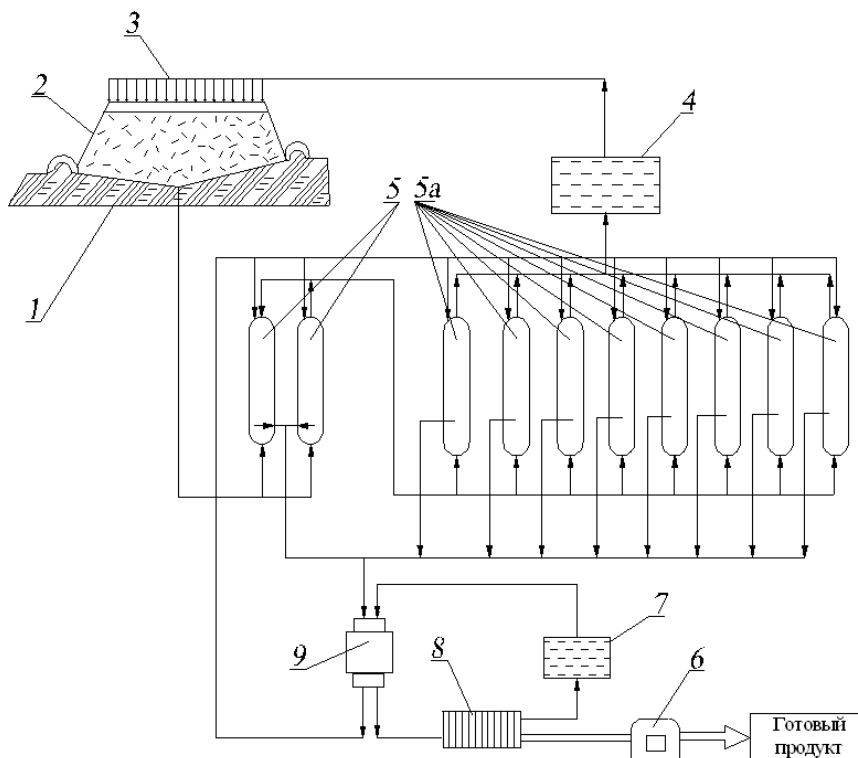


Рисунок 1 – Схема кучного выщелачивания золотосодержащих руд на АО «Васильковский ГОК»

При снижении концентрации металлов в продуктивных растворах изменение миграции рабочих растворов достигали кольматацией участка формирования потока реагента в зоне интенсивного выщелачивания, которую осуществляли через оросительные скважины, обсаженные полиэтиленовыми перфорированными трубками, проходящими в толще выщелачиваемой руды. Кольматация зоны интенсивного выщелачивания дает возможность подачи реагента в периферийную область инфилтрационного потока и активной ее переработки. На поток раствора также оказывали такое воздействие, как рассредоточение. Для этого в массиве кучи формировали два и более слоев мелкозернистой руды крупностью $-2,0$ и $+0,5$ мм, высотой 50-120 мм, которые обеспечивали распределение гидродинамического потока по всему сечению штабеля.

После прохождения через слой руды раствор, обогащенный золотом, поступает в шламоотстойник, где освобождается от механических примесей, затем под напором нагнетается в сорбционные колонны на сорбцию золота. Обеззолоченные растворы возвращается в емкости для приготовления выщелачивающих растворов, куда для доукрепления подаются крепкие растворы цианистого натрия и щелочи. Насыщенный анионит направляется в отделение регенерации, где производится десорбция золота и полная регенерация смолы. Золотосодержащий элюат подвергается электролизу (рисунок 2).

Перед консервацией отработанных куч производили водную отмывку с интенсивностью орошения $0,2-0,24 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{сут}$ в течение 10 суток. После полной обработки руды данного месторождения и

окончания функционирования участка КВ произвели обезвреживание цианидов хлорной известью в дренажных растворах перед сбросом их в накопительный пруд, который имеет гидроизоляционную защиту от проникновения растворов в окружающую среду и подземные источники воды. Сорбция золота из продуктивных растворов на анионит марки АМ-2Б производится в сорбционных колоннах в две последовательные стадии: первая – в 2-х параллельных колоннах («летние» сорбционные колонны СЛК-1÷2) и вторая – в 8-ми параллельно работающих колоннах СК-1÷8.

Десорбция золота из насыщенных анионитов участка КВ проводится в двух реакторах емкостью по 5 м^3 по технологической схеме, предполагающей обработку насыщенную смолы после отмывки от шлаков растворами серной кислоты $30-35 \text{ г}/\text{дм}^3$ в течение 1-1,5 часа при $48-55 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом в растворы частично переходят ионы Zn^{2+} и Ni^{2+} .

Анионит после кислотной обработки проходит стадию сорбции тиомочевинной, в которой используются растворы, полученные после 2-й стадии отмывки смолы. В результате сорбции тиомочевинной значительная часть металла-примесей десорбируется и удаляется с раствором. Десорбция золота осуществляется обратными кислыми растворами тиомочевинной, которые доукрепляются до $80-90 \text{ г}/\text{дм}^3$ и серной кислоты до $30 \text{ г}/\text{дм}^3$. Процесс ведут при температуре $50-55 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1-1,5 часа на каждой стадии (количество стадий зависит от содержания золота в смоле). После десорбции золота проводят I и II отмывку смолы от тиомочевинной и золота раствором серной кислоты $30 \text{ г}/\text{дм}^3$ при $50-55 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1-1,5 ч. Третью отмывку смолы от тиомочевинной, кислоты и металлов-примесей осуществляют водой при $50-55 \text{ }^\circ\text{C}$

в течение 1-1,5 ч. Щелочную обработку анионита ведут 30 г/дм³ гидроксидом натрия при 18-22 °С до рН

10-11 в течение 1,5 ч. Для регенерации сорбента используется следующая технология:

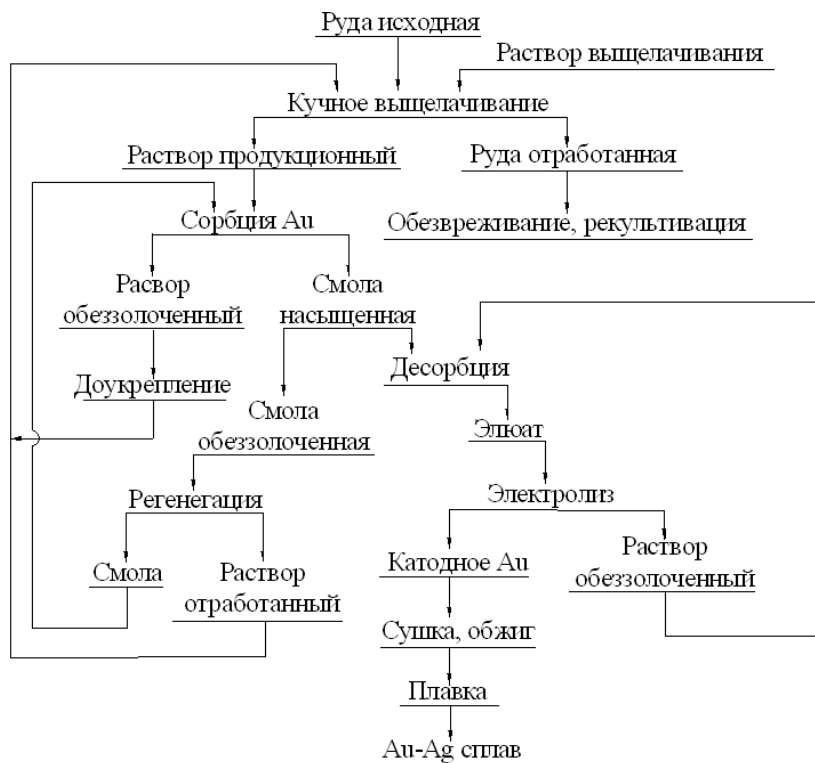


Рисунок 2 – Маршрутная технологическая схема КВ золота в штабелях

- водная отмывка насыщенного анионита марки АМ-2Б от цианидов для элюирования примесей меди, кобальта, железа и цинка предусматривает 2-3-стадийную получасовую обработку сорбента 2 %-м раствором гидроксида натрия, с повторной отмывкой при температуре 18-20 °С;

- щелочные элюаты, содержащие цветные металлы, подкисляют концентрированной серной кислотой до рН=2-3 для перевода их в осадок;

- отфильтрованные растворы направляют на сброс в хвостохранилище;

- кислотная обработка анионита при температуре 55-60 °С до остаточного содержания кислоты в растворе 0,7-1,0 %.

Извлечение золота из элюатов осуществляли электролитическим осаждением на катоде в виде порошка, который собирается в нижней части катодных камер. В анодные камеры заливается 3 % серная кислота. При электролизе между катодом и анодом устанавливается электрический потенциал, обеспечивающий осаждение металлов из растворов и перенос их на катодную поверхность. Катодный материал после прокаливания содержал в (%): Au –

70-88; Ag – 2,7-7,0; Cu – 0,5-3,0; Fe – 0,3-0,5; Co – 0,008-0,04; Ni – 0,2-0,4; Zn – 0,03-0,08.

Таким образом, в результате кучного выщелачивания золота из руд Васильковского месторождения в штабелях массой 380 тыс. тонн руды за счет освоения технологии выщелачивания извлечено 34,44 % золота или 206,722 кг, причем на 1 этапе золото извлечено за 108 суток – 23 %, а на 2 этапе за 79 суток извлечено – 11 %. Расход цианида натрия составил 0,71 т/кг золота, средняя интенсивность орошения 3,6 дм³/т руды в сутки, концентрация цианида натрия в рабочем растворе 0,57 г/дм³, а его удельный расход 0,38 кг на тонну руды.

Опыт проведенных исследований указывает на необходимость совершенствования технологии КВ требующей:

- создания новых эффективных и экологически щадящих растворителей, прежде всего из отходов химических производств;

- разработки технологии КВ с переводом кеков выщелачивания в наиболее оптимальную для биосферы минеральную форму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнс В.Ж. Физико-химическая геотехнология: Монография. М.: Изд-во МГГУ, 2001. 656 с.
 2. Бейсембаев Б.Б., Кенжалиев Б.К., Абсалямов Х.К., Лерман Б.Д., Лузин Б.С., Доронин А.П. Теория и практика кучного выщелачивания золота. Алматы: Гьлым, 1998. 199 с.

Электросорбционная технология извлечения золота из сульфидных руд

Технологическая схема электросорбционного выщелачивания золота из рудной пульпы с осаждением золота на ионитовую смолу (рисунок) предполагает выполнение следующих процессов:

- дробление и измельчение сульфидной руды до класса – 0,0074;
- водную подготовку пульпы в соотношении Ж:Т = (3÷5):1;
- добавление в пульпу соли натрия до получения 20 % концентрации раствора по NaCl;
- ввод в пульпу ионообменной смолы;
- наложение на подготовленную пульпу электрического тока;
- осуществление однообразного процесса выщелачивания золота и его сорбции на ионообменную смолу;
- грохочение золотонасыщенной смолы;
- отмывку ионита от щепы;
- направление обеззолоченной пульпы на сгущение;
- направление сгущенных кеков на хвостохранилище, а верхнего слива сгустителя на повторную операцию подготовки свежей порции пульпы к выщелачиванию и сорбции;
- направление отгрохоченного и промытого от щепы золотонасыщенного ионита на десорбцию золота и регенерацию смолы с электровоздействием на процесс;
- направление обеззолоченной смолы на повторное использование в процесс сорбционного выщелачивания золота;
- направление золотосодержащего десорбата (элюата) на осаждение золота в концентрат;
- направление концентрата на аффинаж;
- направление маточного раствора осаждения золота в аппарат электрохимического выщелачивания и сорбции.

Для проведения полупромышленных (опытно-промышленных) испытаний электрохимической технологии был разработан временный технологический регламент на проектирование и эксплуатацию опытно-промышленной установки, выполнено проектирование и изготовление установки.

Установка производительностью по перерабатываемому сырью 1000 т/год была разработана НПЦ «Реактив» (г. Степногорск).

Выбор производительности установки был обоснован достаточностью принятой производительности для получения достоверных данных по работоспособности созданной технологии, а также мощностью существующих в НПЦ «Реактив» электросиловых установок и возможностью существующего узла утилизации сбросных растворов и кеков.

По разработанной схеме электрохимического выщелачивания золота из сульфидных руд, исходная руда из оборудованного рудного склада подается электротельфером в бункер, откуда шнековым питателем подается на измельчение в барабанную шаровую мельницу, где происходит разрушение частиц материала в результате ударов мелющих тел (шаров). Измельчение проводится в замкнутом цикле, то есть мельница сопрягается с механическим классификатором в один агрегат. Пески классификатора возвращаются на доизмельчение в мельницу, а готовый класс (-0,074) со сливом поступает в сгуститель.

Верхний слив сгустителя подается аэролифтом в цикл измельчения, а сгущенный до Т:Ж = 1:1 продукт поступает в зумпф. Из зумпфа песковым насосом пульпа подается на электрохимическое выщелачивание.

Выщелачивание является первой стадией гидрометаллургической переработки минерального сырья, с помощью которого извлекаются ценные компоненты.

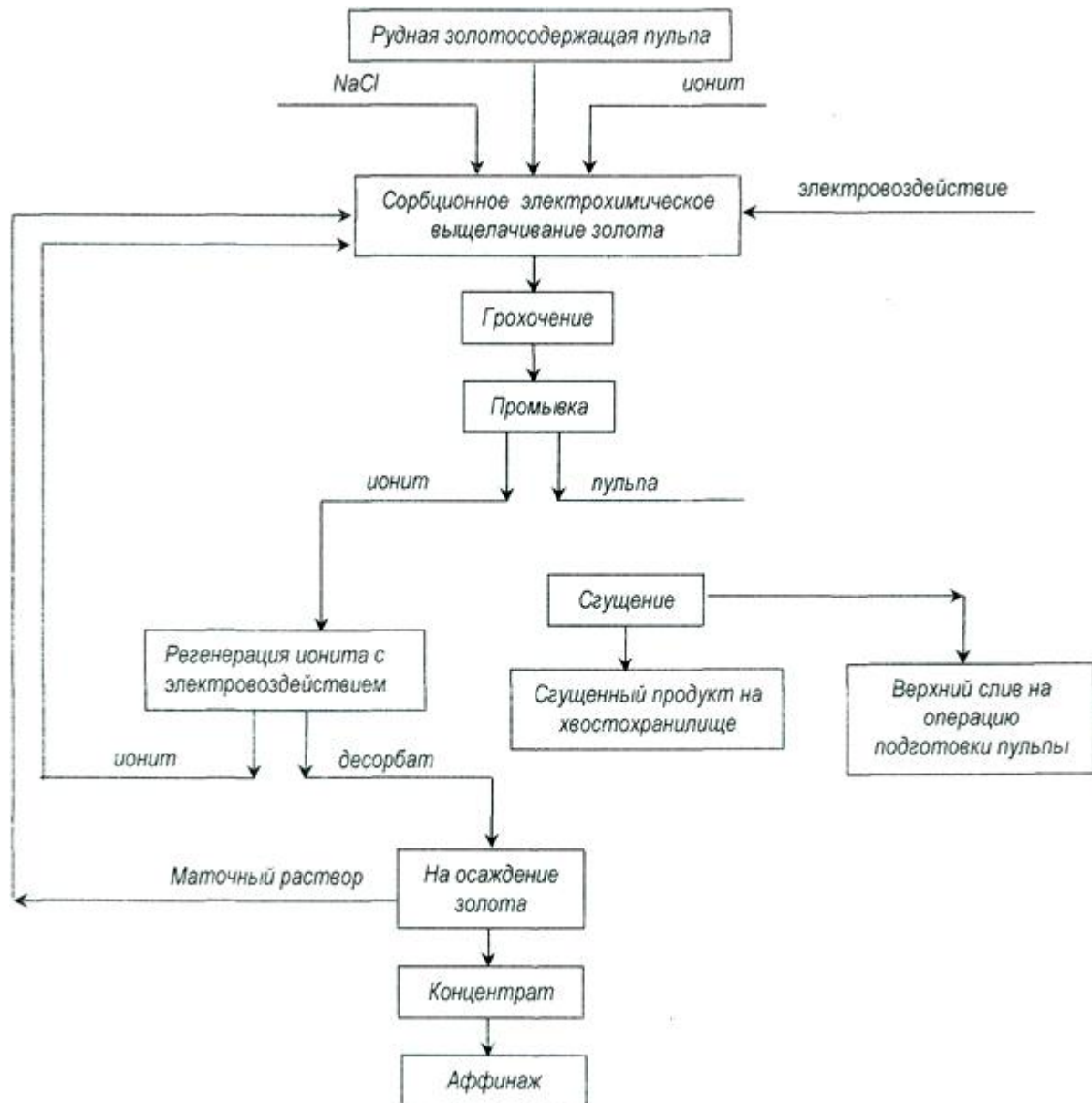
Процесс электрохимического выщелачивания металлов сводится к тому, что под воздействием внешнего электрохимического поля усиливается растворение благородных металлов:

- внешнее электрическое поле приводит в движение слои гидратированных ионов, покрывающих поверхность пор в породах и притянутых некомпенсированным электрическим зарядом поверхности в результате изоморфно-замещенных атомов кристаллической решетки на атомы большей или меньшей валентности;

- процесс растворения золота и серебра подчиняется общим закономерностям электрохимической коррозии металлов и представляется в виде короткозамкнутого гальванического элемента;

- перколяционный эффект, выражающийся в том, что при пропускании тока в порах происходит выделение энергии, приводящей к росту трещин и капилляров и доступу растворителя к частицам золота.

Для полупромышленных испытаний технологии были разработаны специальные электрохимические реакторы – пачуки с перемешиванием пульпы сжатым воздухом. Они представляли собой цилиндрические аппараты с коническим днищем, встроенным эрлифтом и электродами. Для электросорбционного выщелачивания золота с использованием ионитовой смолы, катод пачука представлял собой трубу, в которой размещался анод.



Принципиальная технологическая схема электросорбционного извлечения золота из рудных пульп

Для варианта технологии с осаждением золота на углеволкнистый катод был разработан U-образный пачук с разделением на две камеры – для потока пульпы и для осаждения золота на катод.

Для проведения полупромышленных испытаний технологии электрохимического извлечения золота в раствор на созданной на базе НПЦ ТОО «Реактив» полупромышленной установке было предусмотрено использование сульфидной руды месторождения Бестобе с задающими параметрами технологии: NaCl 20-30 %, $J = 600-1000 \text{ А/м}^2$ площади анода, Ж:Т = 1:3, при напряжении электролиза 26 В.

Полупромышленная установка оснащена тремя реакторами, каждый объемом $0,75 \text{ м}^3$ с внутренним диаметром 900 мм и высотой корпуса 1120 мм. Реакторы оснащены электродвигателями 4А112М6 по 4 кВт каждый с числом оборотов 960 об/мин для размешивания пульпы.

Измельчение руды осуществлялось в стержневой мельнице объемом $0,15 \text{ м}^3$, оснащенной электродвигателем 4А100М4, мощностью 4 кВт с

числом оборотов 1500 об/мин. В состав установки для полупромышленных испытаний технологии входили также: два классификатора производительностью каждый по 20 т/сутки, один сгуститель производительностью 20 т/сутки, четыре рукавных фильтра, работающих под давлением 5-6 атм., четыре песковых насоса производительностью каждый от 10 до 30 т/сутки.

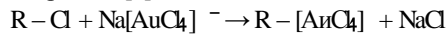
Технологическая схема электрохимического выщелачивания золота из сульфидной руды с одновременной его сорбцией на ионитовую смолу осуществлялась следующим образом.

Из зумпфа песковым насосом рудная пульпа подавалась в реактор, где смешивалась с раствором NaCl до соотношения Т:Ж = 1:3 и далее в пачуки поз. 8₁, 8₂, 8₃ на электрохимическое сорбционное выщелачивание. Одновременно с пульпой в пачуки загружалась ионообменная смола. Сорбция – это ионообменный процесс, в котором осуществляется избирательное поглощение одного или нескольких компонентов из растворов и пульп с помощью

ионитов. Иониты практически нерастворимы в воде и обычных растворах и обладают подвижными ионами, способными обмениваться на эквивалентное количество ионов (с зарядом того же знака) из растворов, с которым взаимодействует. Процесс сорбции обратим.

Сорбция применяется главным образом при небольших концентрациях поглощаемого вещества в исходном растворе, когда требуется достичь практически полного извлечения этого вещества.

Сорбция золота из пульпы осуществлялась ионообменной смолой марки АМ-2Б. Химизм процесса сорбции [1]:



Кроме комплексного аниона золота сорбент сорбировал из пульпы примеси в виде комплексных и простых анионов. Примеси значительно снижали сорбционную емкость смолы. Для подавления сорбции примесей подбирались соответствующие режимы электровоздействия.

Наиболее полное извлечение золота из жидкой фазы определялось продолжительностью пребывания смолы в процессе электрообработки пульпы условиями, в которых протекает сорбция: плотностью пульпы, тониной помола, вязкостью, температурой, гидродинамическими параметрами (расход пульпы, интенсивность перемешивания).

Из аппаратов электрохимической обработки насыщенная смола вместе с пульпой насосом направлялась на сито, где смола отделялась от пульпы. Пульпа после отделения от смолы анализируется на содержание остаточного золота в твердом и при достижении сбросных (<1,5 г/т) содержаний направлялась на хвостохранилище. Если извлечение золота было недостаточным, пульпу направляли на доизвлечение золота тиосульфатом аммония, после чего отделяли раствор фильтрованием. Из раствора цементацией сульфидом (сульфитом) натрия или цинка выделяли золото, кек промывался и сбрасывался. Золотонасыщенная смола АМ – 2Б направлялась на десорбцию.

В процессе полупромышленных испытаний технологии замерялись значения рН и Eh пульпы. Пробы сорбента отбирались ежечасно и анализировались на содержание золота. В качестве сорбента использовалась ионитовая смола АМ – 2Б.

Для контроля процесса электрохимического выщелачивания золота из сульфидной руды использовались мономеры И-130, блок автоматического тетрирования БАТ-15, вольтметры, амперметры, плотномер пульпы, рН-метр.

Химические анализы руды и раствора выполнялись службой химико-аналитической лаборатории ТОО НГЦ «Реактив».

Процесс регенерации золотонасыщенного сорбента после хлоридного электросорбционного выщелачивания осуществлялся предварительной сернокислотной обработкой для снятия металлов-примесей, с последующей десорбцией золота раствором тиомочевинны в растворе серной кислоты.

При фильтровании элюирующих растворов через слой насыщенного по золоту анионита получали

растворы с переменной концентрацией золота, из которых растворы с высокой концентрацией (элюаты) для электролиза выводили на дальнейшую переработку (электролиз), а остальные – с более низкой концентрацией – использовали в качестве оборотных элюирующих.

В соответствии с технологической схемой испытания электрохимической технологии извлечения золота из сульфидной руды с сорбцией его на ионитовую смолу проведены на руде месторождения Бестобе с параметрами:

1. NaCl – 30 %, Ж:Т = 3:1, J = 600 А/м², V = 26 в.

2. NaCl – 25 %, Ж:Т = 3:1, J = 900 А/м², V = 26 в.

3. NaCl – 20 %, Ж:Т = 3:1, J = 1000 А/м², V = 26 в.

Всего проведено 15 опытов по 5 опытов на каждую группу параметров электровоздействия.

Израсходовано 16,5 т руды, по 1,1 т на опыт, и 4,12 т соли натрия (~ 250 кг/т руды).

В соответствии с технологической схемой и схемой цепи аппаратов в одновременной работе находилось 3 пачука (электрохимических реактора).

Анализ результатов полупромышленных экспериментов показал:

– при совмещении процесса электрохимического выщелачивания и сорбции, по сравнению с контрольными экспериментами совмещения выщелачивания и сорбции без наложения электрического тока, происходит увеличение выхода золота в раствор сорбции на 20-25 %, сорбционная емкость ионообменной смолы АМ-2Б повышается на 30-40 %;

– дальнейшее повышение емкости ионита по золоту при данной схеме затруднено вследствие восстановления его на катоде при выделении на нем водорода;

– для снижения влияния восстановительного процесса предложена технология сорбции золота на углеволокно (катод, покрытый слоем углеволокна).

В процессе полупромышленных испытаний установки подтверждена ее достаточно высокая надежность и хорошая работоспособность. Все системы установки работали в заданном режиме без существенных поломок.

Технологические исследования электрохимического извлечения золота с сорбцией на ионитовую смолу осуществлялись в течение 15 суток с продолжительностью рабочей смены 8 часов, из которых 2 часа тратились на подготовительные операции и 6 часов собственно на электрохимическое извлечение золота. За весь период переработано 16,5 т руды со средним содержанием золота в руде 7,2 г/т. На переработку затрачено 120 часов.

В процессе полупромышленных испытаний технологии израсходовано 50 м³ технической воды. Средний коэффициент извлечения золота в раствор составил 87 %. Израсходовано на извлечение 1 г золота в раствор в среднем 4 кВт-ч/г. Расход технической соли натрия NaCl на 1 т руды составил 250 кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейсембаев Б.Б., Кенжариков Б.К., Абсатаров Х.К. и др. Теория и практика кучного выщелачивания золота. Алматы: Ғылым, 1998.

Раздел 3

Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности

УДК 622.831.325.3

ХАКИМЖАНОВ Т.Е.,
АБДУГАЛИЕВА Г.Ю.Оценка влияния технологических параметров
на газовыделение при выемке угольных пластов

При высокой интенсификации процесса добычи угля и углублении горных работ вопросы снижения газовыделения при очистных работах играют важную роль для создания безопасных условий труда. Источниками выделения метана в очистной забой обрабатываемой лавы являются разрабатываемые угольные пласты, выработанное пространство и отбитый уголь. Интенсивное развитие и концентрация горных работ на угольных шахтах ограничиваются высоким метановыделением в горные выработки из перечисленных источников в очистной забой. Их влияние возрастает с увеличением глубины разработки и ростом нагрузки на очистные забои.

К основным факторам, влияющим на газообильность выемочного участка, относятся такие технологические параметры, как длина лавы, скорость подачи угольного комбайна. В технологическом цикле угледобычи работа добычного комбайна по выемке угля играет важную роль, так как формирует нагрузку на очистной забой и влияет на газовый режим выемочного участка. Длина лавы определяет размеры газоотдающих поверхностей, площадь выработанного пространства. Длина лавы очистных забоев на шахтах Карагандинского бассейна варьирует в широких пределах, достигая до 200 м и более. При таких длинах лав с поверхностей обнажения пласта в призабойное пространство выделяется большое количество газа.

Таким образом, управление газовыделением в очистном забое, кроме средств вентиляции и дегазации, можно осуществлять путем регулирования скорости подачи угольного комбайна и длины лавы. Для этого необходимо установить количественную оценку влияния этих параметров на газовыделение в очистной забой.

Учитывая трудоемкость экспериментальных наблюдений, предлагается методика аналитического определения влияния скорости подачи угольного комбайна и длины лавы на метановыделение в очистной забой [1].

Оптимальный режим работы угольного комбайна при заданной длине лавы, при котором он работал бы на максимально возможной скорости подачи ($V_n \rightarrow \max$), а также обеспечивалась бы максимально допустимая нагрузка на очистной забой ($A_{o.z.} \rightarrow \max$), требует соблюдения условия, в соответствии с ПБ, выраженное уравнением:

$$J_1 + J_2 - K_e J_1 + J_2 + J_3 = J_g, \quad (1)$$

где J_1 – дебит метана через свежееобнаженную поверхность угля, $\text{м}^3/\text{м}^2 \text{ мин}$:

$$\bar{q} = \frac{1}{t} \int_0^t q(t) dt = \frac{1}{t} \int_0^t q_{01} t^{n_1-1} dt = \frac{q_{01}}{n_1} t^{n_1}, \quad (2)$$

$q(t)$ – дебит метана через свежееобнаженную поверхность угля к моменту времени обнажения t ,

$\text{м}^3/\text{м}^2$ мин. Для угольных пластов Карагандинского бассейна описывается уравнением вида [2]:

$$q(t) = q_{01} t^{n_1}, \quad (3)$$

где q_{01} – начальный удельный дебит метана через свежесоблаженную поверхность угля к концу первой минуты облажения, $\text{м}^3/\text{м}^2$ мин;
 n_1 – коэффициент, характеризующий степень снижения дебита метана во времени;
 $S_{обл}$ – площадь облажения поверхности угля, мм^2 ,

$$S_{i \text{ ат}} = l_{ij} m_a, \quad (4)$$

l_{ij} – расстояние от начала движения комбайна до i -го пункта лавы, м;
 m_a – вынимаемая мощность угольного пласта, м.

Так как дебит метана с поверхности угля при времени облажения $t \geq 100$ мин почти стабилизируется, с достаточной точной точностью для инженерных расчетов дебит метана через старооблаженную поверхность угля J_1 , $\text{м}^3/\text{мин}$ можно определить по формуле:

$$J_1 = \frac{q \cdot [t_b + t'^n - t'^n]}{n t_b} S', \quad (5)$$

где t' – время зачистки лавы комбайном и концевых операций при односторонней схеме выемки угля, мин;
 t_b – среднее время выемки одной полосы угля, мин;
 S' – площадь старооблаженной поверхности угля к началу движения комбайна, м^2 ;
 K_e – коэффициент, учитывающий выбытие дебита метана из старооблаженной поверхности угля из газового баланса очистного забоя к моменту времени t_{ij} , вычисляется по формуле

$$K_e = \frac{l_{ij}}{l_{o.c.}}; \quad (6)$$

J_2 – дебит метана из отбитого угля, $\text{м}^3/\text{мин}$, с учетом работы определяется по формулам: для неравномерного движения:

$$J_2 = \frac{q_{02}}{n_2} B m_b \gamma \frac{l_{ij}^{n_2}}{t_{ij}^{n_2}}, \quad (7)$$

для равнозамедленного движения:

$$J_2 = \frac{q_{02}}{n_2} B m_b \gamma \left(\frac{2l_{ij}}{t_{ij}} - V_0 \right) t_{ij}^{n_2}, \quad (8)$$

где B – ширина захвата комбайна, м;
 γ – средняя плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$;
 V_0 – начальная скорость подачи комбайна, м/мин;
 q_{02} – начальный удельный дебит метана из отбитого угля к концу первой минуты после отрыва угля от массива $\text{м}^3/\text{мин}$;
 n_2 – коэффициент, характеризующий степень снижения газовой выделение из отбитого угля;
 l_{ij} – расстояние между i -м и $(i - 1)$ – м пунктами лавы;
 t_{ij} – продолжительность транспортирования

отбитого угля в пределах выемочного участка, мин, определяется по формуле:

$$t_{ij} = \frac{l_{ij}}{V_{i.c.}} - \frac{l_e}{V_e}, \quad (9)$$

где $V_{o.c.}$, V_k – скорость движения цепи или ленты лавного конвейера и конвейера в штреке длиной $l_{ш}$;
 J_3 – дебит метана из выработанного пространства очистного забоя, $\text{м}^3/\text{мин}$.

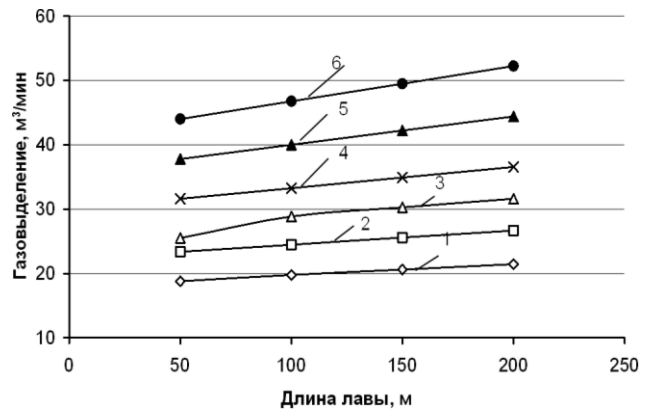
На основе математической модели метановыделения в очистной забой разработана программа для определения дебита метана в атмосферу очистного забоя при различных значениях параметров очистного забоя.

С целью выявления зависимостей влияния длины лавы и скорости подачи угольного комбайна на газовой выделение в очистной забой проведены машинные эксперименты на основе предложенного алгоритма расчета. Исследования проведены при неравномерной работе комбайна и возвратноочной схеме проветривания с вентиляционным штреком, расположенным в выработанном пространстве.

В результате установлены зависимости изменения дебита газа при заданных значениях параметров очистного забоя.

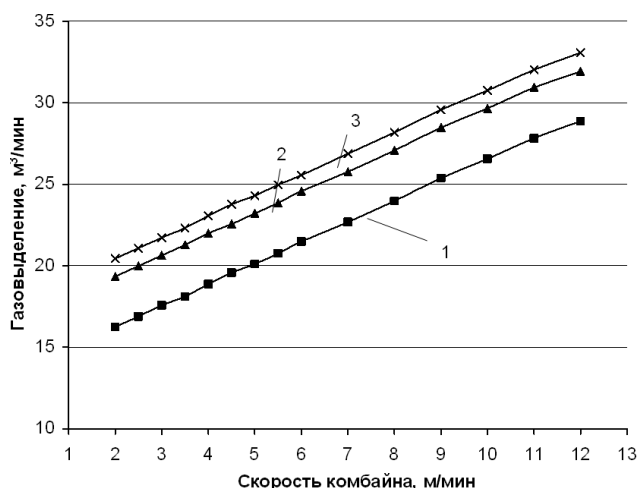
На рисунке 1 приведены графики, построенные по данным расчета, отражающие изменение газовой выделение в зависимости от длины лавы.

На рисунке 2 представлены графики изменения газовой выделение в очистной забой в зависимости от скорости подачи угольного комбайна.



1 – газовой выделение в очистной забой при $t_e=1,5$ м;
 2 – при $t_e=2,0$ м; 3 – при $t_e=2,5$ м; 4 – при $t_e=3,0$ м;
 5 – при $t_e=4,0$ м; 6 – при $t_e=5,0$ м

Рисунок 1 – Графики изменения газовой выделение в очистной забой в зависимости от длины лавы при скорости угольного комбайна $V = 6$ м/мин



1 – при длине лавы 50 м; 2 – при длине лавы 100 м;
3 – при длине лавы 150 м.

Рисунок 2 – Газовыделение в очистной забой в зависимости от скорости угольного комбайна. Установленные зависимости (рисунок 1 и 2) показывают, что при увеличении длины лавы и скорости комбайна газовыделение в очистной забой увеличивается прямо пропорционально длине лавы и скорости комбайна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хакимжанов Т.Е. Газовыделение в очистные забои угольных шахт. Алма-Ата: Наука, 1986. 144 с.
2. Управление газовыделением на угольных шахтах / С.Г. Калиев, Е.И. Пребреженская, В.А. Садчиков и др. М., 1980. 221 с.

УДК 622.1

КУРМАНКОЖАЕВ А.,
НУРЖУМИН Е.

К теории модельного описания выемочной геолого-технологической структуры сложного приконтактного участка рудных залежей

В настоящее время в связи с рыночным развитием производств геолого-технологические методы, практикуемые как методы снижения потерь руд, которые использовались в условиях разработки крупнейших рудных бассейнов Казахстана: Джезказганского медного, Миргалымсайского, Жайремского и Зырянковского полиметаллических, Краснооктябрьских бокситовых и Южно-Кемпирсайских хромитовых месторождений, разрабатываемых открытыми и подземными способами, – исключительно перенаправлены на регулирование качествообразующих показателей с целью повышения качества рудной продукции в условиях существующей технологии добычных работ.

Теоретические аспекты геолого-технологических процессов повышения качества руд в основе снижения качественных потерь полезных ископаемых вытекают из концепций геологической изученности месторождения, эколого-экономической эффективности технологии подготовки и выемки запасов рудных тел и механизмов рудоизвлечения из объектов сырья.

Геолого-геометрическая изученность месторождения рудных тел и выемочных участков служит отправной основой процессов повышения качества путем снижения качественных потерь руд при добыче. Модельное описание тенденций, закономерностей и других особенностей, присущих геометрии форм и залегания выемочных зон рудных тел, пространственно-статистическим распределениям основных компонентов и типов руд, осуществляется с привлечением методов системно-информационного анализа, системной и эксплуатационной

геометризации и вероятностно-статистического моделирования и алгоритмизации. При этом выемочное рудное поле представляет собой многоуровневую горно-геометрическую систему, состоящую из двух крупных подсистем: «основная добычная внутриконтурная зона» и «выемочная приконтактная зона перемешивания качествообразующих масс» со структурообразующими элементами: приконтурная полоса, приконтактная неровность, мощность и плотность ее распространения, показатели контактной неопределенности, геологическая поверхность рудного тела, технологическая поверхность отработки забоя, амплитуда отклонения геологической поверхности от технологической, мощность приконтурной полосы, средние значения размерных параметров выемочных объектов.

Построение эффективных моделей структурно-аналитических соотношений и закономерностей формирования зависимости между горно-технологическими параметрами отработки и геолого-геометрическими характеристиками сложных зон – приконтактных зон залежей – состоит в выборе наилучшей структуры аналитических моделей, основанных на структурных уравнениях регрессии. При этом важно отыскать такую структуру модели, которая наиболее полно отвечала бы фактической. Показатели многих известных физических процессов описываются структурными уравнениями (моделями) экспоненциального типа. Такие функции применяются при определении ионной и эквивалентной связей в бинарном соединении, при характеристике неоднородности магнитной системы, остывания и движения тел в жидкости, при геохимических

исследованиях и при решении некоторых вопросов космологии, теории вероятностей и т.д. В горном деле такие типы функций используются при решении вопросов теорий прочности горных пород, горного давления, реакции напряжений, сводообразования выработок, складкообразования и структурообразования, фотоупругости, устойчивости откосов уступов карьеров и т.д.

На основе метода аналогии, с учетом особенностей применения структурных функций в комплексной форме, нами рассматриваются вопросы усовершенствования модельного описания формирования взаимосвязи геолого-геометрических и горно-технологических показателей выемочных участков залежей.

Результаты, полученные различными исследователями, подтверждают существование тесной зависимости между параметрами рудных залежей, особенно эти зависимости существенны для приконтактных зон. При этом используется исключительно статистический подход, тем самым учитывается случайность и независимость образования неровностей, присущих контактным поверхностям залежей. Следовательно, можно заключить, что для оценки структуры и взаимосвязи параметров приконтактных зон на сегодня широко используется вероятностно-статистический метод с привлечением корреляционно-регрессионного анализа. Известны достаточно многие работы, в которых с привлечением парного и множественного корреляционного анализов описаны зависимости между количественными и качественными показателями сложно-структурных зон залежей.

Широкое практическое применение нашла геолого-технологическая модель, разработанная автором [1], описывающая структурные соотношения между величинами длин геологической L_K и технологической L_0 поверхностей и показателем изменчивости (V_t) их взаимоуклонения, представленные как уравнение регрессии в виде:

$$L_K = L_0 e^{KV_t} \quad (1)$$

Показатель изменчивости взаимоуклонения технологической поверхности от геологической при отработке приконтактных зон определяется по формуле:

$$V_t = \frac{\bar{t}_H}{d_{nn}}, \quad (2)$$

где \bar{t}_H – среднее значение амплитуды взаимоуклонения технологической поверхности от геологической, м;
 d_{nn} – расстояние между соседними информациями (разведочными скважинами), по которым околнурена залежь, т.е. эталонное расстояние между ближайшими информациями.

Корреляционный анализ показал, что многопараметрическая зависимость между протяженностями геологической и технологической поверхностями и показателем изменчивости их взаимоуклонения существенно тесная ($R=0,85 \div 0,95$).

Установлено, что эта структурная зависимость имеет геолого-технологическую основу и связывает геологические параметры с технологическими параметрами и, тем самым, определяет выемочную структуру приконтактной зоны залежи.

Впоследствии автором этой статьи эта трехпараметрическая зависимость, носящая фундаментальный характер, была применена с некоторым уточнением для условия Майкайнского золоторудного месторождения, разрабатываемого подземным способом [2]. При этом были внесены новые коэффициенты, связанные с неопределенностью жильных контактов золотосодержащих руд.

Проблему моделирования структурных соотношений между геолого-геометрическими и горно-технологическими параметрами выемочных участков залежей рассмотрим с критической точки зрения. Так, во-первых, любое уравнение регрессии при корреляционном анализе на основе метода наименьших квадратов сопровождается значительными погрешностями, поскольку зависит от неизвестных косвенных факторов; во-вторых, в методе наименьших квадратов при выводе уравнений регрессии в них входит столько же постоянных неизвестных коэффициентов, сколько привлеченных для изучения переменных, определение которых практически невозможно; в-третьих, корреляционная зависимость применима только для конкретного условия месторождения и такая локальность обуславливает ограниченности и незначимости применения таких зависимостей в широком масштабе.

Несмотря на очевидное преимущество модели структурных соотношений (1), использование предельных размеров базовых геометрических исходных величин не всегда приводит к достоверным результатам. Это вызвано самой сущностью предельного размера геометрического параметра выемочного участка. Этот показатель может встречаться один-два раза во всей совокупности измеренных значений параметра по выемочному участку. Следовательно, из-за незначимости распространения таких размерных значений, при использовании данной модели могут быть допущены существенные погрешности, приводящие к недостоверным результатам. Так как доля (частота) распространения предельного размера геометрического параметра во всей совокупности фактических значений его размеров весьма мала, как правило, создаются условия неопределенности, сопровождаемые существенными ошибками.

Отсюда вытекает, что корреляционно-регрессионный анализ не является самым эффективным методом для модельного описания выемочной структуры сложного участка залежи.

Проблему оценки зависимостей между параметрами залежи рассмотрим несколько шире, исходя из теоретического представления их с применением свойств теории вероятностей.

Из теории вероятности исходит, что совместное влияние множества взаимосвязанных факторов на независимый переменный Z , аналитически можно

представить произведением их численных величин в виде комплексной функции:

$$|Z| = KZ_1Z_2...Z_n, \quad (3)$$

где K – коэффициент связей между факторами.

Здесь при $K=1$ предполагается предельный случай, когда каждый фактор максимально усиливает влияние других.

В некоторых случаях возможна замена корреляционных таблиц законами распределения, заданными в аналитическом виде, хотя с меньшей точностью. Искомый закон распределения $\psi(y)$ можно выразить в зависимости от исходного закона распределения $\varphi(x)$ и других элементов, не зависящих от возможной трансформации закона $\varphi(x)$, а зависящих от условных вероятностей $\psi \frac{\delta}{\delta}$.

Условная вероятность $\psi \frac{\delta}{\delta}$ определяется через вероятности $P(x,y)$, соответствующих комбинации x и y из соотношения

$$\psi \frac{\delta}{\delta} = \frac{D(\bar{\delta}, \delta)}{\varphi(\bar{\delta})}. \quad (4)$$

Из способа образования $\psi \frac{\delta}{\delta}$ вытекает следующее соотношение:

$$\sum \varphi(\bar{\delta}_i) \psi \left(\frac{\delta_j}{\bar{\delta}_i} \right) = \psi(y_j), \quad j=1, 2, \dots, t, \quad (5)$$

где i – число различных значений x ;

j – число различных значений y .

