ISSN 1609-1825

ҚарМТУ
ҚР Тұңғыш Президентінің білім ордасы

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

№2
2017

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

республикалық журналы

республиканский журнал

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ
ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

2 (67)
2017

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет

Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

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

Журнал зарегистрирован в Комитете связи, информатизации и информации при Министерстве по инвестициям и развитию Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 15375–ж от 27.05.2015 г.)

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

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

Главный редактор
М.К. Ибатов
ректор, д-р техн. наук, профессор

Редакционный совет

Ибатов М.К. *ректор, д-р техн. наук, проф. (председатель)*

Исагулов А.З. *первый проректор, академик МАИН, КазНАЕН, АН ВШК, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя)*

Фешин Б.Н. *профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)*

Ахметжанов Б.А. *зав. кафедрой экономики предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.*

Байджанов Д.О. *профессор кафедры строительных материалов и технологий, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.*

Брейдо И.В. *зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.*

Выжва С.А. *проректор по научной работе, зав. кафедрой геофизики КНУ им. Т. Шевченко, д-р геол. наук, проф.*

Головачева В.Н. *декан факультета инновационных технологий, д-р пед. наук, д-р Ph.D., доц.*

Дрижд Н.А. *профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, д-р техн. наук, проф.*

Ермолов П.В. *зав. лабораторией ИПКОН, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук, проф.*

Жетесова Г.С. *и.о. проректора по стратегическому развитию, д-р техн. наук, проф.*

Кошебаева Г.К. *профессор кафедры менеджмента предприятия, д-р экон. наук, проф.*

Левицкий Ж.Г. *профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, д-р техн. наук, проф.*

Малыбаев С.К. *профессор кафедры промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.*

Низаметдинов Ф.К. *зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.*

Нургужин М.Р. *президент АО «Национальная компания «Казахстан гарыш сапары», академик НИА РК, МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.*

Пак Ю.Н. *руководитель УМО-проректор, академик КНАЕН, д-р техн. наук, проф.*

Пивень Г.Г. *почетный ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.*

Портнов В.С. *профессор кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.*

Смирнов Ю.М. *зав. кафедрой физики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.*

Тутанов С.К. *зав. кафедрой высшей математики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.*

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ 5

ПАК Ю.Н., ПАК Д.Ю., ШИЛЬНИКОВА И.О. Роль преподавателей и студентов в контексте компетентностного подхода в образовательном процессе вуза 5

ИЛЬКУН В.И. Назначение, содержание и взаимосвязь аудиторных видов занятий в техническом вузе 10

ГОЛОВИН И.Л. , СТЕБЛЯКОВА Л.П. Сущность и роль профессионального самовоспитания студентов технических вузов в учебно-воспитательном процессе 14

АБИЛКАСОВ Г.М., БАЙПЕЛОВА Г.С. "Электрэнергетика" мамандығының студенттеріне кәсіби қазақ тілін оқыту 18

РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ 22

ТУТАЕВ Д.Е., МУРАВЬЕВ О.П., НИКОНОВА Т.Ю. Надежность инструмента для поверхностного пластического деформирования 22

ГУЛЯРЕНКО А.А., ЖУСИН Б.Т. Оценка и прогнозирование надежности в машиностроении 27

ИСАГУЛОВ А.З., АХМЕТОВ А.Б., АЗОТТЕ А., АКИМБЕКОВА А.А. Исследование процесса выплавки стали Гадфильда при модифицировании комплексным сплавом ФАСК (Al-Si-Ca) 32

ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., ОМАРОВА Н.К., ЦЕШКОВСКАЯ Е.А. Использование фосфорсодержащего реагента при флотации медных руд 36

КУЗНЕЦОВА Ю.И., НИКОНОВА Т.Ю. Качественные характеристики рабочей жидкости гидросистем сельскохозяйственных машин 40

ИСАБАЕВ С.М., КУЗГИБЕКОВА Х.М., ЖИНОВА Е.В., ЗИКАНОВА Т.А., ТАНАТАРОВА Р.Т. Определение оптимальных параметров деарсенизирующего обжига золотомышьяковистого концентрата 44

DOUDKIN M.V., VAVILOV A.V., GURIYANOV G.A., KIM A.I. Method of Screening Process Intensification of Bulk Material 47

РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 51

ДРИЖД Н.А., ЗАМАЛИЕВ Н.М., ШМИДТ-ФЕДОТОВА И.М., АХМАТНУРОВ Д.Р., МУСИН Р.А. Исследование гидропроницаемости и газопроницаемости угольных кернов 51

ПОРТНОВ В.С., МАКАТ Д.К., БАЙЖАНОВА А.Р., БЛЯЛОВА Г.Г., МАУСЫМБАЕВА А.Д. Дробление пород и руд меднопорфировых месторождений 55

ЖОЛМАҒАМБЕТОВ Н.Р., МЕДЕУБАЕВ Н.Ә., ӘКІМБЕКОВА Н.Н., САПАРОВА Г.К., ЖОЛМАҒАМБЕТОВ С.Р. Шаңбөлшектерінің ауақұбыры қабырғасына шөгіп қалуына әсер ететін күштер 58

АСАИНОВ С.Т., АМАНЖОЛОВ Ж.К., НУРГАЛИЕВА А.Д., ХАЛИКОВА Э.Р. Исследование состояния вентиляции подземного рудника "Ушкатын-3" в условиях глубоких горизонтов 61

РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ 65

НУГУЖИНОВ Ж.С. Научные аспекты развития методов расчета железобетонных конструкций 65

БАКИРОВ Ж.Б., БАКИРОВ М.Ж. Надежность конструкции при комбинированном случайном нагружении 68

БАЗАРОВ Б.А., ИМАНОВ М.О., КОНАКБАЕВА А.Н., ИМАНОВ Е.К. Модельные исследования работы одиночных свай в условиях подработки угольных месторождений 72

ЖАКУЛИНА А.А., АБДРАХМАНОВА К.А., НАСРАТ Н. Исследования длительной прочности грунтов 77

ЖОЛМАГАМБЕТОВ С.Р., ҚОЖАС А.К., КАСИМОВ А.Т., КАЛАЧЕВА С.А., МУХАМЕДЖАНОВА А.Т. Оценка теплопроводности наружных стен многоквартирного жилого комплекса в г. Астане 80

ҚАДЫРОВ Ә.С., ЖУНУСБЕКОВА Ж.Ж. Жер қазатын машиналардың бұрғылау жұмыс мүшесін есептеу әдіснамасы 84

РАЗДЕЛ 5. ЭКОНОМИКА 87

КУЗНЕЦОВА С.Э., МИНИШЕВА А.Р. Направления формирования организационно-экономических методов регулирования инфокоммуникационных услуг 87

ЖАРЫЛКАСЫНОВА А.К. Об экономико-экологических аспектах экономической деятельности в Казахстане 92

УМАРОВА К.А., ИДИРИСОВА А.Т. Финансовый анализ коммерческих банков 96

РАЗДЕЛ 6. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. УПРАВЛЕНИЕ 100

СМАГУЛОВА К.К., АБДЫКЕНОВ Е.К. Разработка автоматизированной системы управления ультрафильтрационного блока водоочистного сооружения г. Приозерск Карагандинской области 100

КРИВЦОВА О.Н., КУЗЬМИНОВА Н.Ю., ЦЫГАНОВА В.М. Оценка стабильности качества арматурного проката посредством статистических методов контроля 105

ХАСЕНОВА З.Т., РАХМЕТУЛЛИНА С.Ж., ИСКАКОВ К.Т. Результаты тестирования программного обеспечения "Система экологического мониторинга" 109

ГАНОВСКИЙ А.В. Стенд частотно-регулируемого электропривода подъемно-транспортных установок 114

АЛТАЙБАЕВ Т.Е. О внедрении новых энергосберегающих технологий с использованием возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан 118

РАЗДЕЛ 7. НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ 122

МУХТАР А.А., МУХЫМБЕКОВА М.К., МАКАШЕВ А.С., МОМЫНБЕКОВ А.Д., КАСЫМОВА Б.К. Изучение особенностей процесса обескремнивания гидрогетитовой бурожелезняковой руды 122

ISSIN B.D., NEDZVED A.M., STAROVOITOV V.V., ISKAKOV K.T. Studying Methods of Image Threshold Segmentation 125

ХРОНИКА. ЮБИЛЕЙ 129

70 лет Брейдо Иосифу Вульфовичу 129

РЕЗЮМЕ 132

ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ 143

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ 144

Проблемы высшей школы

УДК 378.014.24(1-87)

Ю.Н. ПАК, *д-р техн. наук, профессор, руководитель УМО,*
Д.Ю. ПАК, *канд. техн. наук, доцент кафедры ГРМПИ,*
И.О. ШИЛЬНИКОВА, *ст. методист УМО,*
Карагандинский государственный технический университет

Роль преподавателей и студентов в контексте компетентностного подхода в образовательном процессе вуза

Ключевые слова: *высшее образование, преподаватель, студент, самостоятельная работа, компетентностный подход.*

Современный преподаватель вуза должен обладать способностями исследователя, организатора, оратора, психолога, владеть логикой учебно-воспитательного процесса, быть высококвалифицированным специалистом как в своей предметной области, так и эрудитом во многих других областях знаний. Преподаватель вуза – это личность, которая по содержанию своей профессиональной деятельности должна обладать совокупностью качеств, доступных немногим. Такой многофункциональной, развернутой квалификационной характеристики не имеет никакая другая профессия, овладение которой требует не только определённых природных способностей, но и таланта, огромных умственных, физических, эмоциональных и временных затрат [1].

Базовая компетентность преподавателя заключается в умении создать, организовать образовательную, развивающую среду, способствующую достижению сформулированных как ключевые компетенции образовательных результатов обучающегося. Остальные, более частные, компетенции являются составными частями, в числе которых:

- умение определять цели и образовательные результаты в формате компетенций;
- умение использовать разнообразные приёмы и способы включенности обучающегося в разные виды деятельности, позволяющие ему наработать требуемые компетенции;
- способность организовать групповую проектную деятельность обучающихся;
- готовность занимать экспертную позицию относительно демонстрируемых обучающимся компетенций и оценивать их при помощи соответствующих критериев;
- умение осуществлять рефлексию своей деятельности в процессе учебных занятий и корректировать их.

Сравнительный анализ знаниево-квалификационного и компетентностного подходов в образовании (см. таблицу) показал, что при ком-

Сравнительный анализ знаниево-квалификационного и компетентностного подходов	
КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПОДХОД	**КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД**
ЦЕЛЬ	
Получение знаний, умений и навыков (ЗУН)	Способность на основе ЗУН творчески решать профессионально-функциональные задачи
СМЫСЛ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Получение квалификации, привязанной к предмету профессиональной деятельности	Формирование личности компетентностно-ориентированного специалиста, подготовленного к профессиональной деятельности
Уровень приобретённых знаний, умений и навыков	Уровень сформированных личностных и профессиональных компетенций
Содержание дисциплины в контексте «Чему учить?»	Содержание дисциплины в логике познавательной деятельности «Как учить?»
РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ	
Носитель информации -Ретранслятор знаний	Менеджер по организации образовательного процесса в формате компетенций
РОЛЬ СТУДЕНТА	
Потребитель образовательных услуг	Активный участник личностно-ориентированного образовательного процесса
РЕЗУЛЬТАТЫ	
Приобретённые знания, умения и навыки	Сформированные личностные и профессиональные компетенции
Увеличенный объём знаний, умений и навыков	Расширение перечня творчески решаемых профессионально-функциональных задач

петентностном подходе в корне меняется роль и место преподавателя, который из информатора, ретранслятора знаний превращается в организатора учебно-воспитательного процесса, менеджера по созданию в процессе обучения проблемных ситуаций.

Внедрение компетентностного подхода в вузах связано в большинстве с развитием профессиональных компетенций студентов, однако с учётом ключевой роли преподавательских кадров в образовательном процессе, актуальность приобретает и вопрос, связанный с необходимыми компетенциями профессорско-преподавательского состава вузов, способного обеспечить получение необходимых компетенций студентами.

Профессиональная компетентность преподавателя вуза рассматривается как совокупность знаний, умений и способности осуществлять профессиональную педагогическую деятельность. Профессиональная компетентность преподавателя – это способность к осуществлению профессиональной деятельности на основе компетентностного подхода в части развития творческих способностей студентов, формирования общечеловеческих ценностей и готовности к самообразованию. В этой связи преподаватель должен обладать психолого-педагогическими и нравственными качествами: корректность, тактичность, объективность. Современный преподаватель вуза должен сочетать в себе принципиальность и требовательность с уважительным отношением к студентам, что способствует формированию у студентов чувства собственного достоинства и творческой самостоятельности. Немаловажную роль в процессе обучения играют организационно-методологические качества преподавателя: пунктуальность, коммуникабельность, исполнительность. Методически правильно организованный образовательный процесс и его полная учебно-методическая обеспеченность способствуют формированию ключевых компетенций у обучаемых. Важнейшим качеством компетентного преподавателя служит его профессиональный уровень, определяемый базовым образованием в избранной области, опытом научно-педагогической работы и готовностью повышения профессионального мастерства.

Модель компетенций, в том числе преподавателя высшей школы, представляет собой полный ранжированный набор компетенций, описывающих ключевые качества, поведение, знания, умения и другие характеристики, необходимые для достижения стандартов качества и эффективности трудовой деятельности [2]. Использование моделей компетенций является одним из альтернативных путей построения системы оценки и самооценки преподавательского персонала, которые очень важны как для самого работника, так и его работодателя. Для индивидуума самооценка и оценка со стороны руководителя и коллег позволяют удовлетворить его потребность в признании и самоуважении, а также в правильном позиционировании себя в коллективе. Для руководителя периодическая оценка персонала является служебной обязанностью и служит основанием для принятия решений по развитию работников. Степень загрузки большинства профессорско-преподавательского состава разными

видами деятельности близка к максимальной, диктуемой нормативной продолжительностью рабочей недели, а порой и превышает её, что ведёт к снижению качества работы и, соответственно, к снижению её результативности. Задача руководителя заключается в повышении квалификации сотрудников, создании необходимых условий на рабочем месте и обеспечении требуемыми ресурсами.

Переход к компетентностному подходу в образовательном процессе есть попытка привести обучение в соответствие с потребностями общества практически во всех сферах деятельности. Такой переход ставит перед профессорско-преподавательским составом высшей школы сложные методологические вопросы, связанные с переосмыслением целей и результатов образовательной деятельности вуза, описанием их на языке компетенций; обоснованием требуемых технологий формирования компетенций и разработкой методик оценки результатов обучения. Компетентностный подход ориентирует преподавателей вузов на переход от воспроизведения знаний к их применению в соответствующих реальных производственных ситуациях; применение стратегии повышенной гибкости функциональной готовности в пользу ускоренной адаптации к условиям производства; соответствие междисциплинарных интегрированных требований к результату образовательного процесса; обеспечение тесной взаимосвязи целей образования с экономической и социокультурной ситуацией в сфере труда.

Видеть шире и глубже задачи преподаваемой дисциплины, развивать у студентов социальную ответственность, нравственную ценность их будущей профессиональной деятельности – прерогатива и высокий смысл педагога высшей школы. Он выступает как субъект воспитательного процесса, процесса формирования социально-личностных компетенций, подготовки выпускника к трудоустройству, к будущей карьере. Специфика педагогических целей по развитию компетенций состоит в том, что они формируются не в виде действий преподавателя, а с точки зрения результатов деятельности обучающихся, эффекта их продвижения по индивидуальной образовательной и жизненной траектории.

Преподаватель в ходе обучения организует учебное сотрудничество обучающихся, поддерживает дискуссии, обеспечивает быструю обратную связь, учитывает разнообразие способностей. Преподаватель уделяет внимание развитию не только интеллектуальных, но и моральных качеств.

В совместной деятельности с преподавателем осуществляется формирование компетенций в процессе решения практических и исследовательских задач, направленных на интеграцию полученного ранее опыта и приобретения нового. Развитие компетенций студентов будет более успешным при применении развивающих технологий и методов обучения, ориентированных на профессиональное развитие личности; приобретение опыта; активизацию и интеграцию знаний, умений и навыков, полученных в учебном процессе. Использование инновационных методов и приемов активного обучения способствует появлению у студентов интереса к учебно-познавательной деятельности, что, в свою очередь, позволяет создать атмосферу мотивированного, творческого обучения.

К концу 1970-х годов по результатам исследования Национальной тренинговой лаборатории США была сформулирована так называемая концепция «пирамиды обучения» (рисунок 1), демонстрирующая также зависимость между методами обучения и степенью усвоения материала, согласно которой классическая лекция (монолог преподавателя, который не сопровождается слайдами и другими иллюстрациями) – наименее эффективный метод обучения: он обеспечивает освоение в среднем около 5% содержания. В то же время «активное обучение» (вовлечение участников образовательного процесса в различные виды активной деятельности) позволяет добиться значительно лучших результатов [3].

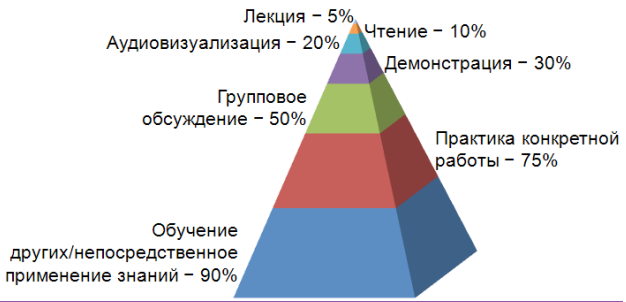


Рисунок 1 – Пирамида обучения

Большое влияние на формирование и развитие персональной компетенции оказывает использование методов развивающей психодиагностики и тренинга. Психодиагностика стимулирует процесс самопознания: изучение особенностей структуры личности, характера, самоотношения, самооценки и пр., определение путей и способов изменения имеющихся качеств. Метод тренинга развивает, совершенствует положительные и корректирует негативные качества личности. Стимуляция профессионального и делового общения студентов при выполнении задания развивает коммуникативную компетенцию студентов и повышает их ответственность за формирование межличностных связей в коллективе.

Игровое имитационное моделирование снимает противоречие между абстрактным характером учебного предмета и реальным характером профессиональной деятельности, системным характером используемых знаний и их принадлежностью разным дисциплинам.

Работа в малых группах предполагает совместную деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленную на реше-

ние общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности [4]. Групповая работа стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества.

Метод проектов ориентирован на самостоятельную деятельность обучаемых и способствует овладению технологией презентации различных творческих работ. В основе проектной технологии лежит развитие познавательных навыков студентов, умений самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления и творческих способностей. Предполагает решение некоторой проблемы, предусматривающей, с одной стороны, использование разнообразных методов и средств обучения, а с другой – интегрирование знаний и умений из различных областей науки, техники, технологии, творческих отраслей [5].

Анализ конкретных учебных ситуаций – метод обучения, предназначенный для совершенствования навыков и получения опыта в таких областях, как выявление, отбор и решение проблем; работа с информацией, осмысление значения деталей, описанных в ситуации; работа с предположениями и заключениями; оценка альтернатив; принятие решений; слушание и понимание других людей, навыки групповой работы.

Проблемное обучение стимулирует студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы. Основные задачи проблемного обучения: развитие мышления, творческих умений и способностей учеников; более глубокое усвоение студентами знаний, полученных в ходе активного поиска и самостоятельного решения проблем; воспитание активной личности студента, умеющего творчески подходить к решению нестандартных профессиональных задач.

Информационно-коммуникационные технологии предполагают обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам. IT-методы предлагают использование в учебном процессе компьютеров для доступа к Интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, повышения скорости обработки и передачи информации, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание. Студент получает возможность активного выбора поставщика знаний, для преподавателя важно обеспечить сопровождение процесса обучения (рисунок 2), при этом методы передачи знаний определяются как педагогическими технологиями, так и информационными возможностями обучающегося и учебного заведения [6].

Используемые при реализации компетентностного подхода образовательные технологии,

Рисунок 2 – Роль преподавателя и обучающегося в современном образовательном пространстве

основанные на деятельностных и диалоговых формах познания, дают возможность студентам:

- быть открытыми для обучения и активно включаться во взаимоотношения и сотрудничество с другими участниками образовательного процесса;
- анализировать свою деятельность и реализовывать собственный потенциал;
- подготовиться к предстоящей профессиональной деятельности и различным жизненным ситуациям.

Современный выпускник вуза должен быть готов: осваивать новые технологии в своей профессии, овладевать смежными специальностями, обучаться новой профессии. Задача высшей школы сегодня состоит в том, чтобы человек был способен сделать наиболее перспективный и верный выбор, чтобы минимальное количество выпускников высшей школы осталось без работы. В процессе обучения студент должен научиться выбирать, структурировать и обрабатывать информацию, делать выбор и находить решения. Студент из пассивного потребителя знаний должен превратиться в активного субъекта, умеющего грамотно сформулировать проблему, проанализировать возможные пути её решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Речь идет об изменении парадигмы обучения на парадигму образования. В таком ракурсе не просто важной формой учебного процесса, а его основой становится самостоятельная работа студентов. Формы организации самостоятельной работы студентов могут быть индивидуальные и коллективные. Целью самостоятельной работы студентов являются усвоение, активизация и обобщение знаний, приобретение опыта решения профессиональных задач, творческой и научной деятельности. Привлечение студентов к самостоятельной практической работе способствует повышению качества обучения, формированию адекватной самооценки, усилению деловой направленности, повышению ответственности за результаты своего труда.

В процессе самостоятельной работы студента формируются важные качества личности: самостоятельность, ответственность, самодисциплина, организованность. Развиваются умения, навыки и способности к творческой деятельности, критич-

ность ума, умение ориентироваться в стремительно нарастающем потоке научной информации. Помимо этого на основе анализа содержания показателя социально-профессиональных компетенций и уровней, форм и видов самостоятельной работы студентов устанавливается соответствие формирующейся социально-профессиональной компетенции уровням, формам и видам самостоятельной деятельности студентов в процессе профессиональной подготовки.

Самостоятельная работа студентов является не просто важной формой образовательного процесса, а фундаментом, который человек заложил самостоятельно, и который по истечении времени станет прочным его достоянием. Самостоятельность – обобщенное свойство личности, появляющееся в инициативности, критичности, адекватной самооценке и чувстве личной ответственности за свою деятельность и поведение. Она предполагает совершение осознанных рефлексивных и продуктивных действий в процессе учебного процесса.

Развитие самостоятельности обучающихся в вузе является ключевым моментом в процессе профессионального обучения. Студенты с высокоразвитой самостоятельностью, имеющие сформированную потребность повышать личный профессиональный потенциал, развивать предметно-профессиональное мышление, в своей дальнейшей деятельности будут способны творчески, нестандартно подходить к решению профессиональных задач. Высокий уровень развития самостоятельности способствует процессу постоянного самообучения и самосовершенствования, формируя высокопрофессионального компетентного специалиста.

Надо отметить, что проблемы организации самостоятельной работы студентов в контексте компетентностного подхода в Казахстане находятся в стадии обсуждения. Высшая школа ещё не готова в полной мере к освоению значительных объёмов самостоятельной работы студентов, а до истинно самостоятельной деятельности нашим студентам еще довольно далеко [7].

Обозначенный в Госстандарте нового поколения курс на усиление роли самостоятельной работы требует совершенствования её методологического сопровождения. Нужны инновационные подходы [8] по повышению результативности самостоятельной работы:

- усиление роли преподавателя в активизации самостоятельной познавательной деятельности студентов;
- разработка инновационных методов мотивации обучающихся к самообразованию;
- разработка надежных средств промежуточного контроля знаний студентов, в том числе самостоятельной работы студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Л.П., Шаблыгина Н.С. Болонский процесс: роль вузовского преподавателя // Содержание, формы и методы обучения в высшей школе. Обзорная информация. Вып. 10. – НИИВО, 2004. – 40 с.
2. Дульзон А.А., Васильева О.М. Модель компетенций преподавателя вуза // Университетское управление: практика и анализ. – 2009. – № 2. – С. 29-37.
3. Открытый урок://www.openlesson.ru/.
4. Вехтер Е.В. Теоретико-методологические аспекты проблемы формирования проектно-конструкторских компетенций у студентов технического профиля // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 354. – С. 167-169.
5. Мартынов Д.В., Смольникова И.А. Многоцелевое использование электронных презентаций и требования к ним // 15-я Международная конференция-выставка «Применение новых педагогических технологий». – М. : Троицк, 2004. – С. 164-166.
6. Современные технологии обучения в вузе (опыт НИУ ВШЭ в Санкт-Петербурге). Методическое пособие / Под ред. М.А. Малышевой. – СПб: Отдел оперативной полиграфии НИУ ВШЭ, 2011. – 134 с.
7. Организационно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Пак, И.О. Шильникова, Д.Ю. Пак; Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во Кар. гос. техн. ун-та, 2014. – 75 с.
8. Пак Ю., Шильникова И., Пак Д. Самостоятельная работа студентов в условиях ГОС нового поколения (опыт Казахстана) // Высшее образование в России. – 2015. – № 6. – С. 138-144.

УДК 378.1+74.58

В.И. ИЛЬКУН, *к.т.н., доцент кафедры ММиО, почётный профессор, Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау*

Назначение, содержание и взаимосвязь аудиторных видов занятий в техническом вузе

Ключевые слова: *лекция, семинар, лабораторная работа, триада, дриада, дуальная система обучения, внутрипредметная связь, латентная связь.*

Аудиторные знания, проводимые для студентов технических вузов, включают лекции, практические занятия, семинары и лабораторные работы.

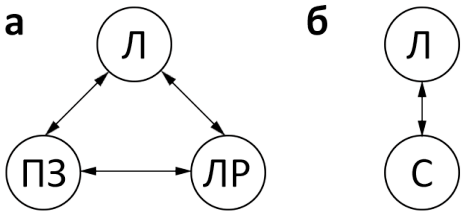
Цель лекций – сжатое изложение в рамках календарного плана разделов учебной дисциплины, предусмотренной учебным планом.

Цель практических занятий – усвоение основных положений, изложенных на лекциях (решение задач, примеров с последующим анализом и выводами).

Цель семинарских занятий (обычно по гуманитарным дисциплинам) состоит в углубленном изучении основных вопросов (или тем) того или иного гуманитарного курса.

Цель лабораторных работ – практическое изучение (исследование) на лабораторных установках или промышленных агрегатах на производстве наиболее характерных особенностей кинематических, динамических параметров оборудования, технологических или эксплуатационных процессов, происходящих в исследуемых объектах.

Взаимосвязь между вышеперечисленными видами учебных занятий – лекциями (Л), практическими занятиями (ПЗ) и лабораторными работами (ЛР) – можно изобразить в виде триады (рисунок 1).



а – с практическими занятиями (ПЗ) и лабораторными работами (ЛР)-триада; б – с семинарскими занятиями (С)-дриада

Рисунок 1 – Взаимосвязь лекций (Л)

Все виды перечисленных аудиторных занятий, предусмотренных для изучения учебных дисциплин, имеют латентные внутрипредметные связи, следующие из логической взаимосвязи отдельных разделов (параграфов) изучаемого учебного материала.

Лучшим вариантом является тот, при котором Л, ПЗ и ЛР или Л и С дополняют друг друга, т.е. задачи (примеры), решаемые на ПЗ в качестве обязательного компонента, присутствуют при проведении ЛР. Однако при кредитной системе обучения такой вариант вряд ли возможен из-за дефицита учебного времени, отведённого на аудиторные виды занятий. Поэтому ЛР проводят либо по сокращённой программе, либо вообще не проводят. Польза от таких учебных процессов, когда в них либо урезано количество ЛР, либо ЛР вообще отсутствуют, очень мала, а эффективность обучения резко снижается.

Рассмотрим аудиторные виды занятий более подробно.

Лекции (лат. *lectio* – чтение) – учебные занятия в вузе, состоящие в устном изложении текста предмета лектором, преподавателем. Лекционный метод – метод преподавания, заключающийся в систематическом устном изложении преподавателем разделов учебного курса. Характер такого преподнесения учебного материала лекция приобрела в XVIII веке (обычно на латинском языке). В России в середине этого же столетия М. В. Ломоносов, а затем и другие учёные читали лекции на родном языке [1].

Лекционный метод в вузах является одним из основных методов преподавания. В зависимости от читаемого курса и подготовленности слушателей лекции проводят по-разному: на одних (преимущественно начальных курсах) излагаются лишь важнейшие или избранные проблемные вопросы науки [1]. Остальные, менее важные или очевидные, рекомендуются для самостоятельного изучения (желательно с конспектированием указанных лектором тем). Существует также понятие «постановочная лекция», в которой даётся информация о каком-либо вопросе, носящем общий характер, и «обзорная лекция», в которой, как правило, сжато выдаётся информация о содержании прочитанного курса лекций и являющаяся завершающей.

По численности слушателей (обучающегося контингента) лекции могут быть групповыми (для одной академгруппы) и поточными – для двух и более академгрупп студентов. Основными требованиями, предъявляемыми к лекции, являются информативность, наличие элементов проблемности, логическая убедительность.

Лекции состоят из звуковой (голоса лектора) и иллюстративной составляющих. При чтении

лекций по гуманитарным дисциплинам лекторы редко используют классную доску, ограничиваясь применением плакатов, слайдов и др., а в настоящее время отдавая предпочтение интерактивным доскам (заменившим диа-, слайдопроекторы и эпидиаскопы). При этом продолжительность демонстрации (экспонирования) всеми аудиовизуальными ТСО может доходить до 60% и более от времени продолжительности лекции, что является явным перебором. Другой недостаток при применении (как лет 40-45 назад) учебного кино и телевидения заключается в полном отсутствии обратной связи между лектором и обучающимися. В связи с изложенным предпочтение в настоящее время отдается рисункам, выполненным на аудиторных и многофункциональных досках с применением для демонстрации информации об оборудовании, технологических процессах и т.п., воспроизвести или продемонстрировать которые в данной аудитории в режиме on-line невозможно по многим причинам (отсутствие объекта в натуре, невозможность повторить технологический процесс из-за отсутствия соответствующей установки и т.д.). Здесь следует обратить внимание на следующее. Некоторые, особенно молодые преподаватели, считают, что показ чертежей деталей, сборочных единиц, кинематических схем, например, металлорежущего станка, на интерактивной доске приводит чуть ли не к мгновенному запоминанию студентами предъявленного им графического изображения. На самом деле процесс запоминания тесно связан с кинематическим способом образования чертежа, напоминающим процесс построения изображения на телевизионном экране.

Во избежание заблуждений следует понимать, что интерактивные доски предназначены для демонстрации текстов, чертежей, фотографий и схем в основном на научных семинарах, конференциях и т.п., но в гораздо меньшей степени пригодны для использования на лекциях в вузах. Применение интерактивных досок диктуется, в первую очередь, целью передать слушателям требуемый объём учебного материала за сокращенное вследствие внедрения кредитной технологии время. Тем самым, чиновники, внедрившие или внедряющие эти «новации», добились того, что студенты-«технари» разучились чертить в своих конспектах и в экзаменационных ответах простейшие рисунки-эскизы технических форм. Такой «специалист», выпускник технического вуза, потом становится магистром, доктором PhD и, зачастую, руководителем подразделения в вузе или на производстве. А каким он будет, этот руководитель? А может быть, эти «руководители» уже «руководят»? Здесь следует отметить, что нашими исследователями [7] доказано неуклонное снижение иллюстративной составляющей в учебниках технического профиля, используемых при чтении лекций. И это ещё одна «мина замедленного действия», подложенная под отечественное высшее образование.

А это уже можно классифицировать как вредительство, потому что 50-60 лет назад в советских технических вузах студенты-механики изучали предмет «Машиностроительное черчение» в течение четырёх(!) семестров, дисциплину «Детали машин» студенты третьего курса изучали два семестра. Ниже приведено распределение аудиторных занятий учебной дисциплины «Детали машин» по семестрам и полусеместрам в 1960-1961 уч. году:

5 семестр
- 1 полусеместр 8 ч. – *Л*
- 2 полусеместр 2 ч. – *Л*, 4 ч. – ПЗ (упражнения)

6 семестр
- 1 полусеместр 2 ч. – *Л*Р, 2 ч. – ПЗ (упражнения)
- 2 полусеместр 2 ч. – курсовое проектирование (КП)

Я не даю нынешнюю расчасовку по семестрам согласно учебному плану для студентов специальности «Технологические машины и оборудование», чтобы не смущать составителей последнего учебного плана по указанной специальности. Но могу сказать, что разница будет разительная. А в качестве рекомендации могу лишь предложить вернуться к учебным планам советского периода и кинематическому способу выполнения чертежей при чтении лекций, а для этого не продолжать «урезание» учебных курсов.

Практические занятия. Формой занятий при чтении лекций в советское время являлся сдвоенный урок (пара или лента) продолжительностью 2*45 мин (потом 80 мин без перерыва). После перехода на Болонскую систему начали дробить учебное время на одноурочные (50 мин.) занятия, что только навредило процессу обучения. Дело в том, что задачи и примеры, решаемые на практических занятиях, по объёму и сложности гораздо больше школьных и назначение таких упражнений – развить у студентов навыки выполнения небольших работ расчётно-графического характера. Однако по своему опыту знаю (а я на преподавательской работе последовательно в двух вузах уже более 45 лет), что задачи, например, в курсах «Детали машин», «Подъёмно-транспортные машины» и спецкурсах за 45-50 мин в полном объёме качественно (с подробными разъяснениями) решить нельзя. Перенос решения задачи «на дом» положительного результата, как правило, не даёт, а к следующему практическому занятию студенты уже забывают, о чём шла речь на предыдущем занятии. А если учесть, что после окончания решения задачи (примера) следует сделать краткий анализ её решения с соответствующим выводом (выводами), то время на решение таких задач ещё более вырастает. Поэтому 80 мин. на 1-2 задачи – это немного. Как варианты (в случае оставшегося времени) можно записать условие следующей задачи или расширить решаемую задачу, дополнив её некоторыми конкретизирующими условиями,

превратив в маленькое исследование. От этого будет дополнительная польза. Поэтому 1 академчас для решения задач в вузе – это примитивное школярство. Для большей убедительности своих аргументов хочу сослаться на [2], в котором после публикации условий всех задач приведены «Указания по их решению». Такое построение указанного сборника оказывает существенную методическую помощь в решении задач. В [3] указания к решению задач отсутствуют, но имеются «Приложения», содержащие свыше 60 справочных подборок, позволяющих обойтись на занятиях без дополнительной справочной литературы. Это очень важно, т.к. экономит время как студентов (при самостоятельном решении задач), так и преподавателя при проведении практических занятий. В учебном пособии [5] задачи для аудиторного и самостоятельного решения приведены в конце книги, а в учебно-методическом пособии [6] – в конце каждого раздела.

В связи с изложенным целесообразно, на наш взгляд, включать во вновь издаваемые сборники задач по прикладным дисциплинам («Детали машин», «Подъёмно-транспортные машины» и др.) следующие разделы:

- условия задач;
- методические указания к решению задач;
- справочные данные (выдержки из соответствующих ГОСТов, нормалей машиностроения и др.).

Необходимо также указывать время на решение каждой задачи (хотя бы ориентировочно). Такая компоновка вышеуказанных «Сборников задач» будет способствовать повышению информативности указанных учебных пособий и более эффективному их использованию, способствуя качественной подготовке студентов при изучении последующих учебных дисциплин (постреквизитов).

Лабораторные работы (занятия) – один из методов обучения, заключающийся в проведении студентами под руководством преподавателя и учебного мастера (лаборанта) опытов на лабораторных установках с использованием приборов, инструментов и других технических приспособлений [1]. В процессе лабораторных работ студенты проводят наблюдения и выполняют необходимые замеры, обработку, сопоставление и анализ полученных результатов. На основании последних преподаватель совместно с обучающимися делает выводы, которые студенты записывают в тетради для лабораторных работ или специальные журналы установленного в вузе образца (отпечатанные в типографии данного учебного заведения).

Мыслительные операции связываются в процессе лабораторных работ с физическими действиями, происходящими в исследуемой лабораторной установке. При этом применяют измерительные приборы, самописцы различных типов, светолучевые осциллографы, вибрографы и др. для фиксации измеряемых параметров. Соединение умственной и физической деятельности студентов под руководством преподавателя, учебного мастера или лаборанта повышает эффективность проведения лабораторных занятий.