Это соотношение в матричном виде имеет вид:

$$|\varphi(\bar{\delta}_i)| \left| \psi \frac{\delta}{\delta} \right| = |\psi(y)| \quad (6)$$

и может быть выражено через интегральное соотношение в виде:

$$\psi(y) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi \frac{\delta}{\delta} \varphi(x) dx, \quad (7)$$

по которому определяется функция $\varphi(y)$ в зависимости от значений функции $\varphi(x)$.

В теории корреляции принято считать, что зависимость между двумя показателями x и y возникает вследствие наличия факторов Z, v, ω , одновременно действующих на оба изучаемых показателя, т.е.

$$\begin{cases} x = \varphi(\bar{Z}, \bar{v}), \\ y = \varphi(\bar{Z}, \bar{\omega}), \end{cases} \quad (8)$$

где величину \bar{Z} можно представить как закономерный вектор общего фактора Z , а величины $\bar{v}, \bar{\omega}$ – случайные векторы специфических факторов v и ω .

Область влияния векторов $\bar{Z}, \bar{v}, \bar{\omega}$ ограничена значениями их частных векторов $x = \varphi(Z_1, Z_2, \dots, Z_n, v_1, v_2, \dots, v_t) \leq Z_S, S = 1, 2, \dots, q, Z_{\min} \leq Z_i \leq Z_{\max}$. При этом

корреляция между показателями x и y обусловливается наличием независимых общих факторов, один из которых является общим (Z):

$$x = Z + v, y = Z + \omega. \quad (9)$$

Поскольку эти факторы (Z, v, ω) являются неучитываемыми и независимыми переменными, определение параметров зависимости, как правило, производится косвенными методами, т.е. методом наименьших квадратов и т.д.

На основании вышеизложенного взамен предельного размера геометрического параметра в качестве базовых исходных величин модели рекомендуется использовать модальные значения оцениваемого геометрического параметра по рассматриваемому выемочному участку залежи. Использование этой концепции позволяет геологическим моделям структурных соотношений между геометрическими параметрами приконтактных зон построить с привлечением модальных значений искомого параметра.

Выбор модального значения изучаемого параметра в качестве базовых исходных величин искомой модели основан на фундаментальных вероятностно-статистических его свойствах. Мода параметра в качестве параметра модели структурных соотношений выбрана исходя из положительных ее свойств, намного более ценных по сравнению со свойствами среднего и других параметров-показателей. Значение моды остается неизменным при ее оценке как по непосредственно конкретной величине, так и по их функциям. Величина моды более устойчива в статистических выборках с эксцессом большим, чем у нормального закона распределения. Очевидно, ее значение сохраняет устойчивость при различных изменениях значений признака, вызываемых изменением величины эксцесса этого распределения. Главное и важное свойство величины моды заключается в том, что ее значение может быть рассчитано с достаточной достоверностью при наличии в статистической совокупности (выборке) численно неопределенных или приблизительных значений величин, а также при наличии аномальных, редких в виде ураганных, слабых и т.д. значений. Также немаловажным свойством является то, что ее значение в незначительной степени по сравнению со среднеарифметическим значением подвергается влиянию погрешностей, т.е. при систематических погрешностях и при значениях признаков, близких к порогу чувствительности. Это свойство, несомненно, очень важно для использования их при оценке пространственно-статистических закономерностей и изменчивости распространения показателей как для геологической, так и топографической поверхностей, которым присущи специфические и сложные природные формы и свойства. Мода и модальная частота параметра-показателя являются самыми информативными величинами. Тем самым является показателем комплексирующих статистических и геометрических элементов развития распределения признака. Следует подчеркнуть, этот параметр

фактически также является предопределяющим составляющим уровня среднего, от которого и зависит точность определения последнего. Этот факт имеет последовательные последствия при решении немаловажных технологических и экономических задач, поскольку эффективность их результатов во многих случаях тесно связана с достоверностью среднего значения по процессам, признакам, технологиям и т.д.

Обобщенно геолого-технологическая модель структурных соотношений параметров-показателей рудных залежей нами представлена в виде:

$$F(x, y, z) = f(x^0, y^0, z^0) e^{\pm k\phi(x^0, y^0, z^0)}. \quad (10)$$

Здесь $f(x^0, y^0, z^0)$ можно представить как определенное структурное состояние изучаемого объекта, т.е. измеряемое в тех же единицах, что и величина $F(x, y, z)$, второй член – $e^{\pm k\phi(x^0, y^0, z^0)}$ как коэффициент перехода одного структурного состояния в другое, являющееся быстропеременным показателем взаимосвязи параметров.

В сущности, модель (10) описывает структурные соотношения между результативным значением зависимости $F(x, y, z)$ и модальными значениями исходных составляющих (x^0, y^0, z^0) , определяемых этой зависимостью. Незвестный показатель «к» может быть табулирован в зависимости от изменчивости исходных величин.

В полученном структурном уравнении число неизвестных коэффициентов доведено до минимума за счет введения в ее структуры заранее выбранного структурного параметра $F(x^0, y^0, z^0)$. Эта структурная величина позволяет обеспечить полноту структуры и достоверности структурно-аналитических оценок закономерностей формирования зависимостей между геолого-горно-технологическими параметрами. Структурными составляющими этих зависимостей являются «полезные» информации, представленные в виде отдельных структурных соотношений: протяженности геологической и технологической

поверхностей отработки приконтактных зон L_k/L_0 ,

рудной и породной мощностей контактных неровностей $\left(\frac{t_p}{t_n}\right)$, изменчивостей их

взаимоуклонения v_t/v_n и содержаний в руде и

вмещающей породе $\tilde{N}\hat{a}/\hat{A}$. Эти соотношения

приняты в качестве основных критериев оценки выемочной структуры сложного участка залежи, позволяющих построить наилучшую оценку процесса перемешивания образования количественных и качественных потерь руд при отработке зон контактов разновидностей горных масс. При этом соотношения

$\left(\frac{t_n}{t_p}, \frac{L_k}{L_0}, \frac{\hat{A}}{\tilde{N}\hat{a}}\right)$ с достаточной полнотой и

достоверностью характеризуют поверхности контура рудных тел с точки зрения количественного и

качественного перемешивания горных масс и степени уклонения геологической поверхности от технологической.

Модель (10) может быть дифференцированно уточнена в зависимости от вида и характера взаимосвязи привлекаемых параметров рудной залежи.

Для описания выемочной структуры сложных участков залежи рекомендуется использовать следующую систему моделей:

$$\begin{cases} \tilde{N}_{\hat{a}} = (\tilde{N}_{\hat{a}}^0 + \hat{a}^0) \hat{a}^{-\eta\omega_{\hat{a}}}, \\ m_{\hat{a}} = t_p^0 e^{k v_t}, \\ S_{\hat{a}} = t_i^0 \hat{a}^{2k v_t} L_0, \end{cases} \quad (11)$$

где $C_{ЗП}$, $m_{ЗП}$ – качество содержания металла и мощность зоны перемешивания разновидностей горной массы, %, м;
 $S_{ПП}$ – размер перемешиваемого объема вмещающей породы, м²;
 \tilde{N}_a^0 , \tilde{a}^0 , t_p^0 , t_i^0 – модальные значения соответственно содержаний в руде и вмещающей породе, рудной и породной мощностей контактных неровностей, %, м.
 Здесь сложность выемочной структуры участка залежи определяется по формуле:

$$\omega_{\tilde{a}} = \frac{t_i^0 \gamma_i}{t_p^0 \gamma_p}, \quad (12)$$

где γ_p , γ_r – плотность породы и руды, Т/м³.

Выводы

1. Рекомендуемая система моделей позволяет аналитически описать выемочные геолого-технологические структуры сложных участков рудной залежи с учетом взаимосвязи их параметров с достаточной полнотой и достоверностью.
2. Концепция привлечения модальных характеристик параметров залежей для модельного описания их структурных соотношений позволяет повысить достоверность и эффективность результатов их использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курманкожаев А. Методы оценки качества и потерь руд: Монография. Алматы, 1982. 156 с.
2. Нуржумин Е.К. К управлению рациональным соотношением полноты и качества извлечения полезных ископаемых из недр // Вестник ВКГУ. 2006. С. 53-58.

УДК 622.281.1

**БЕССОНОВ В.В.,
 ИМАШЕВ А.Ж.,
 СУДАРИКОВ А.Е.,
 БАХТЫБАЕВ Н.Б.,
 ТИЛЕУХАН Н.**

Определение устойчивости междужильных целиков методами математического моделирования

Разработка рудных месторождений крутого залегания имеет достаточно большое число особенностей. В данном случае рассмотрены вопросы разработки железно-марганцевых руд на месторождении Ушкатын-III ОАО «Жайремский ГОК».

Месторождение Ушкатын-III представлено пластообразными сближенными рудными телами крутого залегания (80-85 градусов).

Средние пределы прочности при сжатии практически для всех литологических разностей вмещающих пород и руд превышают 80 МПа. При этом основная масса пород характеризуется прочностью на сжатие 80-110 МПа и лишь для алевролитов и брекчий соответственно 60-50 МПа.

Прочность на растяжение практически для всех вмещающих пород и руд составляет преимущественно 8,0-11,0 МПа, а для алевролитов и брекчий соответственно 5-6 МПа. Сцепление в образцах колеблется от 12 до 27 МПа, чаще составляет 20-23 МПа. Угол внутреннего трения изменяется в пределах 27°-55°, чаще 32°-37°, для железомарганцевых руд составляет 52°-55°.

На выбранном участке (рисунок 1) рудные тела имеют почти вертикальное залегание (80-85 градусов). Мощность жилы колеблется в пределах от 2 до 3 м, а расстояние между жилами составляет от 6 до 20 м.

В работе рассмотрена возможность отработки запасов на горизонте +288 на всю длину блока 50 м с осуществлением закладочных работ без применения связующего, породами из отвалов и породами от вскрышных работ.

Рудные тела располагаются на различных расстояниях друг от друга и могут подвергаться взаимному влиянию при их отработке. Эти расстояния могут быть такими, когда оставить целик достаточной мощности жилами не представляется возможным. В таком случае возникает вопрос о необходимости применения валовой или селективной выемки. Необходимость применения того или иного способа выемки диктуется, с одной стороны, устойчивостью междужильного целика, с другой – расстоянием между рудными телами, при этом немаловажное значение имеет экономичность применяемого метода.

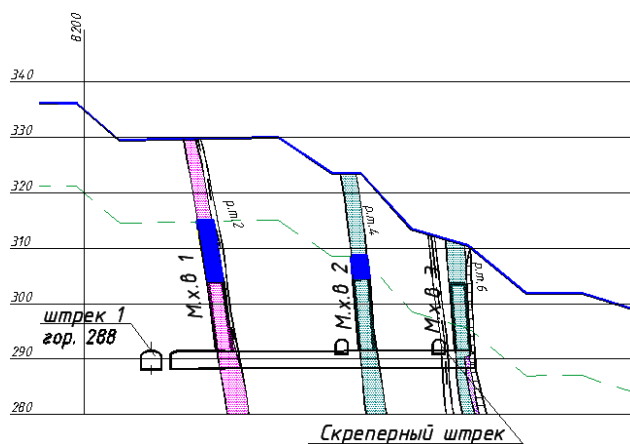


Рисунок 1 – Расположение рудных тел (жил)

Сложность горно-геологических и горно-технических условий разработки таких месторождений, а

также большое разнообразие исходных данных для расчетов не всегда позволяют использовать стандартные методики при определении параметров разработки в таких условиях. Поэтому в данном случае наиболее рациональным подходом к решению поставленной задачи можно считать применение методов математического моделирования геомеханических процессов.

Математическое моделирование проводилось методом граничных интегральных уравнений. В этом случае проведение выработки нарушает естественное состояние массива горных пород, что приводит к дополнительному нагружению массива. Это дополнительное нагружение разбивается на ряд этапов. На каждом этапе нагружения находится напряженно-деформированное состояние упругого массива с переменной внутренней границей (решается упруго-пластическая задача). На первом этапе этой границей является контур выработки. На втором этапе – контур зоны разрушения, возникающий на первом этапе и т.д. При этом на каждом этапе нагружения на внутреннем контуре напряжения сохраняют значения, достигнутые на предыдущем этапе нагружения. Принимается, что породы, попавшие в зону разрушения в процессе дальнейшего нагружения, не оказывают сопротивления деформации упругой части массива. Таким образом, на каждом этапе нагружения дополнительные упругие смещения на внутренней границе упругой части массива происходят без сопротивления, как для неподкрепленного контура. В то же время накопленные на предыдущих этапах смещения этого контура сохраняются неизменными.

На каждом этапе нагружения решается упругая задача методом граничных интегральных уравнений [1], который в данном случае является наиболее эффективным по причине непредсказуемой сложности промежуточных контуров зоны разрушения в процессе нагружения. На всех этапах нагружения осуществляется оценка достигнутого напряженно-деформированного состояния с помощью принятых критериев прочности. Численный вариант не ограничивает количество критериев разрушения, поэтому используются одновременно и сдвиговой (Кулона-Мора) и разрывной (наибольшие деформации растяжения) критерии.

Задачей моделирования является определение координат контура разрушения выработки на основании информации о напряженно-деформированном состоянии массива. В этом случае рассматривается вертикальное сечение массива с вырезом, геометрия которого определялась типовыми сечениями выработки. Контур выработки представляется многоугольником. Геометрия этого многоугольника задается координатами узлов (вершины многоугольника). Поскольку вся область вне контура выработки представляет собой бесчисленное множество точек и численный анализ напряженного состояния во всех точках невозможен, то в нашем случае ограничимся рассмотрением конечного ряда точек (n), расположенных в строго определенном порядке. Все исследуемые точки располагаются на лучах (m), исходящих из середины

участков, на фиксированном расстоянии друг от друга на луче (рисунок 2). Ориентация лучей должна представлять расходящуюся систему с равномерным охватом массива.

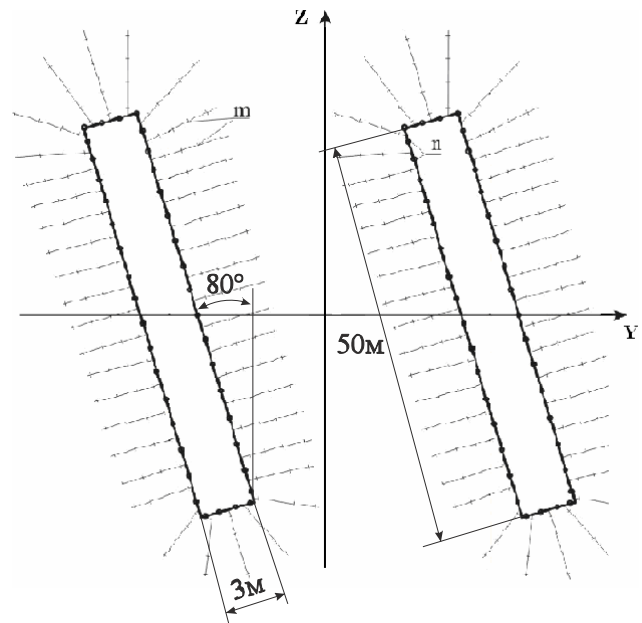


Рисунок 2 – Схема расположения исследуемых точек на контуре выработки

Для определения устойчивости обрабатываемых блоков на горизонте +288 было проведено математическое моделирование для условий рудника Ушкатын-III. Моделирование проводилось при расстояниях между рудными телами (жилами) 20, 10 и 5 м и при следующих параметрах:

- глубина отработки составляет 50 м;
- ширина обрабатываемой жилы 3 м;
- длина обрабатываемого блока 50 м;
- угол наклона обрабатываемого блока составляет 80° ;
- прочность (предел прочности на растяжение) вмещающих пород меняется от 1 до 10 МПа;
- коэффициент бокового давления $\lambda = 1,0$;
- коэффициент Пуассона $\nu = 0,25$.

Моделирование проводилось при прочности вмещающих пород на растяжение, равной от 1 до 10 МПа.

Как видно из рисунка 3, при прочности пород на растяжения 1 МПа максимальный размер зоны разрушения в кровле достигает 6,5 м, с боков 10,5 м. При прочности пород 3 МПа – 4,5 м и 5,5 м, при прочности 5 МПа – 2,5 м и 1,8 м соответственно.

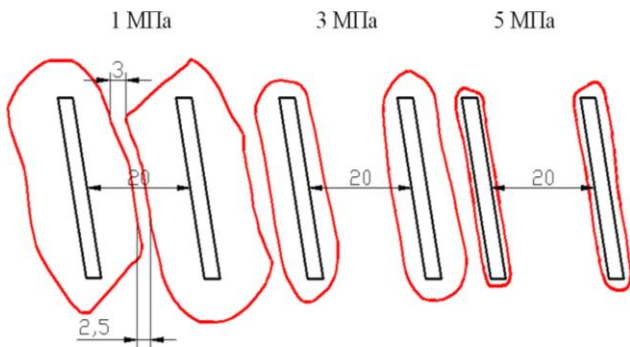


Рисунок 3 – Зоны разрушения вокруг выработок при расстоянии между рудными телами (жилами) 20 м и крепостью от 1 до 10 МПа

Наличие влаги и возможность реологического уменьшения крепости может привести к объединению данных обособленных зон разрушения в одну. Таковую картину можно увидеть на рисунке 4. Моделирование при расстоянии между рудными телами 10 м показывает следующие результаты: при прочности пород, равной 1 МПа в кровле, зона разрушения достигает размеров 6,5 м, а в боках до 9,5 м. В этом случае зоны разрушения очистных выработок объединяются, что в свою очередь приводит к увеличению суммарной зоны. При прочности 3 МПа зона разрушения достигает значения 4 м в кровле и 4,5 м в боках; при прочности пород 5 МПа зона разрушения имеет размеры до 2,5 м в кровле и 1,6 м в боках выработки. В двух последних случаях объединения зон разрушения вокруг выработок не происходит.

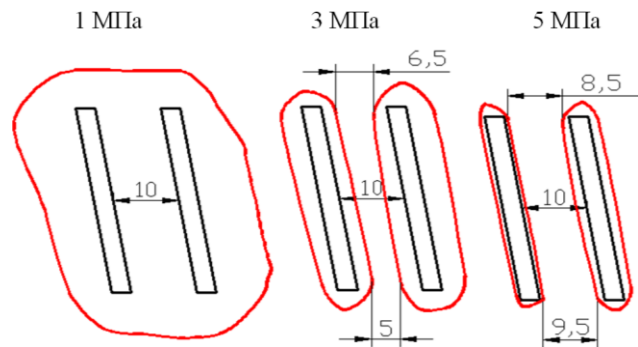


Рисунок 4 – Зоны разрушения вокруг выработок при расстоянии между рудными телами (жилами) 10 м и крепостью от 1 до 10 МПа

Моделирование при расстоянии между рудными телами 5 м имеет аналогичную качественную картину (объединение зон разрушения при крепости 1 МПа и их обособленности при крепости 3 МПа и выше).

На основании математического моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Устойчивость междужильного целика при средних крепостях вмещающих пород, существующих на месторождении Ушкатын-III, не вызывает сомнения. В этом случае возможна совместная отработка сближенных рудных тел.
2. Уменьшение крепости до значений 1-3 МПа может привести к разрушению междужильного целика при совместной разработке сближенных рудных тел. Это требует определения очередности отработки рудных тел и последующей закладки выработанного пространства.
3. Следует особо подчеркнуть возможность наличия нарушений в горном массиве, которые приведут к резкому ослаблению прочности вмещающих пород и возможному разрушению целика.
4. Наличие влаги и обводненности горных пород также могут привести к ослаблению прочности вмещающих пород, это потребует разработки комплекса мероприятий по удалению влаги из отработанного пространства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колоколов С.Б. Расчет параметров поддерживающей и анкерной крепи горизонтальных горных выработок: учеб. пособие / Карагандинский политехнический институт. Караганда, 1990. 64 с.
2. Трушко В.Л., Протосеня А.Г., Плащинский В.Ф. Оценка устойчивости обнажений и расчет нагрузок на крепь в выработках Яковлевского рудника. Записки горного института «Современные проблемы горной промышленности». Т. 168. СПб, 2006. С. 115-122.
3. Протосеня А.Г., Тимофеев О.В. Геомеханика / Санкт-Петербургский государственный горный институт. СПб, 2008. 117 с.

УДК 622.822:622.64

СЕРГЕЕВ В.Я.

Выбор метода контроля проскальзывания ленты на барабане привода ленточного конвейера

Подземный транспорт является одним из важнейших звеньев подземной добычи полезных ископаемых, в том числе и угля. Интенсификация работы очистных забоев может быть эффективной только в том случае, когда добытый в лаве уголь

бесперебойно и своевременно доставляется на поверхность. Таким образом, вся транспортная цепочка от добычной установки до места складирования должна функционировать надежно, без сбоев и тем более аварий.

Новые ленточные конвейеры унифицированного ряда являются основным средством конвейерного транспорта шахт. Они представляют собой высокопроизводительные усовершенствованные установки, основные технические параметры которых существенно отличаются от параметров эксплуатировавшихся ранее конвейеров. Повышение эффективности использования этих конвейеров может быть достигнуто обеспечением их безаварийной эксплуатации. При этом основным направлением является снижение удельного веса крупных аварий (пожаров).

По мере совершенствования конвейерного транспорта эффективное использование его должно сопровождаться повышением технических требований, предъявляемых к аппаратуре автоматизации управления конвейерами и в первую очередь к средствам автоматической защиты от аварий.

Расследованиями аварий установлена низкая эффективность автоматических систем пожаротушения, используемых в настоящее время для противопожарной защиты ленточных конвейеров в угольных шахтах. Это подтверждается многочисленными случаями, когда в результате возгорания ленты пожар распространялся практически по всей конвейерной линии, оборудованной исправными установками автоматического пожаротушения.

По мере интенсификации производства и неуклонного возрастания в связи с этим нагрузки на механизированный очистной забой, резкого повышения интенсивности производственных процессов увеличивается вероятность возникновения пожаров в выработках, оборудованных ленточными конвейерами.

В этой связи особую актуальность для угольных шахт приобретает разработка принципиально новых и более эффективных автоматических систем противопожарной защиты ленточных конвейеров. Согласно пункту 346 Правил безопасности в угольных шахтах Республики Казахстан ленточные конвейеры должны оборудоваться средствами защиты, обеспечивающими отключение конвейера при повышении допустимого уровня транспортируемого материала в местах перегрузки, снижении скорости ленты до 75 % номинальной (пробуксовка), превышении номинальной скорости ленты бремсберговых конвейеров на 8 %.

При пробуксовке, превышающей критическую, интенсивность истирания ленты резко возрастает. Критическая величина пробуксовки зависит от скорости ленты и среднеинтегрального давления на приводном барабане, а также других факторов.

Для автоматизации новых конвейеров с приводными двигателями с фазным ротором важной с точки зрения облегчения динамики пуска является задача команды на закорачивание пусковых сопротивлений в цепи ротора при достижении им скорости, близкой к номинальной.

Даже кратковременные, но значительные по величине пробуксовки могут привести к чрезмерному

износу и нагреву ленты. Новые конвейеры характеризуются значительным временем пуска, в связи с чем контроль пробуксовки должен осуществляться и в переходных режимах работы. Нижнее значение скоростей ленты и барабана, при которых необходимо осуществлять контроль пробуксовки, обуславливается быстрым ускорением двигателя в момент пуска до скорости 0,1-0,5 номинальной из-за наличия зазоров в редукторе при неподвижном двигателе и с учетом существующих номинальных скоростей ленты принимается равным 0,5 м/с.

Полной безотказности в работе средств контроля автоматизированных объектов достичь невозможно, что объясняется естественным старением и износом элементов, а также тяжелыми условиями эксплуатации. Следовательно, неизбежность отказов средств контроля следует учитывать и, по возможности, своевременно выявлять отказы, опасные по своим последствиям.

Поскольку профилактическая проверка исправности средств контроля производится обслуживающим персоналом через относительно большие промежутки времени и обычно носит эпизодический характер, то автоматизированная установка при наличии скрытых отказов может длительное время работать неконтролируемой и может возникнуть опасная ситуация, грозящая аварией или пожаром.

Отсюда следует, что одним из методов повышения вероятности безаварийной работы автоматизированного оборудования является их резервирование и использование дополнительных источников информации, позволяющих как своевременно обнаружить скрытые отказы, так и принимать решения без учета сигналов, поступающих или не поступающих от неисправных элементов (датчиков).

В то же время большинство усилий научно-исследовательских работ направлено на раннее обнаружение экзогенных пожаров и на основании полученной информации включение автоматизированных систем пожаротушения, которые должны ликвидировать или локализовать очаг возникновения возгорания.

Например, для предотвращения возникновения пожаров на ленточных конвейерах предусматриваются устройства, контролирующие параметры нормальной работы конвейера и осуществляющие остановку неисправного конвейера и всей конвейерной линии с помощью аппаратуры управления типа АУК (датчики заштыбовки; датчики скорости ленты; датчики схода ленты; датчики контроля тросов резинотросовых лент; датчики контроля температуры подшипников приводных и натяжных барабанов; датчики температуры воздуха в местах установки приводных и натяжных барабанов, а также блокировки, не допускающие работу машин и механизмов при несоответствии фактического давления воды в пожарном трубопроводе нормированному значению и автоматическое включение установок пожаротушения при

обнаружении начальной стадии возникновения пожара (возгорания конвейерной ленты).

Для реализации подсистемы контроля экзогенных пожаров дополнительно к указанным средствам контроля необходимы датчики окиси углерода, дыма и температуры.

Примером дополнительных устройств, созданных для предупреждения возгорания на ленточных конвейерах, служит система автоматического контроля САКН 19 производства Минского НИИ радиоматериалов, которая предназначена для применения в аппаратуре обеспечения безопасности эксплуатации ленточных конвейеров, датчики которой встраиваются в барабан привода (рисунок 1).

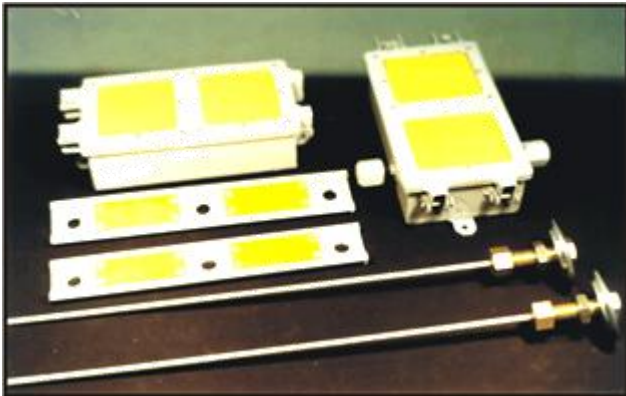


Рисунок 1 – Датчики системы автоматического контроля САКН 19

Оценим достоверность контроля в момент проскальзывания при запуске конвейера, когда практически вся кинетическая энергия преобразуется в тепловую и происходит нагрев барабана и ленты.

Необходимость в решении задачи о тепловой инерционности чаще всего возникает в двух случаях, схематически изображенных на рисунок 2. В первом случае (рисунок 2 а) датчик, имеющий массу m и удельную теплоемкость c и находящийся в среде с постоянной температурой Θ_1 , в некоторый момент времени t_1 включается в работу.

В результате этого внутри его начинает выделяться мощность P и температура датчика $\Theta_2(t)$ начинает нарастать, стремясь к некоторому установившемуся значению. Приближенное уравнение преобразования

$$P = \xi S(\Theta_2 - \Theta_1) + ms \frac{d(\Theta_2 - \Theta_1)}{dt}; \quad (1)$$

или, приводя его к табличной форме, получим

$$P/(\xi S) = (\Theta_2 - \Theta_1) + \frac{mc}{\xi S} \frac{d(\Theta_2 - \Theta_1)}{dt}, \quad (2)$$

где S – поверхность теплообмена, называемая также поверхностью охлаждения преобразователя;

ξ – коэффициент теплоотдачи.

Приведенное уравнение соответствует уравнению аperiodического звена $PS_0 = (\Theta_2 - \Theta_1 + Td(\Theta_2 - \Theta_1)/dt$. Статическая чувствительность преобразователя $S_0 = (\Theta_2 - \Theta_1)P = 1/(\xi S)$, постоянная времени $T = mc/(\xi S)$.

Во втором случае (рис. 2 б) прибор или датчик с массой m и теплоемкостью c , имеющий температуру Θ_2 , в момент времени t_1 помещается в среду с температурой Θ_1 и в результате теплообмена со средой его температура начинает стремиться к значению Θ_1 . Уравнение преобразования в этом случае

$$\Theta_1 = \Theta_2 + \frac{mc}{\xi S} \frac{d\Theta_2}{dt} \quad (3)$$

или в операторной форме

$$\Theta_2 = \frac{\Theta_1}{1 + Tp} \quad (4)$$

На рисунке 2 в показана экспериментальная кривая переходного процесса теплового преобразователя. Отличие этой кривой от типовой кривой переходного процесса аperiodического преобразователя заключается в том, что на участке $t_1 - t_2$ имеет место так называемый регулярный режим (не учтенный при выводе вышеприведенных уравнений), объясняемый тем, что за это время происходит перераспределение температур в толще самого тела и установление градиентов температуры, соответствующих однонаправленному тепловому потоку. На участке $t_3 - t_2$ протекает так называемый регулярный режим установления температуры, а после t_3 наступает установившийся режим теплового равновесия. В измерительных преобразователях регулярный режим чаще всего занимает относительно малое время, поэтому для оценки динамических свойств преобразователя применимы все расчетные соотношения, полученные для аperiodического преобразователя.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что тепловая постоянная времени $T = mc/(\xi S)$ определяется полной теплоемкостью преобразователя и условиями его теплообмена с окружающей средой, поэтому один и тот же преобразователь имеет разные постоянные времени в зависимости от условий теплообмена.

Для расчета постоянной времени необходимо найти общую теплоемкость деталей прибора или датчика, что может быть выполнено весьма приближенно. Так, для всех тяжелых металлов (медь, латунь, железо) можно принимать $c = 400$ Дж/(кг·К), для более легких материалов (алюминий, фарфор, слюда) $c = 800$ Дж/(кг·К), а для органических материалов (текстолит, гетинакс, оргстекло) $c = 1300$ Дж/(кг·К).

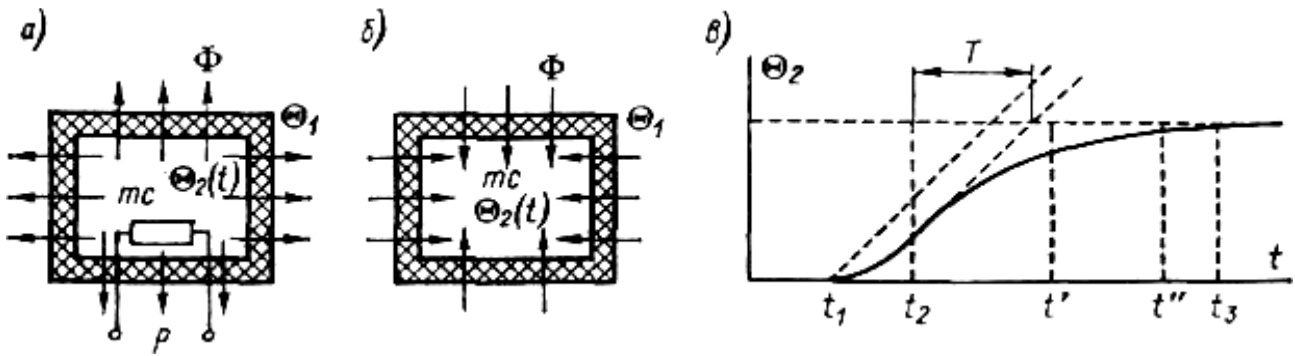


Рисунок 2 – Схема термодатчика и его переходной процесс

Коэффициент теплоотдачи зависит от среды, в которой находится преобразователь, от состояния его поверхности, от конвекции газа или жидкости вокруг него.

Решение уравнения теплопроводности показывает, что нагрев датчика до температуры 50-60 градусов по Цельсию при полном проскальзывании происходит от 150 до 300 секунд в зависимости от условий теплопередачи.

Исследовался также процесс буксования ленты на приводном барабане. Отмечено резкое уменьшение коэффициента сцепления после 2 мин буксования (кривая 4, рисунок 3) и повышение температуры до критической.

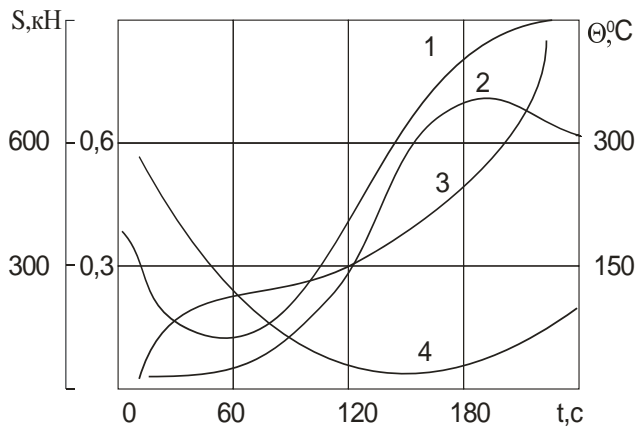


Рисунок 3 – Зависимость тяговых характеристик приводного барабана и его температуры от времени пробуксовки: 1, 2 – натяжения $S_{лб}$, $S_{сб}$; 3 – температуры в зоне контакта; 4 – коэффициент μ

Возникает идея контролировать проскальзывание по скорости движения ленты и силе тока, потребляемого электродвигателем привода конвейера (рисунок 4). В диапазоне $0 < s < s_{кр}$ характеристика $M-f(s)$ имеет устойчивый характер. Она является рабочей частью механической характеристики двигателя. При скольжениях $s > s_{кр}$ двигатель в нормальных условиях работать не может. Эта часть характеристики определяет пусковые свойства двигателя от момента пуска до выхода на рабочую часть характеристики.

Алгоритмы работы аппаратуры: при запуске конвейера определяется скорость движения ленты и сила электрического тока, потребляемого

электродвигателем привода ленточного конвейера. В качестве источника информации принимаются датчики, имеющие выходной сигнал в номинальном диапазоне 4...20 мА. Это дает возможность осуществлять автоматический контроль линий поступления информации от датчиков. Отрыв контролируется отсутствием сигнала, некорректная работа – выходом за пределы диапазона. Обязательным условием является подбор датчиков, имеющих диапазон выходного сигнала не менее диапазона измеряемой величины контролируемого параметра. Для условий контроля потребляемой электродвигателем силы электрического тока диапазон измерения должен обязательно включать его максимальные значения согласно техническим характеристикам, соответствующим силе электрического тока при пуске, что очень важно для аппаратуры контроля. Все это дает возможность при запуске аппаратуры контроля произвести частичное тестирование работоспособности датчиков и линий связи.

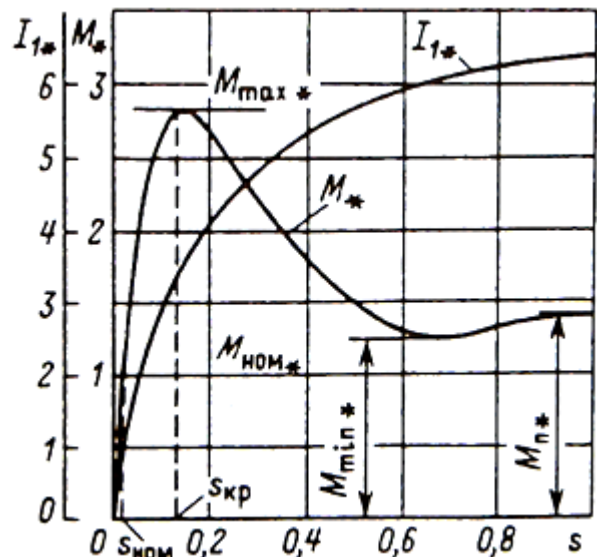


Рисунок 4 – Зависимость тока и момента асинхронного двигателя от скольжения

В настоящее время вследствие увеличения длины, производительности и, как следствие, мощности привода ленточного конвейера время пуска конвейера может составлять десятки секунд. В этот момент не

производится контроль проскальзывания, т.к. может возникнуть большая систематическая неопределённость результатов измерения и возникает большая вероятность некорректного срабатывания аппаратуры защиты, что в условиях тенденции к большой производительности добычного участка современной шахты может приводить к большим экономическим потерям.

В ходе нормального пуска конвейера его скорость постепенно увеличивается от нуля до номинального значения. Потребляемая сила электрического тока уменьшается от пускового до тока, равного значению потребляемой мощности при данном виде нагрузки. Для различных конвейеров величина времени достижения номинальной скорости конвейера может изменяться от единиц до десятков секунд. Возможен случай, когда данная скорость не достигается вследствие частичного проскальзывания барабана привода и ленты. Если сила тока, потребляемого двигателем (двигателями) конвейера, близка к номинальному, а скорость не равна номинальной с определенной степенью неопределённости, это говорит о частичном проскальзывании. Этот недостаток можно устранить методами, которые уже достаточно полно изучены и реализованы.

Вторым крайним значением является отсутствие или малое значение скорости движения ленты при практически неизменной силе потребляемого электродвигателем тока, равного пусковому. При этом практически вся энергия расходуется на нагрев электродвигателя. Защита электродвигателя от незапуска достаточно полно разработана и реализована. Она может быть дополнена применением и прилагаемого варианта аппаратуры защиты конвейера.

Третий случай: отсутствие или малое значение скорости движения ленты при снижении силы потребляемого электрического тока приводом конвейера. Это говорит о снижении скольжения электрического двигателя, т.е. о его вращении. При номинальной или близкой к ней скорости вращения скольжение может измениться в небольших пределах. В то же время сила потребительского тока может меняться существенно. Так, если скорость движения ленты равна нулю, а сила тока равна (с неопределённостью, индивидуальной для данного типа электродвигателя) силе тока холостого хода без

учёта привода (муфты и редукторы), это говорит о неисправности привода – отсутствие физической связи электродвигателя с муфтой и редуктором. Характерным примером является выход из строя шпонки или муфты, обрыв или полный сход ленты с привода, гораздо реже причиной отсутствия связи является механическое разрушение привода. В этом случае сила электрического тока равна току холостого хода с учетом мощности, потребляемой муфтой, редуктором и подшипниками барабана привода.

Наиболее опасным, с точки зрения пожарной безопасности, является случай, когда сила электрического тока электродвигателя привода находится в диапазоне от номинального (или близко к нему) и тока холостого хода при отсутствии скорости движения ленты. Тогда можно говорить, что большая часть потребляемой мощности (за исключением мощности, расходуемой на вращение привода и муфты), т.е. с учетом КПД, расходуется на преодоление силы трения между барабаном и лентой, причем не имеет значения, почему лента не движется: малое натяжение, попадание смазки и угольной пыли, по какой-либо причине и даже обрыве ленты. При этом энергия в основном выделяется в тепловом виде, часть затрачивается на разрушение ленты. Неопределённость определения тепловой энергии, накапливаемой в барабане привода конвейера и ленте конвейера, в основном зависит от соотношения этих двух процессов: выделения тепла и разрушения ленты.

При критическом уровне накопленной тепловой энергии, на границе скольжения материалы доходят до температуры воспламенения, когда может возникнуть открытое пламя и произойдет развитие пожара.

Определив энергию, затрачиваемую на преодоление силы трения, можно спрогнозировать наступление времени в месте контакта барабана и ленты критической температуры и произвести отключение привода, не доведя ситуацию до критической, с определённым запасом во времени, снижающим близкие неопределённости измерения и метода контроля.

Данный алгоритм может быть реализован в современной микропроцессорной аппаратуре управления шахтными конвейерами с использованием серийно выпускаемой аппаратуры контроля и управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. М.: Энергия, 1978. 704 с.
2. Руководство по ревизии, наладке и испытанию ленточных конвейеров и конвейерных линий угольных и сланцевых шахт / М.С. Глухов, Е.А. Колядин, В.А. Чумаков и др. М.: Недра, 1983. 205 с.
3. О состоянии противопожарной защиты на конвейерном транспорте / В.С. Шалаев, А.В. Шалаев // Вестник КузГТУ. 1999. № 5. С. 54-56.
4. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. М.: Машиностроение, 1987. 336 с.

ЭОЖ 622.271=512.122

СӘБДЕНБЕКҰЛЫ Ө.,
ҚАПАСОВА А.З.

Сырғу беттердегі тік жардың биіктігін негіздеу

Киябеттердің орнықтылығын зерттегенде сырғу беттердің сілемдегі орны мен пішіні әрқашанда негізгі сұрақ болып келеді.

Көптеген ғалымдар таужыныстардың тік бағытта жылжуының орнықтылығын қарастырған кезде, цилиндрлік шеңбердің беті немесе жазықтық түріндегі беттермен шектелген тұтас тепе-теңдік жағдайымен байланыстырады.

Тік бағытта құлап түсетін шекті биіктік (1-сурет), жылжудың жатық беті үшін, ішкі үйкеліс бұрышы мен таужыныстардың ұстастығы еселігін ескере отырып шығарылған:

$$H_{90} = \frac{2k}{\gamma} \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right), \quad (1)$$

мұндағы k – жыныстардың ұстастық еселігі, МПа;

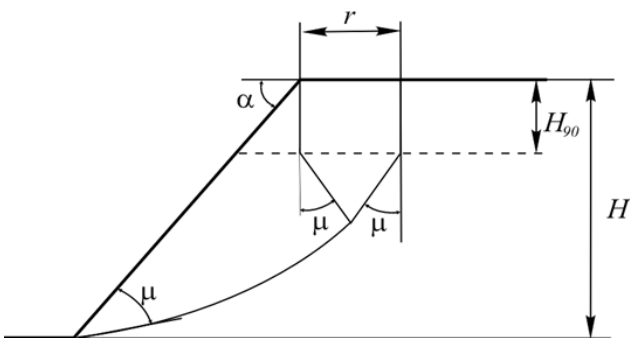
ρ – ішкі үйкеліс бұрышы, град;

γ – таужыныстардың көлемдік салмағы, кг/м³.

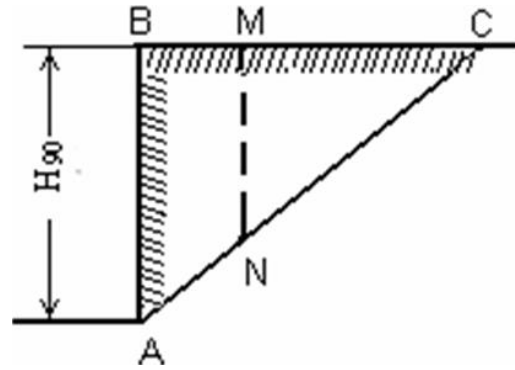
Көптеген зерттеулерде қол жеткізген нәтижелер және ондағы елеулі жұмыстардың орындалуына карамастан, ашық кеніш қиябеттерінің орнықтылығын қамтамасыз ету мәселесі одан әрі жетілдіруді талап етеді.

Жерсілемде қия беттерді түзгенде, олардың жоғарғы жиегінің деңгейінде тік жарлар қалыптасады. Осы қалыптасудың физикалық негізін талдағанда екі түрлі пікір болуы мүмкін. Оның алғашқысы түзілген қияның жоғарғы деңгейінде таужыныс бұзылғанда пайда болатын тік жардың биіктігі (1) – кейіптеуіштен анықталады.

Оның себебі таужыныстар біртекті (монолит) емес. 2-суреттегі ABC призмасының AC бетінде жылжу алаңы пайда болғанда, оның үстінгі бөлігінде созылым кернеу пайда болып, үзіліп түсу әлсіз бет MN бойымен үзіліп түседі деп есептейді [1]. Таужыныстардың созылымға қарсылығы төмен және жарықшақтар созылым кернеуіне байланысты беттерде дамитындығын, есепке алатын әдіс жасалынбаған.



1-сурет – Біртекті ортада сырғу сызығын құру үлгісі



2-сурет – Тік бағытта жылжудың шекті биіктігі

Таужыныстардың мықтылығы деп олардың әсер етуші, статикалық, күшке қарсы төзімділігін айтады. Мұндағы «төзімділік» дегеніміз қойылған салмаққа (күшке) таужыныстың бұзылмай шыдауының шегін білдіреді.

Статикалық сынақ кезінде таужыныстардың үлгілерінің бүйір беттерінде қысу бағытымен $\varphi = 4^\circ - \rho$ бұрышын жасайтын және үлгінің жоғарғы мен төменгі қысым қойылған беттерінің шетінен басталып, ортасында өзара қиылысатын, екі сырғу беттері болатынын кезінде Кулон білген еді.

Таужыныстардың үлгілерінің сынуының геометриясын қарастырғаннан, мұнда екі сырғу бет бар және олардың арасындағы бұрыш ω екен. Осы бұрыштың жартысы

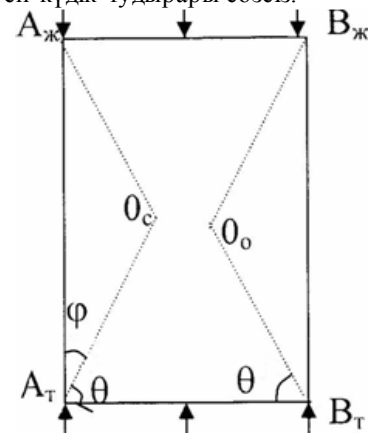
$$\theta = 45^\circ \div 0,5\rho,$$

ал сырғу беттердің қойылған күштің бағытынан ауытқу бұрышы

$$\varphi = 90^\circ - \theta,$$

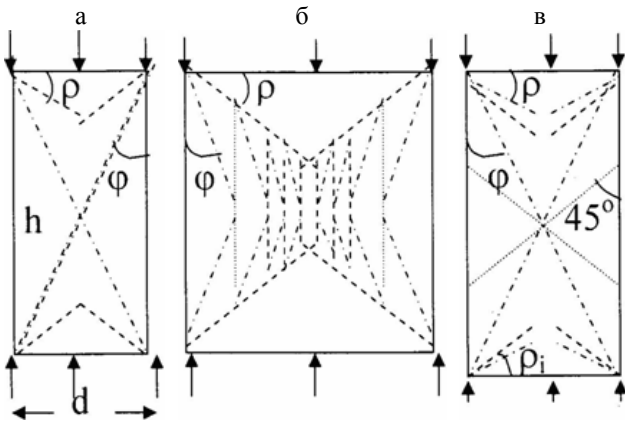
ол ρ мен өрнектегенде $\varphi = 45^\circ - 0,5\rho$ болады.

Ғылымда бұрыннан белгілі таужыныстардың «сипаттамалық бұрыштары» [2, 3] деп аталатын шамалар (3 – сурет) және олар, φ мен θ , сырғу беттердің қиылысатын θ_c немесе θ_o төбелерінде болады. Бір үлгінің орта белінде, θ_c және θ_o , екі төбенің болуы бұл үлгі тұтасымен бір бағытты қысымнан сынады дегенге сай ма екен деген күдік тудыраы сөзсіз.



3-сурет – Үлгідегі сырғу беттер

Егер 0_c мен 0_o нүктелері болмай тек бір ғана 0 нүктесі болса, онда үлгінің екі ашық беттеріне қарай бүйір қабырғаларындағы таужыныстар жылжып кетті деп ұғынуға болады. Мұндай жағдай тек үлгінің өлшемдерінің қатынасы $d/h = \text{tg}\phi$ болғанда ғана орындала алады (4,а-сурет). Бұл қатынас $d/h > \text{tg}\phi$ болса, онда үлгінің ортасында қысымның кернеуі алдыңғыдағыдай $\sigma_{кс}$ емес, одан артық болғанда ғана үлгі сынуы керек.



4-сурет – Ені d мен биіктігінің h қатынасына байланысты үлгідегі сырғу беттер:
 а – $d/h = \text{tg}\phi$; б – $d/h = l$; в – $\rho \rightarrow 0$ болғанда

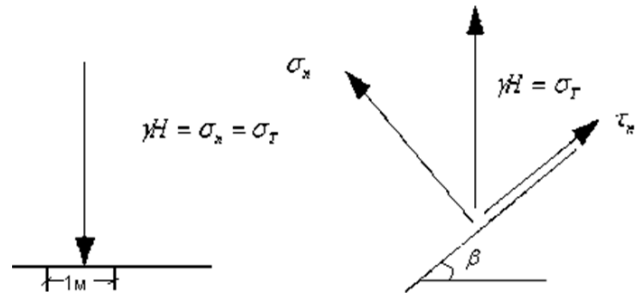
Осы кезде таужыныстардың мықтылықтарының қандай тәсілмен және кернеулілік күйінде анықталғаны туралы мәліметтер толығымен келтірілмейді. Соның салдарынан геомеханикалық шешімдіктер тиянақты бола бермейді де, өндірістің мәселесі оңтайлы шешімін таппайды.

Өлшемдерінің қатынасы $d/h = l$ болатын үлгінің кескін бейнесі шаршы (квадрат) болады (4,б-сурет). Осы шаршы кескіннің екі бүйірінен, бір бағытты қысымнан болатын ϕ бұрышына ауытқыған сырғу сызықтарды салғанда, олардың қиылысу нүктелері ρ көбейген сайын өзара алшақтай береді де, тек $\rho = 0^\circ$ болғанда ғана екі төбе бір нүктеде түйісе алады. Морт таужыныстарда әр уақытта $\rho > 0$ болатындықтан өлшемі $d/h = l$ үлгінің ортасындағы кернеуліліктің физикасын арнайы талдау қажет.

Өлшемдерінің қатынасы $d/h = l$ болатын үлгілерді сынаудың нәтижесінен олардың бүйір беттерінің бір бөлігі, ортасымен салыстырғанда, төмендеу қысымда болатыны белгілі. Үлгінің осы төмен қысымдағы бөлігі, ортасымен салыстырғанда, аз мөлшерге сығылады. Осының нәтижесінде, бір үлгінің бойында екі түрлі мөлшерде болатын сығылыстардың аралық сызығында сырғу бет пайда болып, үлгі екіге бөлінеді. Қысым үлгінің сыну шегіне жеткенде, оның шеткі бөлігі бірінші болып, түсіп қалады. Сол, бірінші болып түсетін бөлшектердің бөлінуі үлгінің бойындағы кернеуліліктің бүйір беттеріне таман кеміп, ортасында ең үлкен мәнді болатындығынан.

а

б



5-сурет – Жазықтықтарға қатысты кернеулердің жіктелуі

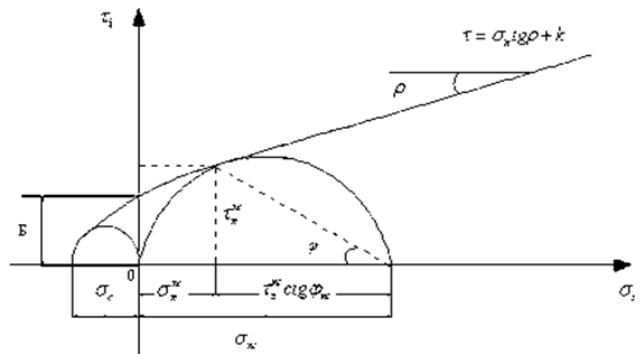
Үлгінің ортасындағы үлкен мәнді кернеудің пайда болуының тегін ұғыну үшін механикадан белгілі таптауыр мен жанама кернеулердің өзара байланысын еске алайық $\tau_{ni} = \sigma_{ni} \text{tg}\rho_i + B$. Осы теңдеу үлгінің сынар алдындағы кернеуленуінің шектік мәндерін көрсетеді.

Жерсілемдегі сырғу беттерде жоғарыдан түсетін салмақтың әсерінен болатын кернеулер γH арқылы табылады. Солардың ішінде жанама кернеу негізгі сырғытушы күш ретінде қабылданады.

Жерсілемдегі тік бағыттағы γH салмақ деңгейлі жазықтықта таптауыр кернеу σ_n -ді тудырады. Ал, көлбеу жазықтықтарда сол $\gamma H = \sigma_T$ -тік кернеу және τ_i -жанама кернеу мен таптауыр кернеулерге жіктеледі (5,а,б-сурет).

Терендік H -тың шамасына қарай сырғудың қандай түрі қалыптасатындығын сол сілемдегі таужыныстардың мықтылық құжатын қарастырудан көруге болады.

Таужыныстардың үлгілерін сынақтаудың нәтижесінен олардың мықтылықтарының көрсеткіштері графикалық және мәндік түрінде құжатталады және ол – мықтылық құжат деп аталады (6-сурет). Мықтылық төлқұжатынан σ_{ni} -таптауыр кернеуінің өсуіне байланысты τ_{ni} -жанама кернеуінің өсуі шарт.



6-сурет – Таужыныстардың мықтылық құжаты

Мықтылықтың шамасы созылым кернеуінен бастап, сыналатын үлгінің бір бағытты қысымға қарсылығының шамасына дейінгі аралықтағы орам сызықтың теңдеуі екені белгілі [4].

$$\tau_{ni} = \sqrt{p} \sigma_{ni} + \sigma_c,$$

мұндағы σ_c – созылым кернеу;

$$\delta = 2 - 2\sqrt{n+1} + n \sigma_c - \text{Г.Н. Кузнецов}$$

ұсынған параболаның өлшемдігі.

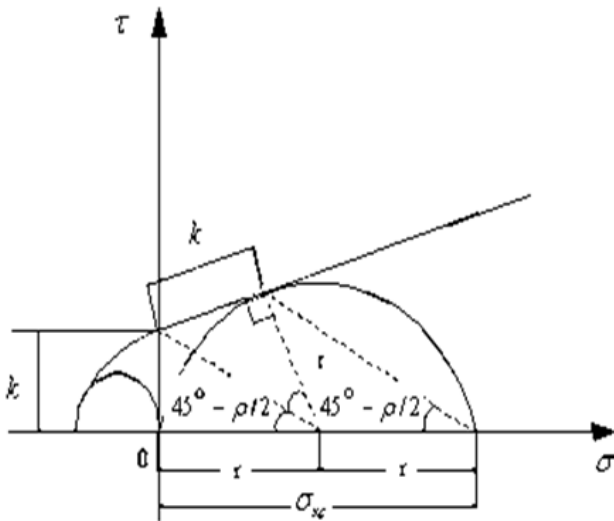
Осы теңдеудегі σ_{ni} мәнін өзгерте отырып талдағаннан:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{n1} &= -\sigma_{\bar{n}} \text{ а́і ёñà, } \tau_{n1} = 0; \\ \sigma_{n2} &= 0 \text{ а́і ёñà, } \tau_{n2} = \sqrt{p\sigma_c}; \\ \sigma_{n3} &= \sigma_{\bar{n}} \text{ а́і ёñà, } \tau_{n3} = \sqrt{p\sigma_n^e + \sigma_{\bar{n}}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Жоғарыда келтірілген (1) кейіптеуіште көрсетілген γH_{90} кернеуі пайда болғанға дейін, τ_{ni} – кернеуінің мәні $0 \leq \tau_{ni} \leq \sqrt{p\sigma_n^e + \sigma_{\bar{n}}}$ өзгереді.

Сонымен, тік бағытта сырғып түсе алатын жардың биіктігі деп аталып жүрген, бірақ шын мәнісінде бір бағыттағы қысым күйінде болатын нүктенің Жердің бетінен тереңдігі:

$$H_{KC} = (\sigma_{ni}^{KC} + \tau_{ni}^{KC} \text{ctg} \varphi_{KC}) / \gamma,$$



7-сурет – H_{90} -анықтаудың тәсімі

мұндағы $\sigma_{KC} = (\sigma_{ni}^{KC} + \tau_{ni}^{KC} \text{ctg} \varphi_{KC})$ бірлік алаңдағы таужыныстардың бағанының кернеуі (6-сурет).

$$7\text{-суреттен көрініп тұрғандай, } \sigma_{\bar{n}} = 2k \text{ctg} \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right)$$

болады.

Сондықтан $H_{90} = H_{KC}$.

Енді квадрат параболаның қасиетін қарастырсақ, сілемде пайда болуы мүмкін жарлардың биіктіктері былай табылады:

– егер, қабылданған орам сызық квадрат парабола болса, онда $\sigma_{ni} = 0$ болғандағы жардың биіктігі

$$I_0 = \left(\frac{\sqrt{\partial \sigma_{\bar{n}}}}{\gamma} \right) \text{ctg} \varphi_{KC};$$

– егер, $\sigma_{ni} = -\sigma_c$ болғанда, $\tau_{ni} = 0$ болатындықтан кернеулердің бұл мәндерінде жер бетінің бұзылуы үшінші дүркін жар түзейді және оның биіктігі

$$I_{\alpha} = \frac{\sigma_{\bar{n}}}{\gamma}.$$

Жоғарыда көрсетілгендей жер бетінен төмен H_i тереңдікте таужыныстардың бәрінің ішінде, γH салма-

ғынан, олардың сол тереңдіктегі мықтылық шегіне сәйкес келетін, кернеулер пайда болады екен.

Сонда жерсілемнің сырғып бұзылуының тәсілдерінде үш дүркін тік жарлар пайда бола алады. Бірақ, табиғаттағы сақталатын тік жар $H_{жс}$ -дан аса алмайды. Себебі осы тереңдікке дейін σ_c -нан басқа кернеулік жерсілемде болмайды. Олай болса сілемдегі сырғу бет тек H_{90} -нан емес $H_{жс}$ -дан басталады екен.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов угольных карьеров. М.: Углетехиздат, 1956. 229с.
2. Свойства горных пород и методы их определения / Под ред. М.М. Протодьяконова. М.: Недра, 1969. 392 с.

3. Прочность и деформируемость горных пород / Под общ. ред. А.Б. Фадеева. М.: Недра. 1979. 269 с.
 4. Сәбденбекұлы Ө. Таужыныстардың сілеміндегі құрылыстар түзетін механика. Қарағанды, 2006. 235 б.

УДК 622.284(574.32)

ДЕМИН В.Ф.,
 СУДАРИКОВ А.Е.,
 ДЕМИН В.В.,
 БАЙМУЛЬДИН М.М.

Исследование технологических параметров применения сталеполимерных анкеров

Решение вопроса поддержания выработок возможно лишь при использовании несущей способности породного массива и создания взаимоувязанной системы «крепь – порода». В этой связи исследования в области поддержания горных выработок целесообразно вести по следующим основным направлениям: изучение и прогнозная оценка физико-механических свойств породного массива; исследование смещений пород и напряженного состояния породного массива (горного давления, нагрузки на крепь).

Определение трещиноватости массива вмещающих пород вокруг горной выработки позволяет установить технологические параметры крепления. Размеры и конфигурация зон расслоения будут зависеть от расположения слоев с разными контактными прослойками. Для исследований использован прибор моделирования трещиноватости для создания в образце горной породы систем трещин заданной интенсивности и ориентации, представляет собой приставку к прессу и содержит раму с соосными стойками и траверсой, относительно которых перемещается шток. На основании размещены подвижные столики с матрицей. Создание в образце искусственных трещин производится путем нагружения образца прессом через нагрузочные элементы, укладываемые в пазах матриц (рисунок 1).

Определение области первоначального расслоения пород позволяет прогнозировать устойчивость и обрушаемость пород кровли и боков выработок с целью выбора рациональных параметров их проведения. На рисунке 2 показаны зоны расслоения в кровле, сложенной алевритом с различными контактными прослойками. Из рисунка видно, что образовалось три расслоившихся контакта слабых пород (зоны I, II, III).

На рисунках 3 и 4 представлены зависимости расстояния между трещинами горного давления от отношения геостатического давления к пределу прочности пород при сжатии и модуля

трещиноватости от мощности слоя и предела прочности на растяжение. Обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость модуля трещиноватости от мощности слоя и предела его прочности на растяжение (см. рисунок 4).



Рисунок 1 – Моделирование трещиноватости горных пород

Как видно из рисунка, прочность адгезии карбомидно-формальдегидного состава (ампулы КАКС-П) к породе при увеличении раскрытия трещин от 1 до 5 мм снижается более чем в 6 раз.

Адгезионные процессы в практическом приложении к процессам горного производства определяются липкостью пород в зависимости от их прочности и влажности, материала анкера и закрепляющих составов. Схема определения липкости пород и материалов приведена на рисунке 5.

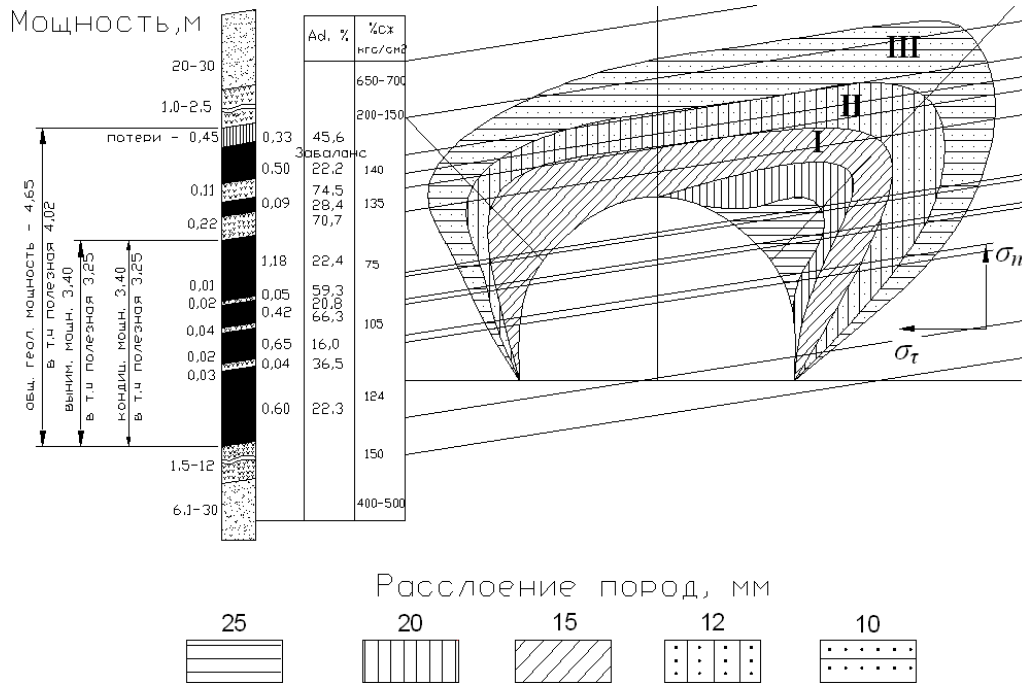


Рисунок 2 – Зоны расслоения приконтурного массива пород конвейерного штрека 7к10 – в шахты «Саранская» УД АО «АрселорМитталТемиртау»

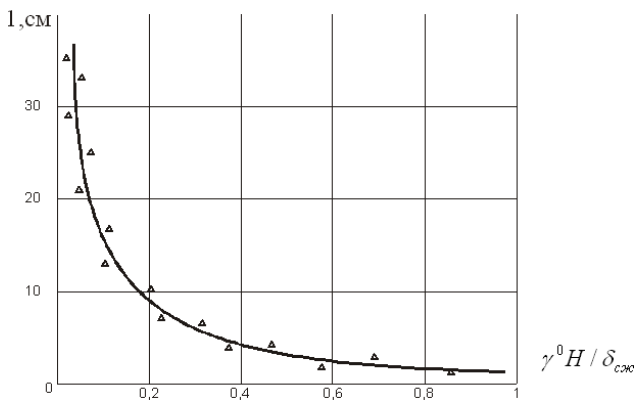


Рисунок 3 – Зависимость расстояния между трещинами горного давления от отношения геостатического давления к пределу прочности пород при сжатии

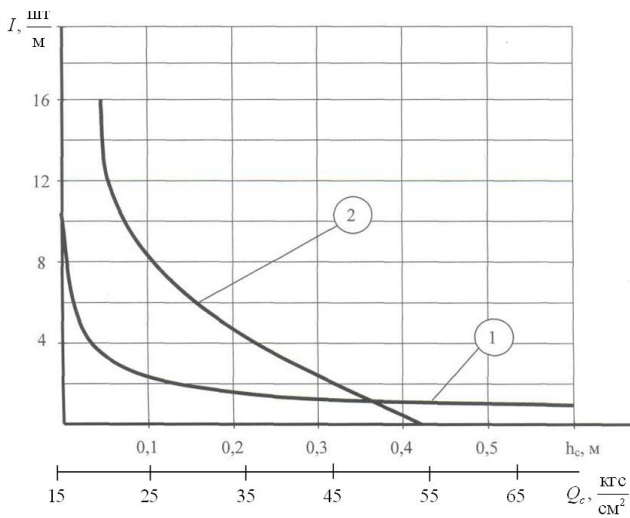


Рисунок 4 – Зависимость модуля трещиноватости от мощности слоя ($h - 1$) и предела прочности на растяжение ($Q - 2$)

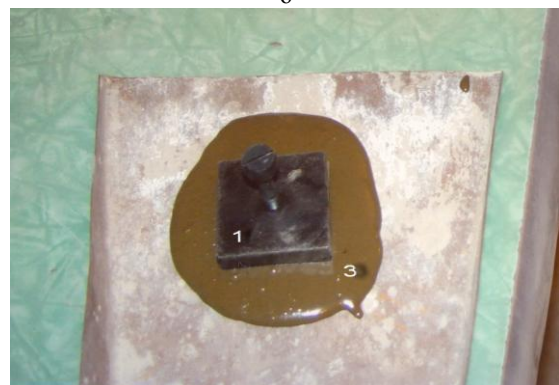


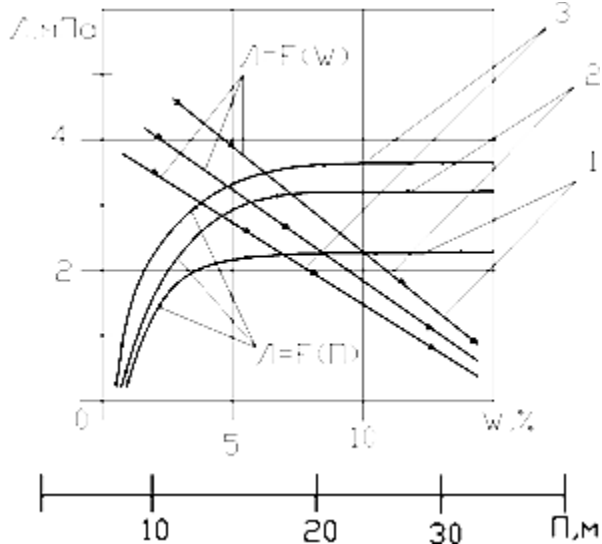
Рисунок 5 – Определение липкости химического состава ампул адгезиометром к материалу породы: а – общий вид, б – схема эксперимента

Определение липкости химического состава 1 ампул производится посредством пластины 2, закрепленной прижимным устройством 3 адгезиометра 4 к материалу породы.

Результаты исследований липкости полимерного состава к горным породам в зависимости от их прочности на сжатие и влажности представлены в таблице и на рисунке 6.

Определение адгезии быстротвердеющих смесей к горной породе (песчаник)

Наименование ампул	Время закреплени я, ч	Температура окружающей среды, °С	Адгезия, МПа
КАК-II (производства УД АО «МитталСтил Темиртау»)	0,5	20	0,04
		5	0,03
Минова	0,5	20	0,21
		5	0,25
АЦД (производство ТОО «ИПКОН»)	0,5	20	0,09
		5	0,15



1 – песчаник ($\Pi=30-35$ МПа); 2 – алевролит ($\Pi=20-25$ МПа); 3 – аргиллит ($\Pi=7-15$ МПа)

Рисунок 6 – Липкость полимерного состава к горным породам в зависимости от их прочности на сжатие Π и влажности W

Адгезия закрепляющего состава к песчанику составляет 0,03-0,15 МПа в зависимости от вида полимерного состава. Адгезия возрастает от гладкого к нарезному и максимальна – для стержня с переменным профилем.

Применение физико-химического способа повышения устойчивости горных выработок с нагнетанием быстродействующих химических составов в трещиноватые породы через предварительно пробуренные шпуры позволяет сделать блоки монолитными за счет адгезионных сил или механического заклинивания заполнившего трещины отверждающего состава.

При этом существенное влияние на прочность соединения блоков породы твердеющими химическими составами оказывает ширина раскрытия трещин. На рисунке 7 представлена зависимость изменения прочности адгезии карбомидных составов к породам σ_p от степени раскрытия трещин.

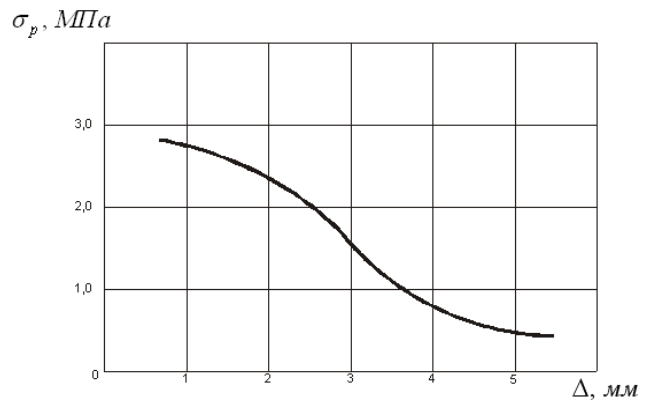


Рисунок 7 – Зависимость прочности адгезии карбомидных составов к породе от степени раскрытия трещин

Представленная зависимость свидетельствует о целесообразности закрепления породного массива скрепляющими составами, когда раскрытие незначительно (не более 0,001-0,002 м).

УДК 622.1

НУРЖУМИН Е.,
КУРМАНКОЖАЕВ А.

Способы оценки геолого-геометрических зависимостей между параметрами выемочных участков по месторождению

При исследовании зависимостей между параметрами и особенностями структуры зон контактов при освоении месторождений используется комплексный метод, включающий геометрический и вероятностно-статистический методы, горно-геометрический и корреляционный анализ с привлечением натурно-экспериментальных данных. Особенности структуры приконтактных зон рудных тел к сегодняшнему дню отражены в ограниченном

круге исследований, направленных на решение конкретных локальных задач.

Геологическая контактная поверхность рудного тела формируется как поверхность, объемлющая концы промысленных рудных интервалов при построении разведочных линий пересечения. Часто рудные тела не имеют четких видимых контактов, которым присущи естественная природная форма, они оконтуриваются с помощью какого-либо способа с учетом требований промышленных кондиций, т.е.

имеют искусственную расплывчатость, несут многообразный характер. При этом, рудным телам как природному неоднородному выделению присущи изменчивость как по форме, так и по другим качественным геологическим свойствам. Интерполированный или экстраполированный контур рудного тела обычно имеет вид ломаных линий, многогранников и кривых овальной или полигональной формы. По мере сгущения разведочной сети и получения дополнительной информации в процессе добычи этот интерполированный контур рудного тела будет иметь сложную зигзагообразную форму. Как правило, на одном и том же месторождении геометрия приконтактных неровностей может выражаться самыми разнообразными геометрическими фигурами. Более приближенной формой, получаемой при оконтуривании рудных тел путем интерполяции или экстраполяции, является многогранник, являющийся поверхностью высокого порядка и имеющий произвольную форму, обусловленную случайным характером расположения разведочных скважин в рудном теле. Контурные промышленных рудных тел, построенные методами интерполяции или экстраполяции в соответствии с условиями, хотя являются основой для проектирования горных работ, сопровождаются погрешностью, возникающей за счет отклонения интерполированного контура, и погрешностью, зависящей от изменчивости истинного контура.

Для исследования особенностей структур приконтактных зон залежей по стадиям освоения месторождений используется комплексный метод, включающий геометрический и вероятностно-статистический методы, горно-геометрический и корреляционный анализ, натурно-экспериментальную обработку, выбор наилучших моделирующих функций и т.д.

Зависимость между параметрами приконтактных зон рудных тел и их модельное описание первоначально необходимо для повышения качества и эффективности добычи полезного ископаемого. Рассмотрим ряд важных работ, направленных на решение этой теоретической задачи.

П.П. Бастан, А.Н. Ивченко, В.В. Дука [1] нашли связь между значениями линейного интервала оконтуривания и ширины зоны контактной неопределенности в виде:

$$t_{cp} = A \left(\frac{l}{2} \right)^n, \quad (1)$$

где A и n – эмпирические параметры;

l – линейный интервал оконтуривания, м;

t_{cp} – среднее значение ширины зоны контактной неопределенности, м.

Здесь совокупность поверхностей многогранников, оконтуривающих рудное тело по данным разведочной сети и размещающихся в некоторой зоне, окружающей рудное тело в виде определенной полосы, названа зоной контактной неопределенности. Эмпирические коэффициенты

выводятся по результатам изучения параметров зоны контактной неопределенности, длина интервала оконтуривания устанавливается как отрезок прямой при построении рудного тела и обычно равна густоте разведочной сети. Недостатками этой работы, как отмечено в работе [2], является: то, что 1) они основаны на данных об истинном контуре рудных тел, что не всегда можно установить, 2) не раскрыта составная часть зоны контактной неопределенности на внешние и внутренние части.

Аналогично зависимости (1) И.Т. Трунов, В.Я. Обухов [3] вывели зависимости средней мощности зоны потерь и разубоживания (q) от величины окна сглаживания (l) в виде:

$$q = al^n, \quad (2)$$

где a и n – эмпирические коэффициенты, которые связаны с характером и степенью изменчивости поверхности геологического тела, дол.ед.

Здесь величина окна сглаживания (l) характеризует технологическую поверхность, представляемую как результат сглаживания поверхности рудного тела при его зачистке полигональной кривой в стремлении как можно точнее следовать за рудной поверхностью. Степень этого сглаживания определяется величиной статистического окна, которая определяется по данным маркшейдерских съемок.

В работе [4] подтверждается существование зависимости толщины зоны контактной неопределенности (t) от размеров оконтуривающих граней (x), в условиях силикатно-никелевых месторождений ($\gamma = 0,90$), описываемых в виде

$$t = Ax^n. \quad (3)$$

Эмпирический коэффициент n здесь характеризует степень зависимости среднего отклонения t от размеров оконтуривания грани, т.е. наличие так называемых локальных закономерностей в распространении рудного контакта. При этом абсолютное значение его указывает на возможность оценки коллектива показателей с помощью статистических характеристик. Показатель $\frac{1}{n+1} = k_c$

характеризует ту долю объема зоны контактной неопределенности, которая обусловлена только случайными отклонениями поверхности контакта от оконтуривающей плоскости, т.е. этот показатель характеризует статистические свойства коллектива отклонения t . Чем меньше n , тем коллектив отклонений t статистичнее, он меньше зависит от размеров оконтуривающей грани. В зависимости от (2) коэффициент n зависит от частоты колебаний геологического контура, т.е. чем меньше малочастотных отклонений на изучаемом объекте, тем ниже значение n , а коэффициент a характеризует величину уклонения между поверхностями в пределах изучаемого объекта и увеличивается с увеличением уклонений.

В работе [5] авторы выделяют две части приконтурной полосы, т.е. приконтактной и законтактной части.

Средняя ширина приконтурной полосы равна суммарной ширине ее частей.

$$t_{i\delta} = t_{i\delta}^D + t_{i\delta}^n.$$

При этом ширина законтурной (потерянной) части определяется по формуле:

$$t_{np}^P = \frac{L_n}{L_p} t_{np}^n, \quad (4)$$

где L_p и L_n – суммарные рудные и породные интервалы по периметру интерполированного контакта рудного тела, м;

t_{np}^P и t_{np}^n – средняя ширина законтактной и приконтактной частей приконтурной полосы, м.

В работе [6] показатель контактной неопределенности, определяемый как отношение площади зоны проблемности к общей площади четырехугольного блока, используется для решения вопроса об отнесении запасов к той или иной категории разведанности (по фактору точности построения границ кондиции). Зона проблемности, это такая зона, в пределах которой запасы могут оказаться как кондиционными, так и некондиционными, рассматривается как мера достоверности выделенных границ кондиций.

А.В. Гальянов и др. авторы [7] в качестве критерия для оценки степени достоверности оконтуривания запасов предлагают использовать соотношение между разведанной площадью S_p и той ее частью, которая заключена между внешними и внутренними контурами (межконтурная зона – $S_{мкз}$).

$$K_{ок} = 1 - \frac{S_i \varepsilon_c}{S_p} = 1 - \frac{tP}{S_p}, \quad (5)$$

где $K_{ок}$ – коэффициент достоверности оконтуривания рудных тел;

P – периметр контура, разделяющего руду от вмещающих пород и породных включений в рудном теле, м;

t – ширина межконтурной зоны, м.

Результаты, приведенные различными исследователями, подтверждают существование прямых зависимостей между параметрами приконтактных зон рудных тел, несмотря на установление зависимостей в этих работах в комплексном изучении, а не по отдельным параметрам приконтактных зон. При допущении, что конфигурация приконтактных неровностей рудной поверхности достаточно близко подходит к какой-либо форме правильных геометрических фигур (треугольника, многогранника, сегмента конуса и т.д.), геометрическим элементам этих геометрических фигур, как правило, присуща функциональная зависимость.

Поэтому при выявлении и аналитическом описании геолого-геометрической зависимости между параметрами залежей весьма важное значение имеет ожидаемая достоверность результатов их

использования для конкретных задач освоения недр. Случайность и независимость образования приконтактных неровностей рудной поверхности обуславливает случайность и многообразность отклонения конфигурации приконтактной неровности от правильной геометрической формы. Следовательно, для установления взаимосвязи параметров приконтактных зон не могут быть использованы формулы, выраженные функциональной зависимостью, а будет правильным использовать для этой цели корреляционный анализ.

Применение вероятностно-статистического метода для оценки и аналитического описания распределения и взаимосвязи параметров приконтактной зоны рудных тел обуславливается многообразием форм контактов, разнообразностью направления горных выработок относительно геологической поверхности контактов и сложностью процесса трансформации рудного контакта после взрыва.

Ю.В. Линник и А.П. Хусу [8] впервые доказали возможность использования вероятностно-статистического метода для оценки шероховатости поверхности детали, путем проверки амплитуды ее неровностей на независимость и случайность с помощью критерия Аббе.

Применение вероятностно-статистического подхода к оценке геометрических параметров поверхностей деталей и механизмов освещено в работах И.В. Дунина-Барковского, Х.В. Кордонского, П.Е. Дьяченко, В.И. Меламеда, Ю.Р. Виттенберга [9, 10].

Некоторые принципы вероятностно-статистического подхода, изложенные в вышеприведенных работах, были использованы для оценки потерь и разубоживания руд [3], для оценки рудной предохранительной рубашки по мощности и площади по зоне контактной неопределенности [9], для оконтуривания месторождений по мощности и по площади с выявлением случайной и закономерной составляющих изменчивости структурных и качественных показателей [10].

Вероятностно-статистические методы интенсивно используются при подсчете запасов полезных ископаемых, при оценке погрешностей оконтуривания залежи и влияния контурных искажений на потери и разубоживания руд [11].

Погрешность приконтурных искажений вызывает потери и разубоживание и характеризует ошибку пространственной привязки интерполированного контура относительно фактического положения рудного тела.

Д.А. Зенков, Н.Л. Семенов [11] показали, что величина погрешности приконтурных искажений, при наличии 20 и более разведочных пересечений, составляет порядка 10 %. При этом наибольшие отклонения показателей сетки 12,5x12,5 м, сетки 6x6 м относительно сетки 3x3 м составляют 9 и 7,5 % соответственно. Хотя частные значения приконтурного искажения значительны (6,3-41,5 %), общая погрешность оконтуривания для статистического блока составляет всего 3,5 %.

В работе [12] Р.А. Пязок для определения ошибок интерполирования (расстояний между переменными) предлагает формулу в виде:

$$\dot{E}_\delta = \frac{\sum_{j=1}^{i=k} |\Delta^2|}{2k}, \quad (6)$$

где $\sum_{i=1}^{i=k} |\Delta^2|$ – сумма численных значений вторых разностей показателя;
 k – число вторых разностей.

Обоснованность использования первых и вторых разностей для оценки ошибок оконтуривания автором теоретически доказывается с помощью интерполяционного полинома Ньютона.

В работе [2] Г.К. Загоруйко полную ошибку определения объема отдельного рудного блока из-за оконтуривания плоскостями, в случае одинаковой закономерности распространения поверхности контакта в висячем и лежащем боку рудного тела, выражает статистической формулой в виде:

$$\Delta V = \sqrt{2} \frac{a^2 t}{n+1}, \quad (7)$$

где $a^2 t = v$ – полный объем зоны приконтактной неопределенности, ограниченной разведочной ячейкой со стороной a , при средней ее толщине t , м;
 n – эмпирический коэффициент, дол. ед.

В.П. Гнусков [13], для определения погрешности интерполирования, предлагает использовать зависимость

$$m_u = 0.289ht, \quad (8)$$

где h – размер ячейки разведочной сети;
 t – коэффициент вероятности.

Выводы

1. При изучении структур приконтактных зон залежей и зависимостей между их параметрами почти на всех стадиях освоения месторождения, включая и оценку оконтуривания запасов руд, основным методическим подходом служит вероятностно-статистический метод.

2. На сегодняшний день отсутствует обобщенная теоретическая методология модельного описания и рационального использования геолого-геометрических зависимостей между различными параметрами сложных выемочных участков по месторождению.

3. Основным недостатком оценки и описания зависимостей при изучении геометрии сложных зон выемки запасов недр является неучитываемость в них точности составляющих их исходных величин, полное пренебрежение к достоверности получаемых результатов при использовании этих зависимостей при решении поставленной горной задачи. Этот недостаток становится особенно недопустимым по мере ужесточения современных производственно-рыночных требований к продукции и интенсивного роста рыночных нововведений в сфере недропользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бастан П.П., Ивченко А.Н., Дука В.В. Анализ изменчивости формы залегания рудных тел и качества руд Сарбайского месторождения // Труды СГИ. Вып.46. Свердловск, 1966.
2. Загоруйко Г.К. Влияние ошибок оконтуривания на точность подсчета запасов на никелевых месторождениях // Там же. Вып. 76. Свердловск, 1976.
3. Трунов Н.Т., Обухов Я. Вероятностно-статистический метод оценки потерь и разубоживания на карьерах // Вопросы рационализации маркшейдерской службы на горных предприятиях. Вып. 76. Свердловск, 1971. С. 41-45.
4. Снетков В.Н., Якупов С.И. Методика расчета мощности предохранительной «рубашки» при открытой разработке россыпных месторождений // Исследования по проблемам геодезии и маркшейдерского дела на горно-добывающих предприятиях Восточной Сибири. Вып. 1. Иркутск: ИПИ, 1976. С. 87-90.
5. Асадуллин Э.Э., Киндер Э.К. Приконтурные искажения и их влияние на полноту выемки // Науч. Тр. СредазНИИпроцветмета «Интенсификация технологических процессов на горнорудных предприятиях цветной металлургии». № 19. Ташкент, 1977. С. 46-47.
6. Шаклеин С.В. Показатель контактной неопределенности и его применение // Геологические методы поисков и разведки месторождений горных ископаемых. М.: ЭИ, ВИЭМС, 1981. Вып. 1-4. С. 36-38.
7. Гальянов А.В. и др. Оценка достоверности оконтуривания силикатно-никелевых месторождений Среднего и Южного Урала при разведочных работах // Вопросы рационализации маркшейдерской службы на горных предприятиях. Свердловск, 1977. С. 68-71.
8. Линник Ю.В., Хусу Л.Ю. Некоторые соображения по поводу статистического анализа поверхностей шлифованного профиля // Взаимозаменяемость, точность и метод измерения в машиностроении. М.: Машгиз, 1958. С. 65-69.
9. Дунин-Барковский И.В. Применение теории вероятности и спектральной теории неровностей поверхности для расчета допустимых значений геометрических параметров при функциональной взаимозаменяемости // Взаимозаменяемость и техника измерений в машиностроении: сб. М.: Машиностроение, 1964. № 4. С. 36-38.
10. Хусу А.П. Математическо-статистическое описание неровностей профиля поверхности при шлифовании. М.: Сб. АН СССР, 1954. Т. XX. С. 41-44.
11. Зенков Д.А., Семенов Н.Л. Векторный метод оконтуривания тел полезных ископаемых // Разведка и охрана недр. 1957. № 7.
12. Пязок Р.А. О взаимосвязи полноты извлечения полезных ископаемых с оконтуриванием месторождений // Труды Всесоюзной научной конференции «Научно-технические проблемы комплексного использования полезных ископаемых». Алма-Ата: Наука, 1984. С. 45-52.
13. Гнусков В.П. Оценка точности оконтуривания площадей рудных залежей. // Тр. ЛГИ. Вып. 3. Ленинград, 1978.

Раздел 4

Транспорт. Строительство

УДК 656.2(075.8)

МАЛЫБАЕВ С.К.,
КОБДИКОВ М.А.,
БАЛГАБЕКОВ Т.К.

Определение числа путей в приемо-отправочном парке грузовой станции промышленных предприятий

Одним из основных звеньев транспортной системы Республики Казахстан является транспорт промышленных предприятий, где зарождается и погашается основная масса вагонопотоков. Поэтому четкость и слаженность его работы предопределяют технологический ритм основного производства и создают необходимые предпосылки для устойчивой работы промышленного транспорта и единой транспортной системы (ЕТС) Республики Казахстан.

Важная особенность промышленного транспорта состоит в том, что значительная часть внутризаводских грузопотоков устойчива по объему и времени. Это обстоятельство позволяет широко применять поезда-вертушки, организацию перевозок по установленным графикам. Эффективность эксплуатации промышленного транспорта во многом определяется уровнем разработки технологии работы промышленных станций и узлов, качеством ее исполнения, степенью согласованности работы различных видов транспорта, обеспечением устойчивого взаимодействия с производством отрасли, управлением работой транспорта. Решение этих вопросов базируется на глубоком знании закономерностей работы транспорта, внедрении прогрессивной технологии и передового опыта, современных методов управления с применением ПЭВМ и математического аппарата.