Лабораторные работы подразделяют на иллюстративные и исследовательские [1]. Иллюстративные лабораторные работы предусматривают проведение студентами экспериментов, проделанных до этого преподавателем совместно с учебным мастером (лаборантом). Исследовательские ЛР предполагают решение определённой практической задачи познавательного характера. На основании опытов, выполненных самостоятельно, студенты делают ещё неизвестные им, но установленные ранее наукой выводы. Как разновидность исследовательских ЛР следует отметить такие, в которых обучающиеся путём эксперимента определяют свойства и характеристики неисследованных ранее объектов и материалов, решают технологические задачи не только в лабораториях, но и на производстве, обнаруживают связи явлений и процессов в новых ситуациях, устанавливают причины неполадок в работе не только лабораторных стендов, но и промышленных агрегатов.

При проведении ЛР большое значение имеют навыки овладения обучающимися техникой эксперимента (пользование приборами и инструментами, начиная с простейших). Обращение со штативом, спиртовой горелкой, подключение электроизмерительных приборов к собранной электросхеме исследуемой установки и др. обучающиеся получают ещё в школе [1]. Студенты овладевают общей культурой и организацией проведения эксперимента путём многократного повторения простых операций при экспериментальных исследованиях на производственных агрегатах. Эти действия требуют не только выполнения всех регламентных работ при подготовке и проведении исследования, но и работ организационного характера из-за рассредоточения отдельных функциональных блоков промышленного объекта, операций при контроле за работой, состоянием регистрирующей аппаратуры и оснастки (кабели, разъёмы и др.). Дополнительное время затрачивается и на записи в журнале наблюдений и измерений в технологическом процессе (по возможности в режиме on-line). Следует особое внимание обратить на правила техники безопасности при проведении лабораторных работ как в стенах вуза, так и на производстве.

Организационно лабораторные работы в вузах могут проводиться индивидуально каждым студентом, например, при подготовке исследовательских дипломных проектов, двумя студентами или звеньями по 3-4 человека.

Методическое обеспечение лабораторных занятий в каждой учебной дисциплине, предусмотренной учебной программой, может быть выдано студентам в устной форме или в печатном (письменном) виде на карточке, инструкции или

специальном учебном пособии [1, 4]. В последнем случае необходимо обеспечить контроль за выполнением работ по усвоению требуемого уровня полученных каждым студентом знаний и умений. Следует отметить, что на 1-2 курсе методические указания в инструкциях по ЛР студенты получают в расчленённом виде. По мере усвоения специфики и организации проведения ЛР студенты, как и школьники, приучаются разбираться в инструкциях, всё более и более сложных и, вместе с тем, не предусматривающих указаний на детали процесса [1].

Очень важным элементом выполнения ЛР является оформление отчёта о проведённом эксперименте, содержащем записи полученных данных, графическое изображение изучаемых явлений и процессов (графики, диаграммы, гистограммы). Контроль за правильностью выполнения расчётно-графических работ осуществляет преподаватель. В случаях когда объём экспериментальных процедур и последующего оформления отчёта по ЛР требует больших затрат учебного времени, продолжительность ЛР может быть увеличена до трёх-четырёх часов. Вопрос о продолжительности проведения вновь поставленной ЛР решается соответствующей кафедрой коллегиально при приёме ЛР преподавателем, поставившим эту ЛР.

Рассмотрим варианты оптимизации распределений внутрипредметных связей между Л, ЛР и ПЗ. Лекции одного предмета, следующие друг за другом, должны сопровождаться соответствующими ЛР и ПЗ согласно логическим внутрипредметным связям. На самом деле, при малом числе лекционных часов (например 15) распределить учебные часы, отведённые на проведение ЛР и ПЗ достаточно сложно из-за ряда ограничений, а именно:

1) одна из лекций открывает новую главу читаемого курса, что нарушает внутрипредметную связь при проведении ЛР и ПЗ;

2) по причине, указанной в п. 1, приходится переходить с двухчасовых ПЗ на одночасовые. Такая же ситуация с ЛР, которые из трёх-четырёх часовых превращаются в двухчасовые;

3) прежде чем составлять блок-схему аудиторных занятий для конкретного предмета (рисунок 2), следует определить:

a) лабораторную базу кафедры по данному предмету;

b) произвести подбор соответствующих задач для решения на ПЗ и определить время, затрачиваемое на каждую из них (о чём уже упоминалось ранее).

Пользуясь блок-схемой (см. рисунок 2), сопоставим 2 варианта определения количества ЛР и ПЗ при объёме лекционного курса 15 часов (см. таблицу).

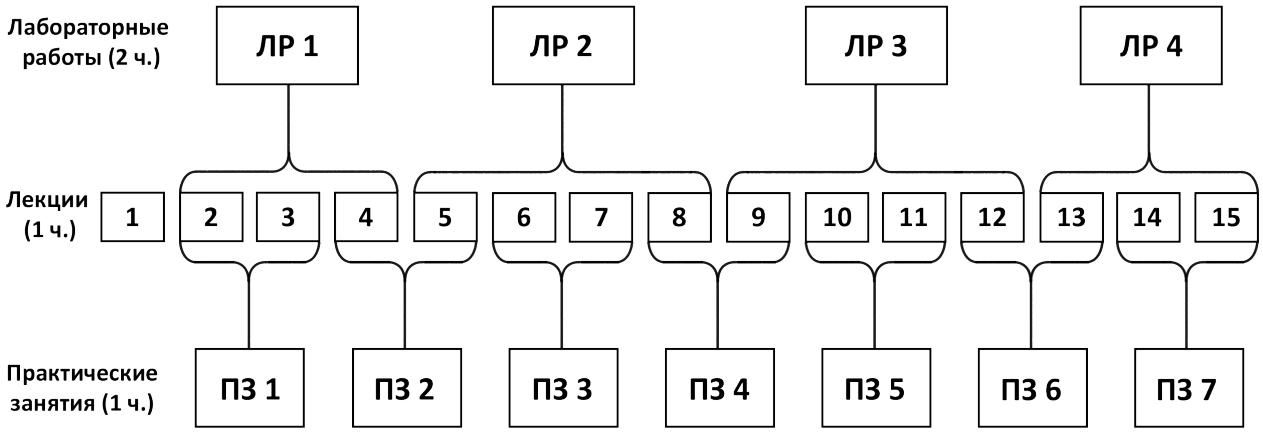


Рисунок 2 – Блок-схема взаимодействия Л с ЛР и ПЗ через внутрипредметные связи

Сопоставление обоих вариантов лабораторных практикумов и ПЗ

№ ЛР	Вариант 1			Вариант 2		
	Продолжительность лабораторной работы, ч.	Количество лекций на 1 ЛР	Примечания	Продолжительность лабораторной работы, ч.	Количество лекций на 1 ЛР	Примечания
1	3	3 (2-4)		2	3 (2-4)	
2	3	3 (13-15)		2	4 (5-8)	
3	2	2 (5 и 8, либо 9 и 12)	Не задействованы 1-я (вводная), 5-я и 8-я либо 9-я и 12-я лекции в лабораторном практикуме	2	4 (9-12)	
4	-	-	Отсутствует	2	3 (13-15)	Не задействована 1-я (вводная) лекция в лабораторном практикуме
ИТОГО	8 ч. ЛР	8 ч. Л		8 ч. ЛР	14 ч. Л	

По итогам сравнения указанных в таблице комбинаций Л, ПЗ и ЛР предпочтение следует отдать варианту 2. Однако с учётом специфики читаемых учебных курсов в некоторых случаях может быть использован вариант 1 (как исключение).

Для оптимизации учебного процесса в вузах целесообразно в пособиях, содержащих задачи для решения на ПЗ, а также самостоятельного решения, указывать время, затрачиваемое на их решение, что будет являться также косвенным индикатором уровня учебной подготовки студентов. Время, затрачиваемое на решение каждой задачи, заранее подсчитывает преподаватель, проводящий практические занятия по данному предмету.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Педагогический словарь. В 2-х томах. Т. 1 / Под ред. И.А. Каирова. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1960. – 774 с.
2. Цехнович Л.И. Сборник задач по деталям машин. К.: Вища школа, 1975. – 188 с.
3. Сборник задач по деталям машин // Н.А. Спицын, И.Н. Капканец, В.А. Лейман и др / Под общ. ред. И.М. Чернина. – М.: Высшаяшкола, 1968. – 288 с.
4. Детали машин. Лабораторные работы / Л.И. Александров, Н.П. Артеменко, Л.М. Фельдман. Изд. 2-е. Харьков: Изд-во ХГУ им. А.М. Горького, 1966. – 184 с.
5. Илькун В.И. и др. Механическое оборудование для переработки горнорудных, строительных материалов и установок воздухо-газоочистки: Учебное пособие для вузов с примерами решения задач / В.И. Илькун, М.Р. Каленов, К.А. Криво. Караганда: АО «Арко», 2010. – 191 с.
6. Илькун В.И., Утепова Г.А. Механическое оборудование сталеплавильных цехов: Учебно-методическое пособие. Темиртау: Изд-во КарГИУ, 2013. – 137 с.
7. Илькун В.И. Иллюстрация – как важное информационная составляющая учебников и учебных пособий // Труды университета. Вып. №3. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – С. 9-13.

УДК 37.037.5

И.Л. ГОЛОВИН, *к.п.н., кафедра ФВ,*
Л.П. СТЕБЛЯКОВА, *д.э.н., зав. кафедрой ОП,*
Карагандинский государственный технический университет

Сущность и роль профессионального самовоспитания студентов технических вузов в учебно-воспитательном процессе

Ключевые слова: *профессиональное самовоспитание, самообразование, основные педагогические умения, качество, учебная деятельность, специалист.*

В воспитании всесторонне развитой, гармоничной личности большое значение имеют собственные усилия будущих специалистов технических вузов, направленные на совершенствование ведущих качеств личности и способностей.

Проблемы самовоспитания длительное время не занимали подобающего места в педагогической науке, в теории воспитания, психологии. Анализ современной педагогической литературы показывает, что вопросам дидактики посвящено более 80% ее объема: воспитанию – 10%, школоведению около – 8%. Долю, приходящуюся на проблемы самообразования, и особенно самовоспитания, определить просто невозможно вследствие ее ничтожности (исследования авторов). Это свидетельствует о том, что на сегодняшний день педагогика, которая должна дать необходимый конкретный материал педагогу для обучения и воспитания, а студентам – для самовоспитания, не в полной мере отвечает стоящим перед ней задачам.

В рамках исследований самовоспитание в высшей школе сформировалось понятие так называемого профессионального самовоспитания. Применительно к студентам, а также преподавателям технических вузов нами дано следующее его определение.

Под профессиональным самовоспитанием будущего специалиста технического вуза понимается сознательная работа над совершенствованием

своей личности как профессионала, т.е. адаптирование своих индивидуально неповторимых особенностей к требованиям будущей профессии, постоянное повышение профессиональной компетентности и совершенствование идейно-нравственных и других социальных свойств личности. Следовательно, уделять внимание профессиональному самовоспитанию необходимо еще в студенческие годы.

Основным результатом профессионального самовоспитания будущего специалиста является, на наш взгляд, оптимальное соответствие между его личностными качествами и выполняемой профессиональной деятельностью.

Профессиональное самовоспитание студента технического вуза – это начальный этап профессионального самовоспитания специалиста. Навыки самовоспитания, приобретенные в период обучения в техническом вузе, становятся основой профессионального совершенствования специалистов в будущей трудовой деятельности. Таким образом, профессиональное самовоспитание студента и его достигнутый уровень являются предпосылкой более успешной деятельности специалистов по самовоспитанию. Вместе с тем роль профессионального самовоспитания студентов в период обучения в вузе не может быть сведена лишь к процессу подготовки и овладению самовоспитанием в целях применения его в будущем для своего профессионального совершенствования.

Сущность, роль и место профессионального самовоспитания студентов в учебно-воспитательном процессе технического вуза определяются спецификой будущей профессиональной деятельности, а также содержанием и формами подготовки инженерных кадров. В связи с этим основные виды деятельности, в которые включается студент, следует рассматривать как цель и средство самовоспитания.

Самовоспитание студента выступает в качестве дополнительного внешнего и внутреннего плана практической деятельности личности, ее поведения. Оно осуществляется отнюдь не параллельно основной деятельности. Цель самовоспитания непосредственно включается в цель деятельности. Сам процесс деятельности под влиянием задач самовоспитания также перестраивается, приобретая более совершенные формы осуществления. Достигнутый результат деятельности под влиянием реализуемой задачи самовоспитания, совершаемого в ходе данной деятельности, становится более высоким по целому ряду параметров (общественному значению, креативности, степени значимости для самой личности, временному фактору и т.д.).

Таким образом, методологически значимым является понимание того, что одним из существенных условий достижений высокого результата самовоспитания выступает не та деятельность, единственной и непосредственной целью которой служит выработка у себя соответствующих качеств, не прямая тренировка этих качеств, а деятельность, направленная на разрешение жизненно важных задач, имеющих определенную социальную и профессиональную ценность. К таким жизненно важным, основным видам деятельности студентов технических вузов относятся учебная деятельность, научно-исследовательская, воспитательная, общественно полезный труд, профессиональная деятельность. Очевидно, что для студентов технических вузов также велико значение физического самовоспитания. Профессионально значимы для будущих инженеров и другие стороны развития личности – умственная, нравственная, эстетическая.

Главное в развитии способностей – профессиональная деятельность. Однако мы рекомендуем использовать для своего развития и вспомогательные средства. Так, для тренировки внимания, сообразительности, т.е. развития мыслительных способностей, предлагаются различные тесты в виде фигур, рисунков, криптограмм, ребусов, кроссвордов, анаграмм.

Отмечается последователями взаимозависимость всех составных частей самовоспитания и жизнедеятельности человека.

Для определения места самосовершенствования в учебно-воспитательном процессе имеет значение временной фактор. Процесс самовоспитания может осуществляться на протяжении всего периода обучения студента в вузе. Однако в первую очередь необходимо выделить период времени, достаточный для обучения студентов самовоспитательной деятельности.

Можно согласиться с тем, что скорость и успешность процесса самовоспитания любых качеств личности зависят от особенностей того, кто занимается самовоспитанием. Вместе с тем совершенно очевидно влияние других факторов, например, объема формируемых у себя профессиональных умений и других качеств.

Рассмотрение сущности, роли и места профессионального самовоспитания студентов технических вузов свидетельствует о целесообразности его внедрения в процесс подготовки инженерных кадров. Профессиональное самовоспитание студентов технических вузов правомерно считать необходимой составной частью профессиональной подготовки студентов, которую следует органически сочетать с учебной, научной, воспитательной и практической работой в вузе и связывать с другими факторами повышения качества технического образования.

Организация обучения в техническом вузе должна предусматривать специальные меры, стимулирующие студентов на включение их в деятельность по профессиональному самовоспитанию. Профессиональное самовоспитание студентов в вузе обеспечивает повышение качества подготовки специалистов путем развития самостоятельности, сознательности и активности

студентов в учебе, формирует направленность на постоянное совершенствование своей личности, а также установку на непрерывное образование. Навыки самовоспитания, приобретенные в период учебы в вузе, становятся основой процесса профессионального самосовершенствования специалистов в будущей трудовой деятельности.

Изучение психолого-педагогической (специальной) литературы показало, что в качестве социально значимого процесс самовоспитания решает актуальные задачи формирования высоконравственной личности, всесторонне и гармонически развитой с активной жизненной позицией. Самовоспитание студентов также способствует повышению качества их профессиональной подготовки в соответствии с требованиями к специалисту, сформулированными в нормативных актах. Таким образом, самовоспитание будущих специалистов технических профессий нацелено на выполнение социально важного заказа общества по подготовке кадров в высшей школе.

Научно-методические основы самовоспитания студентов закладываются в исследованиях, посвященных таким проблемам, как самостоятельная работа студентов технических вузов, научная организация студенческого труда, формирование профессионально-педагогической направленности студентов технических вузов, самооценка студентов будущих инженеров, как фактор подготовки в техническом университете, исследование компонентов педагогической деятельности специалистов в технических вузах.

Несмотря на то, что в этих работах непосредственно не рассматриваются вопросы самовоспитания, данные этих исследований имеют научно-методическое значение для формирования самовоспитательной деятельности будущих специалистов технического профиля.

Публикаций, в которых авторы непосредственно обращаются к самовоспитанию студентов технических вузов, немного. Подход к самовоспитанию студентов как средству профессиональной подготовки намечается лишь в некоторых из них.

Общим для этих исследований является понимание невозможности обучения в вузе всей сумме знаний, которые понадобятся специалисту в его практической деятельности, равно как и невозможности решения задачи формирования всего комплекса социально ценных и педагогически значимых качеств личности. Данная проблема видится в том, чтобы выработать у студентов технических вузов склонность и потребность к постоянному самосовершенствованию.

Бесспорным, на наш взгляд, можно считать признание будущими специалистами технических вузов важной роли самовоспитания и в то же время низкий уровень включенности в самовоспитание большинства студентов. Фактические данные о количестве студентов, придерживающихся того или иного мнения, весьма разноречивы. Из обследованной выборки (350 студентов первого курса инженерных факультетов: горного, машиностроительного, транспортно-дорожного, архитектурно-строительного, факультета информационных технологий, факультета энергетики и телекоммуникаций, а также военно-технического факультета и 150 студентов второго курса) только около 8% указали, что в той или иной мере занимаются самовоспитанием. При этом понимают значимость и хотели бы заниматься самовоспитанием большее число студентов (до 80% студентов первого курса и 92% студентов второго курса). Как следует из бесед и анкетирования, некоторые студенты пытались заниматься самовоспитанием, но прекращали, в качестве главной причины называя отсутствие у себя силы воли. Выявлено, что имеют программу или ведут дневник по самовоспитанию от 1,5% до 2,5% студентов, т.е. мы убедились, что основная масса студентов в техническом вузе не обладает необходимыми знаниями по теории и практике самовоспитания.

Выявлено, что у студентов первого курса отсутствуют реальные представления о путях и формах самовоспитания. В процессе обучения студентов не происходит действительного обогащения знаний студентов в области самовоспитания личностных и профессиональных качеств. Вместе с тем было отмечено, что «осведомленность в вопросах самовоспитания и самообразования» у студентов возрастает от курса к курсу.