На сети железных дорог СНГ насчитывается примерно тысяча грузовых станций. Нарастание мощностей этих станций является важным фактором, определяющим эффективную переработку вагоно- и грузопотоков. Решающее значение в этом имеет путевое развитие как самих станций, так и грузовых пунктов [1, 2].

Число путей приемо-отправочного парка грузовой станции определяется по формуле [2]:

$$Z_{\text{п}} = Z_n + Z_o + I, \quad (1)$$

где Z_n – число путей для приема поездов;

Z_o – число путей для отправления поездов;

I – ходовой путь.

Число путей в приемо-отправочных парках грузовых станций зависит от грузопотока предприятий: имеются пути по назначению выполняемых операций на станции, пути для приема передаточных поездов, для накопления обработанных вагонов и отправления передаточных поездов на другую станцию.

Имеется грузовая станция, которая одновременно взаимодействует с двумя сортировочными станциями и осуществляет прием и отправление передаточных поездов на два направления. Для накопления вагонов на разные сортировочные станции, процесс которого имеет длительный характер, в приемо-отправочном парке такой грузовой станции предусматривается два

пути. Для приема передаточных поездов с двух направлений требуется, как минимум, один путь. Но следует учитывать, что при приеме передаточных поездов с двух направлений возможно совпадение времени их подхода к грузовой станции. При наличии на грузовой станции одного пути приема возникают простои поездов по неприему на станцию. Поэтому при наличии двух примыканий к грузовой станции рассматривается целесообразность укладки двух путей для приема передаточных поездов с разных направлений.

Число совпадений прибытия передаточных поездов разных направлений в течение суток определяется по формуле [2, 3]:

$$P = \frac{n_1 n_2 t_c}{12}, \quad (2)$$

где n_1, n_2 – число прибывающих в течение суток передаточных поездов с первого и второго направлений (сортировочных станций);
 t_c – время занятия пути приема передаточным поездом, ч.

Годовые расходы, связанные с задержками поездов по неприему на станцию, равны

$$\tilde{N}_c = 365 \hat{a}_{r_c} \frac{n_1 n_2 t_c^2}{24}, \quad (3)$$

где e_{nc} – стоимость 1 поездочаса простоя передаточного поезда по неприему, тенге:

$$e_{r_c} = \hat{a}_{r_c}^e + \hat{a}_{ac} m_c, \quad (4)$$

где $\hat{a}_{r_c}^e$ – стоимость локомотивочаса поездной работы с содержанием локомотивной бригады, тенге;
 e_{ac} – полная стоимость вагоночаса, тенге;
 m_c – состав передаточного поезда в вагонах.

К основным принципам организации перевозок на промышленном транспорте относятся [3]:

- организация перевозочного процесса на основе плана;
- обеспечение устойчивого взаимодействия между элементами перевозочного процесса;
- внедрение единых технологических процессов (ЕТП) работы промышленного железнодорожного транспорта и станции примыкания;

- обеспечение целенаправленной концентрации и регулярности работы всех элементов транспортных цехов;

- повышение скоростей перемещения и сокращение длительности выполнения операций;

- максимальное внедрение поточности, параллельности, непрерывности и ритмичности выполнения операции при переработке вагонопотока;

- организация вагонопотоков с применением отправительской и ступенчатой маршрутизации;

- оптимизация и автоматизация систем управления с применением математических методов и ЭВМ;

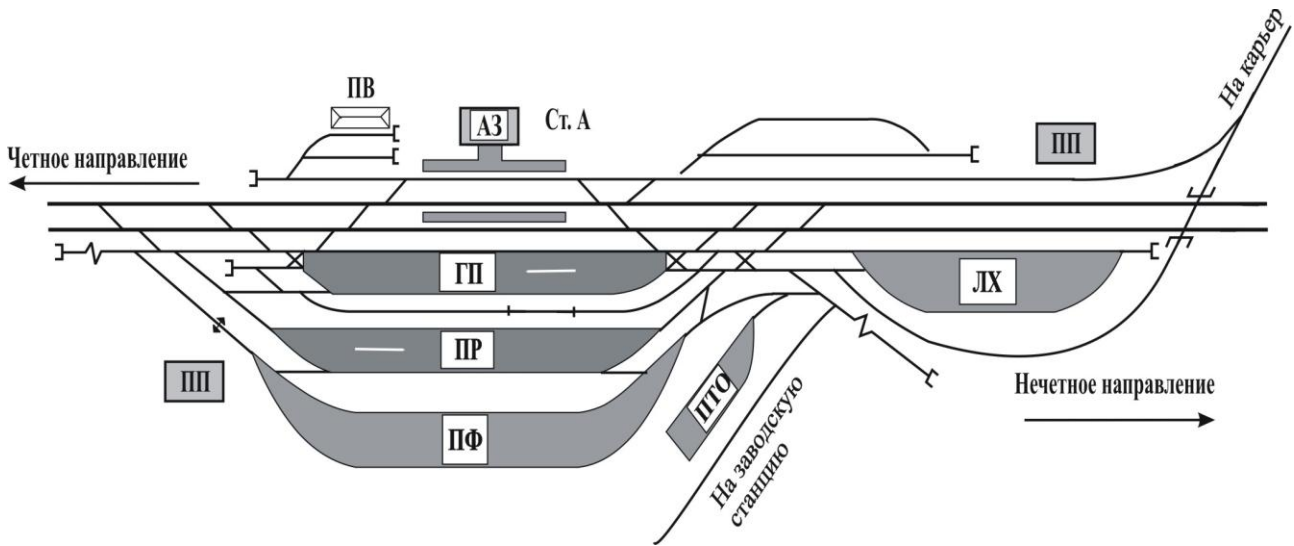
- организация выполнения операций на основе научной организации труда и опыта передовых комплексов;

- повышение производительности труда, улучшение использования вагонов, локомотивов и транспортных технических средств;

- снижение трудовых и денежных затрат на перевозки, снижение себестоимости перевозок.

Соблюдение основных принципов организации перевозок на промышленном железнодорожном транспорте позволяет весь перевозочный процесс осуществлять с минимальными затратами, рационально обеспечивая загрузку и распределение работ.

Рациональная организация перевозок на промышленном транспорте и управление им с учетом наилучшего использования трудовых ресурсов и технических средств называется эксплуатационной работой, которая должна обеспечивать своевременное и полное удовлетворение потребностей республики в перевозках, наиболее целесообразную концентрацию и непрерывность выполнения операций с обеспечением наибольшей скорости перемещения и наименьших затрат на перевозочный процесс. Такая организация сокращает дополнительные потери, а следовательно, уменьшает потребность в пропускных и перерабатывающих способностях транспортных устройств и увеличению парка подвижного состава.



АЗ – административное здание; ПВ – пункт погрузки и выгрузки; ПП – путевые посты; ГП – пути, предназначенные для грузовых вагонов; ПР – парк расформирования вагонов, предназначен для разгрузки грузов;

ПТО – пункт технического осмотра; ЛХ – локомотивное хозяйство; ПФ – парк формирования вагонов

Примерная схема расположения грузовой станции

Приведенные годовые расходы на укладку и содержание одного пути приема равны

$$\tilde{N}_n = Z_n E_i K_i + \dot{Y}_\delta + 2 \dot{A}_i K_n + \dot{Y}_n, \quad (5)$$

где Z_n – длина приемо-отправочного пути, км.

Устанавливается расчетом в зависимости от весовой нормы и длины передаточных поездов; E_k – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений. Принимается $E_k = 0,12$; K_n – капитальные затраты на строительство одного километра пути приема, тенге; \dot{E}_p – эксплуатационные расходы на 1 км приемо-отправочного пути в год, тенге; 2 – число стрелочных переводов, приходящихся

на один приемо-отправочный путь; K_c – стоимость одного стрелочного перевода с укладкой в приемо-отправочный путь и оборудованием электрической централизации, тенге;

\dot{E}_c – эксплуатационные расходы по содержанию и обслуживанию одного стрелочного перевода в год, тенге.

Укладка дополнительного пути приема и отправления целесообразна, если выполняются условия:

$$365 \dot{a}_{i \pm} \frac{n_1 n_2 t_\epsilon^2}{24} \geq Z_n E_i K_i + \dot{Y}_\delta + 2 \dot{A}_i \dot{E}_n + \dot{Y}_n. \quad (6)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулиничев В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте. М.: Высшая школа, 1983. 247 с.
2. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / Под ред. П. С. Грунтова. М.: Транспорт, 1994. 544 с.
3. Балгабеков Т.К. Управление эксплуатационной работой и организация перевозок на транспорте. Караганда: КарГТУ, 2003. 223 с.

УДК 625.711.00.25

КАРБАЕВ Н.К.

Прогнозная оценка микропрофилей дорожного покрытия для автобетоносмесителя

Прогнозная оценка микропрофилей дорожного покрытия с целью обеспечения плавности хода автобетоносмесителя является актуальной задачей.

Для сравнительной оценки различных микропрофилей нулевую линию – ось аргумента l – целесообразно направлять параллельно «красной» нивелировочной линии профиля дороги через точки, соответствующие среднему значению функции $h(l)$. При этом среднее значение функции микропрофиля, заданной на участке протяженностью $l_0 = 2l$ (рисунок 1),

$$h_{\text{ср}} = (1/2l) \int_{-l}^{+l} hdl, \quad (1)$$

будет равно нулю, а основной показатель размера вариации функции $h(l)$ – ее среднеквадратичное отклонение h_c будет иметь минимальную величину

$$h_c = \sqrt{(1/2l) \int_{-l}^{+l} h^2 dl}. \quad (2)$$

Взаимосвязь случайных значений функции по длине дорожного участка характеризуется антикорреляционной или просто корреляционной функцией, определяемой из следующего выражения:

$$K_i = \lim_{l \rightarrow \infty} (1/2l) \int_{-l}^{+l} h(l+\Delta)h(l)dl, \quad (3)$$

где $h(l+\Delta)$ – значение функции микропрофиля при смещенном на величину Δ значении аргумента.

Анализ формулы (3) показывает, что при нулевом сдвиге аргумента ($\Delta=0$) значение корреляционной функции будет максимальным и равным дисперсии h_c^2 функции микропрофиля. С увеличением сдвига аргумента Δ значения корреляционной функции начинают уменьшаться (рисунок 2) и после некоторого значения $\Delta=\Delta_0$ она пересекает ось абсцисс, а затем значения функции уменьшаются, становясь меньше любого заданного числа.

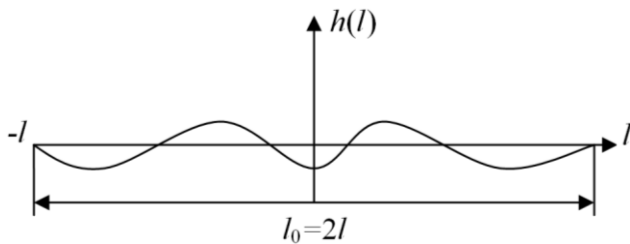


Рисунок 1 – График функции микропрофиля поверхности дороги, заданной на участке $l_0 = 2l$

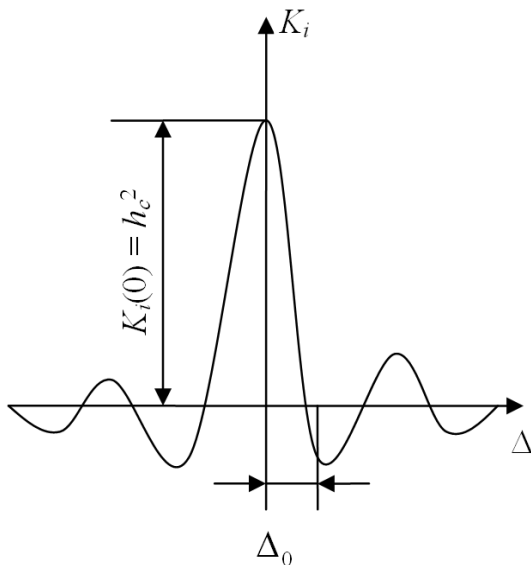


Рисунок 2 – График корреляционной функции микропрофиля

В математической статистике [2] утверждается, что при значениях $\Delta > \Delta_0$ случайные значения функции микропрофиля $h(l)$ и $h(l+\Delta)$ являются практически независимыми друг от друга случайными величинами.

Следовательно, при любом значении аргумента l функции микропрофиля и при достаточно малом сдвиге Δ величины $h(l)$ и $h(l+\Delta)$ будут взаимно связаны определенной вероятностной зависимостью. При увеличении сдвига Δ теснота корреляционной взаимосвязи этих значений функции будет постепенно

ослабевать и при $\Delta > \Delta_0$ их можно считать уже независимыми случайными величинами.

Поэтому длина отрезка Δ_0 оси абсцисс корреляционной функции микропрофиля, характеризующая протяженность вероятностной взаимосвязи высот неровностей $h(l)$ по длине дорожного участка, может использоваться в качестве одного из показателей статистической характеристики ровности рассматриваемой дороги. В таблице представлены результаты обмера микропрофилей дорожных участков основных типов автомобильных дорог [3, 4]. Полученные при этом корреляционные функции микропрофиля (рисунок 3) почти во всех случаях удовлетворительно аппроксимируются следующим выражением:

$$P_i = K_i / h_c^2 = A_1 l^{-X_1|\Delta|} + A_2 l^{-X_2|\Delta|} \cos \beta_k \cdot \Delta, \quad (4)$$

где P_i – нормированная корреляционная функция микропрофиля, для которой при $\Delta = 0$ $A_1 + A_2 = 1$; X_1 и X_2 – коэффициенты, характеризующие затухание этой функции; β_k – коэффициент, характеризующий периодическую составляющую микропрофиля.

Большинство нормированных корреляционных функций аппроксимируется зависимостью (4) в полном виде. Следует отметить, что в ряде случаев функции микропрофилей удается аппроксимировать более простыми выражениями и, в частности, имеющими вид

$$D_l = e^{-X|\Delta|} \quad (5)$$

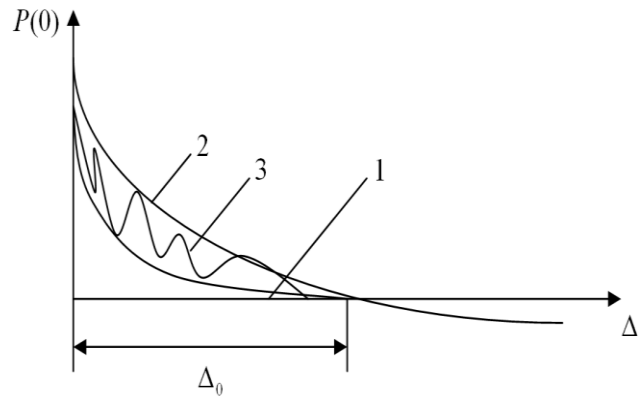
или

$$P_i = e^{-X|\Delta|} \cos \beta_k \cdot \Delta. \quad (6)$$

Определенные экспериментально значения коэффициентов, входящих в формулы (4), (5) и (6), представлены в таблице.

Зависимость (5) соответствует корреляционной функции, монотонно убывающей с увеличением Δ и

асимптотически приближающейся к горизонтальной оси (рисунок 3). Чем больше коэффициент X , тем быстрее происходит убывание функции. В силу того, что корреляционная кривая функции не пересекает ось абсцисс, для определения протяженности корреляционной взаимосвязи высот неровностей Δ_0 условно принимают, что величина Δ_0 определяется абсциссой, соответствующей сравнительно малому значению нормированной корреляционной функции $P_{\Delta} = 0,01 \dots 0,05$. В формуле (6) коэффициент X характеризует быстроту убывания функции, а коэффициент β_k – ее периодическую составляющую. Корреляционная функция вида (4) представляет собой сумму двух составляющих: монотонно убывающей (первый член) и затухающего колебания (второй член). Для большинства обследованных микропрофилей коэффициент A_2 меньше A_1 и поэтому функция P_{Δ} имеет вид убывающей кривой наложенными волнами сравнительно небольшой амплитуды.



1 – по формуле (5); 2 – по формуле (6);
3 – по формуле (4)

Рисунок 3 – Графики типовых нормированных корреляционных функций микропрофилей автомобильных дорог

Следует отметить, что для характеристики воздействия неровностей на ходовую часть АБС необходимо учитывать микропрофиль поверхности дороги, измеренный не по одной, а по двум линиям колеи. При этом в качестве обобщенных показателей оценки микропрофилей можно в первом приближении принимать средние значения показателей микропрофилей под правым и левым колесами АБС.

Результаты обмера микропрофилей дорожных участков основных типов автомобильных дорог

№ п/п	Дорога	Номер расчетной формулы нормированной корреляционной функции	Коэффициенты нормированной корреляционной функции					Среднеквадратичное значение функции микропрофиля в м
			A_1	A_2	X_1	X_2	β_k	
1	Разбитая грунтовая	(4)	0,55 0,85	0,45 0,15	0,085 0,50	0,080 0,20	0,235 2,0	0,03...0,1 0,025...0,0328
2	Изношенное булыжное шоссе с выбоинами	(4)	0,953	0,047	0,213	0,049	1,367	0,0252
3	Крупнобулыжный участок испытательной трассы	(4)	0,668	0,336	1,10	10,60	19,71	0,0249
4	Малоизношенное булыжное шоссе	(5)	-	-	0,45	-	-	0,0135...0,0229
		(4)	-	-	0,10	-	0,238	0,0167
5	Асфальтированное шоссе	(4)	0,85	0,15	0,20	0,05	0,60	0,008...0,0126
6	Цементно-бетонное шоссе	(5)	-	-	0,15	-	-	0,005...0,0124

Анализ результатов обмера микропрофилей дорог показывает, что при достаточной протяженности участков измерения нормированные корреляционные функции, определенные для следа левых и правых колес, мало отличаются одна от другой.

Основное различие проявляется в величинах дисперсий правого и левого микропрофилей. Следовательно, при расчете плавности хода АБС следует использовать одну нормированную

корреляционную функцию при средней величине дисперсии.

Таким образом, результаты обмера микропрофилей дорожного покрытия для АБС показывают, что при значительной протяженности участков измерения нормированные корреляционные функции, определенных для следа левых и правых колес, мало отличаются одна от другой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугачев В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. М.: ГИТТЛ, 1977. 320 с.
2. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. Л.: Судпромгаз, 1971. 324 с.
3. Певзнер Я.М., Тихонов А.А. Исследование статистических свойств микропрофиля основных типов автомобильных дорог // Автомобильная промышленность. 1974. № 1. С. 27-34.
4. Силаев А.А. Спектральная теория подрессорирования транспортных машин. М.: Машгиз, 1973. 198 с.

**АЙНАБЕКОВ А.И.,
СУЛЕЙМЕНОВ У.С.,
МАРАСУЛОВ А.М.**

О распространении волн в слоях, находящихся в деформируемых средах

Рассматривается задача, которая относится к проблемам распространения волн напряжения в слоистом теле и часто встречается в научных публикациях [1, 2]. Однако детально, вплоть до численных результатов, разработаны только те задачи, которые приводят к реальному решению. Комплексными решениями пренебрегали как не имеющими большого значения.

Рассмотрим деформируемую (упругую или вязкоупругую) трехслойную полосу толщиной h , со свободными поверхностями и пусть в ней распространяется гармоническая волна с фазовой скоростью C (рисунок 1).

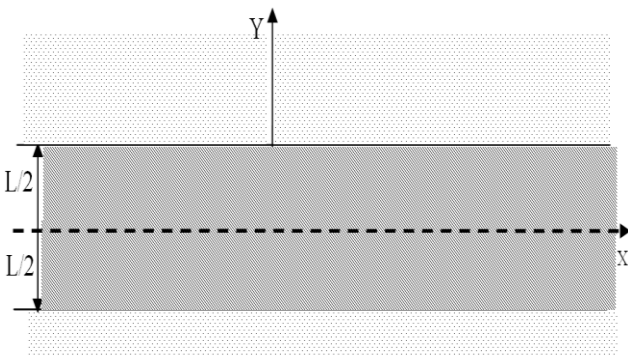


Рисунок 1 – Расчетная схема

Указанная задача математически формулируется следующим образом:

$$\rho_j \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{xx}^{(j)}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}^{(j)}}{\partial y}; \quad \rho_j \frac{\partial^2 g_j}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{yy}^{(j)}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xy}^{(j)}}{\partial x}, \quad (1)$$

где ρ_j – плотность материала;

u_j и g_j – соответственно, перемещения по направлениям x и y ; ($j = 1, 2, 3, 4, j$ – номер слоя).

Теперь рассмотрим решение дифференциального уравнения (1) для одного слоя.

Тогда вместо $\sigma_{xx}^{(j)}, \sigma_{yy}^{(j)}, \sigma_{xy}^{(j)}$ подставляем следующие выражения:

$$\sigma_{xx}^{(j)} = \lambda_j \theta_j + 2\mu_j \frac{\partial u_j}{\partial x}; \quad \sigma_{xy}^{(j)} = \mu_j \left(\frac{\partial u_j}{\partial y} + \frac{\partial g_j}{\partial x} \right), \quad (2)$$

$$\sigma_{yy}^{(j)} = \lambda_j \theta_j + 2\mu_j \frac{\partial g_j}{\partial y},$$

где $\theta_j = \frac{\partial u_j}{\partial x} + \frac{\partial g_j}{\partial y}$ – объемное расширение.

Подставляя (2) в (1), решение уравнения (1) находим в виде:

$$\dot{e}_j = U_j(y)e^{i(\omega t - \gamma x)}; \quad g_j = V_j(y)e^{i(\omega t - \gamma x)}, \quad (3)$$

где ω – круговая частота, $\omega = 2\pi n$;

n – частота колебаний;

$\lambda = 2\pi/\gamma$ – длина волны.

Подставив (3) в (1) и с учетом (2), получим следующие обыкновенные дифференциальные уравнения:

$$\begin{aligned} L_j \frac{dV_j}{dy} - L_{2j}U_j - G_j \frac{d^2U_j}{dy^2} &= 0, \\ L_j \frac{dU_j}{dy} - L_{3j}V_j - L_{4j} \frac{d^2V_j}{dy^2} &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

где $L_{1j} = \left(\frac{E_j \nu_j}{1 - \nu_j^2} + G_j \right) i\gamma$; $L_{2j} = \rho_j \omega^2 - \frac{E_j}{1 - \nu_j^2} \gamma^2$;

$$L_{3j} = \rho_j \omega^2 - G_j \gamma^2; \quad L_{4j} = \frac{E_j}{1 - \nu_j^2}.$$

Введя вспомогательную функцию $\hat{\Phi}_j(y)$ с отношениями

$$U_j = L_{1j} \frac{d}{dy} \hat{\Phi}_j; \quad V_j = \left[L_{2j} + G_j \frac{d}{dy^2} \right] \hat{\Phi}_j, \quad (5)$$

из (5) получим дифференциальное уравнение четвертого порядка

$$\frac{d^4 \hat{\Phi}_j}{dy^4} + L_{5j} \frac{d^2 \hat{\Phi}_j}{dy^2} + L_{6j} \hat{\Phi}_j = 0, \quad (6)$$

где $L_{5j} = -2\gamma^2 + \frac{3 - \nu_j}{2c_{sj}^2} \omega^2$;

$$L_{6j} = \gamma^2 - \frac{3 - \nu_j}{2c_{sj}^2} \omega^2 \gamma^2 + \frac{\omega^4}{c_{pj}^2 c_{sj}^2}.$$

В случае вязкоупругого материала E_j заменяется (6) комплексными величинами. Тогда $C_{pj} = C_{pRj} + iC_{pIj}$; $C_{sj} = C_{sRj} + iC_{sIj}$; C_{pj} , C_{sj} – соответственно, скорости распространения продольных и поперечных волн; C_{sRj} – скорости затухания продольных волн; C_{sIj} – скорости затухания поперечных волн.

Решение уравнения (6) выражается через экспоненциальную функцию:

$$\hat{\Phi}_j(y) = A_j e^{\alpha_j y} + B_j e^{-\alpha_j y} + C_j e^{S_j y} + D_j e^{-S_j y}, \quad (7)$$

где $\alpha_j^2 = \gamma^2 \left(1 - \frac{c^2}{c_{pj}^2} \right)$; $S_j^2 = \gamma^2 \left(1 - \frac{c^2}{c_{sj}^2} \right)$, A_j, B_j, C_j, D_j –

произвольные постоянные, которые определяются из граничных условий.

Решение уравнения (6) для первого и второго слоя записывается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 u_j &= i\gamma[A_j q_j \exp(q_j y) - B_j q_j \exp(-q_j y) + \\
 &+ C_j S_j \exp(S_j y) - D_j S_j \exp(-S_j y)]e^{i(\omega t - \gamma x)}; \\
 \vartheta_j &= [-A_j q_j \exp(q_j y) - B_j q_j \exp(-q_j y) - \\
 &- C_j \gamma^2 \exp(S_j y) - D_j \gamma^2 \exp(-S_j y)]e^{i(\omega t - \gamma x)}.
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Решение (8) для полупространства записывается в виде:

$$\begin{aligned}
 u_2 &= i\gamma(A_3 q_3 \sin(q_3 y) - B_3 q_3 \cos(q_3 y) + \\
 &+ C_3 S_3 e^{S_3 y} - D_3 S_3 e^{-S_3 y})e^{i(\omega t - \gamma x)}, \\
 u_2 &= [A_3 q_3^2 e^{q_3 y} - B_3 q_3^2 e^{-q_3 y} - C_3 \gamma^2 e^{S_3 y} - D_3 \gamma^2 e^{-S_3 y}]e^{i(\omega t - \gamma x)},
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

где $q_j = \gamma \sqrt{1 - \frac{c^2}{c_{pj}^2}}$; $s_j = \gamma \sqrt{1 - \frac{c^2}{c_{sj}^2}}$; $c_{pj}^2 = (\lambda_j + 2\mu_j) / \rho_j$;
 $c_{sj}^2 = \mu_j / \rho_j$; $i = 1, 2, 3$.

Решение (9) для $y \geq L/2$ и $y \leq -L/2$ принимает вид:

$$\begin{aligned}
 u_3 &= (-B_3 i \gamma q_3 e^{-q_3 y} - D_3 i \gamma S_3 e^{-S_3 y})e^{i(\omega t - \gamma x)}; \\
 \vartheta_3 &= (B_3 i \gamma q_3^2 e^{-q_3 y} - D_3 i \gamma^2 e^{-S_3 y})e^{i(\omega t - \gamma x)}.
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

В симметричном движении слоя решение при $-L/2 \leq y \leq L/2$ записывается в виде

$$\begin{aligned}
 u_1 &= (A_1 i \gamma q_1 \cos(q_2 y) + C_2 i \gamma S_2 \cos(S_2 y))e^{i(\omega t - \gamma x)}; \\
 \vartheta_1 &= (-A_1 q_2^2 \sin(q_2 y) - C_2 \gamma^2 \sin(S_2 y))e^{i(\omega t - \gamma x)}.
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

На контакте $y = \pm L/2$ выполняются условия равенства перемещений и напряжений

$$\begin{aligned}
 u_1^{(1)}|_{y=L/2} &= u_1^{(2)}|_{y=L/2}; & u_1^{(2)}|_{y=L/2} &= u_1^{(3)}|_{y=-L/2}; \\
 \vartheta_1^{(1)}|_{y=L/2} &= \vartheta_1^{(2)}|_{y=L/2}; & u_1^{(2)}|_{y=-L/2} &= u_1^{(3)}|_{y=-L/2}; \\
 \sigma_{yy}^{(1)}|_{y=L/2} &= \sigma_{yy}^{(1)}|_{y=L/2}; & \sigma_{yy}^{(2)}|_{y=-L/2} &= \sigma_{yy}^{(3)}|_{y=-L/2}; \\
 \sigma_{xy}^{(1)}|_{y=L/2} &= \sigma_{xy}^{(1)}|_{y=L/2}; & \sigma_{xy}^{(2)}|_{y=-L/2} &= \sigma_{xy}^{(3)}|_{y=-L/2}.
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

На свободной поверхности $y = l + L/2$ ставится условие свободы от напряжений

$$\sigma_{\alpha\alpha}^{(1)} = \sigma_{\alpha\alpha}^{(1)} = 0.
 \tag{13}$$

Для определения произвольных постоянных A_j, B_j, C_j, D_j ($j = 1, 2, 3$) используем граничные условия жесткого контакта (12) и (13). В результате получим 12 алгебраических уравнений с 12 неизвестными в виде

$$[S]\{q\} = \{0\},
 \tag{14}$$

где $[S]$ – квадратная матрица (12x12), элементы которой выражаются через тригонометрические и экспоненциальные функции. Необходимым и достаточным условием существования решения этой системы является равенство нулю ее детерминанта.

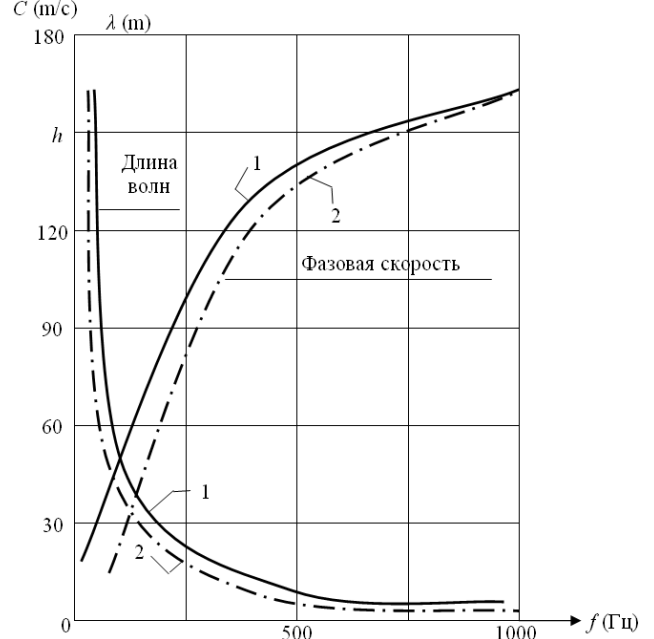
В качестве тестовых задач приведем элементы дисперсионного уравнения для двухслойных тел со свободными поверхностями. Рассмотрим следующие два случая:

1. Пусть $s < c_{s2}$, тогда q_j и S_j являются действительными числами. Тогда частотное уравнение принимает следующий вид:

$$|\Delta(\hat{a}_{ij})| = 0, \quad i = 1, 2, \dots, 8; \quad j = 1, 2, \dots, 8;
 \tag{15}$$

где $a_{11} = q_2 \cos(q_2 L/2)$, $a_{12} = s_1 \cos(s_1 L/2)$,
 $a_{13} = q_1 e^{-q_2 L/2}$, $a_{14} = s_2 e^{-s_2 L/2}$, $a_{21} = -q_2^2 \sin(q_2 L/2)$,
 $a_{22} = -\gamma^2 \cos(s_1 L/2)$, $a_{41} = 2q_1^2 \sin(q_1 L/2)$,
 $a_{42} = s_1^2 + \gamma^2 \sin(s_1 L/2)$,
 $a_{43} = -\rho_1 E_{22}^2 (s_2^2 + \gamma^2) e^{-s_2 L/2}$,
 $a_{44} = -\rho_1 E_{22}^2 s_2^2 + \gamma^2 e^{-s_2 L/2}$, $\rho_0 = \rho_2 / \rho_1$,
 $E_{11} = C_{p2} / C_{p1}$, $E_{22} = C_{s2} / C_{s1}$.

Исследуем изменения фазовой скорости C_{RJ} в зависимости от длины волны, геометрических и физико-механических параметров системы. В рассматриваемом случае (если $E_1 = E_2$; $v_1 = v_2$; $\rho_1 = \rho_2$, тогда слои и среды работают как одно целое) $\gamma = \gamma_R$, где $\gamma_R = 2\pi/\lambda$ – действительная часть волнового числа; λ – длина волны; $C = \omega/\gamma_R$. Частотное уравнение (15) решено методом Мюллера. Заметим, что предложенный алгоритм расчета корней уравнения дает удовлетворительные результаты для малых и больших волновых чисел. Численные результаты получены при следующих параметрах слоя и окружающей ее среды: $C_{p1} = 2300$ м/с, $C_{s1} = 1300$ м/с, $v_1 = 0,35$, $\rho_1 = 0,12$ кг/м³; $C_{p2} = 5400$ м/с, $C_{s2} = 3100$ м/с, $v_2 = 0,3$, $\rho_2 = 0,28$ кг/м³. На рисунке 2 изображено сравнение теоретических (сплошная линия) и экспериментальных (пунктирная линия) результатов [3]. Из рисунка 2 видно, что при длинных волнах теоретические и экспериментальные результаты почти совпадают с разницей 10-15 %.



1 – теоретические результаты;
 2 – экспериментальные результаты;
 Рисунок 2 – Кривая изменения фазовых скоростей изгибных волн напряжения S и длины волны λ в зависимости от частоты

Исследовано изменение первых пяти фазовых скоростей от длины волны λ для значений параметров $\alpha = 1$.

Результаты расчетов представлены на рисунке 3. Анализ графиков рисунка показывает, что коренное влияние соприкосновения тела с основанием проявляется в области низких частот, когда соотношения $h/\lambda < 0,12$.

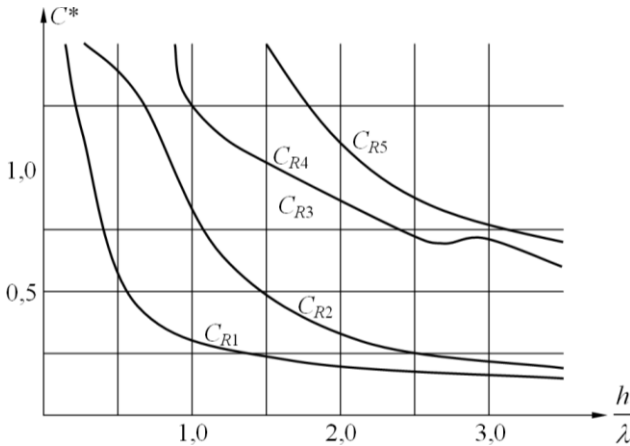


Рисунок 3 – Изменение фазовых скоростей C_R^* в зависимости от длины волн

2. Пусть $s > c_{s2}$, тогда q_j и S_j являются комплексными числами. В этом случае корни частотного уравнения (15) станут мнимыми, т.е. свободные волны не существуют.

Рассмотрим распространение свободных волн в полосе, находящейся в упругой безграничной среде (рисунок 1). Тогда решение уравнения (1) с учетом (2) примет вид:

при $-L/2 \leq y \leq L/2$

$$u_2 = i\gamma(A_2q_2 \cos q_2y + B_2q_2 \sin q_2y + C_2S_2 \cos S_2y + D_2S_2 \sin S_2y)e^{i\omega t - \gamma x};$$

$$\vartheta_2 = (-A_2q_2^2 \sin q_2y - B_2q_2^2 \cos q_2y - C_2\gamma^2 \sin S_2y - D_2\gamma^2 \cos S_2y)e^{i\omega t - \gamma x};$$

при $y \geq L/2$ и $y \leq -L/2$

$$u_1 = i\gamma(A_1q_1e^{q_1y} + B_1q_1e^{-q_1y} + C_1S_1e^{S_1y} + D_1S_1e^{-S_1y})e^{i\omega t - \gamma x};$$

$$\vartheta_1 = -A_1q_1^2e^{q_1y} - B_1q_1^2e^{-q_1y} - C_1\gamma^2e^{S_1y} - D_1\gamma^2e^{-S_1y}e^{i\omega t - \gamma x}.$$

Здесь $A_1, B_1, C_1, D_1, A_2, B_2, C_2, D_2$ – произвольные постоянные;

$$q_j = \gamma \sqrt{1 - \frac{C^2}{C_{pj}^2}}; \quad s_j = \gamma \sqrt{1 - \frac{C^2}{C_{sj}^2}}; \quad \tau = 1, 2.$$

Введены параметры $\rho_0 = \rho_1 / \rho_2$; $\overline{C_p} = C_{p1} / C_{p2}$; $\overline{C_2} = C_{s1} / C_{s2}$.

Рассмотрим дисперсионное соотношение для симметричных волн. В этом случае перемещение среды при $y \geq L/2$ и $y \leq -L/2$

$$u_1 = -B_1i\gamma q_1 e^{\mp q_1y} - D_1i\gamma s_1 e^{\mp S_1y} e^{i\omega t - \gamma x};$$

$$v_1 = \mp B_1q_1^2 e^{\mp q_1y} \mp D_1\gamma^2 s_1 e^{\mp S_1y} e^{i\omega t - \gamma x}.$$

Перемещения слоя $-L/2 \leq y \leq L/2$ принимает следующий вид:

$$v_2 = -A_2q_2^2 \sin q_2y - C_2\gamma^2 s_1 \sin s_2y e^{i\omega t - \gamma x};$$

$$u_2 = A_2i\gamma q_2 \cos q_2y + C_2i\gamma s_2 \cos s_2y e^{i\omega t - \gamma x}.$$

На границе контакта $y = \pm L/2$ выполняются условия равенства напряжений и перемещений $|a_{ij}| = 0$; $i = 1, 2, 3, 4$; $j = 1, 2, 3, 4$;

где $a_{11} = q_2 \cos \frac{q_2L}{2}$; $a_{21} = -q_2^2 \sin \frac{q_2L}{2}$;

$$a_{12} = S_2 \cos \frac{S_2L}{2}$$
; $a_{13} = q_1 e^{-q_1 \frac{L}{2}}$; $a_{14} = S_1 e^{-S_1 \frac{L}{2}}$;

$$a_{22} = -\gamma^2 \sin \frac{S_2L}{2}$$
; $a_{23} = -q_1^2 e^{-q_1 \frac{L}{2}}$; $a_{24} = \gamma^2 e^{-\frac{S_1L}{2}}$;

$$a_{32} = -S_2\gamma^2 (1 - v_2) \cos \frac{q_2L}{2}$$
;

$$a_{33} = -\rho_0 \overline{\epsilon_p} q_1^2 q_1^2 - v_1 \gamma^2 e^{-\frac{q_1L}{2}}$$
;

$$a_{42} = s_2^2 + \gamma^2 \sin \frac{S_2L}{2}$$
; $a_{34} = -\rho_0 \overline{c_p} s_1 \gamma^2 (1 - v_1) e^{\frac{\rho_1 L}{2}}$;

$$a_{41} = 2q_2^2 \sin \frac{q_2L}{2}$$
; $a_{43} = -2\rho_0 \overline{c_p} q_1^2 e^{-\frac{q_1L}{2}}$;

$$a_{44} = -\rho_0 \overline{c_p} s_1^2 + \gamma^2 e^{-\frac{S_2L}{2}}.$$

При соотношениях параметров $\rho_0 > 1$; $\overline{C_p} > 1$ и значениях $C_{p2} = 2300$ м/с; $C_{s2} = 1311$ м/с; $C_{p1} = 5400$ м/с; $C_{s1} = 3196$ м/с; $v_2 = 0,35$; $v_1 = 0,3$; $\rho_2 = 0,126$ кг.с²/м⁴; $\rho_1 = 0,283$ кг.с²/м⁴ проведен расчетный эксперимент, результаты которого приведены на рисунке 4.

В этом случае безразмерные фазовые скорости $\chi = C/C_{p2}$ являются действительными и $\chi = f(C/\lambda)$. Численные результаты получены при различных значениях n . Анализ результатов вычислений показывает, что с увеличением n фазовые скорости пропорционально увеличиваются. В дальнейшем при $L/\lambda \rightarrow \infty$ фазовые скорости не изменяются.

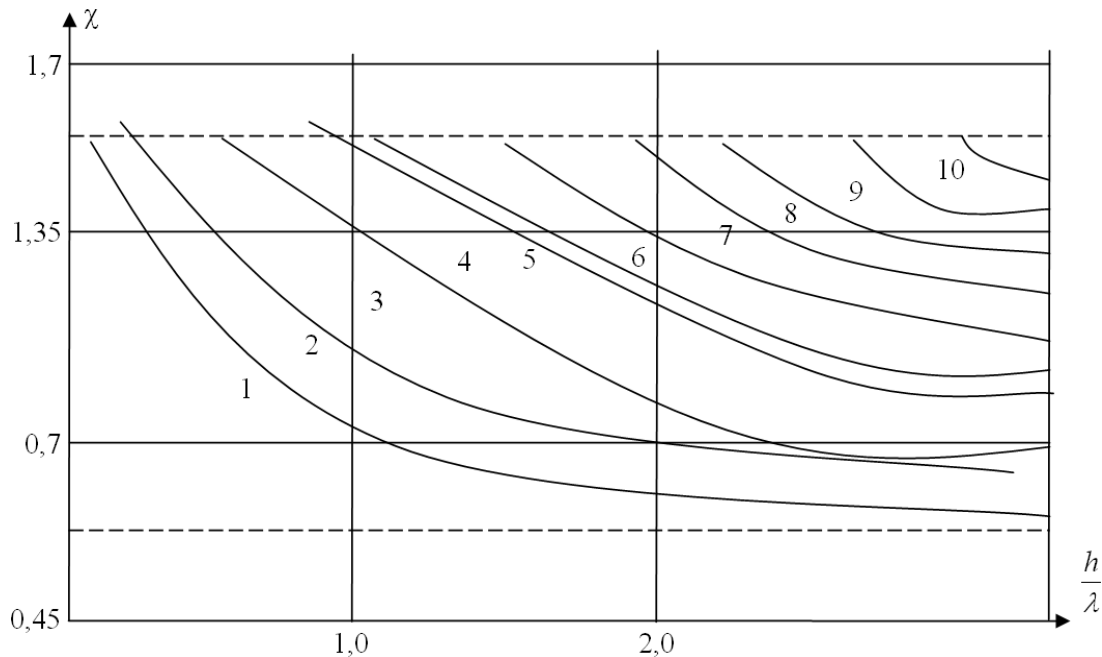


Рисунок 4 – Дисперсионные кривые фазовых скоростей распространения волн напряжения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мендальштаг Л.И. Лекции по теории колебаний. М.: Наука, 1972. 470 с.
2. Мячков В.И., Григорьев И.В. Расчёт тонкостенных оболочечных конструкций на ЭВМ: Справочник. М.: Машиностроение, 1981. 210 с.
3. Наймарк М.А. Линейные дифференциальные операторы. М.: Наука, 1968. 528 с.

УДК 69.059
ПУГУЖНОВ Ж.С.,
КУРОХТИНА Ю.,
КУРОХТИНА И.А.

О вопросах экспертного обследования объектов промышленного и гражданского назначения

С увеличением темпов застройки городских территорий мы все чаще сталкиваемся с проблемой обеспечения надежности возводимых и существующих зданий и сооружений. Большинство из этих объектов представляют собой здания и сооружения различного функционального назначения. Со временем в силу воздействия природных (техногенных) и технических факторов они подвергаются физическому износу (коррозия, деформация и прогибы, повреждения и разрушения). Установлено, что 42% всех повреждений возникают до начала проведения строительных работ (из-за недостаточных предварительных изысканий или ошибок в проектировании); 58% всех повреждений возникают во время возведения (неудовлетворительный монтаж и нарушение технологии производства строительных работ 26%; отсутствие увязки инженерных сетей с рабочим проектом 11%; по другим возможным причинам, к которым можно отнести несогласованность действий генерального проектировщика и подрядных организаций, использование непроектных материалов и материалов с большой неоднородностью физико-механических свойств 21%) [1]. После завершения строительных работ 80% возможных первоначальных

повреждений на новых зданиях возникают примерно в течение первых пяти лет, остальные 20% повреждений возникают по прошествии пяти лет с момента завершения строительства. Для устранения вышеперечисленных причин необходимо разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности зданий и сооружений, которые должны быть определены только после проведенного экспертного обследования. Особенно важно проведение обследований после различных техногенных и природных воздействий (пожары, взрывы, землетрясения и др.), при реконструкции старых зданий и сооружений, что часто связано с изменением действующих нагрузок, функционального назначения зданий и необходимостью учета современных норм проектирования [2].

В последние годы строится много сложных, уникальных, большепролетных, высотных объектов, для которых существующие методы обследования, эффективные для обычных зданий, малоприменимы. Так, с увеличением высотности здания при относительно небольшой площади основания создаются условия, благоприятные для возбуждения колебаний зданий, вызванные воздействием ветровых нагрузок. Учет влияния ветровых нагрузок для

высотных зданий в действующих нормах мало отражен. Что касается большепролетных конструкций, то с увеличением пролетности повышается их общая гибкость: с одной стороны, для таких конструкций прочность и устойчивость по первому предельному состоянию может быть обеспечена излишне, а с другой стороны, жесткость отдельных элементов по второму предельному состоянию не обеспечена. Как скажется на работе всего объекта повышенная гибкость отдельных элементов при обеспеченной достаточной и необходимой прочности и устойчивости всей конструкции – неизвестно.

Особую роль экспертное обследование выполняет в мониторинге деформативного состояния зданий и сооружений для крупных городов и мегаполисов. Масштабное строительство надземных и подземных зданий и сооружений, особенно в стесненных условиях центра города, оказывает существенное влияние на уже построенные объекты, приводит к ухудшению строительных свойств грунтов, что в свою очередь создает дополнительные воздействия в ранее построенных зданиях и увеличивает риск потери их несущей способности.

В настоящее время технология обследования существующих и возводимых зданий и сооружений находится в стадии становления, хотя последние внезапные разрушения зданий как в нашей стране, так и за рубежом вывели эту проблему на одно из первых мест в системе превентивных мероприятий по обеспечению безопасности и надежности промышленных и гражданских объектов.

Впервые вопросы нормирования работ по обследованию технического состояния объектов в Казахстане были отражены в СН РК 1.04-4-02 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений» [3] и РДС РК 07-07-99 (позже РДС РК 1.04-07-02) «Правила оценки физического износа зданий и сооружений» [4]. В данных документах представлена классификация технического состояния зданий и сооружений по категориям, которая не совсем эффективна при экспертном обследовании сложных, уникальных, большепролетных, высотных объектов, так как не учитывает тенденцию развития современных технологий возведения и материалов. Отсутствуют единые нормы на выполнение исполнительной документации при проведении экспертного обследования.

Обойдена стороной проблема надежности и живучести строительных конструкций, тесно связанная с расчетами на воздействие аварийных (запроектных) воздействий, для обеспечения ограниченной работоспособности объекта. А именно ее решение направлено в первую очередь на безопасность жизни людей и сохранность материального фонда. Тогда закономерно возникают два вопроса:

1. До какой стадии предельного состояния доводить здание, чтобы ограниченная работоспособность была приемлема с точки зрения безопасности? Следует также учесть, что попытка обеспечить очень высокую надежность здания на

непроектную чрезвычайную ситуацию может привести к весьма значительному удорожанию объекта при малой вероятности запроектного воздействия.

2. Как повысить существующий уровень живучести при условии несоблюдения достаточной живучести?

Одним из вариантов решения данной проблемы может служить такой комплексный подход, представленный на рисунке, который состоит из следующих основных этапов:

1. Обследование здания и диагностирование дефектов и повреждений;

2. Предварительная оценка технического состояния объекта и разработка, при необходимости, рекомендаций по восстановлению эксплуатационной пригодности;

3. Оценка технического состояния объекта после выполнения мер по восстановлению эксплуатационной пригодности. При этом необходимо:

- выполнить разработку технического регламента по оценке живучести существующих и вновь строящихся зданий и сооружений;
- создать терминологию и разграничить основные понятия, такие как надежность, долговечность, живучесть, безопасность;
- разработать дифференцированный подход оценки степени разрушения отдельных элементов конструкции и их влияния на общую оценку живучести здания (сооружения);
- оценка живучести здания дается по результатам комплексного обследования здания (сооружения) с обязательным приложением поверочных расчетов на прогрессирующее обрушение;
- для вновь строящихся зданий оценка живучести должна назначаться в зависимости от уровня ответственности здания (сооружения) и учитываться проектом;
- разработка альбома по адаптивному усилению типовых конструкций зданий и сооружений.

4. Оценка живучести объекта и разработка, при необходимости, рекомендаций по адаптивному (приспосабливаемому) усилению по следующим сценариям:

- на развитие критических отказов из-за дефектов и повреждений: оценка живучести здания (сооружения) определяется как для цельной системы, включающей все элементы фундаментного и верхнего строения с учетом взаимосвязей между ними;
- на непроектную ЧС: оценка живучести здания (сооружения) определяется для отдельных конструктивных элементов, способных привести к аварийной ситуации или разрушениям;

5. Заключительная оценка технического состояния и выдача сертификата надежности и живучести объекта.

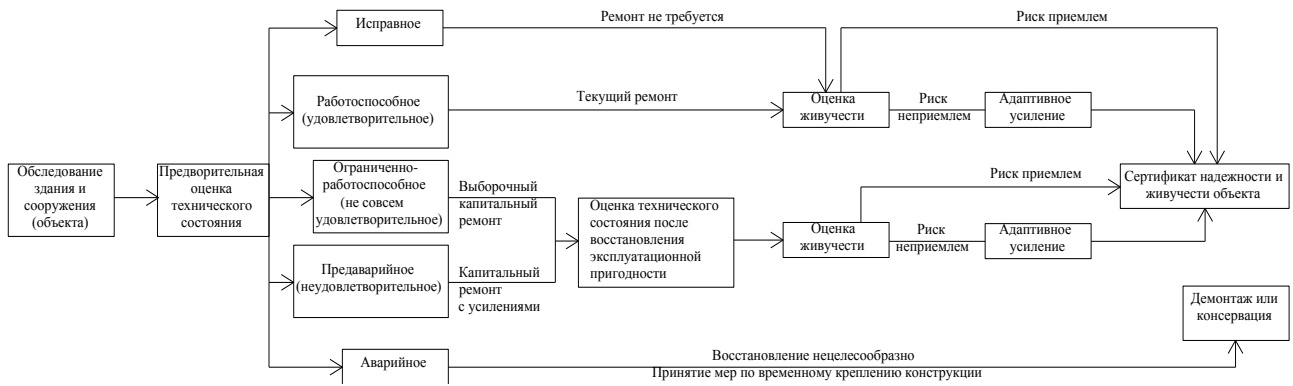
Исходя из вышеизложенного, разработка нового документа по «Обследованию и оценке технического состояния зданий и сооружений» с учетом надежности и живучести – неотложная задача специализированных организаций, проводящих

экспертное обследование гражданских и промышленных зданий и сооружений.

В последнее время появилось много предложений по контролю технического состояния (мониторинга) несущих конструкций строений с использованием автоматических станций, работающих непрерывно (круглосуточно) в режиме реального времени. Однако контроль технического состояния зданий в настоящее время нельзя осуществить автоматически, так как это состояние определяется на основе поверочных расчетов с уточненными по результатам обследования реальными прочностными характеристиками материала конструкций и расчетной схемой объекта, что пока не поддается полной автоматизации. Контроль же отдельных параметров ограниченного числа несущих элементов, как правило, не дает достоверной информации о реальном техническом состоянии здания. Документа, регламентирующего использование автоматических станций для контроля технического состояния несущих конструкций и всего объекта в целом в Казахстане, нет.

Существующие методы определения технического состояния зданий и сооружений, основанные на традиционном обследовании конструкций, выявлении дефектов и последующем отслеживании изменения этих и возникновения новых дефектов, не эффективны при массовой эксплуатации большого числа зданий и сооружений в силу их высокой трудоемкости, стоимости и продолжительности выполнения инструментальных работ. В связи с этим возникает задача разработки других технологий обследования, позволяющих оценивать напряженно-деформированное состояние конструкций.

Учитывая актуальность и важность вопросов обследования технического состояния строящихся и находящихся в эксплуатации зданий и сооружений, а также то, что в Казахстане (не только в г. Астане) строится большое количество сложных, уникальных, большепролетных, высотных объектов, назрела острая необходимость в создании нормативной базы по данному вопросу. И основной задачей экспертного обследования должно явиться формирование банка данных технического состояния гражданских и промышленных объектов Республики Казахстан. А также ужесточение правил выдачи лицензий организациям, проводящим экспертное обследование. Проведение регулярного сплошного экспертного обследования объектов гражданского и промышленного назначения позволит в дальнейшем получать актуальную подробную информацию о техническом состоянии каждого объекта. Для этого в крупных городах должна действовать система планирования капитального ремонта, основанная на данных экспертного обследования, что в свою очередь повысит эффективность расходов на ремонтные работы, обеспечивая первоочередное выполнение работ по конструкциям, инженерному оборудованию и системам, состояние которых по результатам обследования требует особого внимания.



Комплексная методика обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буркхард Т. Мониторинг строительных конструкций для обеспечения безопасности и сохранности зданий и сооружений // Строительная газета. 2005. № 32. 19.09.2005.
2. Гиндоян А.Г. Вопросы обследования технического состояния зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 2. 10.03.2006.
3. СН РК 1.04-04.2002 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений».
4. РДС РК 1.04-07-02 «Правила оценки физического износа зданий и сооружений».

Раздел 5

Автоматика. Энергетика.
Экономика

УДК 629.12.05

НАБИЕВ Н.К.

Диагностика подшипников буксовых узлов на основе метода идентификационных измерений

Большую роль в экономическом и социальном развитии государства играет железнодорожный транспорт. Повышение активности использования железнодорожного транспорта отражается на техническом состоянии ходовых частей подвижных составов. В наибольшей степени износу и различным механическим повреждениям подвержен основной узел вагонов – колесная пара. Колесные пары несут на себе массу всего вагона и груза, направляют вагон относительно рельсового пути и воспринимают жесткие и разнообразные по направлению удары от неровности пути. Исправность данного узла влияет в первую очередь на безопасность движения.

При эксплуатации колесных пар РУ1-950 (РУ1Ш-950) наибольшее количество повреждений приходится на буксовый узел (рисунок 1) с установленными роликовыми подшипниками качения.

Существует множество автоматизированных приборов для

определения технического состояния буксового узла и методов диагностики. В большинстве случаев эти методы основаны на использовании анализа спектральных характеристик вибрационного сигнала и не обеспечивают достаточного диагностирования состояния подшипников буксовых узлов из-за отсутствия единой методики распознавания и идентификации всех возникающих дефектов по множеству характеристик, что приводит к их пропуску или ложному выявлению.

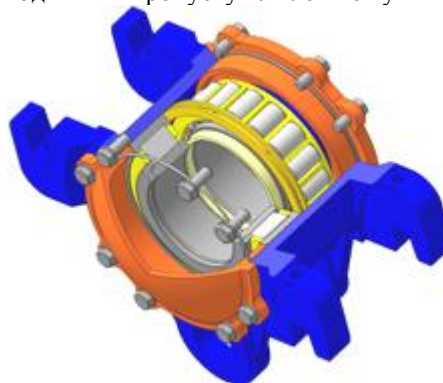


Рисунок 1 – Буксовый узел колесной пары

Целью работы стала разработка автоматизированной системы диагностики и

мониторинга (АСДМ) технического состояния роликовых подшипников качения в собранной буксе на колесной паре.

Авторами предложена двухуровневая система: нижний уровень отвечает за сбор информации, верхний – за принятие решения. Предложенная структура АСДМ представлена на рисунке 2.

На нижнем уровне, системе регистрации, расположен измеритель вибраций цифровой АТТ-9002 фирмы АКТАКОМ, обеспечивающий измерение, преобразование, контроль технологических параметров. Процессор виброанализатора АТТ-9002 производит регистрацию виброскорости, виброускорения, их среднеквадратические и пиковые значения.

На верхнем уровне системы, системе обработки, располагается рабочее место оператора: IBM-совместимый персональный компьютер, оборудованный портом последовательного интерфейса RS232 для связи с виброанализатором АКТАКОМ. Компьютер находится под управлением операционной системы Windows. Программный пакет LabVIEW Run-Time Engine, установленный на компьютере, является рабочей средой, обеспечивающей функционирование программной части системы автоматизации и контроля, отвечающей за интерфейс с оператором.

Функционирование программной части АСДМ основывается на использовании интегрального метода идентификационных измерений [2], позволяющего эффективно выявлять основные дефекты на основе использования максимального количества характеристик вибросигнала для идентификации и распознавания. В настоящее время в теории обработки сигналов используются временная, вероятностная, корреляционная и спектральная характеристики. Однако авторами предлагается использовать характеристики не только основного сигнала, но и его приращения.

Следовательно, для идентификации и распознавания используется максимальное количество характеристик виброизмерений, благодаря которым можно получить более объективную и точную информацию о дефекте.

Каждая характеристика вибросигнала и ее приращения измеряется путем преобразования

$$IdP = IdP X_i, \quad (1)$$

где IdP – идентификационный параметр;

X_i – квантованные или дискретизированные значения характеристик сигнала.

Полученные численные значения называются идентификационными параметрами соответствующих характеристик, которые сводятся в базу данных вибросигналов.

На первоначальном этапе (этапе обучения) искусственно создаются различные типичные дефекты в подшипниках с получением эталонного значения характеристик сигналов, которые сводятся в эталонную базу данных, реляционная модель которой приведена в таблице 1.

После создания баз данных эталонных измерений проводят измерение идентификационных параметров $Id^H P$ исследуемого вибросигнала $X_{II}(t)$. Полученные численные и классификационные оценки идентификационных параметров исследуемого сигнала последовательно сравниваются со всеми эталонами по принципу «один – со всеми».

При этом для числовых параметров вычисляются отклонения $\Delta Id_i M$ и $\Delta Id_i B$:

$$\Delta Id_i^P = \frac{Id_i^E - Id_i^Y}{Id_i^Y} 100 \%. \quad (2)$$

По идентификационной шкале эталонных сигналов [2] составляется реляционная модель классификационной части базы данных эталонных вибросигналов дефектов и исследуемых вибросигналов подшипников буксовых узлов колесных пар.

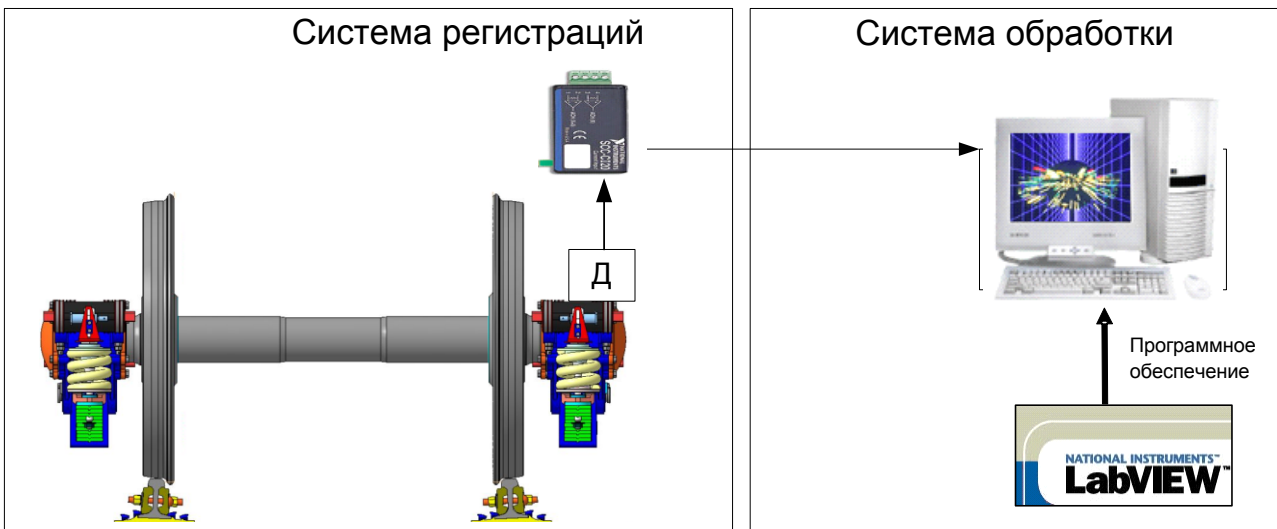


Рисунок 2 – Структура автоматизированной системы диагностики и мониторинга подшипников буксовых узлов

Таблица 1 – Реляционная модель базы данных по измерениям распределения мгновенных значений

Имя файла	Дефект подшипника	Измерения распределения мгновенных значений			
		Функции сигнала			
		временная	вероятностная	корреляционная	спектральная
File-name1.txt	Дефект 1	$IdM^p_{1(TI)}$	$IdM^p_{1(HI)}$	$IdM^p_{1(CI)}$	$IdM^p_{1(SI)}$
...
File-nameI.txt	Дефект I	$IdM^p_{i(TI)}$	$IdM^p_{i(HI)}$	$IdM^p_{i(CI)}$	$IdM^p_{i(SI)}$
...
File-nameN.txt	Дефект N	$IdM^p_{N(TI)}$	$IdM^p_{N(HI)}$	$IdM^p_{N(CI)}$	$IdM^p_{N(SI)}$

Полученные идентификационные параметры $IdM^p_{i<F>}$ путем интерполяции будем сравнивать с отметкой шкалы, и в результате полученные значения будут являться комплексными эталонными характеристиками $\pm \langle A^p_{i(F)} \rangle$. Знак «±» перед лингвистической характеристикой определяется

$$\langle \pm \rangle = \begin{cases} +1, & \text{если } 0 < Id\hat{A}^p_{iF} < 1 \\ -1, & \text{если } Id\hat{A}^p_{iF} > 1 \end{cases} \quad (3)$$

Классификационные параметры исследуемого сигнала и эталонов сравниваются между собой по принципу дихотомии «равен – не равен»:

$$d^i_{i<F>} = \begin{cases} 1, & \text{если } \pm \langle A^p_{i(F)} \rangle = \pm \langle A^E_{i(F)} \rangle \\ 0, & \text{если } \pm \langle A^p_{i(F)} \rangle \neq \pm \langle A^E_{i(F)} \rangle \end{cases} \quad (4)$$

Таким образом, формируются массивы в виде баз данных результатов сравнения, которые служат предметом дальнейшего анализа.

Далее получаем таблицу сравнения эталонных и исследуемых вибросигналов и составляем интегральные оценки:

- интегральная оценка критерия минимума ΔIdM ;
- интегральная оценка критерия минимума ΔIdB ;
- интегральная оценка критерия максимума $MeanP$.

В таблице 2 приведена экспериментальная модель базы данных интегральных оценок, полученная после проведения диагностики колесной пары.

Согласно данным приложенного метода для постановки диагноза могут быть сформулированы следующие правила.

1. По критерию минимума $\Delta IdM = \min: (\Delta IdM = 32,5 \% = \min; \Delta IdB = 11,6 \%, meanP = 0,875; Mean = 22 \%)$, в соответствии с которым тестовый подшипник

имеет дефект в виде сломанного сепаратора с пропилом внешнего кольца.

2. По критерию минимума $\Delta IdB = \min$: ($\Delta IdB = 38,7\%$; $\Delta IdM = 6,8\% = \min$, $meanP = 0,75$; $mean = 22,7\%$), в соответствии с которым тестовый подшипник имеет дефект в виде сломанной перегородки.

3. По критерию максимума $Mean-P = \max$: ($\Delta IdM = 42,1\%$; $\Delta IdB = 19,5\%$, $meanP = 1 = \max$; $mean = 30,8\%$), в соответствии с которым тестовый подшипник имеет дефекты в виде сломанной перегородки и раковины внешнего кольца.

4. По критерию минимума $Mean = \min$: ($\Delta IdM = 32,5\%$; $\Delta IdB = 11,6\%$, $meanP = 0,875$; $mean = 22\% = \min$), в соответствии с которым тестовый подшипник имеет дефект в виде сломанного сепаратора с пропилом внешнего кольца.

Предложенная автором автоматизированная система мониторинга и диагностики позволяет выявлять основные дефекты подшипников в собранной буксе, возникающие при эксплуатации

подвижных составов: перекос внутреннего кольца, перекос наружного кольца, износ наружного кольца, раковины на наружном кольце, износ внутреннего кольца, раковины на внутреннем кольце, износ тел качения (роликов) и сепаратора, раковины, сколы на телах качения (роликах), дефекты смазки.

Предложены критерии выбора, на основании которых оператор-эксперт выносит заключение о причинах неисправности в виде дефекта.

Автоматизированная система мониторинга и диагностики подшипников буксовых узлов была разработана на кафедре «Радиоэлектроники и телекоммуникаций» СКГУ им. М. Козыбаева и в настоящее время внедряется в технологический процесс по обслуживанию и ремонту колесных пар на АО «ЗИКСТО», г. Петропавловск.

Таблица 2 – Модель базы данных интегральных оценок

Наименование дефекта	Файл исследуемого сигнала	Интегральные оценки			
		ΔIdM	ΔIdB	$MeanP$	$Mean$
Сломанный сепаратор с пропилом внешнего кольца	1t_0.txt	32,467	11,562	0,875	22,014
Износ наружного кольца	1t_0.txt	34,567	14,784	0,625	24,675
Износ внутреннего кольца	1t_0.txt	41,173	8,1875	0,5	24,68
Сломанная перегородка	1t_0.txt	38,66	6,7867	0,75	22,723
Сломанная перегородка и раковина внешнего кольца	1t_0.txt	42,118	19,487	1	30,803
Перекос внутреннего кольца	1t_0.txt	43,791	13,998	0,75	28,895
Раковины, сколы на телах качения (роликах)	1t_0.txt	46,426	23,492	0,75	34,959
Дефект смазки	1t_0.txt	57,841	25,696	0,5	41,769

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швалов Д.В, Шаповалов В.В. Системы диагностики подвижного состава. М.: Маршрут, 2005. 286 с.
 2. Кликушин Ю.Н., Кошек К.Т. Методы и средства идентификационных измерений сигналов. Петропавловск: Изд-во СКГУ им. М. Козыбаева, 2007. 186 с.

УДК 621.311.075
АХМЕТБАЕВ Д.С.

Системные функции сопротивления как основа математического моделирования режимов электрических цепей

В теории электрической цепи широко применяется метод системных функций, сущность которого заключается в определении отношения вынужденной реакции цепи к возмущению [1]. Если принимать в качестве возмущения воздействия задающих токов и в качестве реакции электрической цепи на это возмущение узловые падения напряжения, то системные функции, характеризующие свойства цепи, будут иметь размерность сопротивления.

Аналитическая связь между задающими токами и узловыми падениями напряжения может быть найдена решением системы узловых уравнений

$$\left. \begin{aligned} Y_{11}\dot{U}_{\Delta 1} - Y_{12}\dot{U}_{\Delta 2} - \dots - Y_{1n}\dot{U}_{\Delta n} &= \dot{J}_1 \\ -Y_{21}\dot{U}_{\Delta 1} - Y_{22}\dot{U}_{\Delta 2} - \dots - Y_{2n}\dot{U}_{\Delta n} &= \dot{J}_2 \\ - & - & - & - & - \\ -Y_{n1}\dot{U}_{\Delta 1} - Y_{n2}\dot{U}_{\Delta 2} - \dots + Y_{nm}\dot{U}_{\Delta n} &= \dot{J}_n \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

например, для n -го узла:

$$\dot{U}_{\Delta n} = \frac{\Delta_{n,1}}{\Delta} \underline{j}_1 + \frac{\Delta_{n,2}}{\Delta} \underline{j}_2 + \dots + \frac{\Delta_{n,n}}{\Delta} \underline{j}_n,$$

где Δ – главный определитель системы;
 Δ_{in} – алгебраические дополнения элемента (i, n) определителя Δ .

Введя обозначения

$$\frac{\Delta_{n,1}}{\Delta} = \underline{Z}_{n1}, \frac{\Delta_{n,2}}{\Delta} = \underline{Z}_{n2}, \dots, \frac{\Delta_{n,n}}{\Delta} = \underline{Z}_{nm} \quad - \text{ уравнение}$$

запишем в виде:

$$U_{\Delta n} = \underline{Z}_{n1} \underline{j}_1 + \underline{Z}_{n2} \underline{j}_2 + \dots + \underline{Z}_{nm} \underline{j}_n, \quad (2)$$

где $\underline{Z}_{n1}, \underline{Z}_{n2}, \dots, \underline{Z}_{nm}$ – частные системные функции сопротивления.

Уравнение (2) может быть записано в матричной форме:

$$\dot{U}_{\Delta} = \underline{Z} \cdot \underline{j}, \quad (3)$$

которое полностью совпадает с обращенной формой уравнения узловых напряжений [2]. Следовательно, системные функции сопротивления, как частный случай системных функций, тождественно равны матрице узловых сопротивлений.

Матрицу узловых сопротивлений используют при исследовании различных режимов электрических сетей с целью обеспечения сходимости итерационных процессов. Поэтому одним из важных моментов при исследовании режимов сложных электрических сетей является определение узловых сопротивлений, т.е. системных функций сопротивления. Методы, основанные на обращении матрицы узловых проводимостей ветвей, для сложных схем оказываются малоприменимыми. Отсюда и множество исследований, направленных на разработку методов определения матриц узловых сопротивлений.

В настоящее время существует ряд принципиальных методов расчета узловых сопротивлений [2-7].

Выбор тех или иных методов расчета узловых сопротивлений зависит непосредственно от индивидуальной характеристики и конфигурации рассматриваемой схемы, так как они реализуются с различными трудностями по мере усложнения исследуемой цепи.

Исследования [4-7] показали целесообразность применения косвенных методов обращения с учетом некоторых особенностей матриц, метода наращивания схем, а также методов, основанных на принципах диакоптики.

Поэтому разработка нового метода расчета матрицы системных функций сопротивления на основе матрицы коэффициентов токораспределения имеет важное как теоретическое, так и практическое значение.

Преобразование уравнений состояния. Токи в ветвях схемы, при известной матрице коэффициентов распределения задающих токов, определяются матричным выражением [2]:

$$\underline{i} = \underline{C} \cdot \underline{j}, \quad (4)$$

где \underline{j} – столбцевая матрица задающих токов;

$\underline{C} = \underline{Y}_a \underline{M}' \underline{Z}$ – прямоугольная матрица

коэффициентов токораспределения;

\underline{Z} – матрица узловых сопротивлений.

Значения токов в ветвях схемы останутся неизменными, если умножить и разделить слева правую часть уравнения (4) на матрицу сопротивлений ветвей и записать в виде:

$$\underline{i} = \underline{Z}_a^{-1} \underline{Z}_a \underline{C} \underline{j}. \quad (5)$$

Тогда матричное уравнение (3) с учетом (5) может быть записано:

$$\dot{U}_{\Delta} = \underline{Z} \underline{M} \underline{i} = \underline{Z} \underline{M} \underline{Z}_a^{-1} \underline{Z}_a \underline{C} \underline{j} = \underline{C}' \underline{Z}_a \underline{C} \underline{j}, \quad (6)$$

где $\underline{Z} \underline{M} \underline{Z}_a^{-1} = \underline{C}'$ – транспонированная матрица

коэффициентов токораспределения;

t – знак транспонирования матриц.

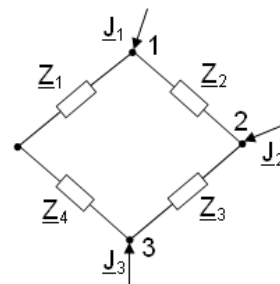
Полученное выражение (6) является решением узлового уравнения, которое по аналогии уравнения (3) позволяет записать матрицу системных функций сопротивления в виде:

$$\underline{Z} = \underline{C}' \underline{Z}_a \underline{C}. \quad (7)$$

Элементы матрицы (7) определяются на основе коэффициентов токораспределения без выполнения каких-либо операций, связанных с обращениями матриц.

Как видно из уравнения (6), при известных коэффициентах распределения узловых токов, для заданного возмущения, всегда можно найти однозначное соответствие реакции схемы исследуемой электрической цепи. Следовательно, при моделировании режимов электрических цепей достаточно найти коэффициенты распределения узловых токов. Для заданной схемы электрической цепи произвольной сложности определение коэффициентов токораспределения не представляет особых трудностей.

С целью демонстрации применения формулы (7) рассмотрим схему электрической цепи, изображенной на рисунке.



Замкнутая электрическая цепь, для которой известна матрица коэффициентов токораспределения [8]:

$$\underline{C} = \frac{1}{\underline{Z}_k} \begin{pmatrix} -\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 & -\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & -\underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 \end{pmatrix},$$

где $\underline{Z}_k = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4$.

Матрица системных функций сопротивления, определяемая выражением (7), в развернутой форме запишется:

$$\underline{Z} = \frac{1}{\underline{Z}_k} \begin{vmatrix} -\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & \underline{Z}_1 & \underline{Z}_1 & \underline{Z}_1 \\ -\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 \\ -\underline{Z}_4 & -\underline{Z}_4 & -\underline{Z}_4 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \underline{Z}_1 \\ \underline{Z}_2 \\ \underline{Z}_3 \\ \underline{Z}_4 \end{vmatrix} \cdot \frac{1}{\underline{Z}_k} \times \begin{vmatrix} -\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 & -\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & -\underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & -\underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 \end{vmatrix} = \frac{1}{\underline{Z}_k} \begin{vmatrix} \underline{Z}_1 \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & \underline{Z}_1 \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1 \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 & \underline{Z}_4 \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 \\ \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 & \underline{Z}_4 \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & \underline{Z}_4 \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 \end{vmatrix} \quad (8)$$

Как видно из (8), в результате матричного произведения трех матриц получены расчетные выражения для элементов матрицы системных функций сопротивления рассматриваемой схемы. Эти же формулы могут быть получены путем обращения матрицы узловых проводимостей

$$\underline{Z} = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 & -\underline{Z}_2 & 0 \\ -\underline{Z}_2 & \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 & -\underline{Z}_3 \\ 0 & -\underline{Z}_3 & \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4 \end{vmatrix}^{-1} = \frac{1}{\underline{Z}_k} \times \begin{vmatrix} \underline{Z}_1(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & \underline{Z}_1(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) \\ \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 & \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) & \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) \end{vmatrix},$$

которые показывают абсолютные совпадения полученных разными способами аналитических выражений.

Узловые падения напряжения, принятые в качестве реакций одноконтурной цепи, определяются в виде:

$$\begin{vmatrix} \dot{U}_{\Delta 1} \\ \dot{U}_{\Delta 2} \\ \dot{U}_{\Delta 3} \end{vmatrix} = \frac{1}{\underline{Z}_k} \begin{vmatrix} \underline{Z}_1(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & \underline{Z}_1(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 \\ \underline{Z}_1(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) & \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) \\ \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 & \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) & \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \dot{j}_1 \\ \dot{j}_2 \\ \dot{j}_3 \end{vmatrix} = \frac{1}{\underline{Z}_k} \begin{vmatrix} \underline{Z}_1(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4)\dot{j}_1 + \underline{Z}_1(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4)\dot{j}_2 + \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 \dot{j}_3 \\ \underline{Z}_1(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4)\dot{j}_1 + (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)(\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4)\dot{j}_2 + \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)\dot{j}_3 \\ \underline{Z}_1 \underline{Z}_4 \dot{j}_1 + \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)\dot{j}_2 + \underline{Z}_4(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3)\dot{j}_3 \end{vmatrix} \quad (9)$$

Полученные аналитические выражения подтверждают правильность выбранного подхода к анализу режимов линейных электрических цепей, так как каждая результирующая строка матрицы (9) соответствует реализации известного принципа наложения.

Выводы

1. Матрица системных функций сопротивления сложной схемы электрической цепи, как частный случай системных функций, совпадет с матрицей узловых сопротивлений.
2. Получено матричное уравнение для системных функций сопротивления, выраженное через матрицы коэффициентов распределения узловых токов.
3. Для разработки математической модели режимов заданной цепи произвольной сложности достаточно знать коэффициенты распределения узловых токов в схеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толстов Ю.Г., Теврюков А.А. Теория линейных электрических цепей. М.: Высшая школа, 1976. 296 с.
2. Мельников Н.А. Матричный метод анализа электрических цепей. М.: Энергия, 1977. 232 с.
3. Хачатрян В.С. Метод расчета узловых сопротивлений сложных схем // Электричество. 1968. № 7. С. 6-11.
4. Хачатрян В.С. Метод расчета узловых сопротивлений при изменении схемы замещения // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. 1966. № 2. С. 71-76.
5. Гераскин О.Т. Пересчет узловых сопротивлений при изменении схемы замещения электрической сети // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. 1970. № 1. С. 162-166.

6. Гераскин О.Т. Выбор оптимальной формулы пересчета матрицы узловых сопротивлений при изменении схемы электрической сети // Изв. вузов СССР. Энергетика. 1971. № 9. С. 14-20.
7. Гераскин О.Т. Диакоптика и разреженность в задаче расчета установившихся режимов больших ЭЭС // Изв. вузов С. 7-12.
8. Ахметбаев Д.С. Математическое моделирование стационарных режимов электрических цепей // Вестн. ПГУ. Павлодар, 2004. № 2. С. 108-114.

УДК 621.365, 621.311

КАШЕВКИН А.А.,
ЖАКИН Б.Б.,
ПУКЕМА В.И.

Повышение эффективности низкочастотной установки индукционного нагрева

В послании «Новое десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана» развитие расширение производства металлургической продукции является одним из приоритетных направлений в индустриальном развитии Казахстана.

В связи с этим важнейшим звеном является развитие технологий индукционного нагрева. В настоящее время индукционный нагрев широко используется в различных технологиях обработки металлов: съём машиностроительных деталей, горячая посадка, пайка, сварка, закалка, нагрев металла перед пластической деформацией и многое другое.

Предлагаем низкочастотную установку индукционного нагрева, разработанную по заказу АО «ЗИКСТО» (г. Петропавловск) [1], на кафедре «Энергетика и приборостроение» Северо-Казахстанского государственного университета им. акад. М. Козыбаева.

Существующие установки индукционного нагрева очень дорогие, в исполнении сложные, имеют недостаточный ресурс эксплуатации, их ремонт и профилактика должны производиться только на предприятии-изготовителе, что связано с дополнительными затратами. Разработанная установка индукционного нагрева обладает рядом преимуществ перед существующими – это высокая эффективность, энергоёмкость, надёжность, мобильность и сравнительно невысокая стоимость. На ней выполняются технологические процессы по ремонту и восстановлению колёсных пар железнодорожного транспорта. Установка индукционного нагрева имеет в своем составе два функциональных блока: переносной нагревательный индуктор в виде двух обмоток и источник питания.

Целью работы стало совершенствование разработанной установки индукционного нагрева с повышенной эффективностью.

Мощность источника питания для существующих установок индукционного нагрева определяется по формуле [2]:

$$P = UI \cos \varphi = 4,44 f \omega \Phi \cos \varphi,$$

где U – напряжение на выходе источника питания;

I – ток в обмотке индуктора;

f – частота напряжения, приложенного к индуктору;

Φ – магнитный поток поля, создаваемого индуктором;

ω – число витков обмотки индуктора.

Проводя анализ данной формулы, отмечаем, что в правой части уравнения имеется частота питания сети (f), от которой зависит мощность индукционной установки, что также следует из [2]. Поэтому, увеличивая частоту, можно увеличить и мощность индукционной установки, что приведет к снижению энергетических затрат при использовании и эксплуатации установки, выражающихся в сокращении времени нагрева деталей, а значит, и к повышению производительности установки нагрева в целом. Также вероятно регулировка напряжения на нагрузке и его индикация по положению ручки переключателя, отградуированной в значениях установленного напряжения.

Предлагаем использовать мостовую схему выпрямления и трансформатор с конденсатором в изобретении [1] для преобразования напряжения, в частности увеличением частоты в 2 раза (с 50 до 100 Гц). С применением в данном источнике питания галетного переключателя станет возможна регулировка выходного напряжения.

На рисунке 1 изображена принципиальная электрическая схема с введенными элементами, повышающими технические характеристики источника питания.

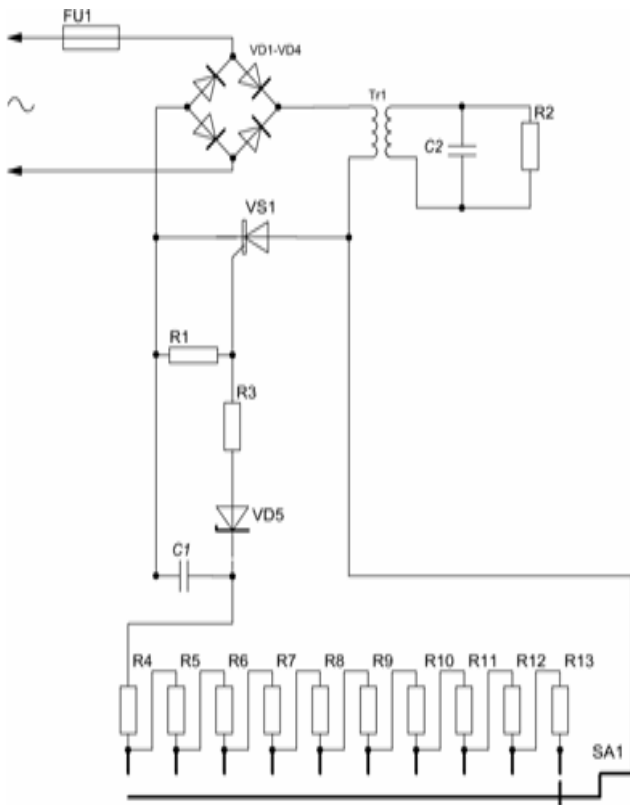


Рисунок 1 – Принципиальная электросхема источника питания

Схема содержит предохранитель FU1, двухполупериодный выпрямитель VD1-VD4, тиристор VS1, резисторы R1...R3, нагрузку R2, конденсаторы C1, C2, диод Зенера VD5, резисторы установки напряжения R4...R13, галетный переключатель SA1.

Путем моделирования в программе Proteus 7 Professional была получена форма напряжения на входе Uс (рисунок 2).

Соответственно, на рисунке 3 изображены эпюры напряжения на нагрузке Uн, т.е. на выходе источника питания, где t_0 – положение переключателя SA1 крайнее правое и напряжение на нагрузке минимальное, а t_1 – положение переключателя SA1 крайнее левое и напряжение на нагрузке максимальное, причем форма напряжения близка к синусоидальной, т.е. в зависимости от положения ручки галетного переключателя меняется амплитуда выходного напряжения источника питания.

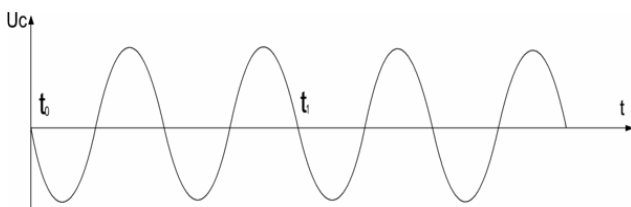


Рисунок 2 – Эпюры напряжения на входе источника питания

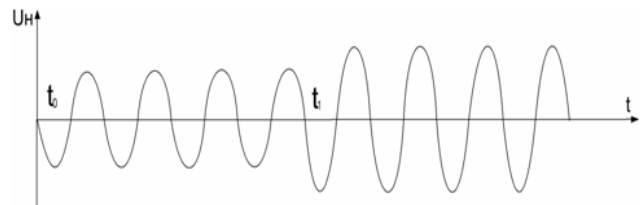


Рисунок 3 – Эпюры напряжения на выходе источника питания

Работа источника питания мобильной установки

индукционного нагрева происходит следующим образом. При подаче напряжения промышленной электросети на устройство конденсатор С1 начинает заряжаться по цепи: предохранитель FU1, первичная обмотка трансформатора, конденсатор С1, резисторы R6...R15, сеть. По достижении уровня напряжения пробоя диод Зенера VD5 пробивается и ток поступает в управляющий электрод тиристора VS1, он открывается и по первичной обмотке трансформатора течет ток. Таким образом достигается непрерывное протекание тока по нагрузке.

Авторами предложено введение в установку индукционного нагрева дополнительных узлов, позволяющих повысить эффективность, надежность, мобильность, снизить экономические затраты

мобильной индукционной установки для демонтажа и посадки при восстановлении колесной пары железнодорожной тележки, обеспечивающей энергоемкий, эффективный (с высоким КПД) и управляемый нагрев. С ростом частоты напряжения питания увеличивается мощность индукционной установки, что в свою очередь ведет к повышению эффективности при эксплуатации на промышленном предприятии. Снижение времени нагрева примерно в полтора раза ведет к уменьшению энергопотребления и росту производительности труда. Разработанная установка может найти применение также и в других технологических процессах машиностроения и в сельском хозяйстве при ремонте и демонтаже конструкций, ковке и пайке деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квитка В.Н., Пукема В.И. Регулятор мощности с диодами Zenera // Заявка № 2009/0047.1
2. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева // Энергия. 1974. 264 с.

УДК 622.831.325.3

БРЮХАНОВ Д.А.,
АВДЕЕВ Л.А.

Разработка автоматизированной системы контроля параметров дегазации на вакуум-насосной станции

Важной задачей процесса дегазации угольных пластов является контроль параметров метановоздушной смеси в трубопроводах. К таким параметрам относятся концентрация метана, давление в трубопроводе, а также скорость (расход) и температура смеси. Обычно контроль параметров смеси производится в трубопроводах стационарных вакуум-насосных станций (ВНС), расположенных на поверхности.

В настоящее время большинство ВНС оснащено устаревшим оборудованием. Контроль и регистрация параметров смеси осуществляется оператором станции по наблюдению за показаниями стационарных приборов, а также при помощи переносной измерительной аппаратуры. Современные технологии позволяют автоматизировать этот процесс и сделать его более эффективным. В связи с этим была спроектирована система непрерывного контроля на основе современных средств автоматизации.

Автоматизированная система контроля параметров дегазации (далее система) разрабатывалась для обеспечения диспетчерской службы шахты оперативной информацией о параметрах работы системы дегазации. Но в связи с тем, что ВНС зачастую удалены от центрального диспетчерского пункта (ЦДП) на значительные расстояния, для обеспечения связи необходимо применять специальные технические средства. Для установок, расположенных на расстоянии до 500 м, возможно применение специальных блоков телеметрии (формирователей-усилителей сигнала) с последовательной передачей информации по кабельной линии. Для более удаленных установок (иногда расстояние может достигать 10 км) дело обстоит сложнее. В этих случаях для передачи информации возможно применение радиостанций.