Так, студенты в большей части не могут определиться, с какой литературой по самовоспитанию им следует ознакомиться, не могут рассказать о процессе и организации самовоспитания, его средствах, методах и формах (индекс умения информировать себя по вопросам самовоспитания равен -0,19 у студентов первого курса и -0,12 у студентов второго курса).

В результате исследования было выявлено, что студенты затрудняются в составлении программы самовоспитания, в постановке цели и их конкретизации, в определении возможных сроков достижения поставленных целей (индекс умения в составлении программы равен -0,050 у студентов первого курса и -0,015 у студентов второго курса).

Самое большое число отрицательных ответов получено в связи с умением студентов в сфере самопознания, что базируется на хорошем понимании особенностей своего характера (индекс умение в анализе достоинств и недостатков своего характера равен -0,400 у студентов первого курса и -0,250 у студентов второго курса).

Умение студентов в подборе конкретных путей и средств самовоспитания, выявлено, что сформированность этих умений у студентов первого и второго курсов практически одинаковое. Хотя индексы этих умений положительные, но все-таки очень низкие (индекс умения в подборе путей и средств самовоспитания равен 0,101, а индекс умения стимулировать самовоспитание равен 0,114).

Опрос студентов выявил, что большая часть из них (87%) ни в какой мере не занимаются само-

воспитанием, ориентируется на программу самовоспитания, имеющуюся в уме, 11% опрошенных студентов, лишь 2% располагают программой самовоспитания, составленной в письменной форме.

Письменно оформить программу по самовоспитанию признается студентами в качестве наибольшей трудности данного процесса (индекс трудности письменного составления программы равен -0,618 у студентов первого курса и -0,402-у студентов второго курса). Студентами отмечались и другие трудности в занятии самовоспитанием (неумение определить, над формированием каких положительных качеств надо работать, какие знания и умения совершенствовать, какие отрицательные качества устранять).

Также затрудняются студенты определить для себя пути и способы самовоспитания. Представляется трудным для них ведение дневника по самовоспитанию (индекс трудности ведения дневника у студентов первого и второго курсов равен – 0,202 и -0,186 соответственно).

Правомерно предположить, что количество студентов с активно положительным отношением к самовоспитанию и самообразованию существенно увеличивается к выпускному курсу. Индекс сформированности умений колеблется от 1 до -1.

В ходе исследования было так же выявлено, что у некоторой части студентов старших курсов произошла переориентация в процессе самовоспитания с общего, на учебно-профессиональную деятельность. Это, однако, не приводит к повышению активности в профессиональном самовоспитании. Так, в связи с самообразованием как составной частью самовоспитания прослеживается недостаточно четко сформированная установка студентов на самообразование.

Под самообразованием специалистов, технических профессий понимают систематическое пополнение знаний по специальности, чтение специальной литературы, подготовка к учебным и учебно-методическим занятиям, приобретение знаний, направленных на расширение общего кругозора (трактовка авторов).

В настоящее время нами определены некоторые условия включения студентов технических вузов в профессиональное самообразование. К таким условиям относится устойчивый профессиональный интерес, а также наличие склонности к профессиональной деятельности.

Анализ взаимосвязи между профессиональным самообразованием студентов технических вузов и профессионально – педагогическими умениями показал, что для студентов, занимающихся профессиональным самообразованием, характерен высокий и достаточно высокий уровень сформированности профессиональных умений.

В специальной литературе отражены попытки обучения студентов технических вузов самовоспитанию. Основной акцент сделан на привитие студентам навыков самопознания и соотнесения, выраженных у студентов социально ценных качеств личности с эталоном специалиста технического профиля. Однако предлагаемый эталон, на наш взгляд, включает лишь некоторые общие и специфические качества личности специалиста и далек от полного содержания квалификационных характеристик специалиста технических профессий.

Нельзя согласиться с рядом авторов в том, что ведущую роль в выработке у студентов технических вузов потребности и навыков самосовершенствования в период обучения должна принадлежать предмету «Психология». Самовоспитание является особым педагогическим процессом в любом вузе, направленным личностью на самое себя, и поэтому процесс самовоспитания необходимо изучать в комплексе со всеми дисциплинами, входящими в учебно-методический комплекс вуза, делая главный акцент на необходимость применения самовоспитания как средства развития у студентов технических вузов навыков и умений учебной деятельности.

Заключение: Разработка проблемы самовоспитания будущих специалистов технических вузов к настоящему времени не получила однозначных результатов, имеющих теоретическое и практическое значение для совершенствования образования в техническом вузе. Анализ содержания образования в техническом вузе (действующих учебных программ, учебников, пособий по специальным дисциплинам и специализациям), а также полученные в ходе исследования данные показывают, что проблеме самовоспитания и руководства им должного внимания не уделяется. В содержании образования в технических вузах не представлены теоретические основы самовоспитательной деятельности. Поэтому у студентов технических вузов отсутствуют теоретические знания и практические умения, значимые для самовоспитательной деятельности в процессе обучения.

Необходимость внедрения самовоспитания в деятельность студентов выдвигает немало педагогических проблем в связи с организацией данного процесса. Так, предстоит определить содержание процесса самовоспитания будущего специалиста технического вуза, его формы и методы, разработать педагогические основы и методику руководства процесса самовоспитанием студентов в высших технических заведениях. Решение выдвинутых проблем станет важным, если организация обучения в вузе будет предусматривать специальные меры, стимулирующие студентов на включение их в деятельность по профессиональному самовоспитанию.

ӘОЖ
811.512.122:621.31

Г.М. АБИЛКАСОВ, *п.ғ.м., аға оқытушы,*
Г.С. БАЙПЕЛОВА, *аға оқытушы,*
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, ҚТ және М кафедрасы

"Электрэнергетика" мамандығының студенттеріне кәсіби қазақ тілін оқыту

Кілт сөздер: *электр, инженерлік, техника, экономика, білім, инновация, кәсіби, өндіріс, индустрия, технология.*

Соңғы жылдары әлемдік экономикада білім мен инновацияны маңызды экономикалық ресурстар ретінде пайдалану базасында экономикалық өсудің жаңа типі қалыптасты. Қазір материалдық игіліктерді жасау көп жағдайда ғылымның жалпы деңгейі мен техниканың прогресіне немесе осы ғылымның өндірісте қолданылуына тәуелді.

Дамыған елдердің экономикасын қазіргі уақытта индустрияланудан кейінгі ақпараттық немесе білім экономикасы, болмаса қызмет көрсету технологиялық экономикасы деп анықтайды. Басқа да анықтамалар бар, бірақ, бастысы, қазіргі экономиканың мықты инновациялық құрамдас бөлігі бар. Сондықтан, егер біз әлемдік экономикаға тең түрде ықпалдасқымыз келсе, жаһанданудың талаптарына өзімізге пайдалы жағынан бейімделгіміз келсе, онда өзіміздің дамуымызда бұдан әрі қарай да тек табиғи ресурстарға иек артпауымыз керек. Осы жолдағы негізгі міндеттердің бірі «білім экономикасы» негіздерін қалыптастыру, жаңа технологияларды қолдану, инновациялық экономиканы дамыту болып табылады. Ол үшін адами капиталды дамыту, елдің интеллектуалдық әлеуетін нығайту талап етіледі. Бұл ғылым мен білім беру ісінің алдына үлкен міндеттерді қояды, оларды дамытуда радикалды өзгерістерді талап етеді.

Елбасы ғылыми инновациялық зерттеулерді дамытудың жаңа саясатын ұсынғанын жақсы білеміз.

«Жаңа технологиялық толқын жалына жармасып, теңдессіз ғылыми инновациялар жасау барлық елдің қолынан келе бермейді. Сондықтан ауқымды халықаралық ғылыми-зерттеу жобаларына қатысуымыз қажет» – деп атап көрсетті Н.Ә. Назарбаев.

Н.Ә. Назарбаевтың жас ұрпаққа сапалы білім, саналы тәрбие беру мен инновация туралы ой-тұжырымын көрсететін пікірін әрқайсымыз қолдаймыз [1,6]. «Білім беру жүйесінің басты міндеті – ұлттық және жалпы адамзаттық құндылықтар негізінде жеке адамды қалыптастыруға және кәсіби шыңдауға бағытталған білім алу үшін қажетті жағдайлар жасау, оқытудың ғылыми инновациялық жаңа технологиясын енгізу, білім беруді ақпараттандыру, халықаралық, экономикалық, ғаламдық, коммуникациялық желілерге шығу...» – деген еді мемлекет басшысы. Бұл барлық құндылықтарды талапты жастың көкейіне сіңіруге үндеген тәлімді сөз.

Инновация дегеніміздің өзі – жаһандану заманында ғылымның, жаңалықтың өндіріске енгізілуі деп білеміз. Қазақстандық ғалымдарымыз да ұлттық ғылыми инновацияға өз үлестерін қосуда.

Қазақ тілін оқытуда инновациялық төл технологияны пайдалануды жүзеге асыру басты мақсатқа айналып отыр. Төл технологияны жасауға өзге елдің ой-пікірлерімен қатар, алаш арыстары мен қазақ халқының көрнекті ғалымдарының оқыту, тәрбие туралы жасаған ғылыми тұжырымдары, әдістемелік кешендері негіз етіп алынады. Ұлттық технологияның мақсаты-қазақ тілінде ойын жеткізе алатын, өз ана тілінде діттеген мақсатын орындата алатын, қазақтың тарихы, әдебиеті мен мәдениетін меңгерген жан-жақты білімді, мәдени ұлттық тұлға қалыптастыру [1,6]. Бұл мақсаттың орындалуы үшін мына төмендегідей міндеттер басшылыққа алынады. Олар-қазақ тілінің сөз байлығын терең игерту арқылы, әр сөздің ішкі мағынасы мен қолданыстағы ерекшелігін, сөз сырына бойлату арқылы студенттің танымдық дүниесін қалыптастыру, кезкелген шаршы топта өз ойын мүдірмей шебер де шешен жеткізе білуге машықтандыру. Сол арқылы әр студенттің қазақ тілінің құдіретін басқаларға таныта, бағалай білуге баулу, жазба жұмыстарын сауатты, жоғары деңгейде шығармашылықпен орындай білуге төселдіру. Қазақ тілі өзге пәндердің негізін түсініп, терең меңгеруге басты құрал екенін саналы түрде түсінуге бағыт-бағдар беру, түрлі шығармашылық жұмыстар жүргізу арқылы студенттерді іскерлікке, тапқырлыққа баулу. Ана тілінің негізінде екінші, үшінші тілдерді меңгерудің негізін қалау, пәнаралық байланысты жүзеге асыру, кешенді талдау арқылы теориялық материалды тілдік қатынасым теориясы (жазылым, айтылым, тыңдалым, сөйлесім) арқылы практикалық тұрғыдан талдап, тұжырым жасап, оны өмірде қолдана білуге машықтандыру.

Тілдің қызмет етуін қалыптастыратын сөз мағынасының өзгеруіне, жаңа мағына жаңа сөз тудыруға мәжбүр ететін тіл мен мәтін арасындағы адам әрекетінің эмоциялық, әлеуметтік факторлары бар тілдік белгінің өзінде мәтінде эмоция туғызатын қуаты болады. Сөз дыбыстық тізбектен, оның мағына белгісі ретіндегі адамның сезіміне

әсер ететін бейнесі мен заттардың сипатын шындық әрекеттің белгісі ретінде білдіретін ұғымнан тұрады. Өте күшті эмоция адамгершілік сезімдерін тудырады және олар ақыл-ой әрекетінде пайда болады, әрі ол әдемілікті түсінуге жетелейді. Әрбір арнайы оқулық пен оқу әдістемелік кешені үшін негізгі дидактикалық қызмет атқаратын мәтіндер мен мәтіннен тыс бөліктер жүйесі болады. Пәннің ғылыми мазмұны, танымдық-ақпараттық негізі мәтін түрінде беріледі. Сөйлеу мен ойлаудың, тіл мен сананың бірлігі әр адамның жеке басы қасиеті мен қабілеттің даралығын танытатын белгі екені мәлім. Лингвистер тілді өз алдына жеке емес, керісінше, адам әрекетінің бір түрі ретінде қарастырады. Мәтінді зерттеуде тек қана тілдік тәсілдерді зерттеудің жеткіліксіз екенін ғалымдар дәлелдеп келеді.

Мәтіндер атқаратын қызметі, мазмұны, көлеміне қарай негізгі, қосымша және түсіндірме мәтіндер болып үшке бөлінеді. Негізгі мәтіндер іштей сипаттама, теориялық және түсіндірме түрінде келіп, нақты материалдарға құрылады. Сипаттама мәтіндер ғылыми фактілерді суреттеп, шындық өмір құбылысын дәл береді. Теориялық мәтіндер, теориялық пайымдаулар мен анықтамалар ретінде келіп, үлкен танымдық роль атқарады. Қосымша мәтіндерге, студенттерге арналған құлаққағыс мәтіндер, деректі-хрестоматиялық материалдар, жаттығулар мәтіндер, қорытындылар мен түйіндеулер жатады. Осы орайда кәсіби қазақ тілін техникалық жоғары оқу орнының студенттеріне оқыту барысында белгілі бір мәтіндерді тіл дамыту жұмыстары үшін ұсынамыз. Трансформатор – бұл айнымалы токтың параметрлерін түрлендіретін (кернеу, ток, жиілік) екі немесе одан да көп қозғалмайтын орамнан тұратын, электромагнитті статикалық түрлендіргіш. Электр құрылғыларында өзгермейтін жиілікте айнымалы токтың кернеуін түрлендіретін, сонымен қатар, оның жиілігін, фаза санын түрлендіруге арналған трансформаторлар арнайы тағайындалған трансформаторлы құрылғы деп аталады [2,55]. Тағайындалуы бойынша трансформаторларды мынадай түрлерге бөлуге болады:

1. Күштік – электр энергиясының берілуі мен үйлестірілуі үшін тағайындалған;

2. Автотрансформаторлар – кернеудің салыстырмалы шектеулер арасында айналуы, әртүрлі кернеулердің энергожүйелерінің байланысы үшін тағайындалған;

3. Күштік арнайы тағайындалған пештік, дәнекерлік;

4. Орнату жасауыштарымен жұмыс істеу үшін (инверторлар);

5. Сынақтық – жоғары кернеумен өндірісті сынау үшін;

6. Өлшегіш – схемаға өлшегіш құрылғылардың қосылуы кезінде ток пен кернеуді өлшеу үшін;

7. Өнеркәсіптік электроника мен радиотехниканың құрылғыларын қоректендіру үшін қолданылатын трансформаторлар.

Айнымалы токтың түріне байланысты трансформаторлар бір фазалы және көп фазалы болып бөлінеді. Көп фазалылардың ішінде үш фазалы трансформаторлар кең таралған. Трансформатор екі негізгі бөліктен электротехникалық болаттан жасалған ферромагнитті өзекшеден және екі немесе бірнеше орамнан тұрады. Екі орамы бар трансформатор екі орамды, ал орам саны көп трансформатор көп орамды деп аталады. Көп фазалы трансформатор деп белгілі түрде өзара байланысқан, бірдей кернеулі барлық орамдардың жиынтығын айтады. Электрлік энергия келетін орам біріншілік деп аталады. Электрлік энергия шығатын орам екіншілік деп аталады. Орамдардың атауларына сәйкес барлық шамалар – кернеу, ток, қуат біріншілік деп аталады, ал екіншілік орамға қатысты шамалар екіншілік деп аталады. Төмен кернеулі желіге қосылған орам төмен кернеу орамы деп аталады. Неғұрлым жоғары кернеулі желіге қосылған орам жоғары кернеулі орам деп аталады. Егер екіншілік кернеу біріншіліктен артық болса, онда трансформатор жоғарылатушы, егер екіншілік кернеу біріншіліктен кем болса, онда трансформатор төмендетуші деп аталады. Жұмыс кезінде трансформатор қызады, себебі онда өзекшеде магнит шығындары есебінен және орамдардың кедергісінің электрлік шығындар есебінен жылу бөлінеді. Аз қуатты трансформаторда бұл жылу ауаның конвекциясы және жылу шығару есебінен шығарылып отырады. Мұндай трансформаторлар құрғақ деп аталады. Орташа және жоғары қуатты трансформаторларда жылу шығару жеткіліксіз, сондықтан оларға май толтыруды қолданады. Трансформаторды толығымен май толтырылған бакқа орналастырады, ол жылу беруді жақсартып, оқшаулағыш қызметін атқарады. Мұндай трансформаторлар майлы деп аталады. Жақсы жылу алмасу үшін бак корпусы радиаторлармен жабдықталады. Жоғары қуатты трансформаторларда бұл радиаторлар желдеткішпен салқындатылады. Трансформаторлы май егер басқа қоспалармен араласпаса, жақсы оқшаулағыш болып табылады. Қоспаның аз ғана мөлшері, тіпті судың оқшаулағыш қасиетін бірден төмендетеді. Сондықтан майлы трансформаторларды эксплуатациялау кезінде майдан оның қасиетін анықтау үшін сынама алады. Май буы ауамен қопарылғыш қоспалар түзеді, сондықтан майлы трансформаторлар қопарылғыш қауіпті. Кейбір жағдайларда трансформаторлы майдың орнына жанбайтын синтетикалық сұйықтық автолды қолданады, бұл кезде трансформаторды герметиздейді, себебі автол адам үшін улы, мұндай трансформаторлардың жөндеу жұмыстары тек зауыт шарттарында жүргізіледі.Жоғарыда атап өтілген оқыту материалдары студенттердің білімдерін тереңдетіп, кеңейтуге, интеллектуалдық өресін биіктетуге, шығармашылық ойлау қабілетін дамытуға көмектеседі. Қосымша мате-