Проект системы дистанционной передачи информации в ЦДП для удаленных ВНС находится на стадии разработки. Поэтому на первом этапе внедрения автоматизированных систем контроля была предложена организация автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора ВНС.

Основные функции АРМ:

- непрерывный контроль концентрации метана и окиси углерода, а также скорости (расхода), давления и температуры газовой смеси;

- обработка, регистрация и представление оперативной информации о динамике контролируемых параметров в реальном масштабе времени;

- световая и звуковая сигнализация при достижении предельно допустимых режимов работы.

Кроме перечисленных основных функций АРМ в систему было решено ввести несколько дополнительных функций:

- передачи на АРМ информации о состоянии вакуум-насосов (включен/выключен);

- контроля концентрации метана в машинном зале ВНС для обнаружения опасных утечек;

- управления пускателем проветривающего воздушного вентилятора и сигнальным устройством, предупреждающим об опасности в случае утечки.

В соответствии с перечисленными функциями была разработана структурная схема системы (рисунок 1). Схема составлена для наиболее сложного варианта ВНС, включающего два дегазационных трубопровода с четырьмя вакуум-насосами на каждом.

Образующие систему средства автоматизации условно можно разделить на средства нижнего, среднего и верхнего уровней. К нижнему уровню относятся аппаратура контрольно-измерительных

станций (КИС), датчик концентрации метана в машинном зале (ДКМ), сигнальное устройство (СУ), а также пускатель воздушного вентилятора (ПВВ) и пускатели вакуум-насосов.

К верхнему уровню относится персональная ЭВМ оператора (ПЭВМ), включающая специализированное программное обеспечение.

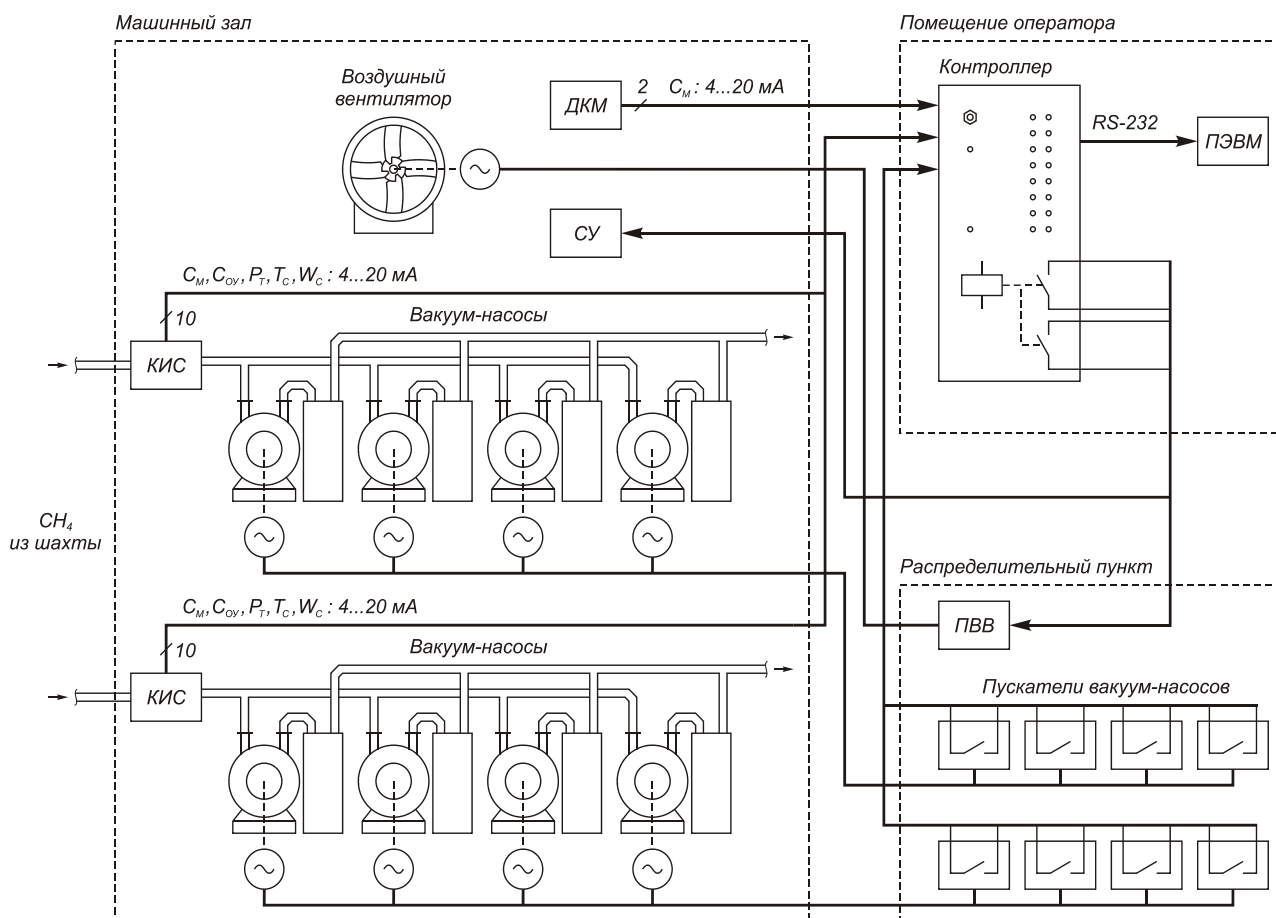
Связь верхнего и нижнего уровней системы должна обеспечиваться при помощи специализированного контроллера, который предстоит разработать.

Нижний уровень разработанной автоматизированной системы контроля, включающий технические средства КИС, ДКМ и СУ, построен на основе комплектной аппаратуры фирмы Woelke Industrieelektronik (Германия).

Контрольно-измерительная станция представляет собой комплект аппаратуры, предназначенный для измерения основных физических параметров метановоздушной смеси в отсасывающем трубопроводе.

Аппаратура КИС обеспечивает:

- измерение концентрации метана (объемной) в диапазоне 0...100 %;
- измерение концентрации окиси углерода в диапазоне 0...500 ppm;
- измерение скорости потока в пределах 2...40 м/с (либо расхода смеси в пределах 0...9,99 м³/с);
- измерение температуры смеси в диапазоне 0...55 °С;



КИС – контрольно-измерительная станция; ДКМ – датчик концентрации метана в машинном зале ВНС; СУ – сигнальное устройство; ПВВ – пускатель воздушного вентилятора; ПЭВМ – персональная ЭВМ оператора; C_M – объемная концентрация метана CH_4 ; C_{O_2} – объемная концентрация окиси углерода CO ; P_T – абсолютное давление в трубопроводе; T_C – температура метановоздушной смеси; W_C – скорость движения смеси

Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированной системы контроля параметров дегазации

- измерение давления в трубопроводе в пределах 400...1400 гПа;
- выдачу информации о перечисленных параметрах смеси в виде токовых сигналов в диапазоне 4...20 мА, а также вывод значений параметров на экран приборов в численном виде;
- искробезопасность и взрывозащищенность всех приборов и электрических цепей;

- бесперебойное питание станции при помощи специального блока искробезопасного питания со встроенными аккумуляторными батареями.

КИС состоит из следующих аппаратов (рисунок 2).

- 1) Взрывозащищенный искробезопасный блок бесперебойного питания USV 4.2d, подключаемый к промышленной сети 660 В. Прибор имеет три выходных цепи, две из которых используются для питания приборов КИС (U_{XX} – напряжение холостого хода, I_{MAX} – ограничение по току):

- выход 1: $U_{XX} = 15 \text{ В}$; $I_{MAX} = 100 \text{ мА}$;
- выход 2: $U_{XX} = 12 \text{ В}$; $I_{MAX} = 500 \text{ мА}$;
- выход 3: $U_{XX} = 12 \text{ В}$; $I_{MAX} = 500 \text{ мА}$.

При отключении сетевого напряжения питание выходных цепей осуществляется от встроенных аккумуляторов, которые при полной зарядке обеспечивают работу с максимальной нагрузкой в течение 8 часов.

2) Датчики (сенсоры-трансммитеры) объемной концентрации метана и окиси углерода типов GMM 01.13.280 и GMM 03.15.280. Датчики оснащены заборными зондами, монтируемыми в трубопроводе. Приборы имеют схожую конструкцию (корпус, дисплей для отображения текущего значения измеряемого параметра, настроечную клавиатуру). Сигнал выдается в цифровой форме по специальному экранированному кабелю.

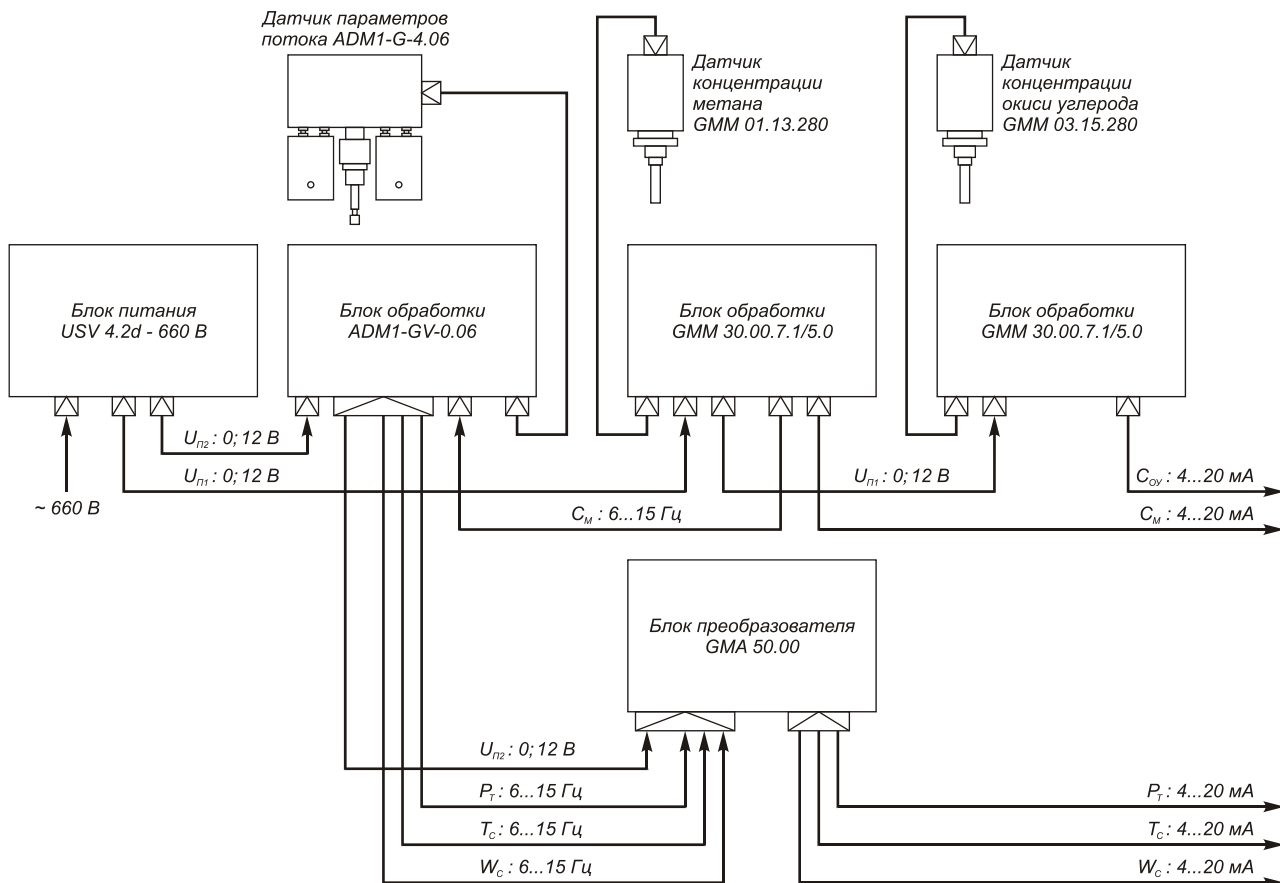
3) Блоки обработки и индикации GMM 30.00.7.1/5.0. Аппараты выполняют обработку цифровых посылок датчиков-газоанализаторов и

выдачу соответствующих им стандартных электрических сигналов. Информация об измеряемом параметре выдается по двум каналам: в виде токового 4...20 мА и частотного 6...15 Гц сигналов, а также выводится на дисплей в численном виде. Прибор служит также для разделения входных питающих и выходных сигнальных проводов по отдельным экранированным кабелям.

4) Датчик параметров потока ADM1-G-4.06, производящий измерение основных физических параметров потока в отсасывающем трубопроводе через заборный зонд, монтируемый в трубопроводе. Чувствительные элементы прибора обеспечивают измерение следующих параметров:

- абсолютного давления смеси в трубопроводе;
- температуры смеси;
- скорости потока.

Информация о перечисленных параметрах выдается в цифровой форме.



$U_{п1}, U_{п2}$ – независимые искробезопасные цепи питания напряжением 12 В; $С_{м}$ – объемная концентрация метана CH_4 ; $С_{оу}$ – объемная концентрация окиси углерода CO ; $Р_{т}$ – абсолютное давление в трубопроводе; $Т_{с}$ – температура метановоздушной смеси; $W_{с}$ – скорость движения смеси

Рисунок 2 – Структурная схема контрольно-измерительной станции

5) Блок обработки и индикации ADM1-GV-0.06, выполняющий обработку цифровых посылок датчика параметров потока и выдачу трех частотных сигналов 6...15 Гц, соответствующих скорости потока, абсолютному давлению и температуре смеси. Прибор имеет дисплей, отображающий значения параметров в численном виде.

6) Блок преобразователя GMA 50.00, служащий для преобразования выдаваемых блоком обработки ADM1-GV-0.06 частотных сигналов в сигналы электрического тока 4...20 мА. Значения входных и выходных сигналов выводятся на дисплей.

Датчик концентрации метана, устанавливаемый в машинном зале, отличается от датчика концентрации метана КИС другим измерительным диапазоном и

конструкцией отборного устройства, предназначенного для открытой среды. В качестве ДКМ может быть применен аппарат GMM 01.04.280.

ДКМ обеспечивает:

- измерение концентрации метана в диапазоне 0...5 %;
- выдачу токового сигнала в диапазоне 4...20 мА;
- взрывозащищенность прибора.

Питание ДКМ должно осуществляться от искробезопасного источника, в качестве которого может быть использован блок бесперебойного питания КИС.

Взрывозащищенное сигнальное устройство типа AVS 4 предназначено для предупреждения рабочего персонала ВНС о возникновении опасных утечек метана в машинном зале. При воздействии на цепи управления аппарат подает круговой красный световой сигнал и пульсирующий высокотоновый звуковой сигнал.

Для передачи в ПЭВМ информации о параметрах дегазации разрабатывается специализированный контроллер, который обеспечивает:

- прием и обработку 16 аналоговых сигналов (от ДКМ и КИС) и 8 дискретных сигналов о состоянии вакуум-насосов (включен/выключен) с цепей пускателей (для системы с двумя контрольно-измерительными станциями 5 каналов аналоговых сигналов остаются резервными);
- гальваническую развязку электрических цепей входных сигналов и цепей питания контроллера;
- передачу информации о входных сигналах в ПЭВМ через интерфейс RS-232 в формате ASCII;
- световую индикацию состояния аналоговых сигналов;
- управление пускателем воздушного вентилятора и сигнальным устройством.

В настоящее время разработана функциональная схема контроллера и определены основные блоки с конкретными схемотехническими решениями.

Контроллер включает следующие элементы:

- блок питания с несколькими источниками напряжения;
- узел гальванической развязки дискретных входных сигналов, выполненный на транзисторных оптопарах;
- узел гальванической развязки аналоговых входных сигналов, состоящий из изолированного коммутатора сигналов и изолированного АЦП с последовательным интерфейсом;
- микроконтроллер, координирующий работу всех узлов и выполняющий функции приема, обработки и выдачи информации;
- систему транзисторных ключей;
- блок светодиодной индикации;
- преобразователь уровней напряжений 5/±10 В для интерфейса RS-232;
- электромагнитное промежуточное реле для включения пускателя воздушного вентилятора и управления сигнальным устройством.

Для организации верхнего уровня АРМ персональная ЭВМ оператора должна быть аппаратно и программно совместимой с контроллером.

Аппаратная совместимость выполняется при наличии в составе ЭВМ последовательного СОМ-порта (интерфейс RS-232).

Программная совместимость требует выполнения нескольких условий:

- 1) необходима разработка специальной программы («драйвера») для считывания персональной ЭВМ информации из последовательного порта;
- 2) для реализации интерфейса пользователя требуется графическое приложение, включающее систему управления базой данных (для этих целей возможно использование SCADA-системы);
- 3) необходимо обеспечить полную программно-информационную совместимость «драйвера» и графического приложения пользователя.

УДК 004.83

ЯВОРСКИЙ В.В.,
КИНТОНОВА А.Ж.

Вопросы организации управления знаниями

Сегодня информационные технологии используются во всех структурах народного хозяйства. Возникает потребность в хранении, обработке и управлении информацией. Это касается как относительно простых систем по управлению документацией и почтовых клиентов, так и сложных систем документооборота, интеллектуальных информационных систем и систем управления знаниями.

Чем больше информационных ресурсов, необходимых для решения тех или иных задач, связано с системой, тем сложнее поиск, навигация и использование этих ресурсов.

Организация должна иметь возможность идентифицировать источник, происхождение, семантику и пути доступа к данным. Метаданные, или «данные о данных», являются ключом для получения этой информации. Но у большинства организаций нет отчетливой стратегии относительно метаданных. Различные подразделения организации используют разные наборы инструментов для поддержки своих данных. Каждому такому набору соответствуют определенные метаданные. Поэтому картина, типичная для многих корпораций, организаций, – это так называемые «острова метаданных», т.е. некоторые объемы информации, которые невозможно связать друг с другом [1].

Знания – это не просто данные или информация, хотя знания связывают и с тем и с другим. Данные – это набор дискретных объективных фактов. Знания можно извлечь из информационных ресурсов подобно тому, как информация извлекается из данных.

На основе понятий, приведенных выше, можно строить определение системы управления знаниями.

Управление знаниями – это процесс создания условий для выявления, сохранения и эффективного использования знаний и информации в некотором сообществе.

Система управления знаниями – совокупность технологических решений для выявления, хранения, передачи, структуризации, обработки, преобразования, распространения и проведения других операций со знаниями и информацией; кроме того, совокупность организационных методов и решений, позволяющих создать условия для эффективного обмена знаниями и информацией.

Для *практической реализации управления знаниями* можно использовать способ представления знаний – *онтологию*. *Онтология* – модель

предметной области. Именно она обеспечивает согласованное понимание предметной области в рамках системы.

Существуют традиционные языки спецификации онтологий (Ontolingua, CycL, языки, основанные на дескриптивных логиках, такие как LOOM, и языки, основанные на фреймах – OKBC, OCML, Flogic). Более поздние языки, основанные на Web-стандартах, такие как XOL, SHOE или UPML, RDF(S), DAML, OIL, OWL, созданы специально для обмена онтологиями через Web.

Система управления знаниями, построенная на онтологии, должна обеспечить: сбор объектов, хранение, распространение, поиск, категоризацию.

Для поиска, категоризации, определения близости объектов в системах управления знаниями применяются *метаданные* (или метайнформация).

Метаданные – особым образом структурированная информация об объектах системы. Метаданные отражают различные качества объекта, такие как *формат, семантику, статус*.

Для эффективного использования метаданных требуются согласованные стандарты их описания. К настоящему времени разработано большое количество *стандартов* метаданных.

Метаданные наиболее часто используются в HTML-документах. Тем не менее, через несколько лет формат XML постепенно вытеснит (хотя и не полностью) HTML, поскольку первый обеспечивает многомерную основу для установления связей между различными данными и не является таким «плоским» как в HTML файлах. Отдельные проекты уже интегрируют свои метаданные в формат XML, остальные обращаются к среде описания ресурсов (Resource Description Framework, RDF) консорциума W3C. В случае использования RDF и XML с документами могут использоваться и быть связанными одновременно различные наборы метаданных – при условии, что конфигурация поисковых машин способна их поддерживать [2].

Из-за многообразия форматов представления информации отдельные области и форматы не полностью описываются отдельными стандартами метаданных. Поэтому другие инициативы, такие как MPEG 7 для цифрового видео и аналогичные работы, привели к возникновению дополнительных структур метаданных, которые можно настроить в соответствии с потребностями структуры и содержания отдельных

областей. Часто они реализуются во внутренних базах данных.

Значение добавления метаданных к электронным ресурсам более всего состоит в предоставлении возможностей более *точного нахождения ресурсов*, обеспечения механизмами фильтрации и отбора и, наконец, предоставления информации о необходимых требованиях к возможностям использования.

Еще большее значение *метаданных* состоит в том, что они способны ускорить процесс *международного доступа к информации*. Метаданные могут быть представлены на языках, отличных от языка самого объекта – повторяющиеся поля позволяют создавать многоязычные метаданные и, таким образом, использовать поисковыми машинами, использующими специальные языковые термины. Что позволит осуществить более сложный поиск, при котором будут выбираться все ресурсы, относящиеся к требуемой тематике даже на другом языке (при условии, чтобы были использованы англоязычные метаданные или средства поиска).

Дальнейшее значение использования метаданных возрастет, как только они будут способны обеспечить описание семантики объектов системы, связи между отдельными частями или другими ресурсами.

Роль метаданных для учебных материалов, а также метаданных для документов, которые могут быть интегрированы в образовательный процесс, будет постоянно возрастать.

Опираясь на работы исследователей в области метаданных, приведем примеры наиболее известных систем метаданных:

- DC – Дублинское ядро метаданных – консорциум W3.

- CSDGM – стандарт для цифровых геопространственных данных. Документ направлен на выработку общей терминологии геопространственных метаданных. Стандарт метаданных GSDGM содержит 334 элемента данных, более 100 из которых служат для описания связей между элементами.

- DIF – формат обмена для справочников геопространственных данных. Структура данных для каталога метаданных, создаваемая NASA и поддерживаемая в США межведомственной рабочей группой по управлению данными для глобального обмена. Стандарт позволяет пользователю определить, содержит ли набор данных релевантную информацию.

- GILS – Глобальная служба поиска информации. GILS обеспечивает доступ частным лицам и организациям к федеральным информационным ресурсам, через общедоступный каталог этих ресурсов.

- MARC – машиночитаемый каталог. Ориентирован на библиотечную практику, имеет конкурирующие версии и высокую стоимость

эксплуатации.

- EAD – кодировка архивных описаний. Набор изначально текстовых метаданных на базе языка разметки SGML, разработанных для нужд архивов и используемых для стандартизации и классификации уникальных архивных материалов, прежде всего рукописей.

- TEI – инициатива по кодированию текстов (<http://www-tei.uic.edu/orgs/tei/>): разработана в Центре электронных текстов Вирджинии.

- Интероперабельность данных в системах электронной коммерции – INDECS (<http://www.indecs.org>). Набор метаданных, который развился из потребностей электронной коммерции в сфере шоу-бизнеса (музыка, зрелища и др.).

- EDIFACT – одна из старейших международных систем метаданных, содержащих правила и структуру описания торгово-транспортных и других коммерческих документов. С 1998 г. поддерживается языком XML.

- MATER – система метаданных, описывающая словари, классификаторы и другие лексикографические данные. Поддерживается стандартами ИСО.

- Кроме этих систем метаданных, включающих развитую семантику, применяются формальные метаданные, использование которых предусмотрено языками разметки и протоколами, принятыми в Интернет. Это HTML или HTTP метаданные – теги <meta>, определяемые соответственно спецификациями RFC 1866 и 2616.

- С учетом массовой миграции Интернет-приложений на язык XML, был предложен так называемый RDF – шаблон описания ресурса – метод обмена метаданными на основе языка XML, разработанный Консорциумом W3 [3].

В целом, различие между традиционными и Web-языками спецификации *онтологий* заключается в выразительных возможностях описания предметной области и некоторых возможностях механизма логического вывода для этих языков. Типичные примитивы языков дополнительно включают:

- Конструкции для агрегирования, множественных иерархий классов, правил вывода и аксиом;

- Различные формы модуляризации для записи онтологий и взаимоотношений между ними;

- Возможность метаописания онтологий. Это полезно при установлении отношений между различными видами онтологий.

Предложенный подход к метаописанию объектов не стремится исключить уже существующие, такие как ключевые слова, структурные метаданные, а, скорее, дополняет их и позволяет расширить возможности и качество работы информационной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мралидхар Прабхакаран (Muralidhar Prabhakaran). Управление метаданными. Сайт <http://www.omg.org/>.
2. Эдриенн Тэнненбаум (Adrienne Tannenbaum). Решения для метаданных (Meta Data Solutions. Addison Wesley, 2002).
3. <http://www.w3.org/Metadata/>

Профилактика травматизма на Актюбинском заводе ферросплавов

Профилактическая работа по предупреждению травматизма на Актюбинском заводе ферросплавов проводится в соответствии с «Положением о службе охраны труда на предприятии», «Положением о СМОТ» и другими директивными документами вышестоящих организаций.

Ежегодно в IV квартале по всем цехам и подразделениям завода составляется «План мероприятий по ОТ и ТБ» на следующий год. Затем все разработанные планы поступают в отдел ОТ и ТБ завода, где составляется общий годовой План мероприятий по ОТ и ТБ по заводу. Не позднее 15 ноября этот план утверждается директором завода и является базовым документом для всех подразделений завода при их работе по ОТ и ТБ в последующем году. Все мероприятия, которые запланированы в утверждённом плане, фактически являются профилактической работой по предупреждению травматизма в подразделениях завода, т.е. профилактикой травматизма.

На Актюбинском заводе ферросплавов в 2006 г. проведены профилактические мероприятия по трём основным составляющим: организационной, технической и санитарно-гигиенической. Профилактическая работа по психофизиологическому методу применяется только как воздействие на подсознание работников агитационными плакатами безопасности.

За 2006 г. были проведены 873 целевые проверки, при этом выявлено 4435 нарушений. Привлечено к материальной и дисциплинарной ответственности 81 инженерно-технический работник (ИТР) и 1340 рабочих, изъято 538 талонов предупреждений по ТБ.

Всего на 2006 год было запланировано 52 мероприятия на сумму 221 млн 627 тыс. тенге. Выполнено 48 мероприятий на сумму 221 млн 189 тыс. тенге (99,9 %). Наиболее эффективными мероприятиями, явились:

- ремонт кровли холодного пролета плавильного цеха (ПЦ) № 1 с устройством водостоков – 40 365 тыс. тенге ;
- устройство приточной вентиляции в ПУ печей – 4000 тыс. тенге;
- ремонт мастерских и АБК в ЦПП (цех шихтоподготовки) – 6720 тыс. тенге;
- ремонт мужских и женских душевых в АБК ПЦ № 3 – 4200 тыс. тенге;
- строительство санузла на участке сепарации в ГОЦ – 152 тыс. тенге;
- монтаж бака для нагрева воды в душевых УРЦП в ГОЦ – 622 тыс. тенге;
- капитальный ремонт с реконструкцией АБК в ЦРМО – 12 532 тыс. тенге;
- капитальный ремонт мужской душевой в РМЦ – 2126 тыс. тенге;

- ремонт бытовых и производственных помещений в ЭРЦ – 299 тыс. тенге;
- реконструкция магистральных ЛЭП-10 кВ на ЦПП (цех переработки шлаков) и ВПП – 10 600 тыс. тенге;
- ремонт АБК на участке газоочисток – 9595 тыс. тенге;
- ремонт бытового корпуса автоучастка ЦПП – 3477 тыс. тенге;
- ремонт стояночного корпуса автоучастка ЦПП – 6782 тыс. тенге;
- ремонт кровли стояночного бокса в АТЦ – 2479 тыс. тенге;
- замена мягкой кровли локомотивного депо в ЖДЦ – 6028 тыс. тенге;
- косметический ремонт вагонного депо ЖДЦ – 1674 тыс. тенге;
- ремонт служебных помещений и душевых в РСЦ – 570 тыс. тенге;
- устройство скатной крыши на столовых № 2 и № 3 – 13 461 тыс. тенге;
- ремонт помещений столовых № 1,2,3 – 18 230 тыс. тенге.

Была приобретена заводом и запущена в эксплуатацию в июле 2006 г. демонтирующая машина BROKK. Демонтирующая машина BROKK выполняет следующие операции: удаление материалов; выемка грунта и бетона; создание проемов; транспортировка грузов. Оператор управляет машиной дистанционно, находясь вне опасной зоны. За прошедший период времени (6 месяцев) при помощи данной машины выполнены работы по разборке ж/б линий печей плавильного цеха № 2, фундаментов газоочистки печи № 12, весов и колонн плавильного цеха №1 общим объемом 184 куб. м; разборка горячей футеровки леточной части печей №№ 13, 14, 15, 17, ковшей изпод металла объемом 13 куб. м за 390 часов. При выполнении этих работ вручную было бы затрачено 4 545 чел./час.

Все рабочие обеспечиваются спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты согласно «Заводским нормам бесплатной выдачи СИЗ». Служба охраны труда ежемесячно контролирует наличие на складе СИЗ, ежедневное их ношение и состояние. Все работники завода обеспечены служебными и санитарно-бытовыми помещениями. Всего на заводе имеется: 76 душевых, 3106 шкафов-раздевалок, 113 туалетов, 135 унитазов, 32 питьевых фонтанчика, 24 сатураторные установки, 44 комнаты приема пищи, 3 столовые, 4 буфета.

В целях снижения заболеваемости и своевременного выявления больных, а также их госпитализации и лечения на заводе имеется филиал медицинского центра (МЦ) «Евразия», где проходят лечение работники и пенсионеры завода. В III квартале все работники прошли ежегодный медосмотр (из 3319 работников прошли 3310). Группа риска 2006

г. – 229 человек; 2005 г. – 71 человек. Из них пролечено в МЦ «Евразия» – 54 человека. В АФ НЦ ГТиПЗ – 23 человека.

Все несчастные случаи, согласно «Правилам расследования и учета несчастных случаев на производстве», расследовались комиссиями под председательством Государственного инспектора труда Департамента Министерства труда и СЗН по Актобинской области (групповой и смертельный случаи) и под председательством директора завода (легкие случаи). По результатам расследования составлены Акты специального расследования и Акты Н-1, изданы приказы по заводу с привлечением виновных лиц к различным мерам наказания, разработаны мероприятия по недопущению подобных случаев. Все приказы проработаны в цехах, службах и на бригадных собраниях. Проведены внеочередные проверки знаний у рабочих и ИТР цехов, где произошли несчастные случаи.

В июне согласно приказу по заводу был проведен месячник по безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, съемных грузозахватных приспособлений и тары. По истечении месячника составлен отчет и издан приказ по заводу.

В июле на основании Протокола № 2 Совещания по охране труда и технике безопасности Главных технических руководителей по охране труда (ГТР ОТ) филиалов и Компании по заводу был издан приказ, до конца года объявлен особый режим в ПЦ № 2, составлены мероприятия (38 мероприятий), организовано дежурство ИТР в выходные и праздничные дни. Проведены встречи руководства завода с ИТР и профактивами цехов по вопросам охраны труда и техники безопасности (ПЦ № 1, № 2, ПЦ № 3, РСЦ, РМЦ, АТЦ, ЖДЦ, ЦПШ, УОИиПУ, ГОЦ, ЭЦ, ЭРЦ, ЭС, ЦРМО, УСХ, ЦШП, ИХЛ, УГС). По итогам встреч издан приказ по заводу. Проведены занятия с мастерами ПЦ № 2 по изучению законодательной и нормативной базы по безопасности и охране труда.

В июле согласно приказу по заводу был проведен месячник по обеспечению безопасности рабочих мест и охране здоровья работников; в октябре – экологический месячник.

В ноябре по заводу был проведен месячник по содержанию и безопасной эксплуатации электрооборудования в подразделениях завода. По истечении месячника составлен отчет и издан приказ по заводу. 15 ИТР были выставлены оценки «неуд» за допущенные нарушения.

Также в ноябре на заводе прошла комиссия по проверке IV ступени контроля по основным подразделениям.

В декабре был проведен месячник по содержанию и безопасной эксплуатации дробильно-сортировочных комплексов, грузозахватных и чалочных приспособлений.

На основании протокола № 3, п. 2 от 18.10.06 г. «Совещания по ОТ и ТБ» с декабря введены 3 единицы инженера по ТБ в ПЦ № 3, ЦПШ, ЦРМО. Также в АТЦ введена единица инженера по ТБ.

Также, согласно приказу по заводу, на основании протокола № 3, п. 5 от 18.10.06 г. «Совещания по ОТ и ТБ», в течение IV квартала для подразделений завода была приобретена нормативно-техническая литература и наглядная агитация (плакаты) по ТБ и ОТ на сумму 489 280 тенге. Литература и плакаты выданы в подразделения завода по принадлежности и по тематике. Плакаты вывешены и установлены в подразделениях в производственных помещениях, в комнатах проведения оперативной и на рабочих местах. На сегодняшний день дополнительно выполняются мероприятия по изготовлению, оформлению и установке стендов и плакатов со схемами строповки грузов в цехах завода. Заключен договор со специализированной организацией по изготовлению и установке плакатов по ТБ и ОТ крупного размера по территории завода.

Согласно графику обходов по ОТ и ТБ в 2006 г. проведены комиссионные обходы цехов завода комиссией № 5 УЭО (Управление энергетического оборудования), по результатам обходов выданы 28 распоряжений и 6 актов-предписаний для устранения несоответствий по охране труда. По приказу № 984 от 26.07.06 г. «Об особом режиме по ОТ и ТБ в плав. цехе № 2» с 1.08. по 31.12.06 г. по УЭО составлен график посещения специалистов УЭО сменно-встречных оперативок с 8⁰⁰ и 16⁰⁰ часов дежурных электромонтеров и сменного персонала 2-го плавильного цеха. Проверено прохождение предсменного допингконтроля дежурным персоналом, после обхода цеха каждой бригаде поставили конкретную задачу с записью в оперативном журнале ДЭМ и контролировали выполнение. Письменный отчет еженедельно представляли в ОТБ. Установлен постоянный контроль за работой по соблюдению нарядной системы, устранены грубые нарушения по оформлению наряда-допуска. Организованы обучение по безопасным приемам производства работ по обслуживанию электрооборудования, курсы по повышению квалификации электромонтеров по ремонту и обслуживанию электрооборудования и повышены разряды 28 электромонтерам цехов завода.

По приказу № 1529 от 31.10.06 г. «О проведении месячника по содержанию и безопасной эксплуатации электрооборудования в подразделениях завода» по заводу специалистами УЭО (управления электротехнического обеспечения) проделана следующая работа: проверено соответствие требованиям ПТЭ (Правил технической эксплуатации) и ПТБ (Правил техники безопасности) технической документации в электрослужбах подразделений завода; проверены соответствие квалификации занимаемой должности знаний по ПТЭ и ПТБ электротехнического персонала.

Проверены укомплектованность электроустановок испытанными защитными средствами, цехи и участки завода не обеспечены достаточным количеством электрозащитных средств, что в значительной мере влияет на электробезопасность при эксплуатации электроустановок. На складах ОМТО нет указателей напряжения УВН-10, диэлектрических перчаток, бот, галош, штанг изолирующих оперативных, штанг

переносных заземлений выше 1000 В. Оперативный персонал эксплуатирует электроизмерительные инструменты мегаомметры 0,5-2,5 кВ, электроизмерительные клещи, срок службы которых более 20 лет. Не выполнены годовые, квартальные заявки на 2006 г. по электрозащитным средствам. За невыполнение требования ПТЭ ПТБ, за нарушения требований должностных инструкций, инструкций по безопасной эксплуатации энергооборудования и технологического оборудования, за необеспечение безопасных условий на рабочих местах начальником УЭО поставлена оценка «неудовлетворительно» в 2006 г. ответственным работникам электрослужбы завода.

По электробезопасности зданий и сооружений производственных цехов имеются естественные заземления, искусственные заземляющие устройства на объектах, предусмотренные проектом. Молниеотводы на территории завода расположены на 5-ти точках. Имеются паспорта на молниеотводы и заземляющие устройства, в установленные сроки проводятся испытания, результаты заносятся в паспорта.

Аналогично проводится профилактическая работа и на Аксуском заводе ферросплавов, отличие только в масштабах и количестве мероприятий, т.к. Аксуский завод и по численности работающих и по объёму выпускаемой продукции почти вдвое больше Актюбинского завода.

Таким образом:

1. Профилактика травматизма на Актюбинском заводе ферросплавов проводится в основном по трём составляющим: **организационной, технической и санитарно-гигиенической.**

2. Профилактика травматизма по **психофизиологической** составляющей **практически отсутствует**, применяются только наглядные плакаты, которые позволяют оказывать положительное влияние на подсознание работников в вопросах соблюдения правил ТБ на производстве. Слабая работа по профилактике травматизма по психофизиологической составляющей – это большое упущение, т.к. около 68-70 % причин травмирования на заводе, как правило, приходится на личностный фактор.

УДК 331.4(574)
ШАРИПОВА С.А.

Анализ организационного уровня производства и его влияния на профессиональные риски

Говоря о выборе наиболее существенных показателей для оценки организационного уровня предприятий, необходимо отметить, что их отбор предполагает учет связности показателей. Именно существование статистических и причинных связей между показателями делает достаточным в данном случае использование сравнительно небольшого их числа [1].

Степень связности того или иного показателя выступает как мера его информативности. Очевидно, чем с большей уверенностью по величине данного показателя можно судить о значениях других показателей предприятия, т.е. чем выше его связность, тем больше информации он в себе несет.

Эффективный отбор системы наиболее информативных показателей не может быть выполнен без привлечения количественных методов измерения тесноты связей. Однако велика при этом роль и инженерно-логического анализа, который, в частности, помогает ограничить разумными пределами сам по себе круг показателей, из числа которых целесообразно производить отбор.

Существует целый ряд формальных приемов сокращения числа показателей в той или иной их системе без существенной потери полезной информации. Однако, как свидетельствует их анализ, применительно к задачам оценки производственной деятельности предприятий они далеко не равноценны [1].

Все указанные приемы могут быть разбиты на два класса. К первому из них относятся приемы, реализация которых не требует преобразования

исходных показателей, ко второму – приемы, в процессе реализации которых сокращение числа показателей осуществляется параллельно с их преобразованием.

Среди приемов первой группы следует упомянуть метод приведения матрицы связей параметров к блочно-диагональному виду с последующим отбором в каждом блоке по одному параметру и объединением их в единую систему, а также метод последовательного включения параметров в регрессионную модель. В число приемов второй группы входят методы факторного и канонического анализа.

Метод приведения матрицы связей к блочно-диагональному виду в данном случае следует считать малоэффективным на том основании, что сами по себе блоки могут существенно различаться по значимости, важности. Хотя отобранная с его помощью система показателей и будет в целом достаточно информативной, не исключено, что отдельные входящие в нее показатели будут незначимыми, а потому лишними. Использование же при оценке производственной деятельности предприятий излишне большого числа показателей, не уточняя результатов оценки, увеличивает трудоемкость их получения.

Неприемлемым в данном случае оказывается и другой из упомянутых выше методов – метод последовательного включения параметров в регрессионную модель. При таком подходе возникает вопрос – что использовать в качестве моделируемого показателя. Если бы на практике существовал такой

обобщающий показатель, который аккумулировал бы в себе всю информацию, необходимую для оценки организационного уровня предприятия, то, очевидно, не существовало бы самой проблемы отбора наиболее информативной системы частных показателей.

Методы факторного анализа как приемы сокращения числа параметров также не позволяют в данном случае добиться желаемых результатов. Принципы этих методов таковы, что конечные результаты отбора в существенной мере зависят от структуры исходной системы параметров. Так, применительно к показателям производственной деятельности предприятий, подавляющее большинство которых составляют показатели производительности труда и трудоемкости работ, использование факторных методов приводит к выводу о малой значимости стоимостных показателей работы предприятий. Формальным основанием для этого служит лишь то, что в исходных данных стоимостные показатели занимают более скромное место, чем все прочие. Очевидно, что такое обоснование отбора показателей для оценки производственной деятельности предприятий далеко не достаточно.

Рассмотрение известных к настоящему времени методов сокращения числа параметров без существенной потери информации позволяет утверждать, что на этапе отбора показателей для оценки организационного уровня предприятий наиболее эффективным является метод канонического анализа.

Канонический анализ основывается на понятиях классической теории корреляции и регрессии. Однако эти понятия трактуются гораздо шире. В частности, канонические корреляции, в отличие от обычных, отражают тесноту связи не между отдельными показателями и влияющими на них факторами, а между комплексами показателей, с одной стороны, и комплексами факторов, с другой. Применительно к рассматриваемой проблеме это обстоятельство позволяет отобрать такую систему показателей работы предприятий, которая при минимальном количестве показателей в системе наиболее тесно связана с комплексом факторов производства, а потому несет в себе наибольшую информацию как о предприятиях, так и о результатах их производственной деятельности.

Проведенный в рамках данного исследования канонический анализ результатов работы угольных шахт и разрезов отрасли с использованием стандартного пакета компьютерных программ статистического анализа «STATGRAFICS» позволяет утверждать, что наиболее компактная и достаточно информативная система производственных показателей включает в себя: среднесуточную добычу угля; среднемесячную производительность труда рабочего по добыче; себестоимость 1 т угля.

При этом всего были исследованы 9 технико-экономических показателей предприятий и их связи с 14 факторами производства на шахтах. Данная система показателей была использована далее в качестве основы для оценки организационного уровня шахт с

позиций эффективности их производственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлыков В.Н. Дифференциация риска при анализе и прогнозе опасностей на производстве // Современные проблемы условий труда: Сб. тр. М.: НИИтруда, 1992. С. 90-100.
2. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. М.: Финансы и статистика, 1989.
3. Страхование от несчастных случаев на производстве: актуальные основы. М.: Academia, 2001.

РЕЗЮМЕ

UDK 330.341. ПАК Ю.Н., ПАК Д.Ю. **Система зачетных кредитных единиц в контексте болонских реформ.**

Рассмотрено развитие системы зачетных кредитных единиц как меры трудоемкости учебной работы и инструмента переноса и накопления приобретенных знаний и компетенций в контексте болонских реформ. Представлены динамика и особенности использования и внедрения системы зачетных кредитных единиц в разных странах Европы. Даны показатели трудоемкости бакалаврских программ в различных образовательных системах и прогнозные нормативы для казахстанской высшей школы в терминах Болонского процесса. Предложен механизм перехода отечественной кредитной технологии на общеевропейские стандарты в рамках Болонского соглашения. Обозначены проблемные вопросы в связи с введением европейской системы кредитов и необходимость повышения уровня осведомленности преподавателей и общества в целом о сути болонских реформ и его последствиях. Даны предложения по «плавному» вхождению казахстанской высшей школы в Болонский процесс.

UDK 378.014.256(574). ЖЕТЕСОВА Г.С., КАРСАКОВА Н.Ж. **Интеграция высшей школы РК в мировое образовательное пространство.**

Высшее образование является важнейшим социальным институтом, функционирующим с целью удовлетворения общественных потребностей. В рамках развития международных связей отечественных вузов с зарубежными университетами осуществляется программа двухдипломного образования. Единое образовательное пространство должно позволить национальным системам образования европейских стран взять все лучшее, что есть у партнеров, в результате единая Европа приобретет большую привлекательность на мировом образовательном рынке. Одним из важнейших направлений стратегии нового этапа развития Казахстана является приближение системы образования, а также переподготовки кадров к мировым стандартам. В образовательной сфере положено начало созданию Центрально-Азиатской зоны высшего образования. Об этом свидетельствует расширение границы Таразской декларации, к которой в настоящее время присоединились ведущие университеты Таджикистана, Кыргызстана и Азербайджана. Академическая мобильность – это возможность самим студентам формировать свою образовательную траекторию, т.е. выбирать предметы, курсы, вузы в соответствии со своими склонностями и увлечениями.

UDK 541.123.31:547.554.2. ХАМИТОВА А.С. **Использование инновационных технологий в курсе неорганической химии.**

Рассмотрены вопросы использования инновационных технологий в курсе неорганической химии. Разработана обучающая и контролирующая программа для контроля знаний студентов. При автоматизированном контроле использовались тесты различных форм, но в основном с выборочным типом ответа. При составлении программы использовались материалы лекций, лабораторно-практических занятий, учебников, задачиков, химических

ӨЖ 330.341. ПАК Ю.Н., ПАК Д.Ю. **Болон реформалары контекстіндегі сынақтық кредиттік бірліктер жүйесі.**

Оқу жұмысының еңбек сыйымдылығы өлшемдері және Болон реформалары контекстінде алынған білім мен құзыреттерді тасымалдау және жинақтау құралы ретінде сынақтық кредиттік бірліктер жүйесін дамыту қарастырылған. Еуропаның әр түрлі елдерінде сынақтық кредиттік бірліктер жүйесін пайдалану және ендіру динамикасы мен ерекшеліктері көрсетілген. Әр түрлі білім беру жүйелеріндегі бакалавр бағдарламаларының еңбек сыйымдылығы көрсеткіштері және Болон процесі терминдерінде қазақстандық жоғары мектепке арналған болжамдық нормативтер берілген. Отандық кредиттік технологияның Болон келісімі шеңберіндегі жалпы Еуропалық стандарттарға өту механизмі ұсынылған. Еуропалық кредиттер жүйесін ендіру мен байланысты проблемалы мәселелер және оқытушылар мен тұтас алғанда қоғамның Болон реформаларының мәні және оның салдары туралы хабардар болу деңгейін жоғарылату қажеттілігі белгіленген.

ӨЖ 378.014.256(574). ЖЕТЕСОВА Г.С., КАРСАКОВА Н.Ж. **ҚР жоғары мектебінің әлемдік білім беру кеңістігіне бірігуі.**

Жоғары білім қоғамдық қажеттіліктерді қанағаттандыру мақсатында жұмыс істейтін маңызды әлеуметтік институт болып табылады. Отандық жоғары оқу орындарының шетелдік университеттермен халықаралық байланыстарын дамыту шеңберінде екі дипломдық білім беру бағдарламасы жүзеге асырылады. Бірыңғай білім беру кеңістігі еуропалық елдердің ұлттық білім беру жүйелерінің серіктестерде бар жақсының барлығын алуына мүмкіндік беруге тиіс, нәтижесінде бірыңғай Еуропа әлемдік «білім беру рыногында» үлкен тартымдылықты иеленеді. Қазақстан дамуының жаңа кезеңі стратегиясының маңызды бағыттарының бірі білім беру, сондай-ақ кадрларды әлемдік стандарттарға қайта даярлау жүйесін жақындату болып табылады. Білім беру саласында Орталық Азиялық жоғары білім беру аймағын құру бастамасы жасалды. Бұл туралы Тараз декларациясы шекарасының кеңеюі куәландырады, қазіргі уақытта оған Тәжікстанның, Қырғызстан мен Әзірбайжанның жетекші университеттері қосылған. Академиялық ұтқырлық – бұл студенттерге өзінің білім траекториясын құру, яғни өздерінің бейімділіктері мен мақсаттарына сәйкес пәндерді, курстарды, жоғары мектептің білім беруін таңдау мүмкіндігін беру.

ӨЖ 541.123.31:547.554.2. ХАМИТОВА А.С. **Органикалық емес химия курсында инновациялық технологияларды пайдалану.**

Органикалық емес химия курсында инновациялық технологияларды пайдалану мәселелері қарастырылған. Студенттердің білімдерін бақылауға арналған оқытушы және бақылаушы бағдарлама әзірленген. Автоматтандырылған бақылау кезінде әр түрлі тестілер, бірақ негізінде жауабы таңдалуы типті тестілер пайдаланылған. Бағдарламаны құрастыру кезінде дәрістердің, зертхана-практикалық сабақтардың, оқулықтардың, есептер жинақтарының, химия журналдарының,

UDC 330.341. PAK Yu.N., PAK D.Yu. **System of Credit Units in Bologna Reforms Context.**

There is considered the development of the system of credit units as a measure of studying labor intensity and the instrument of transferring and accumulating the knowledge and competences acquired in the context of the Bologna reforms. There are presented the dynamics and peculiarities of using and introducing the system of credit units in different European countries. There are given the indices of bachelors programs labor intensity in various educational systems and the forecast norms for the Kazakhstan higher schools in the terms of the Bologna process. There is suggested a mechanism of transferring the home credit technology to the common-European standards in the frames of the Bologna agreement. There are shown the problem questions in connection with introducing the European credit system and the necessity to increase the level of the teachers and the whole society awareness of the essence of the Bologna reforms and their consequences. There are given offers for the "smooth" entering the Kazakhstan higher school the Bologna process.

UDC 378.014.256 (574). ZHETESOVA G.S., KARSAKOVA N.Zh. **Integrating RK Higher School in World Educational Space.**

Higher education is the most important social institution functioning with the aim to satisfy social demands. In the frames of international relations development between home higher schools and foreign universities there is carried out the program of two-diploma education. The unified educational space must permit European national systems of education to take all the best from their partners, and as a result unified Europe will acquire more attractiveness at the world educational market. One of the most important trends of Kazakhstan new stage developing strategy is closing the system of education and personnel retraining to the world standards. In the education sphere there began forming the Central-Asian territory of higher education. This is testified by the Taraz declaration extension which has been joined by the leading universities of Tajikistan, Kyrgyzia and Azerbaijan. Academic mobility is a possibility for students themselves to form their educational trajectory, i.e. to select subjects, courses, higher schools in accordance with their desires.

UDC 541.123.31: 547.554.2. KHAMITOVA A.S. **Using Innovation Technologies in Inorganic Chemistry Course.**

There are considered the questions of using innovation technologies in the course of inorganic chemistry. There is developed the training and controlling program for students' knowledge control. In automated control there are used different forms of tests but mainly with selected type of answers. In developing the program there were used the materials of lectures, laboratory-and-practical lessons, textbooks, chemical journals, reference books, etc. The experiment carried out showed that the test tasks of both machineless and

журналов, справочников и другой научно-методической литературы. Проведенный эксперимент показал, что тестовые задания как безмашинного, так и автоматизированного контроля следует применять в сочетании с традиционными методами обучения – семинарами, лабораторными работами, письменными контрольными, устным опросом. В объединении и применении всех возможных методов обучения и приемов можно достигнуть высоких показателей в обучении.

УДК 621.771.23. ИЛКУН В.И., СИТКИН М.И., БУГАЕВ Д.Ю. **Исследование работоспособности подшипников качения рабочих валков клетей НСХП-1400.**

В связи с малой долговечностью подшипников качения рабочих валков НСХП-1400 ЛПЦ-3 АО «АрселорМиттал Темиртау» проведено изучение причин, приводящих к снижению долговечности. На основании обработки статистических данных определены их фактические сроки службы. Рассмотрены особенности эксплуатации подшипников. Исследован характер износа подшипниковых опор. Установлено, что фактические скорости вращения превышают допустимые. Осевые нагрузки, возникающие вследствие перекосов рабочих валков и других причин, намного больше нормативных. Предложено подшипник №847156 Л заменить другим, имеющим большие значения грузоподъемности и предельной частоты вращения.

УДК 621.7. БАЙЖАБАГИНОВА Г.А., СЕЙДИНОВА Г.А., МУРАВЬЕВ О.П. **Изменение структуры стали 110Г13Л при электроконтактной обработке.**

Рассматриваются структурные изменения, полученные при исследовании образцов из стали 110Г13Л. В литом состоянии сталь 110Г13Л имеет аустенитную структуру с карбидными включениями. Величина зерна в стали зависит от толщины стенки изделия. После электроконтактной обработки при минимальной силе тока, равной 800 А, и минимальных значениях S , t , n , V_w , U_{xx} в поверхностном слое наблюдались крупные аустенитные зёрна, с неравномерной степенью пластического сдвига. При изменении режимов обработки на поверхности и микрошлифов образуются пластические деформации, характеризующие особенности процесса электроконтактной обработки. После электроконтактной обработки поверхность металла подвергается заметной пластической деформации. В поверхностном слое частично происходит мартенситное превращение.

УДК 621:001.18 ЖЕТЕСОВА Г.С., ПЛЕШАКОВА Е.А. **Применение нанотехнологии в машиностроении.**

За последние десятилетия наука сделала огромный скачок в технологии получения и использовании материалов. На смену традиционной технологии материаловедения пришла нанотехнология. Рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных размеров. Нанотехнологии – это новый уровень знаний, который предполагает выработку концепциальных изменений в направлении развития техники, медицины, сельскохозяйственного производства, а также изменений в экологической социальной и военной сферах. Разработка и применение нанотехнологий позволяют достичь изменения структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения доли наукоемкой продукции, повышения эффективности производства. Создаются новые рабочие места для высококвалифицированного персонала

анықтамалықтардың және басқа ғылыми-әдістемелік әдебиеттердің материалдары пайдаланылған. Жүргізілген эксперимент машинасыз да, автоматтандырылған бақылау ретінде де тест тапсырмаларын дәстүрлі оқыту әдістерімен – семинарлармен, зертханалық жұмыстармен, жазбаша бақылау жұмыстарымен, ауызша сұраумен үйлесімде қолдану керектігін көрсетті. Оқытудың барлық мүмкін әдістері мен тәсілдерін біріктіріп және қолданып, оқытуда жоғары көрсеткіштерге қол жеткізуге болады.

ӨЖ 621.771.23. ИЛКУН В.И., СИТКИН М.И., БУГАЕВ Д.Ю. **НСХП-1400 клеттері жұмыс білікшелерінің домалау мойынтіректтерінің жұмысқа қабілеттілігін зерттеу.** ЛПЦ-3 НСХП-1400 жұмыс білікшелерінің домалау мойынтіректтерінің аз ұзақ мерзімділігіне байланысты «Арселор Миттал Темиртау» АҚ ұзақ мерзімділіктің төмендеуіне әкелетін себептерді зерделеді. Статистикалық деректерді өңдеу негізінде олардың нақтылы жұмыс істеу мерзімдері анықталған. Мойынтіректі тірект ердің тазу сипаты зерттелген. Нақтылы айналу жылдамдықтарының мүмкін жылдамдықтардан артық болатыны анықталған. Жұмыс біліктердің қиғашығы және басқа себептер салдарынан пайда болатын осьтік жүктемелер нормативтік жүктемелерден едәуір артық. №847156 Л мойынтіректі жүк көтергіштігінің үлкен мәндері және шекті айналу жиілігі бар басқа мойынтіректен ауыстыру ұсынылған.

ӨЖ 621.7. БАЙЖАБАГИНОВА Г.А., СЕЙДИНОВА Г.А., МУРАВЬЕВ О.П. **Электр-түйістіріп өңдеу кезінде 110Г13Л болаты құрылымының өзгеруі.**

110Г13Л болатынан жасалған үлгілерді зерттеу кезінде алынған құрылымдық өзгерістер қарастырылады. 110Г13Л болатының құйылған күйінде карбидтік қосындылары бар аустениттік құрылымы болады. Болаттағы түйістіктің көлемі бұйым қабырғасының қалыңдығына байланысты болады. Электр-түйістіріп өңдеуден кейін минимум ток күші 800 А тең және S , t , n , V_w , U_{xx} минимум мәндері болғанда беттік қабатта илемді ығысу дәрежесі біркелкі емес, ірі аустениттік түйістіктер байқалды. Өңдеу режимдері өзгергенде микросыналмалардың бетінде электр-түйістіріп өңдеу процесінің ерекшеліктерін сипаттайтын илемді деформациялар түзіледі. Электр-түйістіріп өңдеуден кейін металдың беті едәуір илемді деформацияланады. Беттік қабатта жартылай мартенситтік түрлену жүреді.

ӨЖ 621:001.18. ЖЕТЕСОВА Г.С., ПЛЕШАКОВА Е.А. **Машина жасауда нанотехнологияларды қолдану.**

Соңғы онжылдықтарда ғылым материалдарды алу және пайдалану технологиясында орасан зор көтеріліс. Дәстүрлі материалтану технологиясын ауыстыруға нанотехнология келді. Қарастырылатын процестер және жасалатын әрекеттер кеңістіктік өлшемді нанометрлік диапазонда жүреді. Нанотехнологиялар – бұл техниканы, медицинаны, ауыл шаруашылығы өндірісін дамыту бағытындағы тұжырымдалмалық өзгерістер, сондай-ақ экологиялық әлеуметтік және әскери салалардағы өзгерістер жасауды болжайтын білімнің жаңа деңгейі. Нанотехнологияларды әзірлеу және қолдану жалпы ішкі өнім құрылымын ғылыми сыйымдылықты өнімнің үлесін ұлғайту, өндіріс тиімділігін жоғарылату жағына қарай өзгертуге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Нанотехнологияларды пайдалану арқылы өнім жасайтын инновациялық кәсіпорындардың жоғары білікті персоналы үшін жаңа жұмыс орындары құрылуға.

automated control are to be used in combination with the traditional methods of training, i.e. seminars, laboratory works, written tests, oral asking. In combining and using all the possible training methods there can be achieved high results in teaching.

UDC 621.771.23. ILKUN V.I., SITKIN M.I., BUGAYEV D.Yu. **Studying Workability of Rolling Bearings for Working Rolls of NSKhp-1400 Stands.**

In connection with low durability of rolling bearings of working rolls NSKhp-1400 LPC-3 of JSC "ArcelorMittal Temirtau" there has been carried out studying the reasons causing their durability lowering. Based on the statistic data processing, there were determined their real life terms. There were considered the peculiarities of the bearings use. There was studied the character of bearing supports wear. There was established that the real speeds exceeded the allowable ones. The axial loads occurring due to working rolls skewing, are larger than the normative ones. There was suggested to replace bearing N 847156 L with another one, having larger rated load capacity and the ultimate frequency of rotating.

UDC 621.7. BAIZHABAGINOVA G.A., SEIDINOVA G.A., MURAVYOV O.P. **Changing Steel 110G13L Structure in Electrocontact Treatment.**

There are considered structural changes obtained in studying steel 110G13L samples. In the cast state steel 110G13L has the austenite structure with carbide inclusions. The grain size in steel depends on the product wall thickness. After electrocontact treatment with minimal current force 800 A and minimal values of S , t , n , V_w and U_{xx} in the surface layer there occurred large austenite grains with irregular degree of plastic shear. With changing the modes of treatment on the microsections surface there are formed plastic strains characterizing the peculiarities of the electrocontact treatment process. After electrocontact treatment the metal surface is subjected to the visual plastic strain. In the surface layer there occurs partial martensite transformation.

UDC 621:001.18. ZHETESOVA G.S., PLESHAKOVA Ye.A. **Using Nanotechnology in Machine Building.**

During the last decades science performed a great progress in the technology of obtaining and using materials. The traditional technology of material studying was replaced with nanotechnologies. The process considered and the actions undertaken take place in the nanometric range of space dimensions. Nanotechnologies means a new level of knowledge which supposes developing conceptual changes in the direction of developing technologies, medicine, agriculture, as well as changes in ecological, social and military spheres. Developing and using nanotechnologies will permit to achieve changing the gross inner product structure in the direction of increasing the share of science intensive production, manufacturing efficiency increase. There are formed new working places for highly qualified personnel of innovation enterprises manufacturing production using nanotechnologies.

инновационных предприятий, создающих продукцию с использованием нанотехнологий.

UDC 621.919+621.951.7. КАСЕНОВ А.Ж. **Обработка отверстий развёрткой-протяжкой.**

Рассмотрены вопросы обработки отверстий развёртками. Выполнен анализ существующих конструкций, рассмотрены их достоинства и недостатки. Показаны условия резания при обработке отверстий развёртками. Предложена новая конструкция зенкера – развёртка-протяжка их быстрорежущей стали и с пластинками твёрдого сплава, на которые получены патенты РК. Зенкер-протяжка сочетает в себе признаки развёртки (в поперечном сечении) и протяжки (в продольном сечении). Это позволило повысить качество обработки отверстий (отклонение размера, шероховатость поверхности), облегчить условия резания и повысить стойкость. Представлены результаты производственных испытаний опытных образцов.

UDC 621.919+621.951.47. ИТЫБАЕВА Г.Т. **Обработка отверстий зенкером-протяжкой.**

Рассмотрены вопросы обработки отверстий зенкерами. Выполнен анализ существующих конструкций, рассмотрены их достоинства и недостатки. Показаны условия резания при обработке отверстий зенкерами. Предложена новая конструкция зенкера – зенкер-протяжка их быстрорежущей стали и с пластинками твёрдого сплава, на которые получены патенты РК. Зенкер-протяжка сочетает в себе признаки зенкера (в поперечном сечении) и протяжки (в продольном сечении). Это позволило повысить качество обработки отверстий (отклонение размера, шероховатость поверхности), облегчить условия резания и повысить стойкость. Представлены результаты производственных испытаний опытных образцов.

UDC 621.951. МУСИНА Ж.К. **Обработка отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки.**

Рассмотрены вопросы обработки отверстий сверлами. Показано распределение сил резания при сверлении. Выполнен анализ существующих форм заточек и усовершенствование конструкций сверл. Предложена новая конструкция сверла – двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки, на которую получен патент РК. У двухвершинного спирального сверла без поперечной кромки устранена поперечная кромка прорезанием канавки. Это позволило уменьшить осевую силу, облегчить условия резания и повысить стойкость. Представлены результаты производственных испытаний опытных образцов.

UDC 621.744.4. ИСАГУЛОВ А.З., КУЛИКОВ В.Ю., АНТИПОВА А.С., СВИЧ Н.А. **Исследование реологических свойств трехфазных гетерогенных систем.**

Рассматривается устройство для определения реологических свойств трехфазной гетерогенной смеси. Одним из предшественников таких гетерогенных дисперсных сред являются песчано-смоляные смеси. Также рассматриваются основные функции, которые показывают реологические свойства сжимаемых упругих вязкопластичных сред. В результате экспериментов определено, что с увеличением времени твердения смеси скорость объемной деформации снижается. Приводятся некоторые математические модели процесса формообразования. Построение математических моделей смесей

ЭОЖ 621.919+621.951.7. КАСЕНОВ А.Ж. **Тесіктерді ұңғылап-тарта жону арқылы өңдеу.**

Тесіктерді ұңғылап өңдеу мәселелері қарастырылған. Қолданылып жүрген конструкцияларды талдау орындалған, олардың жетістіктері мен кемшіліктері қарастырылған. Тесіктерді ұңғылап өңдеу кезінде кесу шарттары көрсетілген. Үңгілердің жаңа конструкциясы ұсынылған – олардың жылдам кескіш болатын және ҚР патенттері алынған қатты қорытпалық материалмен ұңғылап-тарта жону. Үңгі-тарта жонғышта ұңғылау (көлденең қимада) және тарта жону (бойлық қимада) белгілері үйлеседі. Бұл тесіктерді өңдеу (өлшемін ауытқуы, бетінің кедір-бұдырлығы) сапасын жоғарылатуға, кесу шарттарын жеңілдетуге және тәзімділікті жоғарылатуға мүмкіндік берді. Тәжірибелік үлгілердің өндірістік сынау нәтижелері ұсынылған.

ЭОЖ 621.919+621.951.47. ИТЫБАЕВА Г.Т. **Тесіктерді үңгі-тарта жону арқылы өңдеу.**

Тесіктерді үңгілермен өңдеу мәселелері қарастырылған. Қолданылып жүрген конструкцияларды талдау орындалған, олардың жетістіктері мен кемшіліктері қарастырылған. Тесіктерді үңгілермен өңдеу кезінде кесу шарттары көрсетілген. Үңгілердің жаңа конструкциясы ұсынылған – олардың жылдам кескіш болатын және ҚР патенттері алынған қатты қорытпалық материалмен үңгілеп-тарта жону. Үңгі-тарта жонғышта үңгінің (көлденең қимада) және тарта жону (бойлық қимада) белгілері үйлеседі. Бұл тесіктерді өңдеу (өлшемін ауытқуы, бетінің кедір-бұдырлығы) сапасын жоғарылатуға, кесу шарттарын жеңілдетуге және тәзімділікті жоғарылатуға мүмкіндік берді. Тәжірибелік үлгілердің өндірістік сынау нәтижелері ұсынылған.

ЭОЖ 621.951. МУСИНА Ж.К. **Тесіктерді көлденең жиексіз екі ұшты спираль бұрғымен өңдеу.**

Тесіктерді бұрғылармен өңдеу мәселелері қарастырылған. Бұрғылау кезінде кесу күштерінің үлестірілуі көрсетілген. Қайраудың қолданылып жүрген түрлерін талдау және бұрғылар конструкцияларын жетілдіру орындалған. Бұрғының жаңа конструкциясы - ҚР патенті алынған, көлденең жиексіз екі ұшты спираль бұрғы ұсынылған. Көлденең жиексіз екі ұшты спираль бұрғыда бунағы кесілген көлденең жиек жойылған. Бұл осьтік күшті азайтуға, кесу шарттарын жеңілдетуге және тәзімділікті жоғарылатуға мүмкіндік берді. Тәжірибелік үлгілерді өндірістік сынау нәтижелері ұсынылған.

ЭОЖ 621.744.4. ИСАҒҰЛОВ А.З., КУЛИКОВ В.Ю., АНТИПОВА А.С., СВИЧ Н.А. **Үш фазалы гетерогенді жүйелердің реологиялық қасиеттерін зерттеу.**

Үш фазалы гетерогенді қоспаның реологиялық қасиеттерін анықтауға арналған құрылғы қарастырылады. Мұндай гетерогенді бөлшекті орталар өкілдерінің бірі құм-шайыр қоспалары болып табылады. Сондай-ақ қысылатын серпімді тұтқыр-илемді орталардың реологиялық қасиеттерін көрсететін негізгі функциялар қарастырылады. Эксперименттер нәтижесінде қоспаның қату уақытының ұлғаюымен көлемді деформация жылдамдығының төмендейтіні анықталған. Қалыптарды құру процесінің кейбір математикалық модельдері келтіріледі. Қоспалардың математикалық модельдерін және кернеулі-деформацияланған күйді сипаттау үшін тығыздау

UDC 621.919+621.951.7. KASENOV A.Zh. **Treating Holes with Reamer-Broacher.**

There are considered the questions of holes treating with reamers. There is carried out the analysis of the existing structures, considered their merits and disadvantages. There are shown the conditions of cutting in treating holes with reamers. There has been suggested a new structure of core drill, i.e. reamer-broacher of fast-cutting steel with plates of hard alloy (protected with RK patents). Core drill-broacher combines the signs of reamer (cross-section) and broacher (longitudinal section). This permitted to increase the quality of holes treatment, to simplify the conditions of cutting and to increase resistance. There are presented the results of manufacture testing of experimental samples.

UDC 621.919+621.951.47. ITYBAYEVA G.T. **Treating Holes with Core Drill-Broacher.**

There are considered the questions of treating holes with core drills. There is carried out the analysis of the existing structures, considered their merits and disadvantages. There are shown the conditions of cutting in treating holes with reamers. There has been suggested a new structure of core drill, i.e. reamer-broacher of fast-cutting steel with plates of hard alloy (protected with RK patents). Core drill-broacher combines the signs of reamer (cross-section) and broacher (longitudinal section). This permitted to increase the quality of holes treatment, to simplify the conditions of cutting and to increase resistance. There are presented the results of manufacture testing of experimental samples.

UDC 621.951. MUSINA Zh.K. **Treating Holes with Bimodal Spiral Drill without Transverse Edge.**

There are considered the questions of treating holes with drills. There is shown the distributing cutting forces when drilling. There is carried out the analysis of the existing forms of sharpening and drills structures improving. There is suggested a new drill structure, i.e. a bimodal spiral drill without transverse edge protected with RK patent. This drill eliminates the transverse edge with cutting a groove. This permitted to decrease the axial force, to simplify cutting conditions and to increase resistance. There are presented the results of manufacture testing experimental samples.

UDC 621.744.4. ISAGULOV A.Z., KULIKOV V.Yu., ANTIPOVA A.S., SVICH N.A. **Studying Rheological Properties of Three-Phase Heterogenic Systems.**

There is considered a device for determining rheological properties of three-phase heterogenic mixture. One of the representatives of such heterogenic disperse media is a sand-and-resin mixture. There are also considered the main functions which show rheological properties of compressed elastic viscous-and-plastic media. As a result of experiment there was determined that with increasing the time of the mixture solidifying the speed of volume strain decreases. There are presented some mathematical models of the shape-forming process. Mixtures mathematical models and packing processes building for describing stressed-and-strained state is carried out with

и процессов уплотнения для описания напряженно-деформированного состояния проводится в целях выбора рациональных схем и режимов уплотнения, позволяет управлять структурой форм. Вследствие этого появляется возможность регулирования свойств форм, таких как плотность, газопроницаемость.

УДК 622.342. ТУРСУНБАЕВА А.К. **Биогеотехнология благородных металлов из забалансовых руд и техногенных отходов горной промышленности.**

Приведены результаты биовыщелачивания благородных металлов из руды Васильковского месторождения штаммами бактерий *Thiobacillus ferrooxidans*. Бактерии выделены из карьерных вод Коунрадского месторождения. Извлечение золота достигает более 80 %. Отходы бактериального выщелачивания и кели цианирования обеззараживали хлорной известью в течение 3 суток. Известь реагировала с цианидом до безвредных цианатов, переводила мышьяк и сурьму в суспензии. Полностью разрушала жизненные функции *Th.ferrooxidans*. Нейтрализацию и очистку кеков горной массы и остаточных растворов выщелачивания производили щелочным пассиватором после промывки с расходом 0,1-0,15 м³/т руды.

УДК 622.7.017.2. ЖАНБАТЫРОВ А.А. **Лабораторные и опытно-промышленные исследования выщелачивания золотосодержащих руд.**

Приведены результаты лабораторных и опытно-промышленных исследований при кучном выщелачивании золотосодержащих руд. Широкий диапазон размерности Au в руде предполагает для его извлечения либо выщелачивание, либо флотацию. Установлено, что в руде при крупности дробления -1,0 + 0,0 мм, легковывщелачиваемого Au содержится 54,43 %. Содержание в руде минералов составляет: кварца - 33,1 %, полевых шпатов - 17,0 %, серицита - 24,2 %, хлорита - 12,0 %, карбонатов - 7,0 %, гидроокислов железа - 4,0 %, гематита - 1,5 %. При кучном выщелачивании руды крупностью - 13 + 0,0 мм извлечение Au в раствор составило 79,44 %. При выщелачивании руды крупностью (- 2 + 0,0 мм) с содержанием Au 63,05 г/т, Ag 5,12 % цианистым раствором, с концентрацией NaCN 0,25 %, извлечение Au составило 84,53 %, Ag 58,64 %. При сорбции Au из золотосодержащего раствора было опробовано 19 сорбентов. Лучшими сорбентами Au являются: амберлайт ZL-1, амберлайт Z-4, активированный уголь марки АГС-4, агломерированный активированный уголь и сорбент по номеру 9.

УДК 622.342. ТУРСУНБАЕВА А.К. **Кучное выщелачивание золота в штабелях.**

Приведены результаты исследований по освоению кучного выщелачивания (КВ) золота в штабелях из окисленных руд Васильковского месторождения. Показаны перспективные задачи по совершенствованию технологии КВ. Одним из них является создание новых эффективных и экологически щадящих растворов, прежде всего из отходов химических производств. Разработана технология КВ с переводом кеков выщелачивания в наиболее оптимальную для биосферы минеральную форму. В результате кучного выщелачивания золота из руд Васильковского месторождения в штабелях массой 380 тыс. тонн руды за счет освоения технологии выщелачивания извлечено 34,44% золота или 206,722 кг, причем на 1 этапе золото извлечено за 108 суток - 23%,

процестерин құру тығыздаудың ұтымды сұлбалары мен режимдерін таңдау мақсатында жүргізіледі, қалыптасу құрылымын басқаруға мүмкіндік береді. Осының салдарынан қалыптардың тығыздығы, газ өткізгіштігі сияқты қасиеттерін реттеу мүмкіндігі пайда болады.

ӨЖ 622.342. ТҰРСЫНБАЕВА Ә.К. **Тау-кен өнеркәсібінің баланстан тыс рудаларынан және техногенді қалдықтарынан алынған асыл металдар биотехнологиясы.**

Асыл металдарды Васильковск кен орнының рудаларынан *Thiobacillus ferrooxidans* бактерияларының штамдарымен биосілтідендіру нәтижелері келтірілген. Бактериялар Қоңырат кен орнының карьер суларынан бөлінген. Алтын алынуы 80 %-дан артық мөлшерге жетеді. Бактериялық сілтідендіру қалдықтарын және циандау кектерін 3 тәулік бойы хлорлы әк таспен зарарсыздандырған. Әк тас цианидпен зиянсыз цианаттарға дейін реакцияға түскен, күшпен сүрмені суспензияға ауыстырды. *Th.ferrooxidans* өмірлік функцияларын толығымен бұзды. Кен массасы кектерін және сілтідендірудің қалдық ерітінділерін 0,1-0,15 м³/т руданы жұмсап шайған соң сілтілік пассиватормен бейтараптандырған және тазалаған.

ӨЖ 622.7.017.2. ЖАНБАТЫРОВ А.А. **Құрамында алтын бар рудаларды сілтідендіруді зертханалық және тәжірибе-өнеркәсіптік зерттеулер.**

Құрамында алтын бар рудаларды үймелік сілтідендіру кезінде зертханалық және тәжірибе-өнеркәсіптік зерттеулер нәтижелері келтірілген. Рудадағы Au өлшемділігінің кең диапазоны оны алу үшін не сілтідендіруді, не байытуды жорамалдайды. Рудада ұсату ірілігі -1,0+0,0 мм болғанда, оңай сілтідендірілетін Au құрамы 54,43 %. Рудадағы минералдардың құрамы: кварц - 33,1 %, дала шпаты - 17,0 %, серицит - 24,2 %, хлорит - 12,0 %, карбонат - 7,0 %, темір гидрототықтары - 4,0 %, гематит - 1,5 %. Ірілігі - 13 + 0,0 мм руданы үймелік сілтідендіру кезінде ерітіндіге Au алынуы 79,44 % құрады. Құрамында 63,05 г/т Au, 5,12 % Ag бар ірілігі (-2 + 0,0 мм) руданы цианды ерітіндімен сілтідендіру кезінде, 0,25 % NaCN концентрациясымен Au алынуы 84,53 %, Ag 58,64 % құрады. Құрамында алтын бар ерітіндіден Au сіңірілуі кезінде 19 сіңіргіш сыналды. Au ең жақсы сіңіргіштері: амберлайт ZL-1, амберлайт Z-4, АГС-4 маркалы белсендірілген көмір, агломерацияланған белсендірілген көмір және 9 нөмірлі сіңіргіш болып табылады.

ӨЖ 622.342. ТҰРСЫНБАЕВА Ә.К. **Алтынды қаттамаларда үймелік сілтідендіру.**

Васильковск кен орнының тотыққан рудаларынан алтынды қаттамаларда үймелік сілтідендіруді (ҮС) меңгеру бойынша зерттеулер жүргізілген. ҮС технологиясын жетілдіру бойынша перспективалы міндеттер көрсетілген. Олардың біреуі ең алдымен химия өндірістері қалдықтарынан жаңа тиімді және экологиялық жеңіл еріткіштерді жасау болып табылады. Сілтідендіру кектерін биосфера үшін аса оңтайлы минералдық түрге ауыстыру арқылы ҮС технологиясы әзірленген. Васильковск кен орнының рудаларынан алтынды массасы 380 мың тонна руда қаттамаларында үймелік сілтідендіру нәтижесінде сілтідендіру технологиясын меңгеру есебінен 34,44 % немесе 206,722 кг алтын алынған, сонымен бірге 1-кезеңде 108 тәулік ішінде алынған алтын - 23 %, ал 2-кезеңде 79 тәулік ішінде 11 % алынған. Натрий циани-

the aim to select rational schemes and modes of packing, permits to control the shapes structures. Due to this there is obtained the possibility to regulate shapes properties, such as density, gas permeability.

UDC 622.342. TURSUNBAYEVA A.K. **Biogeotechnology of Precious Metals from Off-Balance Ores and Anthropogenic Wastes of Mining Industry.**

There are presented the results of bio-leaching precious metals from the ore of the Vasilkovskoye deposit with the strains of *Thiobacillus ferrooxidans* bacteria. The bacteria are selected from the quarry water of the Kounradskoye deposit. Gold extraction achieves more than 80 %. Wastes of the bacterial leaching and cyaniding cakes were detoxicated with chlorite lime during 3 days. The lime reacted with cyanide till forming harmless cyanates, made bismuth and antimony suspensions, completely destroyed the living functions of *Th.ferrooxidans*. Neutralizing and cleaning the mining mass cakes and residual leaching solutions was carried out with alkali passivator after washing with the rate 0.1-0.15 m³/t of ore. .

UDC 622.017.2. ZHANBATYROV A.A. **Laboratory and Experimental Industrial Studies of Gold-Containing Ores Leaching.**

There are presented the results of laboratory and experimental industrial studies in heap leaching gold-containing ores. Wide range of Au sizes in the ore supposes for its extraction either leaching or flotation. It was established that with crushing size from -1 to 0.0 mm there is contained 54.43 % of easily leached Au. Mineral in the ore: quartz - 33.1 %, feldspar - 17.0 %, cericite - 24.2 %, chlorite - 12.0 %, carbonates - 7.0 %, iron hydroxides - 4.0 %, hematite - 1.5 %. In Au sorption from gold-containing solution there were tested 10 sorbents. The best Au sorbents are amberlight ZL-1, amberlight Z-4, activated coal grade AGS-4, agglomerated activated coal and sorbent N^o 9.

UDC 622.342. TURSUNBAYEVA A.K. **Gold Heap Leaching in Stacks.**

There are presented the results of studying heap leaching gold in stacks from oxidized ores of the Vasilkovskoye deposit. There are shown the perspective tasks on improving the technology. One of them is making new efficient and ecologically harmless dissolving agents from the waste of chemical production. There has been developed the technology of leaching with transferring leaching cakes into the most optimal for biosphere mineral form. As a result of heap leaching gold in stacks with mass 380 thousand tons of ore due to the leaching technology there were extracted 34.44 % of gold, or 206.722 kg; besides, at the first stage the gold was extracted during 108 days - 23 %, and at the second stage during 79 days - 11 %. Sodium cyanide consumption was 0.71 t/kg gold, average watering intensity was 3.6 dm³/t ore a day, sodium cyanide concentration in the

а на 2 этапе за 79 суток извлечено – 11%. Расход цианида натрия составил 0,71 т/кг золота, средняя интенсивность орошения 3,6 дм³/т руды в сутки, концентрация цианида натрия в рабочем растворе 0,57г/дм³, а его удельный расход 0,38 кг на тонну руды.

УДК 622.343.12. ОРЫНГОЖИН Е.С. **Электросорбционная технология извлечения золота из сульфидных руд.** Для проведения натрием полупромышленных (опытно-промышленных) испытаний электрохимической технологии был разработан временный технологический регламент на проектирование и эксплуатацию опытно-промышленной установки. Выполнено проектирование и изготовление установки. Анализ результатов полупромышленных экспериментов показал, что при совмещении процесса электрохимического выщелачивания и сорбции, по сравнению с контрольными экспериментами совмещения выщелачивания и сорбции без наложения электрического тока, происходит увеличение выхода золота в раствор сорбции на 20-25 %, сорбционная емкость ионообменной смолы АМ-2Б повышается на 30-40 %. В процессе полупромышленных испытаний установки подтверждена ее достаточно высокая надежность и хорошая работоспособность. Все системы установки работали в заданном режиме без существенных поломок.

УДК 622.831.325.3. ХАКИМЖАНОВ Т.Е., АБДУГАЛИЕВА Г.Ю. **Оценка влияния технологических параметров на газовыделение при выемке угольных пластов.**

Дана количественная оценка влияния на газовыделение в очистной забой основных параметров технологии от работы, таких как лавы и скорость подачи угольного комбайна при интенсивной выемке высокогазонасыщенных угольных пластов. Рассматриваемые технологические параметры определяют нагрузку на очистной забой и влияют на газовый режим выемочного участка. С целью выявления зависимостей влияния длины лавы и скорости подачи угольного комбайна на газовыделение в очистной забой проведены машинные эксперименты. Исследования проведены при неравномерной работе комбайна и возвратной схеме проветривания с вентиляционным шреком, расположенным в выработном пространстве. Результаты расчета, полученные на основе математической модели метановыделения, показывают, что газовыделение в очистной забой увеличивается пропорционально длине лавы и скорости угольного комбайна.

УДК 622.1. КУРМАНКОЖАЕВ А., НУРЖУМИН Е. **К теории модельного описания выемочной геолого-технологической структуры сложного контактного участка рудных залежей.**

Предложена система моделей, позволяющая аналитически описать выемочную геолого-технологическую структуру сложных участков залежи. Рассмотрена взаимосвязь параметров. Учитывается полнота и достоверность добычи. Предложена модельная концепция описания структуры массива. Разработана математическая модель выемочной структуры, дан ее анализ. Концепция привлечения модальных характеристик параметров залежей для модельного описания их структурных соотношений позволяет повысить достоверность и эффективность результатов их использования.

УДК 622.281.1. БЕССОНОВ В.В., ИМАШЕВ

дің шығыны 0,71 т/кг алтынды құрады, орташа сулау қарқындылығы тәулігіне 3,6 дм³/т руда, жұмыс ерітіндісіндегі натрий цианидінің концентрациясы 0,57 г/дм³, ал оның меншікті шығыны бір тонна рудаға 0,38 кг құрайды.

ӨЖ 622.343.12. ОРЫНГОЖИН Е.С. **Сульфидтік рудалардан алтынды алудың электр-сіңіргіш технологиясы.**

Электр-химиялық технологияны жартылай өнеркәсіптік (тәжірибе-өнеркәсіптік) сынау үшін тәжірибе-өнеркәсіптік қондырғыны жобалау мен пайдалануға уақытша технологиялық регламент әзірленген болатын. Қондырғыны жобалау және жасау орындалған. Жартылай өнеркәсіптік эксперименттер нәтижелерін талдау мынаны көрсетті: электрохимиялық қоспай сілтісіздендіру мен сіңіруді бірлестірудің бақылау эксперименттерімен салыстырғанда, электр-химиялық сілтісіздендіру мен сіңіру процесін бірлестіру кезінде алтынның сіңіру ерітіндісіне 20-25 % -ға шығуы ұлғаяды, АМ-2Б ион алмасу шайырының сіңіру сыйымдылығы 30-40 % -ға жоғарылайды.

ӨЖ 622.831.325.3. ХАКИМЖАНОВ Т.Е., АБДУГАЛИЕВА Г.Ю. **Көмір қаттарын алу кезінде газ бөлінуіне технологиялық параметрлердің әсерін бағалау.**

Тазартым забойына газ бөлінуіне қазымдау технологиясының лавалар және жоғары газды көмір қаттарын қарқынды алу кезінде көмір комбайнын беру жылдамдығы сияқты негізгі параметрлерінің әсерін сандық бағалау берілген. Қарастырылатын технологиялық параметрлер тазартым забойына жүктемені анықтайды және алу бөлігінің газдық режиміне әсер етеді. Лава ұзындығы мен көмір комбайнның беру жылдамдығының тазартым забойына газ бөлінуіне әсер ету тәуелділіктерін айқындау мақсатында машиналық эксперименттер жүргізілген. Зерттеулер комбайнның бірқалыпсыз жұмысы және қазылған кеңістікте орналасқан желдету құрақы бар желдетудің қайтымды-дел сұлбасы кезінде жүргізілген. Метан бөлінуінің математикалық моделі негізінде алынған есептеу нәтижелері тазартым забойына газ бөлінуінің лаваның ұзындығына және көмір комбайнның жылдамдығына тура пропорционал ұлғаятынын көрсетеді.

ӨЖ 622.1. ҚУРМАНКОЖАЕВ А., НУРЖУМИН Е. **Руда шоғырларының күрделі түйістік бөлігінің алынатын геология-технологиялық құрылымын модельдік сипаттау теориясына.**

Шоғырлардың күрделі бөліктерінің алынатын геология-технологиялық құрылымын аналитикалық сипаттауға мүмкіндік беретін модельдер жүйесі ұсынылған. Параметрлердің өзара байланысы қарастырылған. Өндірудің толықтығы мен дұрыстығы есепке алынады. Массив құрылымын сипаттаудың модельдік тұжырымдамасы ұсынылған. Алу құрылымының математикалық моделі әзірленген, оны талдау берілген. Ықтималдық теориясының қасиеттері пайдаланылады. Шоғырлардың құрылымдық ара қатыстарын модельдік сипаттау үшін олардың параметрлерінің модельдік сипаттамаларын жұмылдыру тұжырымдамасы оларды пайдалану нәтижелерінің дұрыстығы мен тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

ӨЖ 622.281.1. БЕССОНОВ В.В., ИМАШЕВ

working solution was 0.57 g/dm³ and its specific rate was 0.38 kg per ton. .

UDC 622.343.12. ORYNGOZHIN Ye.S. **Electro-Sorption Technology of Gold Extracting from Sulfite Ores.**

To carry out semi-industrial (experimental industrial) tests of electro-chemical technology there were developed a temporary technological regulations for designing and using an experimental industrial plant. There was carried out designing and manufacturing the plant. The analysis of the semi-industrial experiments results showed that when combining the process of electro-chemical leaching and sorption without applying electric current there occurs the 20-25% increase of gold yield in the sorption solution, sorption capacity of resin AM-2B is 30-40% increased. In the process of semi-industrial testing there was confirmed its significantly high reliability and good workability of the plant. All the systems worked in the preset mode without significant failures.