риал неғұрлым жақсы дайындығы бар орыс тобындағы студенттердің кәсіби тілді оқып үйреніп, талқылауына арналған біршама күрделі мәтіндерден тұрады. Ауызша және жазбаша жаттығу мәтіндері студенттердің тікелей тәжірибелік жұмыс істеуіне арналған. Осы жұмыстарды орындай отырып, студенттер белгілі бір дағдылар мен біліктіліктерге ие болады. Кәсіби қазақ тіліне дайындалған қосымша техникалық мәтіндер өтілген сабақты меңгеруге қызмет істей отырып, танымдық, тәрбиелікте үлкен роль атқаруға тиіс. Сондықтан ондай мәтіндерді мазмұн, тіл-стиль, әдеби сапасы жағынан үлкен талғаммен таңдап алуға ерік береді. Кәсіби техникалық мәтіндер айқын, неғұрлым қысқа, белгілі бір ұғымды дәл тұжырымдайтын болуы тиіс. Кәсіби техникалық мәтіннің табиғатын тану үшін оны бөлшектеп, шағын лингвистикалық бірліктер деңгейінде қарастыру әдісі тиімді. Сөйлемдер арасындағы семантикалық байланыс мәтіннің семантикалық жүйесін құрайды. Бірқатар сөздердің мағыналары кеңейіп, бұрынғы мағынасының үстіне жаңа мағыналар үстеп отырғаны, яғни семантикалық тәсіл арқылы жасалғаны байқалады. «Сөз мағынасының пайда болуы, қалыптасуы заттың, құбылыстың қасиетіне, түріне, белгісіне байланысты емес, қоғамдық тәжірибеге, өмірге байланысты»- деп ой түйеді тілші ғалым Ғ.Мұсабаев «Қазіргі қазақ тілі» еңбегінде [3,32]. Орыстың атақты лингвист ғалымы Г.В. Колшанский: «Проблемы общего германского языкознания» еңбегінде: «Мәтін категориясы логика, лингвистика және психология арасында орналасқан зерттеулердің аралық саласы ретінде қарастырылады. Сондықтан мәтінді коммуникация құбылысының қатарына жатқызуға болады, ал коммуникация прагматикалық – психологиялық тілдік категорияны құрайды» – деп жазады [4,46]. Студент бір-бірімен сөйлесу арқылы тілдің эмоциялық жағын, дауыс ырғағын, ымдау, қол қимылдарын пайдаланады. Сөйлеу тілінің дамуы – өте күрделі үрдіс. Ол студенттердің тілінің дамуына, әсіресе ақыл-ой дамуына тікелей байланысты. Сөзді қабылдау және оны ұғыну бір-бірімен тығыз байланысты. Сөзді дұрыс қабылдамай тұрып, оны ұғынуға болмайды. Қабылдау мен ұғыну сезім мүшелерінің қатысуымен бір мезгілде жүріп отырады. Тілді өзге ұлт өкілдеріне үйрету барысында дұрыс қарым-қатынас ол бірінші қажеттілік деп білеміз. Дұрыс қарым-қатынас жасай білу дегеніміз – олардың жүрек сезіміне жол табу, тілді оқып – үйренуіне, ықпал жасай алатын жұмыстың мазмұны мен формаларын білу және онымен дара жүргізілетін жұмыстың әдістері мен амалдарын белгілеу деген сөз. Мысалы, техникалық оқу орнында өзге ұлттарға кәсіби қазақ тілін оқыту барысында жаңа технологияға байланысты кәсіби сөздерді жеке сөз түрінде емес, сөз тіркесі, сөйлем түрінде үйрету мақсат етіп қойылуы тиіс. Мысалы: Мәтіндер мен тапсырмаларда сол кәсіпке байланысты техника тарихында орын алатын ірі тұлғалар, көрнекті қоғам қайраткерлері, ғалымдар ашқан жаңалықтардан қысқаша мәліметтер беру де қарастырылуы тиіс. Тілші әдіскер – ғалымдар екінші бір тілде еркін сөйлеп, жаза білуі үшін шамамен бір мың сөз жеткілікті деп санайды. Әрине, бұл кәсіптік тілді үйренуге аздық етеді. Мемлекеттік тілді үйренуге талпынған әрбір студент бір сабақта 10-15 сөзді пәрменді сөздік қорына қоса алады. Оқытушылар сол кәсіп саласы бойынша лексикалық минимумдық сөздік қорды үйретуде мына пайыздық ара салмақты ұмытпауы тиіс: түбір сөздер мен еркін сөз тіркестері-50 пайыз, терминдер – 30, фразеологизмдер – 20 пайыз. Жазба жұмысын жүргізуде мазмұны түсінікті, тәрбиелік мәні зор, тиісті мамандықтарына сай мәтіндер алынады. Мұндай мәтіндер студенттерді жаңа біліммен қаруландырып, дүниетанымын кеңейтеді. Тіл үйренуші студенттер белгілі бір мәтінді сөзбе – сөз қайталап қоймай, оның мазмұнын өз беттерімен меңгеріп, өзіндік сөздік қор арқылы құрастырып жазуы шарт. Оның өз ойы, жеке пікірі болуы тиіс. Қажет кезінде оқытушы баяндалу жағын өзгертіп беруі де керек. Негізгі мәтінді қабылдауға: оқығанды көру арқылы, есіту арқылы жүзеге асырады. Ол үшін студенттердің зейінін жинақтап алу қажет. Мәтін тақырыбын хабарлау, жұмыстың мақсатын түсіндіру, шығарманың авторы және айтылған оқиға туралы әңгіме жүргізу. Мәтінді оқу, мазмұнын айту арқылы тіл үйренушінің зейінін оқиға сюжетіне аударта отырып, мәтіндегі негізгі ойға, мазмұн арқауына талдау жасаған жөн. Аяқталмаған мәтінді жалғастырып, оның мазмұнына сай ой қорытындысын жасаудың мәні зор. Тіл сабақтарында тілдік қарым-қатынас жасау мәселесіне басымдылық берілуі – тілдің адам болмысы мен бірлігіне сүйеніп жасалған жаңа қадам. Осы бірлікті оқу үрдісінде жүзеге асырудың ең ұтымды, ең тиімді жолы – тіл сабақтарында көркем мәтіндермен кешенді жұмыс жүргізу. Тілдік қатынастың дамуының іргетасын қалайтын басты фактор «тіл үйренуші студентке тілдік орта қалыптастыру». Яғни, оқу мәтіндерінің коммуникативтік, ой дамытушылық, шығармашылық сипаттары айқын көрсетіледі. Әдіскер ғалымдар мәтін арқылы оқытып, тілді меңгертудің артықшылықтары мыналар деп есептейді:

• мәтін арқылы тіл үйренушінің түсінігін, танымдық көзқарасын жетілдіруді қалыптастыру;

• оқу мәтіндері арқылы тіл мен әдебиетті кіріктіре оқытуға мүмкіндік береді, сол арқылы тіл үйренушілердің сөйлеу іскерліктерін дамытатын жұмыстарға басымдық беріледі;

• мәтіннің мазмұнында белгілі бір қажетті ақпарат беріледі;

• студенттер бір мәтінді талдау барысында өзара ой бөлісуге, пікір таластыруға, ортақ ой қорытындысын жасауға үйренеді;

• өз ортасы арқылы дамуына жағдай жасалады;

• сөйлеу әрекетінің оқылым, тыңдалым, жазылым, тілдесім сияқты бөліктері қатар жүр-

гізілетін жұмыстар студенттің ауызша, жазбаша сөйлеу мәдениеттерін жетілдірудің қайнар көзі болып табылады;

• мәтін арқылы студенттің жаңадан алған түсінігін бұрынғы білімімен ұштастырады;

• мәтінмен жұмыс жаңа инновациялық технологияларды, әсіресе деңгейлік тапсырмаларды бірізділікпен, жүйелілікпен бірте-бірте күрделендіріп орындатуға ыңғайлы;

• студенттің жеке, жұптық, топтық және ұжымдық жұмыс істеу дағдылары қалыптасады;

• мәтін мазмұнына сәйкес түрлі тілдік жағдаяттар тудыруға, студенттің қисынды ойлауын мақсатты түрде дамытуға, олардың сөйлеу белсенділігін арттыруға да қатысты тапсырмаларды түрлендіруге болады;

• мәтін сабақтың пәнаралық байланысын қамтамасыз етеді.

Мұнда тілдің дүниетанымдық және кәсіби бағдар беретін мүмкіндіктері мол. Әсіресе тілдің стильдік жүйесін таныту нәтижесінде түпкі мақсатқа қол жеткізіледі. ЖОО мәтінмен жұмыс – оқытудың тәрбиелік сипатын күшейтудің басты бір факторы. Студенттің бойында сөйлеу мәдениеті мен өзгенің ойын тыңдай білу дағдысы қалыптасады. Өз ой-пікірін көпшілікке ұғымды етіп түсіндіре білу іскерліктерін жетілдіруге деген ішкі мүдделігімен ұштасуында жатыр. Мәтін сөйлесім әрекетімен ойлау үрдісінің жемісі. Кәсіби мәтінді пән бағдарламасы мен мемлекеттік стандарт талаптарына сай өз мәнінде оқыту, студенттеріміздің түсініп қабылдауын ұйымдастыру, оқытушылардың білімі мен білігіне, ізденіп еңбектенуіне байланысты.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Оразахынова Н.А. Қазақстан халқы бірлігінің басты дәнекері – мемлекеттік тіл // Егемен Қазақстан 01.11.2013.
2. Хожин Г.Х., Сажин В.Н. Электроэнергетика: Оқулық. Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2011.
3. Мұсабаев Ғ. Қазіргі қазақ тілі. Лексика. – Алматы, 2007.
4. Колшанский Г.В. Проблемы общего языкознания. – М., 2009.

Машиностроение. Металлургия

УДК 621.9.07

Д.Е. ТУТАЕВ, *магистрант, гр. МСМ-16-2,*
О.П. МУРАВЬЕВ, *к.т.н., доцент,*
Т.Ю. НИКОНОВА, *к.т.н., ст. преподаватель,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТОМиС

Надежность инструмента для поверхностного пластического деформирования

Ключевые слова: *производство, машиностроение, инструмент, оснастка, деформирование, надежность, принцип, анализ, деформация, поверхность, анализ.*

Поверхностное пластическое деформирование (ППД) применяется с целью упрочнения поверхности металла, создания в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений и для получения нужного профиля шероховатости поверхности. Метод весьма эффективен для повышения усталостного сопротивления, особенно для деталей из высокопрочных материалов, которые имеют повышенную чувствительность к концентраторам напряжения. Наличие в поверхности сжимающих остаточных напряжений снижает скорость распространения усталостных трещин. Поверхность с низкой шероховатостью, с большим радиусом впадин также приводит к снижению концентрации напряжений на поверхности изделия. Повышение износостойкости деталей методами ППД связано с формированием нужного профиля шероховатости, который сочетает хорошую опорную способность с достаточной маслоемкостью поверхности. ППД позволяет также увеличить коррозионную стойкость материалов, герметичность стыков, надежность и прочность посадок, точность формы поверхностей, уменьшить время приработки и степень износа при приработке [1].

Нужно брать во внимание, что обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностного слоя, имеет, по сравнению с обработкой шлифованием, полированием, точением, доводкой, преимущества (см. таблицу), такие как:

- сохраняется целостность волокон металла и образуется мелкозернистая структура-текстура в поверхностном слое металла;
- отсутствует шаржирование поверхности, подвергаемой обработке частичками шлифовальных инструментов, полировочных паст;
- отсутствие термических дефектов;
- стабильность процессов обработки, обеспечивающих высокое качество поверхности;
- возможность достичь минимальные параметры шероховатости поверхности (*Ra* = 0.1 ... 0,05 мкм и меньше) как на термически необработанных сталях, металлах из цветных

сплавов, так и на высокопрочных металлах, не меняя исходную форму заготовок;
- можно в несколько раз уменьшить шероховатость за один рабочий ход;
- создается оптимальная форма микронеровностей с большой долей опорной площади;
- можно настроить режим обработки для получения микрорельефа с заданной площадью углублений для задержания на поверхности смазочного материала;
- создаются благоприятные сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое;
- повышается микротвердость поверхности.

Эти и прочие достоинства ППД обеспечивают повышение износостойкости, сопротивления усталости, контактной выносливости и других эксплуатационных характеристик обрабатываемых изделий на 20 – 50%, а в некоторых случаях – в 2-3 раза (при правильном выборе в каждом конкретном случае более рационального подхода, и назначения оптимальных режимов обработки).

Необходимо также учитывать следующие особенности методов ППД:
- большее количество методов ППД не повышает геометрической точности поверхности детали, в больших случаях сохраняется степень точности, достигнутая на предыдущих операциях;
- с созданием необходимых сжимающих остаточных напряжений в обрабатываемом слое при обработке тонкостенных и неравножестких изделий (толщиной 3-5 мм) могут происходить деформации поверхности на 5-10 мкм и более;
- в связи с пластическим течением металла при использовании некоторых методов обработки ППД на кромках обрабатываемых поверхностей образуются равномерные наплывы металла толщиной 0,03 – 0,3 мм [1].

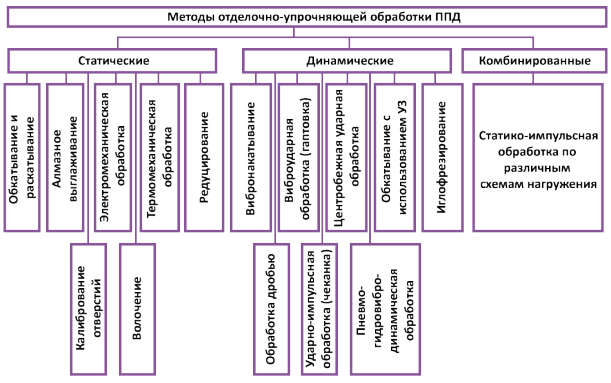


Рисунок 1 – Методы отделочно-упрочняющей обработки с использованием ППД [1]

По характеру упрочняющего воздействия способы ППД разделяют на статические и динамические (ударные). Статические способы (обкатывание, раскатывание и др.) предполагают воздействие на зону деформации неизменным во времени потоком энергии в условиях непрерывного контакта инструмента с деталью. При реализации динамических способов (центробежной, дробеструйной обработкой, вибронакатыванием и др.) осуществляется ударное деформационное воздействие на обрабатываемую поверхность рабочих тел или инструмента в условиях прерывистого контакта.

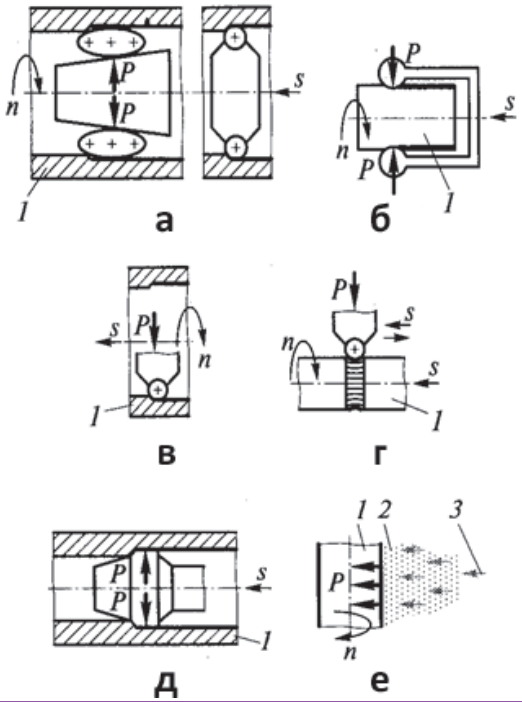


Рисунок 2 – Схема методов поверхностного пластического деформирования

Далее с точки зрения простоты конструкции и ремонтопригодности элементов системы рассматривается инструмент для обкатки.

Обкатывание и раскатывание поверхностей являются наиболее широко применяемыми способами поверхностного пластического деформирования деталей машин. Обкатыванием и раскатыванием отделывают и упрочняют цилиндрические, конические, плоские, фасонные наружные и внутренние поверхности. В качестве станочного оборудования обычно применяются станки токарной группы, строгальные или специальные станки. В качестве рабочих элементов инструмента применяют шарики и ролики. При этом в зависимости от решаемой задачи инструмент может быть оснащен одним рабочим элементом или несколькими.

В качестве рабочих элементов накатника, представленного на рисунке 3, применены ролики, на рисунке 4 – шарик. Для раскатывания внутренней цилиндрической поверхности по схеме в) применен один ролик, а по схеме г) – два ролика.

На рисунке 4 представлена простейшая схема обкатывания. Она состоит в следующем: к вращающейся цилиндрической заготовке подводят инструмент, на котором закреплен закаленный гладкий шарик [2].

Инструменты для метода обкатки изготавли-

Методы обработки ППД, их достоинства и недостатки, с точки зрения показателей надежности инструментов

Метод упрочнения	Достоинства	Недостатки
Дорнование (рисунок 2, д)	Высокопроизводительный процесс, несущий в себе возможности упрочняющей, чистовой, калибрующей и формообразующей обработки. Простота конструкции дорнов и отладки самого процесса, а также его надежность позволяют осуществлять процесс дорнования в условиях практически любого производства.	Небольшая глубина упрочняемого слоя и значение остаточных напряжений сжатия
Выглаживание (рисунок 2, в)	Простота конструкции выглаживателей. Создание высоких контактных давлений при небольших нормальных силах. Выглаживают детали жестким или нежестким (подпружиненным) инструментом	Малая производительность и стойкость инструмента. Сложный монтаж выглаживателей на опору. Трение скольжения создает дополнительные нагрузки. Высокая температура, несущая за собой интенсивное окисление поверхности в зоне трения
Дробеструйный наклеп (рисунок 2, е)	Простота установки системы сжатого воздуха. Простота обращения с рабочим телом (дробью)	Быстрая изнашиваемость дроби вследствие сухого трения, которое приводит к видимому уменьшению диаметра дроби уже после одной смены непрерывной работы установки (для чугунной дроби — в большой степени, для стальной — в малой), что значительно снижает стабильность процесса обработки потому что энергия удара прямо пропорциональна диаметру дроби третьей степени; а также значительным допуском на давление воздуха в пневмодробеструйных установках, который составляет не менее ±10 % номинального значения (в дробеметных установках на изменение режима влияет износ элементов ротора).
Вибронакатывание – обкатывание (рисунок 2, г)	Простота конструкции	Большие нагрузки на инструмент, при ударных воздействиях. Несохраняемость свойств и параметров инструмента с течением времени
Обкатывание шариком и роликом (рисунок 2, а, б)	Простота конструкции и малогабаритность державки, ремонтопригодность всех элементов системы. Отсутствие скольжения, и как следствие, дополнительных нагрузок на конструкцию.	Общим недостатком державок с сепараторами, предотвращающими выпадение шара и ограничивающими его движение относительно корпуса державки в направлении подачи, является увеличение зазора между шаром и стенками рабочего отверстия сепаратора вследствие изнашивания его и опоры шара. Необходимость в жестком закреплении.

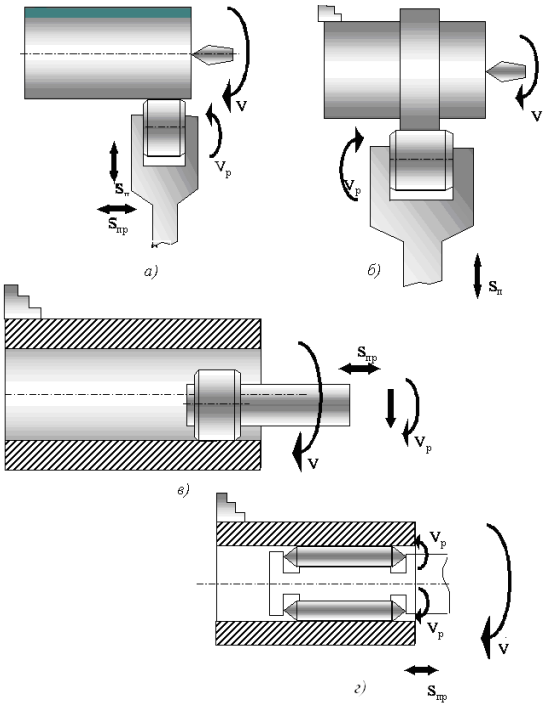


Рисунок 3 – Наружное обкатывание и раскатывание внутренней цилиндрической поверхности

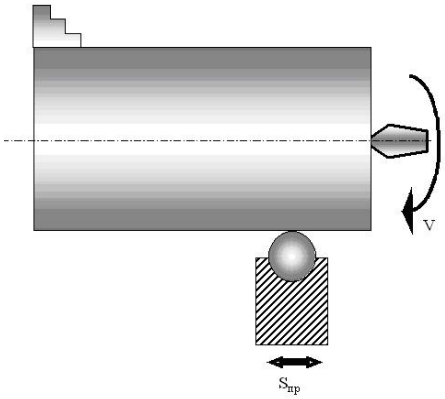


Рисунок 4 – Обкатывание одним шариком

ваются из твердой стали или подшипниковой. Благодаря своей надежной и простой в обслуживании и работе конструкции, инструменты и оснастка для обкатки служат без отказов достаточно долго. Есть возможность демпфирования инструмента, это позволяет избежать нежелательных вибраций, которые отрицательно влияют на узлы.

Основными деталями многороликовых ротационных инструментов, в том числе дифференци-

альных обкатников, как правило, являются опорный конус и деформирующие ролики. Опорный конус служит для передачи усилия деформирования на деформирующие ролики и для настройки на заданную глубину внедрения деформирующих элементов в обрабатываемую поверхность.

В ряде случаев для обеспечения самозатягивания инструмента или уменьшения осевой силы, действующей на механизм подачи, деформирующие ролики поворачивают по отношению к оси детали на угол ω, называемый углом самозатягивания, за счет чего он будет перемещаться по винтовой линии на обрабатываемой поверхности детали. Величина угла самозатягивания ω в зависимости от требуемой величины подачи определяется по формуле [2]:

$$\omega = arctg\frac{S_o}{\pi \cdot D} + \omega_д, \qquad (1)$$

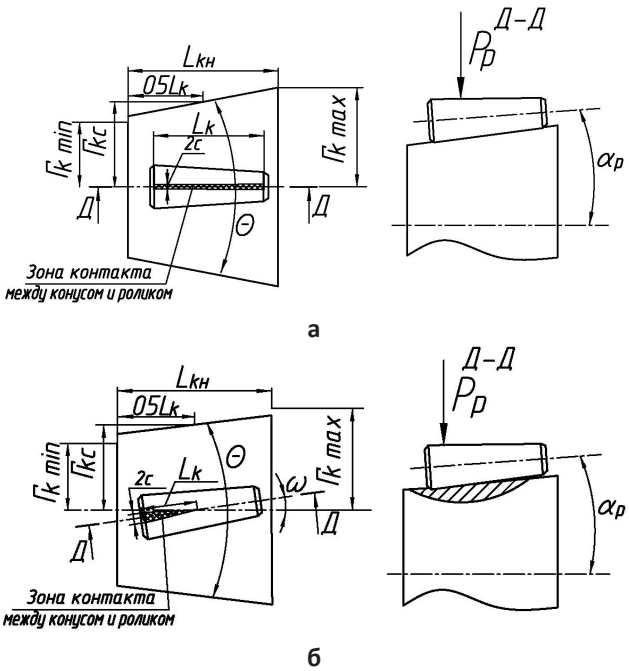
где S_o – подача инструмента;

D – диаметр обрабатываемой поверхности;

$\omega_д$ – дополнительный угол, компенсирующий проскальзывание деформирующего ролика относительно обрабатываемой поверхности ($\omega_д$ = 10′…15′).

Рассмотрим отдельно взаимное расположение опорного конуса и деформирующего элемента, показанные на рисунке 5.

В случае когда ω = 0 и отсутствует осевая нагрузка, контакт между деформирующим элементом, например роликом, и опорным конусом будет линейным, так как оба тела соприкасаются по своим образующим (рисунок 5, а).



а) при параллельном расположении осей деформирующего ролика и опорного конуса; б) при установке деформирующего ролика на угол самозатягивания относительно оси

Рисунок 5 – Особенности контактной зоны между деформирующим коническим роликом и опорным конусом

При повороте деформирующего ролика на угол самозатягивания, когда $\omega \neq 0$, приводит к тому, что первоначальный линейный контакт преобразуется в точечный, расположенный посредине ролика (рисунок 5, б). После приложения нагрузки точечные контакты преобразуются в эллиптические с площадями, имеющими меньшие размеры, чем при линейном контакте. Это неизменно приведет к увеличению контактных напряжений между деформирующими роликами и опорным конусом.

Следовательно, размеры упругого контакта между деформирующим элементом – роликом и опорным конусом меньше, чем размеры упругопластического контакта между деформирующими роликами и обрабатываемой поверхностью.

Установим эти соотношения для случая линейного контакта. Размеры пластического контакта, образующегося между деформирующим роликом и деталью, определяются по методике, приведенной в работе, а упругого контакта между роликом и опорным конусом – по общеизвестной формуле Герца.

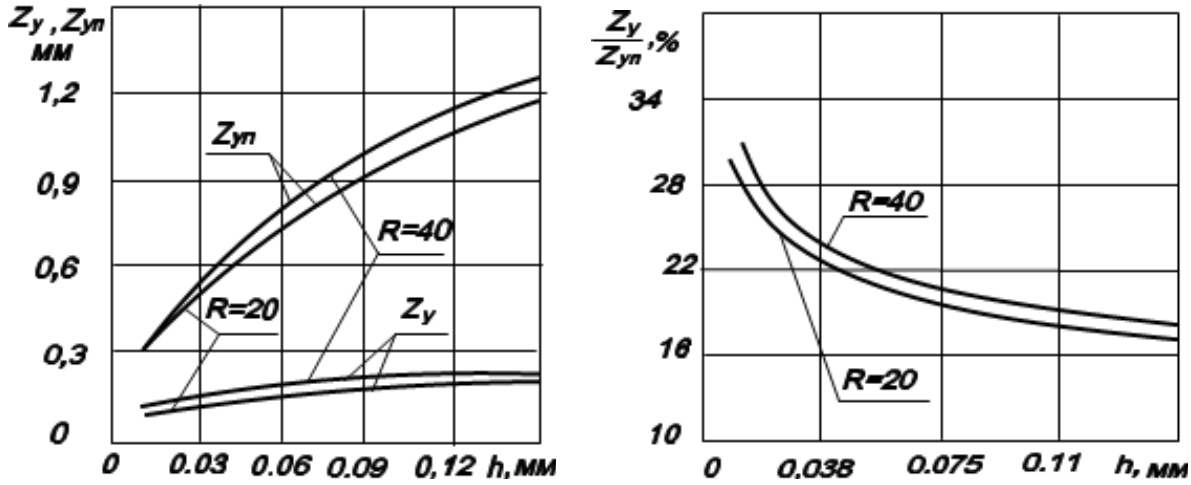
На рисунке 6 изображено соотношение площадей пластического и упругого контакта при равных усилиях и предположении, что деформирующие ролики расположены параллельно оси опорного конуса.

Как видно из представленного рисунка, площадь контакта между обрабатываемой поверхностью и роликом значительно больше, чем площадь контакта между роликами и опорным конусом. При равенстве сдавливающих деформирующий ролик сил, напряжения пропорциональны площадям контактов, поэтому максимальное напряжение будет возникать на поверхности упругого контакта между опорным конусом и роликом. Это и определяет более тяжелые условия работы – контакт между опорным конусом и деформирующим элементом и, соответственно, возможность возникновения их усталостного разрушения при эксплуатации.

Это подтверждается наблюдениями за работой дифференциального инструмента и производственной статистикой, а также при экспериментальных исследованиях [1].

Долговечность деформирующего ролика и опорного конуса в дифференциальных обкатниках или цилиндрических роликов и опорных катков центробежного рычажного раскатывающего инструмента, главным образом зависят от величины напряжений, распределенных по площади контактной зоны.

Нагрузка на обрабатываемую поверхность со стороны деформирующего ролика при ППД определяет заданные показатели ее качества, поэтому не может быть изменена. При установке деформирующих роликов на угол самозатягивания площадь контакта будет уменьшаться, сле-



а – при упругопластическом и упругом контактах;
б – процентное соотношение между $z_{уп}$ – упругопластического контакта и z_y – упругого контакта

Рисунок 6 – Зависимость ширины контактной зоны от глубины внедрения деформирующего ролика в поверхность обрабатываемой детали

довательно, пропорционально увеличатся и контактные напряжения между опорным конусом и деформирующим элементом.

Таким образом, для повышения долговечности обкатывающего инструмента необходимо обеспечить максимальную площадь контакта между опорным конусом и деформирующим роликом.

При рассмотрении использования для ППД обкатывающего устройства необходимо уменьшить возникающие максимальные напряжения в контакте между деформирующим элементом – цилиндрическим роликом и опорными катками. Один из вариантов решения этой задачи заключается в том, чтобы распределить нагрузку между двумя опорными катками.

Исходя из рассмотренных условий, путем изменения некоторых параметров обработки методом ППД, можно достичь требуемых условий надежности для обеспечения долговечности инструмента. Поэтому обработка наружных поверхностей обкатыванием является оптимальной в плане настройки и наладки инструмента для задания параметров, способствующих обеспечению надежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жетесова Г.С., Никонова Т.Ю. Классификация методов получения и обработки поверхностей деталей машин методами ППД // Труды университета. – 2015. – №3.
2. Кане М.М. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учеб. пособие. Минск: Высш. шк., 2013. – 311с.

УДК 621.0:62-192

А.А. ГУЛЯРЕНКО, *к.т.н., ст. преподаватель,*
Б.Т. ЖУСИН, *к.т.н., доцент,*
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»

Оценка и прогнозирование надежности в машиностроении

Ключевые слова: *надёжность, трактор, оценка, прогнозирование, испытания, ресурс, наработка на отказ.*

Повышение темпов научно-технического прогресса обусловливает рост требований к надежности машин, необходимость ускорения исследования, реализации и проверки новых идей, сокращения разрыва во времени между замыслом и исполнением, ускорения внедрения новых или модернизированных конструкций, технологических процессов, что в свою очередь определяет чрезвычайную важность совершенствования как методов испытаний машин, так и способов анализа получаемых результатов.

Одним из важнейших современных требований к созданию машин и технологических процессов их изготовления или ремонта является необходимость обеспечения достаточно высокой, конкурентоспособной надежности изделий. Это в полной мере относится к тракторам, да и в целом к сельскохозяйственной технике.

Проблема повышения надежности должна решаться на всех стадиях создания и использования машин. Промышленность, разрабатывая более надежные машины, создает тем самым потенциальные возможности повышения надежности всего парка машин. Однако реализация этих возможностей в значительной степени зависит от того, как машина эксплуатируется, какова степень рациональности организации службы ремонта и технического обслуживания. Кроме того, надежность зависит от потенциальной надежности, закладываемой в трактор или другую машину в случае ремонта. Из указанных положений можно сделать два вывода:

1) оценка надежности новой техники должна рассматриваться не только как проверка соответствия ее техническому заданию (нормативам), но и как важный этап получения необходимой информации для подготовки к грамотной, научно обоснованной эксплуатации этой техники, в связи с чем методики испытаний должны предусматривать получение и накопление необходимой информации в достаточном объеме;

2) важной задачей является обоснование наиболее рациональных планов испытаний, составляющих основу комплексного решения вопросов оценки надежности техники и подготовки к грамотной ее эксплуатации.

Таким образом, для ремонтной отрасли в равной степени важно своевременно получать информацию о надежности как новых машин, так и отремонтированных. Первый вид информации используется для разработки режимов технического обслуживания, технологии ремонта и технических условий на ремонт, расчета ремонтной базы, планирования выпуска и расхода запасных частей; второй вид информации способствует отработке технологического процесса ремонта.

Оценка надежности техники должна производиться быстро, с минимальными затратами средств и с достаточной точностью. Требование быстроты оценки обусловлено темпами технического прогресса, сокращением сроков разработки и внедрения новых моделей машин.

Вопросы экономии средств при испытании машин на надежность имеют самостоятельное научно-техническое значение в связи с тем, что стоимость испытаний весьма велика, а процесс испытаний неизбежно ведет к полному или частичному уничтожению работоспособности машин.

Весьма важным является вопрос точности оценок показателей надежности. Нельзя считать допустимыми случаи сопоставления и использования оценок показателей надежности, найденных с различной точностью, либо случаи определения значений показателей без оценки их точности. Ошибки при определении значений показателей ведут к ошибкам в результатах разнообразных расчетов, производимых для подготовки к эффективной массовой эксплуатации.

Учитывая важность точности оценок показателей надежности и экономические аспекты проблемы, всё большую актуальность приобретают вопросы сравнительной подконтрольной эксплуатации тракторов в идентичных условиях [1].

Определяющим и направляющим фактором в решении проблемы оценки надежности машин являются методы измерения показателей надежности. Свойства надежности определяются показателями безотказности, ремонтопригодности, долговечности и сохраняемости. В настоящее время разработаны системы показателей для оценки каждого из перечисленных свойств. Однако эти системы правильно, очевидно, рассматривать как временные, так как поиск структуры показателей, оптимальной по определенному критерию, все еще является насущной задачей. Нужна такая

единая структура, которая при ограниченной номенклатуре показателей всесторонне характеризует надежность изделия и удовлетворяет запросы всех отраслей, связанных с изготовлением и потреблением машин.

Важнейшими являются нормируемые показатели надежности изделия. К нормируемым относятся такие показатели, которые прямо или косвенно входят в общую оценку экономического эффекта от использования изделия. Тот показатель, который определяет конкретную часть экономического эффекта, считается основным и должен нормироваться. В соответствии с этим принципом для тракторов нормируется коэффициент готовности и средний ресурс. Очевидно, аналогичные показатели являются нормируемыми и для агрегатов тракторов.

В связи с трудностями определения средних ресурсов агрегатов и сложных машин в целом в нормативах надежности [2], в качестве показателя долговечности предусматривается гамма-процентный ресурс. Этот показатель ограниченно характеризует долговечность изделия, является частным её показателем. Наиболее же полной, исчерпывающей характеристикой этого свойства надёжности являются, как известно, вид и параметр распределения ресурса изделия. На определение этих исчерпывающих характеристик ресурса изделия, удовлетворяющих всех потребителей информации, и должно быть направлено основное внимание.

Коэффициент готовности тракторов и других машин также нормируется. Однако отсутствие согласованных между изготовителями и потребителями норм времени и труда на устранение последствий отказов приводит, на наш взгляд, к тому, что этот показатель не играет своей важной роли как комплексная характеристика надежности машин. В этой связи своевременная разработка указанных норм представляется важной задачей при оценке надежности техники.

В то же время необходимо отметить, что показатели безотказности сегодня имеют самостоятельное значение и используются, в частности, при расчетах, связанных с организацией службы технического обслуживания, при расчете норм запасных частей, а также могут быть использованы при оценке ресурсов агрегатов и узлов по технико-экономическому критерию.

В сегодняшних условиях, реально оценка надежности может базироваться на экспериментально-статистических методах. Основой существующих методов оценки надежности являются испытания машин либо наблюдения за ними в условиях подконтрольной эксплуатации. При этом основным фиксируемым событием является отказ детали, сопряжения, узла или агрегата, что приводит к нарушению работоспособности сельскохозяйственной машины, представляющей нерезервированную систему. В этом случае сведения об отказе должны обеспечивать возможность оценки различных свойств надежности, в частности, ресурса и безотказности. Несмотря на кажущуюся очевидность и простоту понятия «отказ», имеются нерешенные и весьма сложные научно-технические задачи, связанные с оценкой надежности изделия по данным об их отказах. Рассмотрим некоторые из них.

Согласно ГОСТ Р 27.002-2009 всякое нарушение работоспособности изделия называется отказом, а под ресурсом понимается наработка изделия до предельного состояния. Любой отказ узла связан с конкретным отказом лишь одного его элемента (аварийные случаи нами не рассматриваются). Остальные элементы узла сохраняют более или менее значительные ресурсы. Таким образом, отказ одного элемента вынуждает к принятию решения относительно узла в целом. Возможны два решения: направить узел в капитальный ремонт и обеспечить ему новый послеремонтный ресурс или ограничиться устранением отказа данного элемента, восстановив работоспособность узла. В первом случае отказ для узла является ресурсным, во втором – нересурсным. Из сказанного ясно, что классификация отказов существенно зависит от того, что понимается под предельным состоянием изделия. Однако именно по вопросу о том, отказы каких элементов изделия следует считать ресурсными, и не достигнуто единство понятий, то есть не выработаны единые критерии предельного состояния.