UDC 622.831.325.3. KHAKIMZHANOV T.Ye., ABDUGALIEVA G.Yu. **Evaluation of Technological Parameters Effect on Gas Emission in Coal Seams Developing.**

There is presented a quantity evaluation of effecting gas emission in the breakage face of the developing technology main parameters, such as lavas and coal cutter-loader speed in the intensive developing highly gaseous coal seams. The technological parameters considered determine the load for the breakage face and effect the gas condition of the mined area. With the aim to reveal the dependences of gas emission on the lava length and coal cutter-loader speed there were carried out machined experiments with irregular cutter-loader operation and reverse-flow scheme of ventilation with a ventilating headway located in the mined area. The results of calculations obtained based on methane emission mathematical model show that gas emission in the breakage face increases in direct proportion to the lava length and coal cutter-loader speed.

UDC 622.1. KURMANKOZHAYEV A., NURZHUMIN Ye. **To Theory of Model Description of Extracting Geological-and-Technological Structure of Complicated Contact Section of Ore Deposits.**

There is suggested a system of models permitting to describe analytically the mining geological-technological structure of complicated sections of the deposit. There is considered the interconnection of the parameters. There is suggested a model conception of describing the mass structure, worked out a mathematical model of the mining structure. The conception of attracting modal characteristics of the deposits parameters for the model describing their structural relations permits to increase the results of their use validity and efficiency.

UDC 622.281.1. BESSONOV V.V., IMASHEV

А.Ж., СУДАРИКОВ А.Е., БАХТЫБАЕВ Н.Б., ТИЛЕУХАН Н. **Определение устойчивости междужильных целиков методами математического моделирования.**

Рассмотрены вопросы проявления горного давления вокруг рядом расположенных выработок. Проведено математическое моделирование по определению зоны разрушения вокруг двух выработанных пространств. Математическое моделирование проводилось методом поэтапного нагружения горных пород. На каждом этапе решается упругая задача методом граничных интегральных уравнений. При моделировании учитывается одновременно сдвиговой (Кулона-Мора) и разрывной (наибольшие деформации растяжения) критерии прочности. Задачей моделирования является определение координат контура разрушения выработки на основании информации о напряженно-деформированном состоянии массива. На основании проведенных исследований были предложены мероприятия по безопасной отработке сближенных рудных тел.

УДК 622.822:622.64. СЕРГЕЕВ В.Я. **Выбор метода контроля проскальзывания ленты на барабане привода ленточного конвейера.**

Рассмотрены вопросы безопасной эксплуатации ленточных конвейеров в шахтах, в частности, проскальзывание ленты как причина возгорания. Проанализированы методы контроля шахтных конвейеров. Оценена достоверность контроля в момент проскальзывания при запуске конвейера с использованием тепловых датчиков. Определены параметры тепловой инерционности датчиков. Предложен способ контроля с использованием информации от датчиков скорости и силы тока электродвигателя привода. Рассмотрен алгоритм функционирования аппаратуры контроля. Сформулированы требования к датчикам.

УДК 622.271=512.122. САБДЕНБЕКҰЛЫ О., КАПАСОВА А.З. **Определение высоты вертикальной части поверхности сдвига.**

Рассмотрен способ определения высоты вертикальной части поверхности сдвига. Выполнен анализ определения $H_{\text{в}}$. Изучено напряженно-деформированное состояние образцов при одноосном сжатии. Определены поверхности разрушения. Построены паспорта прочности. Приведены аналитические зависимости высоты вертикального откоса от напряжения растяжения. Установлено, что поверхность скольжения должна формироваться с высоты $H_{\text{в}}$, не равной $H_{\text{с}}$.

УДК 622.284(574.32). ДЕМИН В.Ф., СУДАРИКОВ А.Е., ДЕМИН В.В., БАЙМУЛЬДИН М.М. **Исследование технологических параметров применения сталеполимерных анкеров.**

Определение трещиноватости массива вмещающих пород вокруг горной выработки позволило установить технологические параметры крепления. Исследована трещиноватость в окружающем массиве вокруг выработки, пройденной комбайновым способом, и эпюры контактных давлений на анкерную крепь. Установлена целесообразность закрепления породного массива скрепляющими составами, когда раскрытие незначительно (не более 0,001–0,002 м). Прочность адгезии карбонидно-формальдегидного состава к породе при увеличении раскрытия трещин от 1 до 5 мм снижается более чем в 6 раз. Адгезия закрепляющего состава к песчанику составляет 0,03–0,15 МПа в зависимости от вида полимерного состава и возрастает от

А.Ж., СУДАРИКОВ А.Е., БАХТЫБАЕВ Н.Б., ТИЛЕУХАН Н. **Желіаралық кентірекердің орнықтылығын математикалық модельдеу әдістерімен анықтау.**

Қатар орналасқан қазбалар жанында тау қысымының айқындалу мәселелері қарастырылған. Екі қазымдалған кеңістіктің жанындағы бұзылу аймағын анықтау бойынша математикалық модельдеу жүргізілген. Математикалық модельдеу тау жыныстарын кезеңмен жүктеу әдісімен жүргізілді. Әрбір кезеңде шекаралық интегралдық теңдеулер әдісімен серпімді есеп шешіледі. Модельдеу кезінде беріктіктің бір мезгілде ығысу (Кулон-Мор) және үзілу (ең үлкен созылу деформациялары) критерийлері есепке алынады. Модельдеудің міндеті массивтің кернеулі-деформацияланған күйі туралы ақпарат негізінде қазбаның бұзылу контурларының координаталарын анықтау болып табылады. Жүргізілген зерттеулер негізінде жақындаған руда денелерін қауіпсіз қазымдау бойынша шаралар ұсынылған.

ӨЖ 622.822:622.64. СЕРГЕЕВ В.Я. **Таспалы конвейер жетегінің барабанында таспаның сырғанауы бақылау әдісін таңдау.**

Шахталарда таспалы конвейерлерді қауіпсіз пайдалану мәселелері, атап айтқанда жану себебі ретінде таспаның сырғанауы қарастырылған. Шахта конвейерлерін бақылау әдістері талданған. Жылу датчиктерін пайдалану арқылы конвейерді қосқанда сырғанау сәтінде бақылау дұрыстығы бағаланған. Датчиктердің жылулық инерциялығы параметрлері анықталған. Жетектің электр қозғалтқышы жылдамдығының датчиктерінен және ток күшінен ақпаратты пайдалану арқылы бақылау тәсілі ұсынылған. Бақылау аппаратурасының жұмыс істеу алгоритмі қарастырылған. Датчиктерге қойылатын талаптар тұжырымдалған.

ӨЖ 622.271=512.122. СӘБДЕНБЕКҰЛЫ Ө., КАПАСОВА А.З. **Сығру беттердегі тік жардың биіктігін негіздеу.**

Мақала сығру бетінің тік бөлігінің биіктігін анықтау тәсілін жетілдіруге арналған. $H_{\text{в}}$ анықтауды талдау орындалған. Үлгілердің бір осьті қысылу кезіндегі кернеулі-деформацияланған күйі зерделенген. Бұзылу беттері анықталған. Беріктік паспорттары салынған. Тік қиябет биіктігінің созылу кернеуіне аналитикалық тәуелділіктері келтірілген. Сығру бетінің $H_{\text{с}}$ тең емес $H_{\text{ж}}$ биіктігін қалыптасуы тиіс екендігі анықталған.

ӨЖ 622.284 (574.32) ДЕМИН В.Ф., СУДАРИКОВ А.Е., ДЕМИН В.В., БАЙМУЛЬДИН М.М. **Болат-полимер анкерлерді қолданудың технологиялық параметрлерін зерттеу.**

Тау қазбасы маңайындағы жанас жыныстар массивінің жарықшақтылығын анықтау бекітпелің технологиялық параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді. Комбайндық тәсілмен өткен қазбаның маңайындағы қоршаған массивтегі жарықшақтық және анкерлік бекітпеге байланыстық қысымдар эпюрлері зерттелген. Ашылуы елеусіз (0,001-0,002) мм-ден артық емес болғанда, жыныстық массивті бекітуші құрамдармен бекітудің мақсатқа сәйкестігі анықталған. Карбонид-формальдегидті құрам адгезиясының жынысқа беріктігі жарықшақтардың ашылуы 1 мм-ден 55 мм-ге дейін ұлғайғанда кем дегенде 6 есе төмендейді. Бекітуші құрамның құм тасқа адгезиясы полимер құрамның түріне байланысты 0,03-0,15 МПа құрайды және терістен кесілетінге өседі және ауыспалы пішінді өзек үшін максимум болады.

A.Zh., SUDARIKOV A.Ye., BAKHTYBAYEV N.B., TILUKHAN N. **Determining Intervein Pillars Stability by Methods of Mathematical Modeling.**

There are considered the questions of occurring mining pressure around the near located workings. There has been carried out mathematical modeling for determining the zone of breaking around two mined areas. Mathematical modeling was carried out by the method of staged loading mining rocks. At each stage there is solved an elastic problem by the method of boundary integral equations. In modeling there is taken into account both shearing (Coulomb-Moor) and breaking strength criteria. The task of modeling is determining the coordinates of the working breaking contour based on the information about stressed-and-strained state of the mass. Based on the studies carried out there were suggested measures for safe developing closed ore bodies.

UDC 622.822:622.64. SERGEYEV V.Ya. **Selecting Method of Controlling of Belt Slippage on Belt Conveyer Drive Drum.**

There are considered the questions of safe using belt conveyers in mines, especially the belt slippage as a reason of inflammation. There are analyzed the methods of controlling mining conveyers, evaluated the control validity at the moment of slipping when starting the conveyer using thermal gages. There are determined the parameters of the gages thermal inertia, suggested a method of controlling using information from the gages of speed and current force of the drive electric motor. There is considered the algorithm of the controlling equipment functioning, formulated the requirements to the gages.

UDC 622.271=512.122. SABDENBEKULY O., KAPASOVA A.Z. **Determining Shear Vertical Surface Height.**

There is considered the improving of the method to determine the height of the shear surface vertical part. There is carried out the analysis of $H_{\text{в}}$, determining, studied stressed-and-strained state of the samples at one-axis compression. There are determined the surfaces of breaking, built the passports of strength. There are presented analytical dependences of vertical slope height on tensile strain. It was established that the slipping surface is to be formed from the height $H_{\text{в}}$ not equal to $H_{\text{с}}$.

UDC 622.284 (574.32) DYOMIN V.F., SUDARIKOVA A.Ye., DYOMIN V.V., BAIMULDIN M.M. **Studying Technological Parameters of Using Steel-and-Polymer Anchors.**

Determining the enclosing rocks mass cracking around a mining working permitted to establish technological parameters of supporting. There has been studied cracking in the surrounding mass around the working advanced with a cutter-loader, and the curves of contact pressures on the anchor support. There has been established expediency of supporting the rock mass with binding compositions when the crack is insignificant (0.001-0.002 mm). The strength of carbamide-and-phormaldehyde composition adhesion to the rock with cracking increase up to 1-5 mm decreases more than 6 times. The binding composition adhesion to sandstone is 0.03-0.15 MPa depending on the type of polymer composition and increases from the smooth to the threaded and is maximal for the rod with variable profile.

гладкого к нарезному и максимальна - для стержня с переменным профилем.

УДК 622.1. НУРЖУМИН Е., КУРМАНҚОЖАЕВ А. **Способы оценки геолого-геометрических зависимостей между параметрами выемочных участков по месторождению.**

Обоснован вероятностно-статистический метод анализа приконтактных зон залежей. Рассматривается геометрия приконтактной неровности рудных тел. Установлены зависимости между параметрами приконтактных зон рудных тел. Обосновывается необходимость учета погрешности оконтуривания статистического блока. Выполнен анализ известных способов оценки параметров сложных выемочных участков. Намечены три реализации методики. Обоснована важность установления величин потерь и разубоживания.

УДК 656.2(075.8). МАЛЫБАЕВ С.К., КОБДИКОВ М.А., БАЛГАБЕКОВ Т.К. **Определение числа путей в приемо-отправочном парке грузовой станции промышленных предприятий.**

Рассматриваются расчеты по определению числа приемо-отправочных путей грузовых станций и приводятся необходимые формулы для решения этой задачи. Приводится схема расположения грузовой станции. Показано место расположения грузового парка, парка формирования, пункта технического обслуживания и др. Приведены основные принципы организации перевозок промышленным транспортом. Приведены годовые расходы на укладку и содержание одного пути. Показаны формулы по укладке дополнительного пути. Даны рекомендации по целесообразности введения дополнительного пути.

УДК 625.711.00.25. КАРБАЕВ Н.К. **Прогнозная оценка микропрофилей дорожного покрытия для автобетоносмесителя.**

Прогнозная оценка микропрофилей дорожного покрытия с целью обеспечения плавности хода автобетоносмесителя является актуальной задачей. Следует отметить, что для характеристики воздействия неровностей на ходовую часть АБС необходимо учитывать микропрофиль поверхности дороги, измеренный не по одной, а по двум линиям колеи. Анализ результатов обмера микропрофилей дорог показывает, что при достаточной протяженности участков измерения нормированные корреляционные функции, определенные для следа левых и правых колес, мало отличаются одна от другой. Основное различие проявляется в величинах дисперсий правого и левого микропрофилей. Следовательно, при расчете плавности хода АБС следует использовать одну нормированную корреляционную функцию при средней величине дисперсии.

УДК 539.3. АЙНАБЕКОВ А.И., СУЛЕЙМЕНОВ У.С., МАРАСУЛОВА М. **О распространении волн в слоях, находящихя в деформируемых средах.**

Рассматривается распространение волн напряжений в слоистом теле. Детально, вплоть до численных результатов, разработаны только те задачи, которые приводят к реальному решению. Комплексными решениями пренебрегли как не имеющими большого значения. Рассмотрена деформируемая (упругая или вязкоупругая) трехслойная полоса толщиной h , со свободными поверхностями с распространением гармонической волны с фазовой скоростью C . Анализ результатов вычислений показывает, что с увеличением n

ӨЖ 622.1. НУРЖУМИН Е., ҚҰРМАНҚОЖАЕВ А. **Кен орны бойынша алу бөліктерінің параметрлері арасындағы геология-геометриялық тәуелділіктерді бағалау тәсілдері.**

Шоғырлардың жанасатын аймақтарын талдаудың ықтималды-статистикалық әдісі негізделген. Руда денелері жанасуының тегіссіздігі геометриясы қарастырылады. Руда денелерінің жанасу аймақтарының параметрлері арасындағы тәуелділіктер анықталған. Статистикалық блокты контурлау қателіктерін есепке алу қажеттілігі негізделді. Күрделі алу бөліктерінің параметрлерін бағалаудың белгілі тәсілдерін талдау орындалған. Әдіс-тәсілмен үш рет іске асыру көзделген. Шығындар мен құнарсызданду көлемдерін анықтау маңыздылығы анықталған.

ӨЖ 656.2 (075.8) МАЛЫБАЕВ С.К., КОБДИКОВ М.А., Т.К. БАЛГАБЕКОВ. **Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жүк станциясының қабылдау-жөнелту паркіндегі жолдардың санын анықтау.**

Жүк станцияларының қабылдау-жөнелту жолдарының санын анықтау бойынша есептеулер қарастырылады және осы міндетті шешу үшін қажетті формулалар келтіріледі. Жүк паркінің, құрастыру паркінің, техникалық қызмет көрсету пунктінің және т.б. орналасқан орны көрсетілген. Өнеркәсіптік көлікпен тасымалдауды ұйымдастырудың негізгі принциптері келтірілген. Бір жолды тәсеуге және күтіп ұстауға жұмсалатын жылдық шығындар келтірілген. Қосымша жолды тәсеу бойынша формулалар көрсетілген. Қосымша жолды ендірудің мақсатқа сәйкестігі бойынша ұсыныстар берілген.

ӨЖ 625.711.00.25. КАРБАЕВ Н.К. **Автобетон араластырғышқа арналған жол жамылғысының микропішіндерін болжаудың бағалау.**

Автобетон араластырғыш жүрісінің жатықтығын қамтамасыз ету мақсатында жол жамылғысының микропішіндерін болжаудың бағалау маңызды міндет болып табылады. Тегіс еместікті ердің АБА жүрістік бөлігіне әсерін сипаттау үшін жол табанның бір емес, екі сызығы бойынша өлшенген жол бетінің микропішінін есепке алу қажет екенін атап кету керек. Жолдардың пішіндерін өлшеу нәтижелерін талдау өлшеу бөліктерінің ұзындығы жеткілікті болғанда сол және оң доңғалақтардың ізі үшін анықталған, нормаланған корреляциялық функциялардың бірінің екішісінен аз ерекшеленетінін көрсетеді. Негізгі айырмашылық оң және сол микропішіндер дисперсияларының шамаларында айқындалады. Осыдан, АБА жүрісінің жатықтығын есептеу кезінде дисперсия шамасы орташа болғанда бір нормаланған корреляциялық функцияны пайдалану керек.

ӨЖ 539.3. АЙНАБЕКОВ А.И., СУЛЕЙМЕНОВ У.С., МАРАСУЛОВА М. **Деформацияланатын орталарда болатын қабаттарда толқындардың таралуы туралы.**

Қабатты денеде кернеулер толқындарының таралуы қарастырылады. Нақты шешімге әкелетін есептер ғана толық, тіпті сандық нәтижелерге дейін әзірленген. Үлкен мағынасы жоқ шешімдер ретінде кешенді шешімдер ескерілмеді. Фазалық жылдамдығы гармониялық толқынның таралуымен еркін беттері бар қалыңдығы h деформацияланатын (серпінді немесе тұтқыр-серпінді) үш қабатты жолақ қарастырылған. Есептеулер нәтижелерін талдау нәтижесінде фазалық жылдамдықтардың пропорционал ұлғаятынын көрсетеді. Әрі қарай $\lambda/\lambda \rightarrow \infty$ болғанда фазалық жылдам-

UDC 622.1. NURZHUMIN Ye., KURMANKOZHAYEV A. **Methods of Evaluating Geological-and-Geometrical Dependences between Mining Sections Parameters at Deposit.**

There is substantiated the probabilistic-and-statistic method of analyzing deposits contact zones. There is considered geometry of contact irregularity of ore bodies. There is substantiated the necessity to account the errors of contouring a statistic block, carried out the analysis of the known methods of evaluating complicated mined sections parameters. There are selected three methods of realizing the methodology and established the significance of determining losses and dilution values.

UDC 656.2 (075.8). MALYBAYEV S.K., KOBDIKOV M.A., BALGABEKOV T.K. **Determining Tracks Number in Receiving-Departure Yard of Industrial Enterprise Freight Terminal.**

There are considered calculating for determining the number of receiving-departure tracks of freight terminals and presented necessary formulae for solving this problem. There is shown the scheme of the freight terminal location, the place of the freight yard location, forming yard, servicing point, etc. There are presented the main principles of organizing transportation with industrial transport, yearly cost of placing and maintaining one track. There are given formulae for placing an additional track, recommendations for expediency of introducing an additional track.

UDC 625.711.00.25. KARBAYEV N.K. **Forecast Evaluation of Road Covering Microprofiles for Inclined-Axis Mixer.**

A forecast evaluation of the road covering microprofiles with the aim to ensure an inclined-axis mixer smooth motion is an urgent task. To characterize the effect of irregularity on the IAM undercarriage it's necessary to account the road surface microprofile measured in two lines of the track. The analysis shows that with a significant length of the measured sections the normal correlation functions determined for the left and right wheels, are very similar. The main difference is in the values of the left and right microprofiles dispersions. That's why in calculating the IAM smooth motion it's necessary to use one normal correlation function at an average value of dispersion.

UDC 539.3. AINABEKOV A.I., SULEIMENOV U.S., MARASULOV A.M. **About Waves Propagation in Layers Located in Deformed Media.**

There is considered waves propagation in a stratified body. In details up to the numerical results there are developed only the problems which lead to the real solution. Complex solutions were neglected as they are insignificant. There is considered a deformed (elastic or viscous-and-elastic) three-layer strip of the thickness h , with free surfaces and harmonic waves propagation with the phase speed C . The analysis of the results showed that with increasing n phase speeds increase proportionally. Later on phase speeds don't change.

фазовые скорости пропорционально увеличиваются. В дальнейшем при $L/\lambda \rightarrow \infty$ фазовые скорости не изменяются.

УДК 69.059. НУГУЖИНОВ Ж.С., КУРОХТИН А.Ю., КУРОХТИНА И.А. **О вопросах экспертного обследования объектов промышленного и гражданского назначения.**

Рассмотрены проблемы экспертного обследования возводимых и существующих зданий и сооружений. Проведен мониторинг сложных, большепролетных, высотных и уникальных зданий и сооружений. Рассмотрены вопросы надежности и живучести промышленных и гражданских объектов и варианты их решения. Представлена комплексная методика обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений. Затронуты вопросы нормирования работ по обследованию технического состояния объектов в Казахстане и использования для мониторинга несущих конструкций строений автоматических станций. Приведен анализ причин возникновения повреждений и физического износа.

УДК 629.12.05. НАБИЕВ Н.К. **Диагностика подшипников буксовых узлов на основе метода идентификационных измерений.**

Рассмотрено применение интегрального метода теории идентификационных измерений (ИИ) для диагностики подшипников буксовых узлов железнодорожного подвижного состава. Основу ИИ составляют операции измерения формы и вариальности вибросигналов и их характеристик. Описаны средства и методы ИИ, ориентированные на решение измерительных и классификационных задач автоматического распознавания дефектов подшипников буксовых узлов. Рассмотрены примеры представления вибросигналов количественными характеристиками состояния подшипников. По итогам экспериментальных и производственных испытаний предложены диагностические критерии. Полученные критерии используются для вынесения результата о причинах неисправности и виде дефекта. В настоящее время предложенная автором автоматизированная система мониторинга и диагностики подшипников буксовых узлов внедряется в технологический процесс по обслуживанию и ремонту колесных пар на вагоноремонтных предприятиях.

УДК 621.311.075. АХМЕТБАЕВ Д.С. **Системные функции сопротивления как основа математического моделирования режимов электрических цепей.**

Рассматриваются вопросы моделирования режимов электрических цепей с позиции системных функций сопротивления. Для этой цели приняты в качестве возмущения задающие узловые токи, а в качестве реакции цели - узловые падения напряжения. Предложен способ преобразования уравнений состояния электрической цепи, в результате которого получено выражение для системных функций сопротивления, относительно коэффициентов распределения узловых токов. Показано, что матрица системных функций сопротивления однозначно определяет узловые падения напряжений при заданной матрице задающих токов, системные функции сопротивления полностью совпадают с обратной матрицей узловых проводимостей. Показано, что для получения решений уравнений узловых потенциалов достаточно найти матрицу коэффициентов токораспределения.

дықтар өзгермейді.

ӨЖ 69.059. НУҒОЖИНОВ Ж.С., КУРОХТИН А.Ю., КУРОХТИНА И.А. **Өнеркәсіптік және азаматтық тағайындалған объектілерді сараптық тексеру мәселелері туралы.**

Тұрғызылатын және қолданылып жүрген үй-мереттер мен ғимараттарды сараптық тексеру проблемалары қарастырылған. Күрделі, үлкен аралықты, биік және теңдессіз үй-мереттер мен ғимараттар мониторингі жүргізілген. Өнеркәсіптік және азаматтық объекттердің сенімділігі мен өміршеңдігі мәселелері және оларды шешу нұсқалары қарастырылған. Үй-мереттер мен ғимараттардың техникалық күйін тексеру және бағалау сенімділігі мен өміршеңдігі мәселелері қарастырылған. Үй-мереттер мен ғимараттардың техникалық күйін тексеру мен бағалаудың кешенді әдістемесі ұсынылған. Қазақстандағы объекттердің техникалық күйін тексеру бойынша жұмыстарды нормалау және көтергіш конструкциялар мониторингі үшін автоматтық станциялар құрылыстарын пайдалану мәселелері қозғалған. Бұзылудың және физикалық тозудың пайда болу себептерін талдау жүргізілген.

ӨЖ 629.12.05. НАБИЕВ Н.К. **Сәйкестендірілген өлшемдер әдісі негізінде текке айналу тораптары мойынтіректерінің диагностикасы.**

Темір жол жылжымалы құрамының текке айналу тораптарының мойынтіректерін тексеру үшін сәйкестендірілген өлшемдер (СӨ) теориясының интегралдық әдісін қолдану қарастырылған. Дірілді сигналдардың түрін және вариабельділігін және олардың сипаттамаларын өлшеу операциялары СӨ негізін құрайды. Текке айналу тораптарының ақауларын автоматтық тандудың өлшеу және жіктеу міндеттерін шешуге бағдарланған СӨ құралдары мен әдістері сипатталған. Дірілді сигналдарды мойынтіректер күйінің сандық сипаттамаларымен беру мысалдары қарастырылған. Эксперименттік және өндірістік сынау қорытындылары бойынша диагностикалық критерийлер ұсынылған. Алынған критерийлер жарамсыздық себептері және ақау түрі туралы нәтиже шығару үшін пайдаланылады. Қазіргі уақытта автормен ұсынылған текке айналу тораптары мойынтіректерінің автоматтандырылған мониторинг және диагностика жүйесі вагон жөндеу кәсіпорындарында доғалақ жұптарына қызмет көрсету және жөндеу бойынша технологиялық процесс ендіріледі.

ӨЖ 621.311.075. АХМЕТБАЕВ Д.С. **Жүйелі кедергі функциялары электр тізбектері режимдерін математикалық модельдеу негізі ретінде.**

Жүйелі кедергі функциялары позициясынан электр тізбектері режимдерін модельдеу мәселелері қарастырылады. Осы мақсат үшін ауытқу ретінде - беруші тораптық токтар, ал тізбек реакциясы ретінде тораптық кернеу түсуі қабылданған. Электр тізбегі күйінің теңдеулерін түрлендіру тәсілі ұсынылған, оның нәтижесінде тораптық токтардың таралу коэффициенттеріне қатысты жүйелі кедергі функциялары үшін өрнек алынған. Жүйелі кедергі функциялары матрицасының беруші токтардың берілген матрицасы кезінде тораптық кернеулер түсуін анықтайды, жүйелі кедергі функциялары тораптық өткізгіштіктердің кері матрицасымен толығымен сәйкес келеді. Тораптық потенциалдар теңдеулерінің шешімдерін алу үшін ток таралу коэффициенттерінің матрицасын табу жеткілікті.

UDC 69.059. NUGUZHINOV Zh.S., KUROKHTIN A.Yu., KUROKHTINA I.A. **About Questions of Expert Examining Objects of Industrial and Civil Function.**

There are considered the problems of expert examining buildings and structures. There has been carried out the monitoring of complicated, large-span, tall and unique buildings and structures. There are considered the questions of reliability and durability of industrial and civil objects and their solution variants. There is presented a complex methodology of examining and evaluating the buildings technical state. There are touched the questions of work normalization and using automatic stations for monitoring bearing structures of objects. There is presented the analysis of the reasons of occurring damages and physical wear.

UDC 629.12.05. NABIYEV N.K. **Diagnostics of Axle Boxes Bearings Based on Identification Measuring Method.**

There is considered using an integral method of the theory of identification measuring (IM) for diagnosis of the axle boxes bearings of the railway rolling stock. The basis of IM is the operations of measuring form and variability of vibrosignals and their characteristics. There are described the methods and means of IM, oriented to solving measuring and classification problems of automatic detecting the faults of axle boxes bearings. There are considered examples of presenting vibrosignals by quantity characteristics of bearings state. By the results of experimental and industrial tests there are suggested diagnostic criteria. The criteria obtained are used for the defining the reasons of failure and the fault type. At present the automated monitoring system suggested by the author is introduced into the technological process of servicing and repairing wheels at car-repairing enterprises.

UDC 621.311.075. AKHMETBAYEV D.S. **System Functions of Resistance as Basis for Mathematical Modeling of Electric Circuits Modes.**

There are considered the questions of modeling electric circuits modes from the position of system functions of resistance. For this there are taken as a disturbance reference pivotal currents, and as a circuit reaction - pivotal voltage drops. There is suggested a method of transforming the electric circuit state equations and as a result there is obtained an expression for the resistance system functions relatively to the pivotal currents distribution coefficients. The matrix of the resistance system functions defines the voltage pivotal drops at a given matrix of reference currents, system functions completely coincide with the reverse matrix of pivotal conductivities. There is shown that for obtaining solutions of pivotal potential equations it's necessary to find current distribution coefficients matrix.

УДК 621.365, 621.311. КАШЕВКИН А.А., ЖАКИН Б.Б., ПУКЕМА В.И. **Повышение эффективности низкочастотной установки индукционного нагрева.**

Предложены меры по повышению эффективности установки индукционного нагрева путем внедрения дополнительных электрических узлов. В качестве дополнительных электрических узлов используются двухполупериодный выпрямитель и трансформатор с конденсатором. Предлагаемая мостовая схема выпрямления преобразовывает напряжение путем увеличения частоты в 2 раза. С ростом частоты напряжения питания увеличивается мощность индукционной установки. Это, в свою очередь, ведет к повышению эффективности при эксплуатации на промышленном предприятии. Представлены графики, объясняющие принцип преобразования напряжения. Рассмотрен также принцип работы источника питания.

УДК 622.831.325.3. БРЮХАНОВ Д.А., АВДЕЕВ Л.А. **Разработка автоматизированной системы контроля параметров дегазации на вакуум-насосной станции.**

Рассматриваются варианты автоматизации вакуум-насосных станций (ВНС), осуществляющих дегазацию угольных пластов. Предлагаются решения по созданию современной автоматизированной системы многоуровневого контроля параметров дегазации ВНС на базе оборудования фирмы Woelke Industrieelektronik (Германия). Рассматриваются структура разрабатываемой автоматизированной системы контроля параметров дегазации, применяемые технические средства автоматизации. Отдельное внимание уделяется вопросу сопряжения нижнего уровня системы (датчиков и исполнительных устройств) со средними верхнего уровня (персональной ЭВМ оператора). Для реализации связи верхнего и нижнего уровня предлагается разработать специализированного контроллера. Определяются основные функции контроллера, способы сбора и передачи информации и отдельные блоки и узлы. Рассматриваются требования к программному обеспечению персональной ЭВМ оператора.

УДК 004.83. ЯВОРСКИЙ В.В., КИНТОНОВА А.Ж. **Вопросы организации управления знаниями.**

Рассматриваются вопросы организации системы управления знаниями. Показаны способы и модели представления знаний, интеллектуальные средства для формализации предметной области. Рассмотрены методы представления и обработки знаний и запросов. Описываются способы создания и управления семантическими метаданными в системе управления знаниями, стандарты представления метаданных. Затрагиваются вопросы проектирования онтологий. Предложен подход к метаописанию объектов, позволяющий расширить возможности и качество работы информационной системы.

УДК 622.8. ИМАНГАЗИН М.К. **Профилактика травматизма на Актыубинском заводе ферросплавов.**

Рассмотрена профилактика травматизма на Актыубинском заводе ферросплавов. Приводятся описание профилактической работы по предупреждению травматизма, структура и планы работ службы охраны труда по профилактике травматизма. Приведены затраты на мероприятия, способствующие предотвращению травматизма. Вывод состоит в том, что

ЭОЖ 621.365, 621.311. КАШЕВКИН А.А., ЖАКИН Б.Б., ПУКЕМА В.И. **Төмен жиілікті индукциялық қыздыру қондырғысының тиімділігін жоғарылату.**

Қосымша электр тораптарын ендіру жолымен индукциялық қыздыру қондырғысының тиімділігін жоғарылату бойынша шаралар ұсынылған. Қосымша электр тораптары ретінде екі жартылай периодты түзеткіш және конденсаторы бар трансформатор пайдаланылады. Ұсынылатын түзеткіш сұлбасы жиілікті 2 есе ұлғайту жолымен кернеуді түрлендіреді. Қоректендіру кернеуі жиілігінің артуымен индукциялық қондырғы қуаты ұлғаяды. Бұл өз кезегінде, өнеркәсіптік кәсіпорында пайдалану кезінде тиімділіктің жоғарылауына әкеледі. Кернеудің түрлену принципін түсіндіретін графиктер берілген. Сондай-ақ қоректендіру көзінің жұмыс принципі қарастырылған.

ЭОЖ 622.831.325.3. БРЮХАНОВ Д.А., АВДЕЕВ Л.А. **Вакуум-сорғы станцияларында газсыздандыру параметрлерін автоматтандырылған бақылау жүйесін әзірлеу.**

Көмір қаттарын газсыздандыруды жүзеге асыратын вакуум-сорғы станцияларын (ВСС) автоматтандыру нұсқалары қарастырылады. Woelke Industrieelektronik фирмасының (Германия) жабдықтары базасында ВСС газсыздандыру параметрлерін қазіргі заманғы автоматтандырылған көп деңгейлі бақылау жүйесін құру бойынша шешімдер ұсынылады. Газсыздандыру параметрлерін бақылаудың әзірленетін автоматтандырылған жүйесінің құрылымы, автоматтандырудың қолданылатын техникалық құралдары қарастырылады. Жүйенің төменгі деңгейінің (датчиктері мен атқару құрылғыларының) жоғарғы деңгейінің құралдарымен (оператордың дербес ЭЕМ-мен) жанасу мәселесіне жеке көңіл бөлінеді. Жоғарғы және төменгі деңгей байланысын жүзеге асыру үшін арнайыландырылған контроллерді әзірлеу ұсынылады. Контроллердің негізгі функциялары, ақпаратты жинау және беру тәсілдері және жеке блоктар мен тораптар анықталады. Оператордың дербес ЭЕМ программалық қамтамасыз етуге қойылатын талаптар қарастырылады.

ЭОЖ 004.83. ЯВОРСКИЙ В.В., КИНТОНОВА А.Ж. **Білімді басқаруды ұйымдастыру мәселелері.**

Білімді басқару жүйесін ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Білім беру тәсілдері мен модельдері, пәндік облысты қалыптастыруға арналған зияткерлік құралдар көрсетілген. Білімді басқару жүйесіндегі семантикалық метадеректерді құру және басқару тәсілі, метадеректерді ұсыну стандарттары сипатталады. Онтологияларды жобалау мәселелері қозғалады. Ақпараттық жүйенің мүмкіндіктерін және жұмыс істеу сапасын кеңейтуге мүмкіндік беретін объектілерді метасипаттауға амал ұсынылған.

ЭОЖ 622.8. ИМАНГАЗИН М.К. **Ақтөбе ферроқорытпалар зауытында жарақаттанудың алдын алу.**

Ақтөбе ферроқорытпалар зауытында жарақаттанудың алдын алу қарастырылған. Жарақаттануды ескерту бойынша алдын алу жұмысының сипаттамасы, жарақаттанудың алдын алу бойынша еңбек қорғау қызметі жұмыстарының құрылымы және жоспарлары келтіріледі. Жарақаттануды болдырмауға мүмкіндік туғызатын шараларға шығындар келтірілген. Тұжырым алдын алу жұмысының

UDC 621.365, 621.311. KASHEVSKIN A.A., ZHAKIN B.B., PUKEMA V.I. **Increasing Efficiency of Low-Frequency Induction Heating Plant.**

There are suggested measures to increase the efficiency of induction heating plant by the way of introducing additional electric blocks. As additional electric blocks there are used two-semi-period rectifier and transformer with condenser. The bridge scheme suggested transforms voltage by means of 2 times increasing frequency. With feeding voltage frequency growth there is increased the induction plant power. In its turn, this leads to increasing operation efficiency at an industrial enterprise. There are presented graphs explaining the principle of the voltage transforming. There is also considered the principle of power source operation.

UDC 622.831.325.3. BRYUKHANOV D.A., AVDEYEV L.A. **Developing Automated System of Controlling Degassing Parameters at Vacuum Pump Station.**

There are considered the variants of automating vacuum pump stations (VPS) for coal seams degassing. There are suggested decisions for making modern automated system of multi-level controlling VPS degassing parameters based on the company Woelke Industrieelektronik (Germany) equipment. There is considered the structure of the automated system being developed, used technical means of automation. Special attention is paid to the question of interfacing the system lower level (gages and working units) and the means of the upper level (operator's personal computer). To realize the connection of the two levels there is developed a special controller. There are determined the main functions of the controller, methods of collecting and transferring the information and individual blocks, considered requirements to the software for operator's PC.

UDC 004.83. YAVORSKIV V.V., KINTONOVA A.Zh. **Questions of Organizing Knowledge Management.**

There are considered the questions of organizing the system of knowledge management. There are shown methods and models of knowledge representation, intellectual means for formalizing a subject field. There are considered methods of presenting and processing knowledge and demands, described the method of forming and managing semantic meta-data in the system of knowledge management, standards of meta-data presenting. There are touched the questions of designing ontologies. There is suggested an approach to meta-describing objects permitting to widen the possibilities and quality of information system operation.

UDC 622.8. IMANGAZIN M.K. **Prevention Traumatism at Aktyubinsk Shops of Ferroalloys.**

There is considered prevention of traumatism at the Aktyubinsk shops of ferroalloys. There are given descriptions of preventive work, the structure and working plans of the service for labor protection to prevent traumatism. There are presented the costs of the measures assisting to prevent traumatism. The conclusion is that preventive work consists of three components: organizational, technical and

профилактическая работа ведется по трем составляющим: организационной, технической и санитарно-гигиенической. Работа по психофизиологической составляющей практически отсутствует. Применяются только наглядные плакаты, которые позволяют оказывать положительное влияние на подсознание работников в вопросах соблюдения правил ТБ на производстве. Слабая работа по психофизиологической составляющей профилактики травматизма является причиной 68-70% случаев травмирования на заводе.

УДК 331.4(574). ШАРИПОВА С.А. **Анализ организационного уровня производства и его влияния на профессиональные риски.**

Проведен анализ результатов работы угольных шахт и разрезов отрасли с использованием стандартного пакета компьютерных программ статистического анализа. Исследованы 9 технико-экономических показателей предприятий и их связи с 14 факторами производства на шахтах. Степень связности того или иного показателя выступает как мера его информативности. Чем выше его связность, тем больше информации он в себе несет. Данная система показателей была использована в качестве основы для оценки организационного уровня шахт с позиций эффективности их производственной деятельности. Рассмотрение известных к настоящему времени методов сокращения числа параметров без существенной потери информации позволяет утверждать, что на этапе отбора показателей для оценки организационного уровня предприятий наиболее эффективным является метод канонического анализа.

ұйымдастырушы, техникалық және санитарлық-гигиеналық үш құраушы бойынша жүргізілуінен тұрады. Өндірісте ТҚ ережелерін сақтау мәселелерінде жұмыскерлердің сана-сына жақсы әсер етуге мүмкіндік беретін көрнекті плакаттар ғана қолданылады. Жарақаттанудың алдын алудың психофизиологиялық құраушысы бойынша нашар жұмыс зауытта жарақаттану жағдайларының 68-70 % себебі болып табылады.

ӨЖ 331.4(574) ШӘРІПОВА С.А. **Өндірістің ұйымдастыру деңгейін және оның кәсіптік төуекелдерге әсерін талдау.**

Статистикалық талдаудың стандартты компьютерлік программалар пакетін пайдалану арқылы саланың көмір шахталары мен тіліктерінің жұмыс нәтижелерін талдау жүргізілген. Кәсіпорындардың 9 техника-экономикалық көрсеткіші және олардың шахталардағы өндірістің 14 факторымен байланыстары зерттелген. Сол немесе басқа көрсеткіштің байланыстылығы дәрежесі оның ақпараттылығының өлшемі ретінде болады. Берілген көрсеткіштер жүйесі олардың өндірістік қызметінің тиімділігі позицияларынан шахталардың ұйымдастыру деңгейін бағалау үшін негіз ретінде пайдаланылған болатын. Осы уақытта белгілі болған ақпараттың елеулі шығынсыз параметрлер санын қысқарту әдістерін қарастыру кәсіпорындардың ұйымдастыру деңгейін бағалау үшін көрсеткіштерді іріктеу кезеңінде канондық талдау әдісінің аса тиімді болып табылатынын пайымдауға мүмкіндік береді.

sanitary-hygienic. The work in psycho-physiological direction is practically absent. There are only used placards which permit to influence positively the workers' mind in the questions of observing safety rules at the enterprise. Weak organization of psycho-physiological component of traumatism prevention is the cause of 68-79 % traumas at the shops.

UDC 331.4 (574). SHARIPOVA S.A. **Analysis of Production Organizational Level and its Effect on Professional Risks.**

There has been carried out the analysis of coal mines and open pits work of the branch using a standard package of computer programs for statistical analysis. There have been studied 9 technical-economical characteristics of enterprises and their connection with 14 production factors at mines. The degree of a characteristic connectivity is a measure of its informativity. The more is its connectivity, the more information it bears. The given system of characteristics has been used as a base for evaluation of mines organizational level from the position of their production activities efficiency. Considering at present known methods of decreasing the number of parameters without significant loss of information permits to state that at the stage of selecting characteristics for evaluating enterprises organizational level the most efficient is the method of canonic analysis.

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакционно-издательский отдел в двух экземплярах. Прилагается электронная версия статьи на CD-диске, направление организации. Приводится аннотация на русском языке, указывается индекс УДК. Обязательно наличие краткого реферата, состоящего не менее чем из **7 предложений** на русском и английском языках. Объем статьи не должен превышать 8 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через **1,5 интервала** (между строками 6 мм) на одной стороне листа форматом 210x297 мм; страницы нумеруются. Текст необходимо набирать в редакторе Word 2000 либо Word 2003 (не ниже) 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 тексте.

Рекомендуется компьютерная графика. Рисунки могут иметь расширения, совместимые с Word 2000, Word 2003, т.е. CDR, JPG, PCD, TIF, BMP.

Для рисунков должен применяться шрифт Arial. Размер шрифта (кегель) 14. Если рисунок отсканирован, вся текстовая часть рисунка должна быть набрана на компьютере и доступна для редактирования, написанные от руки обозначения в рисунках не допустимы.

Для таблиц рекомендуется шрифт Times New Roman, размер шрифта (кегель) 14.

Формулы должны быть набраны в формуляторе MathType, шрифт (кегель) 10, формат объекта 100%. Сканированные формулы не допускаются.

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. В тексте ссылки на литературу отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно [1, 2]. 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 две статьи одного автора.

Предпочтение отдается статьям, имеющим исследовательский характер и содержащим элементы научной новизны. Рекомендуется аналитические результаты научных исследований подтверждать данными, полученными экспериментальным путем или методами 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 текста, рисунков или графиков из работ других авторов (или из Internet) без ссылки на них.

республикалық

журнал

республиканский

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА
2010. №1. 103 с.

№ 1351-ж тіркеу куәлігін 2000 жылдың 4 шілдесінде Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген

Регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 года выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан

Әдеби редакторлар — Литературные редакторы

Р.С. Искакова, Б.А. Асылбекова, К.К. Сагадиева

Аудармашылар — Переводчики

А.С. Қордабаева, Н.М. Драк

Компьютерлік ажарлау және беттеу — Компьютерный дизайн и верстка

М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева

Басуға қол қойылды	31.03.2010	Подписано в печать
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	14,1	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	4389	Заказ
Индексі	75857	Индекс
Келісімді баға		Цена договорная

Редакцияның мекен-жайы — Адрес редакции

100027, г. Караганда, бульвар Мира, 56. Издательство КарГТУ. E-mail: rio_kstu@mail.ru