Известны попытки установления определенных критериев предельного состояния агрегатов и машин по объему операций для восстановления работоспособности, по одновременной замене нескольких деталей узла, нескольких узлов или нескольких агрегатов машин и т. д. Однако использование таких критериев весьма затруднительно. Действительно, в силу неравнопрочности деталей и сопряжений, а также в силу случайного характера ресурса статистически (в среднем) равнопрочных элементов на конкретной машине практически никогда не будет случаев, когда одновременно откажут несколько агрегатов, узлов, сопряжений или деталей. Одновременная же замена ряда основных деталей при ремонте обусловлена не тем, что все они достигли предельного состояния, а тем, что их остаточный ресурс меньше межремонтного ресурса агрегата.

При оценке безотказности тракторов и других сельскохозяйственных машин в настоящее время принято классифицировать отказы по трем группам сложности, отличающимся друг от друга по объему (применительно к конкретному агрегату или узлу) разборочных работ для устранения последствий отказа [3]. Очевидно, выделение из общей массы отказов категории ресурсных отказов повлечет некоторое уточнение упомянутой классификации отказов, которые могут называться нересурсными.

Важнейшей стороной оценки ресурсов изделий являются методы определения характе-

ристик ресурса по данным о ресурсных отказах. Методы математической статистики позволяют рассчитывать либо прогнозировать характеристики распределения ресурса агрегата или узла машины, когда данные об их ресурсных отказах образуют такие различные выборки:

- полные выборки, когда за период испытаний отказали все одноименные изделия;
- усеченные выборки, когда из N испытываемых элементов отказали n элементов, а остальные сняты с испытания при одинаковой наработке, превышающей ресурс отказавших элементов;
- многократно усеченные или смешанные выборки, когда наработки неотказавших элементов могут быть различными и иметь значения больше или меньше наработок отказавших элементов.

Повышение надёжности машин обусловливает увеличение продолжительности испытаний для достоверной оценки надежности. Однако это противоречит обязательной необходимости ускорения оценки надежности новых или отремонтированных машин. Преодолеть это противоречие можно только двумя путями: а) проведением ускоренных испытаний; б) прогнозированием показателей надежности на основе результатов сокращенных испытаний.

В результате испытаний машин получаются как правило, усечённые и многократно усеченные выборки. Определение характеристик ресурса в этом случае возможно, если известен вид распределения. При этом используются метод максимума правдоподобия или другие методы математической статистики [4].

Анализ протоколов испытаний и других материалов о надежности машин [5] показывает, что часто приходится вести оценку ресурса изделий (агрегатов, узлов), когда за рассматриваемый период ресурсные отказы наблюдались на небольшом числе изделий либо не наблюдались вообще. В этих случаях метод максимума правдоподобия не обеспечивает достоверной оценки значений характеристик ресурса. Использование же других методов возможно в случае, когда известен не только вид распределения, но и коэффициент вариации ресурса. При этом, если ресурсные отказы не наблюдались вообще, возможно определение только нижних доверительных границ среднего и гамма-ресурса.

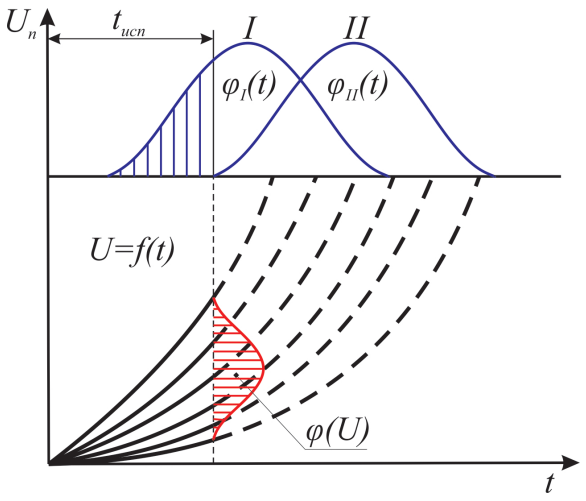
Использование данных о видах и параметрах распределения, найденных обобщением данных об изделиях-предшественниках, позволяет значительно расширить возможности прогнозирования ресурса изделий даже при незначительном числе их ресурсных отказов за период испытаний, то есть при меньшем объеме и длительности испытаний [6]. Это свидетельствует о важности систематизации обработанных по единой методике данных, их накоплении, обобщении и последующем использовании при оценке надежности новой техники по результатам сокращенных испытаний. Накапливая данные и ведя поиск общих закономерностей, необходимо стремиться извлекать максимум информации при минимальном объеме эксперимента.

Однако расширение возможностей оценки ресурса изделий при том же объеме эксперимента возможно достичь не только указанными методами. Большая часть ценной информации содержится в самой машине в виде износов, зазоров, интегральных диагностических параметров состояния узлов и агрегатов.

Фиксируя только моменты отказов, мы теряем огромное количество информации об изменении параметров технического состояния во времени и эту потерю вынуждены восполнять увеличением числа испытываемых образцов. Применение любого метода прогнозирования ресурса агрегата или узла по данным об их отказах за период испытаний обеспечивает достаточно полную оценку долговечности лишь в том случае, когда за период испытаний хотя бы часть изделий достигла предельного состояния, то есть исчерпала свой ресурс. И чем меньше эта часть изделий, тем меньше точность оценок параметров распределения.

За период испытаний в течение 3000 мото-ч у ряда агрегатов тракторов (коробка передач, задний мост и др.) ресурсные отказы не наблюдались, увеличение же продолжительности испытаний нежелательно. Таким образом, известно только то, что ресурс изделий не меньше какого-то значения. Этого, конечно, недостаточно для характеристики их долговечности.

Графическая интерпретация таких случаев приведена на рисунке.



У элемента, распределение ресурса которого обозначено через I, наблюдается определенное число ресурсных отказов за период испытаний ($t_{исп}$), соответствующее заштрихованной части площади под кривой плотности распределения. В этом случае параметры полного распределения I прогнозируются упомянутыми выше методами. У элемента II ресурсных отказов за $t_{исп}$ не наблюдалось, так как ресурсы всех элементов превышают наработку за этот период.

В то же время техническое состояние, работоспособность многих элементов машин (деталей, сопряжений, узлов, агрегатов) определяется параметрами их состояния, значения которых закономерно изменяются с увеличением наработки. В определенный момент изменение параметра приводит к потере работоспособности, отказу элемента. Соответствующее этому моменту значение параметра состояния является предельным. Наличие таких параметров позволяет прогнозировать ресурс элемента, если известны динамика изменения параметра, предельное его значение и результат замера в данный момент. Сущность метода прогнозирования ресурса элемента на основе известного значения параметра состояния при данной наработке заключается в экстраполяции закономерности, выражающей изменение параметра в функции наработки, до предельного значения этого параметра. При этом имеется возможность учесть динамику изменения параметра, вероятные ошибки измерений и влияние изменяющихся условий эксплуатации на интенсивность изменения параметра.

Выделим три этапа выполнения прогноза. Первый этап заключается в исследовании динамики состояния машины в прошлом и разработке динамических моделей технического состояния агрегатов машины. Второй этап – определение технического состояния машины, выбор методов и средств измерений, обоснование правил и приемов измерений параметров технического состояния. На третьем этапе прогнозируем определенными методами изменение различных параметров технического состояния с помощью разработанной на первом этапе динамической модели технического состояния машины и ее элементов и с учетом замеренного на втором этапе значения параметра. Исследования на каждом этапе сопряжены с решением ряда сложных теоретических и научно-технических задач.

Важнейшей основой решения задач параметрического прогнозирования ресурсов элементов машин является описание реального случайного процесса изнашивания, изменения параметров их состояния. В выборе и обосновании вида функции изменения параметра можно выделить два подхода:

- описание процесса изменения параметра случайной функцией, коэффициенты математического ожидания которой определяются при обработке опытных статистических данных;
- описание процесса изменения параметра функцией, содержащей случайную и детерминированную части.

Отметим, что выделение детерминированной составляющей в функции изменения параметра позволяет накапливать и использовать при прогнозировании ресурсов элементов информацию по аналогам предшественникам, что обеспечивает достоверные оценки показателей при меньших объемах информации и длительности испытаний. В этой связи важной задачей является разработка единой методики описания процессов изменения технического состояния элементов, обработка данных по единой методике и систематизация данных о детерминированных характеристиках динамики изнашивания и о предельных состояниях типовых деталей и узлов машин. Любую машину, например трактор, можно расчленить на типовые элементы. Цель такого расчленения заключается в том, чтобы на основе имеющихся расчетных и опытных данных установить закономерности изнашивания различных групп однотипных элементов, а по аналогичным элементам новых машин определять лишь количественные значения входящих в соответствующие функции случайных величин.

Внедрение параметрического прогнозирования ресурсов элементов тесно связано с разработкой технических средств измерений значений параметров. Если при эксплуатации основными являются диагностические средства для безразборного замера параметров, а при ремонте, напротив, производятся измерения только разобранных деталей, то для целей испытаний на надежность должен быть разработан, очевидно, комплекс технических средств, позволяющий без разборки или с ограниченной разборкой, не влияющей на дальнейшую работу механизма, производить с достаточной точностью измерения параметров состояния – износов, размеров, зазоров – и косвенных диагностических параметров.

При этом по критериям предельного состояния основных агрегатов необходимо определить, параметры состояния каких элементов будут фиксироваться в процессе испытаний с целью последующего прогнозирования ресурса. Для испытываемых в настоящее время тракторов и сельскохозяйственных машин обоснованы конкретные перечни таких элементов.

Сущность параметрического прогнозирования ресурсов заключается в том, что с учетом характера случайного процесса изменения параметров состояния совокупности одноименных элементов, аппроксимируемого случайной функцией, устанавливают параметры распределения ресурса в зависимости от параметра распределения значений параметра в момент прогнозирования. Применяют и поэтапное прогнозирование, когда с учетом динамики изменения параметра конкретного элемента и замеренного значения параметра прогнозируют остаточный ресурс каждого конкретного элемента от момента замера параметра до достижения параметром предельного значения, после чего выборку полных ресурсов обрабатывают известными методами, определяя параметры распределения ресурса.

Очевидно, если бы агрегат имел лишь один ресурсный элемент, то ресурс этого элемента являлся ресурсом агрегата. Однако во многих случаях в агрегате имеется несколько ресурсных элементов.

Например, в двигателе ресурсными элементами считают: блок, кривошипно-шатунный механизм, цилиндро-поршневую группу; в коробке передач – корпус, шестерни, валы и т. д.

Большое количество случайных факторов определяет значительные вариации ресурса одноименных элементов, работающих в одних и тех же агрегатах на разных экземплярах машин. При этом распределения ресурсов основных элементов агрегата могут в большей или меньшей степени перекрываться (см. рис.). Это значит, что ресурс агрегата определяется в большей мере распределением ресурса менее долговечного основного элемента *I*, но не совпадает полностью с ним, так как при наработках, соответствующих перекрытию распределений, могут быть случаи, когда ресурс агрегата исчерпывается вследствие отказа элемента *II*, наступившего ранее, чем отказ элемента *I*. Даже не производя расчётов, можно заключить, что средний ресурс агрегата будет поэтому меньше, чем средний ресурс элемента *I*.

Зная распределение ресурсов основных элементов, можно определить распределение ресурса агрегата. В общем случае распределение ресурса агрегата является функцией числа основных элементов и законов распределения их ресурсов. Поскольку у тракторов и сельскохозяйственных машин резервирование элементов отсутствует, ресурсный отказ любого из основных элементов приводит к ресурсному отказу всего агрегата. Следовательно, пользуясь положениями теории надежности, агрегат можно рассматривать как последовательную систему. В этом случае с учетом элементов, процесс исчерпания ресурса которых является некоррелированным, вероятность безотказной работы агрегата равна произведению вероятностей безотказной работы ее элементов.

Применение расчетных методов и моделирование процесса позволяет исследовать и синтезировать данные в самых разнообразных случаях. Например, если агрегат имеет только два ресурсных элемента с одинаковыми средними ресурсами, то при коэффициентах вариации этих ресурсов v = 0,2 средний ресурс агрегата равен 88% среднего ресурса элементов, а если v = 0,8, то средний ресурс агрегата составляет только 57% ресурса элементов. Такая значительная разница в ресурсе агрегата, полученная лишь за счет изменения коэффициента вариации ресурса элементов, дает основание утверждать, что только повышение культуры производства, в том числе ремонтного, может дать ощутимый эффект. Углублением исследований ресурсов агрегатов в зависимости от ресурсов его элементов можно научно обосновать повышение ресурса деталей или сопряжений в том или ином агрегате, заранее рассчитывать эффективность тех или иных конструкторских и технологических разработок.

Вышеизложенное не исчерпывает все важнейшие задачи по оценке и анализу надежности машин. Большой самостоятельной проблемой является разработка и внедрение ускоренных методов испытаний. Наряду с испытаниями и наблюдениями машин в условиях рядовой эксплуатации должны быть использованы полигоны и стенды, позволяющие ускорить испытания и исключить многие случайные факторы, искажающие их результаты.

Фактическая безотказность и долговечность элементов предопределяет номенклатуру и нормы расхода запасных частей при обслуживании и ремонте, следовательно, является основой планирования их выпуска и распределения. В этой связи развитию методов расчета фактических ресурсов необходимо уделять серьезное внимание.

Комплексное решение задач испытаний, оценки и анализа надежности машин, внедрение разнообразных методов и средств быстрой и достоверной оценки и прогнозирования ресурсов агрегатов и машин обеспечат ускорение технического прогресса и повышение эффективности использования машин в сельском хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуляренко А.А. Анализ результатов сравнительных испытаний тракторов на надёжность // Успехи современной науки и образования. – Белгород, 2017. – Том 1. – №1. – С. 86-90.
2. ГОСТ Р 27.002 – 2009. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2011.
3. Гуляренко А.А. Методика сбора информации при эксплуатационных испытаниях тракторов на надёжность // Вестник ЧГАУ. Т.53. – Челябинск, 2009. – С. 103-106.
4. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ. М.: Изд-во «Наука», 1965. – 526 с.
5. Плаксин А.М. Обеспечение работоспособности машинно-тракторных агрегатов на предстоящие циклы использования в растениеводстве: Дис. … докт. техн. наук. – Челябинск, 1996. – 468 с.
6. Грибов В.М., Кофанов Ю.Н., Стрельников В.П. Оценивание и прогнозирование надёжности бортового аэрокосмического оборудования / Под отв. ред. Ю.Н. Кофанова. – М.: НИУ ВШЭ, 2013. – 496 с.

УДК 669.15-198

А.З. ИСАГУЛОВ*[1], *д.т.н., профессор, первый проректор,
А.Б. АХМЕТОВ*[2], *к.т.н., зам. директора,
А. АЗОТТЕ*[3], *доктор Phd, профессор,
А.А. АКИМБЕКОВА*[2], *докторант,
[1]Карагандинский государственный технический университет, кафедра НТМ,
[2]Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,
[3]Университет Лотарингии (Франция)

Исследование процесса выплавки стали Гадфильда при модифицировании комплексным сплавом ФАСК (Al-Si-Ca)

Ключевые слова: *высокомарганцовистая сталь, модифицирование, ферроалюмосиликальций (ФАСК), неметаллические включения.*

Повышение требований к качеству изделий, работающих в горно-металлургической отрасли промышленности, требует улучшения служебных характеристик сплавов, из которых изготавливаются эти изделия. Основная масса такого оборудования работает в условиях абразивного и ударно-абразивного изнашивания (футеровка шаровых мельниц, «щеки» дробилок, «зубья» ковшей экскаваторов).

Мировой опыт показал, что детали горно-металлургического оборудования в значительном количестве отливаются из стали 110Г13*Л*. Это обусловлено уникальными свойствами высокомарганцевых аустенитных сталей типа 110Г13*Л*, в частности, высоким сопротивлением поверхностей в деформированном состоянии абразивному износу в сочетании с высокими пластичностью и прочностью.

При деформациях на 50-60% твердость стали марки 110Г13*Л* увеличивается в 2,0-2,5 раза, что вызвано значительными искажениями кристаллической решетки, дроблением блоков зеренной структуры, наклепом и образованием мартенситной структуры в контактных слоях [1].

В зависимости от условий работы деталей из стали 110Г13*Л*, к ее химическому составу (ГОСТ 977-88), а также к способам производства предъявляются различные требования. 80% изделий из износостойкой стали марки 110Г13*Л* получают в процессе литья, способом переплава металлической шихты, так как сталь марки 110Г13*Л* не сваривается. Все материалы, применяемые для плавки, должны быть известного химического состава и иметь сертификаты, подтверждающие соответствие материала нормативно-технической документации.

Однако широкие пределы концентраций углерода и марганца при прочих равных условиях не гарантируют постоянства свойств даже для деталей одного и того же назначения.

Следует признать, что традиционные способы совершенствования свойств сталей за счёт их состава практически исчерпаны. В основном свойства материалов зависят от структурного строения стали на макроуровне. Решением проблемы является освоение технологии эффективного способа модифицирования высокомарганцовистой стали новыми комплексными сплавами, измельчая, тем самым структуру зерна и уменьшая количество неметаллических включений. Все это способствует повышению качества казахстанской машиностроительной металлопродукции [2].

В процессе исследования опытные плавки по получению высокомарганцовистой сталей марки 110Г13*Л* проводились по различным вариантам модифицирования в высокотемпературной печи Таммана (на базе лаборатории «Металлургия стали» Химико-металлургического института им. Ж. Абишева), в алундовых тиглях. Максимальная рабочая температура 2000°С, масса исследуемых материалов до 400 г, обладает возможностью продувки инертными газами.

В качестве шихты использовали:

- возврат литейного производства стали марки 110Г13*Л* ГОСТ 977-88;
- лом и отходы Б22 стали марки 110Г13*Л* ГОСТ 2787-75;
- лом стальной 1А, 2А ГОСТ 2787-75.

В качестве легирующих материалов использовали раскислители и модификаторы:

- ферромарганец низкоуглеродистый марки FeMn78 класса АГОСТ 4755-91;
- ферросилиций марок ФС65 ГОСТ 1415-93;
- алюминий марки АВ97 ГОСТ 295-79;
- силикокальций марки СК30 ГОСТ 4762-72;
- мелочь коксовая ТУ 14-7-115-89.

Для определения расходов легирующих материалов, раскислителей и модификаторов выполнили балансовые расчеты для каждой марки стали.

Химический состав раскислителей указан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав раскислителей

Ферро-сплав	Содержание элементов, %							
	C	Si	Mn	Al	Ca	S	P	Fe
ФМн78	1,13	1,40	78,00	-	-	0,030	0,040	19,40
ФС65	-	62,00	-	2,00	-	0,030	0,050	35,92
АВ97	-	-	-	86,00	-	-	-	-
СК30	0,50	60,00	-	2,00	30,00	-	0,040	7,460

В качестве шлакообразующих материалов использовали:

- известняк сухой кусковой ОСТ 1464-80 и в отдельных опытах свежую обожжённую известь;
- концентрат плавикошпатовый, ГОСТ 7618-83.

Отходы и возврат литейного производства стали марки 110Г13Л тщательно очищали от приставшей к ней формовочной смеси, т.к. применение при плавке возврата и отходов с большим пригаром сильно затрудняет формирование белого (раскисленного) шлака, а в промышленных условиях это будет отрицательно влиять на стойкость подины и откосов печи.

Все легирующие материалы и раскислители, кроме алюминия, которые присаживали в жидкий металл, прокалили при температуре 600-800°С в течение 2-3 часов. Алюминий перед применением просушили.

Порошки ферросплавов (ферросилиция, силикокальция), которые применяли для раскисления шлака в восстановительный период плавки, просеяли через сито с ячейками 2х2 мм. Определили содержание влаги в порошках- 0,3%.

Известняк металлургический применяли с массовой долей окиси кальция (*CaO*) 55% и влаги 0,5%. Известь использовали свежего обжига, которую хранили в эксикаторе. Плавикошпатовый концентрат перед плавкой сушили при температуре 300°С в течение одного часа.

При расчёте шихтовых и легирующих материалов учитывали коэффициенты усвоения элементов (таблица 2).

При плавке стали (методом переплава) металлозавалку составляли полностью из отходов и возврата литейного производства стали марки 110Г13Л. Для того чтобы не было высокого содержания углерода в металле применяли лом стальной углеродистый марки 1А, 2А ГОСТ 2787-75 в количестве 10% от общей массы шихты.

Таблица 2– Коэффициент усвоения элементов

Наименование элемента	Коэффициент усвоения элементов, доли ед.	
	За время расплавления из стального лома	При вводе в жидкий металл (в печь или в ковш)
Углерод	0,80 – 0,95	-
Кремний	0,30 – 0,50	0,70 – 0,90
Марганец	0,50 – 0,70	0,70 – 0,90
Хром	0,80 – 0,95	0,80 – 0,95
Кальций	0,98	-
Алюминий	0,00	0,0 – 0,50

Таким образом, состав шихты при плавке стали марки 110Г13Л (методом переплава) получили:

- возврат литейного производства и отходы стали марки 110Г13Л – 90%;
- лом стальной углеродистый марки 1А, 2А ГОСТ 2787-75 – 10%.

Для получения необходимой массовой доли углерода (согласно ГОСТу для стали марки 110Г13Л) в готовую сталь добавляли отсев коксика.

При расчёте шихты учитывали, что угар элементов в металле после её расплавления, при плавке стали марки 110Г13Л, составляет – 7%, безвозвратные потери – 2%.

Все шихтовые и легирующие материалы, необходимые для плавки, заранее взвешивали согласно расчёту.

Загрузку шихты осуществляли до включения печи.

На шихту присаживали отсев коксика в необходимых количествах в соответствии с расчётом для науглероживания металла, известняк (или известь) в количестве 1,5-2,0% от массы металла.

Период плавления проводили на максимальной мощности, переключив трансформатор на самую высокую ступень напряжения.

После полного расплавления шихты отбирали пробу на химический анализ для определения содержания углерода, марганца, кремния, фосфора и серы и металлографические исследования.

Окончательное раскисление стали проводили алюминием в количестве 0,05-0,06% (0,5-0,6 кг/т) от массы металла.

При температуре 1600°С вводили расчетное количество ферромарганца и ферросилиция.

Для глобуляризации и очищения стали от неметаллических включений, а также для измельчения зерна аустенита, производили модифицирование металла ферроалюмосиликальцием (ФАСК) в количестве 0,5% от массы металла, с химическим составом, %: кремний 45 ÷ 50; алюминий 15 ÷ 20; кальций 13 ÷ 16; Fe остальное.

Температуру металла на выпуске поддерживали в интервале 1460-1480°С.

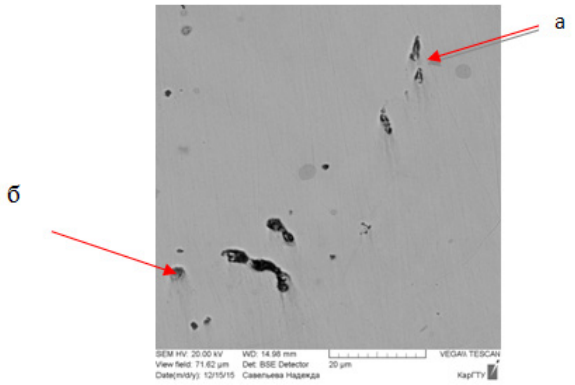
Выплавленный по данной технологии металл выливали в стальную изложницу для металлографических исследований.

В процессе проведенных экспериментальных исследований была получена сталь, химический состав которой приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав стали марки 110Г13Л

Содержание элементов, %					
C	Mn	Si	S	P	Al
1,36	11,42	0,70	0,019	0,033	0,031

Проведен металлографический анализ полученных образцов стали в исходном литом состоянии, до термообработки. Металлографические шлифы приготовлены по стандартным методикам. На рисунке 1 приведены неметаллические включения без модифицирования стали, поле обзора составляет 71,62 мкм (3 kx). Исследования шлифов проводили на электронном растровом микроскопе Tescan Vega, предназначенном для исследования структуры поверхности материалов в диапазоне увеличений 4× до 500 000, получения объемного изображения структуры шлифов и исследования изломов металлов и сплавов, определения размеров частиц, определения причин разрушения материалов, прогнозирования прочностных и эксплуатационных характеристик различных материалов.



а – корунд; б – многофазные включения

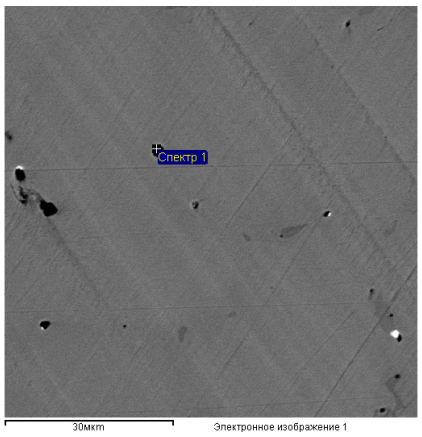
Рисунок 1 – Неметаллические включения в стали без модификаторов (поля обзора составляют 71,62 мкм (3 kx))

Исследования литой опытной стали под микроскопом показывает, что металл, не прошедший обработку модификаторами, существенно загрязнен неметаллическими включениями. Природа неметаллических фаз состоит из остроугольных скоплений оксидов алюминия Al_2O_3 (корунд), железо-марганцевистых оксидов (*Fe*, *Mn*)*O*, многофазных включений в виде частиц корунда, окаймленных железомарганцевым сульфидом (рисунок 2).

Параллельно определяли структуру литой нетермообработанной стали после травления в 4%-ном растворе азотной кислоты в этиловом спирте (рисунок 3).

Металлографические исследования показали, что металл имеет крупнозернистое строение, состоит из аустенита, избыточных карбидов (*Fe*, *Mn*)3*C* и многочисленных включений, выделившихся по границам зерен и внутри зерна.

Выделившиеся включения по границам зерен загрязняют металл и снижают межзеренную прочность, что приводит в ряде случаев к образованию горячих трещин и разрушений отливок при кристаллизации в форме, во время термической обработки.



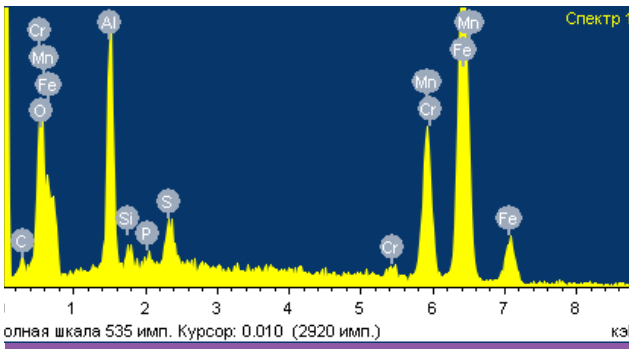


Рисунок 2 – Химический состав неметаллических включений стали без модификаторов

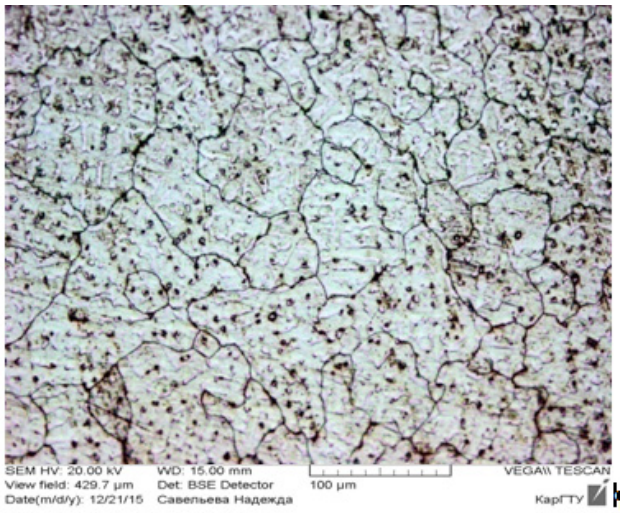


Рисунок 3 – Микроструктура стали после травления (поле обзора составляет 429,7 мкм (500 kx))

Металлографическому анализу также подверглись микрошлифы, полученные в процессе модифицирования стали комплексным сплавом (ФАСК *Al-Si-Ca*).

Можно увидеть из рисунков 4, 5 модифицированной сплавом ФАСК опытной стали марки 110Г13*Л* неметаллические включения имеют иную морфологию и представлены в основном глобулями разных размеров алюмосиликатов, сложных конгломератов, глобулями с кристаллами других минералов на поверхности.

Структуру литой нетермообработанной стали определяли после травления в 4%-ном растворе азотной кислоты в этиловом спирте.

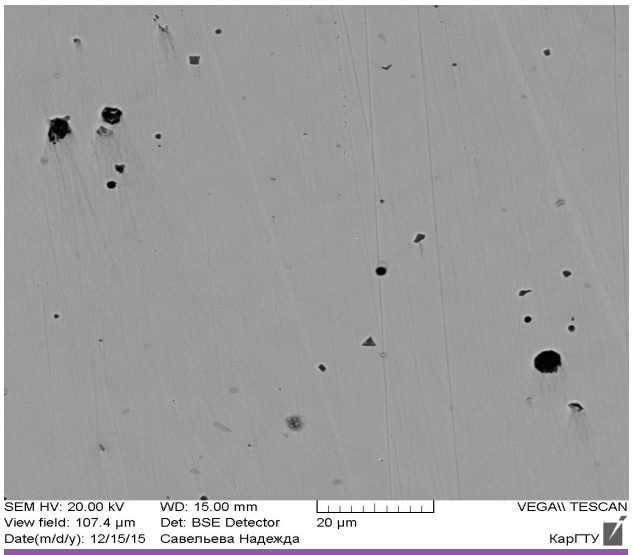


Рисунок 4 – Глобулярные включения в стали марки 110Г13Л с ФАСК (поле обзора составляет 107,4 мкм (2kx))

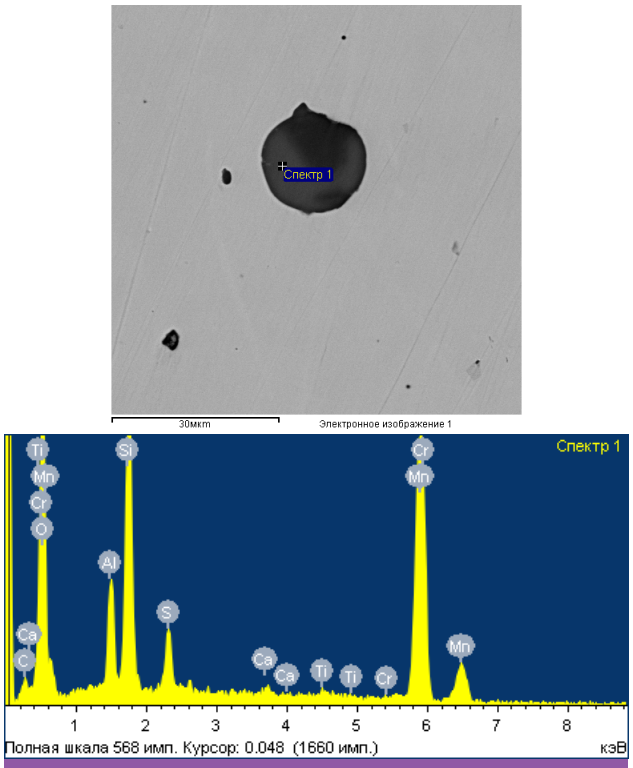


Рисунок 5 – Химический состав неметаллических включений стали, модифицированной ФАСК

Неметаллические включения, как видно из рисунка 6, в основном глобулярной формы, небольших размеров, располагаются внутри зерна. В светлом поле зрения они имеют черный цвет с блестящей точкой в центре и кольцевым отсветом, в темном поле зрения включения ярко светятся, следовательно, обладают высокой степенью прозрачности. Все это указывает на значительное положительное влияние кальция как модификатора неметаллических включений, так и структуры стали.

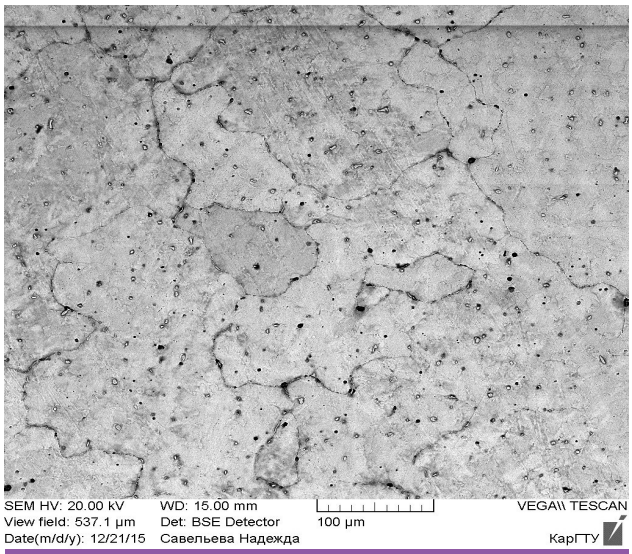


Рисунок 6 – Микроструктура модифицированной стали после травления (поле обзора составляет 537,1 мкм (400 kx))

Выводы

1. По результатам проведенного исследования предложено заменить при выплавке высокомарганцовистой стали чушковый алюминий на другой раскислитель-модификатор, который обеспечивал бы более преимущественное использование алюминия как раскислителя, а не нитридообразователя, – ферроалюмосиликокальций (ФАСК).
2. Экспериментально установлено, что при обработке стали марки 110Г13Л комплексным сплавом (ФАСК) достигается более высокое усвоение алюминия, измельчение литого зерна на 2 балла и модифицирование неметаллических включений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В., Тихонов Л., Тазетдинов В., Воронин А., Романцев И. Рациональная технология модифицирования стали // Национальная металлургия. – 2003. – №3. – С. 96-102.
2. Виноградов С. В., Кромм В. В., Жучков В.И. Эффективность различных способов раскисления стали при внепечной обработке // Электрометаллургия. – 2004. – №6. – С. 21-23.
3. Толымбеков М.Ж., Ахметов А.Б., Байсанов С.О., Огурцов Е.А., Жиембаева Д.М. Некоторые аспекты производства и применения комплексных ферросплавов в металлургии // Сталь. – 2009. – №5. – С. 34-37.

УДК 622.765.06

Р.Т. ШЕРЕМБАЕВА, *к.т.н., ст. преподаватель,*
Н.К. ОМАРОВА, *к.т.н., доцент,*
Е.А. ЦЕШКОВСКАЯ, *ст. преподаватель,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ПЭиХ

Использование фосфорсодержащего реагента при флотации медных руд

Ключевые слова: *беспенная флотация, ИК – спектроскопия, реагент, собиратель, вспениватель, регулятор среды, медный концентрат, извлечение меди.*

В современном мире существует тенденция ухудшения вещественного состава медьсодержащих руд и уменьшения содержания ценного компонента в исходной руде.

При вовлечении в переработку руд с низким содержанием ценного компонента актуальной задачей остается повышение селективности действия и собирательных свойств реагентов, используемых при флотации медно-сульфидных руд.

Основным полезным компонентом в рудах Саякского месторождения является медь, среднее содержание которой в балансовых запасах колеблется от 0,4 до 1,0 %.

В качестве объекта исследований использована медная сульфидная руда Саякского месторождения, представленная на 95% первичными сульфидными рудами, окисленными рудами – 3%, смешанными рудами – 2%. Преобладают медно-скарновые и магнетитсодержащие медно-скарновые руды, составляющие 70% запасов месторождения.

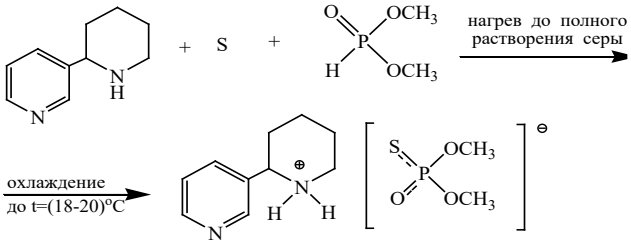
Основными медными минералами являются: халькопирит и борнит и незначительные доли ковеллина и халькозина. В зоне окисления присутствуют – малахит, азурит, хризоколла.

Халькопирит $CuFeS_2$ – является самым распространенным медьсодержащим сульфидным минералом в первичных рудах месторождения. Он образует мелкую рассеянную вкрапленность и редко скапливается в виде мелких гнезд.

Борнит Cu_5FeS_4 – встречается сравнительно редко в виде редких вкрапленников размером 0.03 мм до 0.01 мм. Образует каемки вокруг зерен пирита и халькопирита, заполняет промежутки между зернами более ранних минералов и нередко корродирует и цементирует зерно пирита.

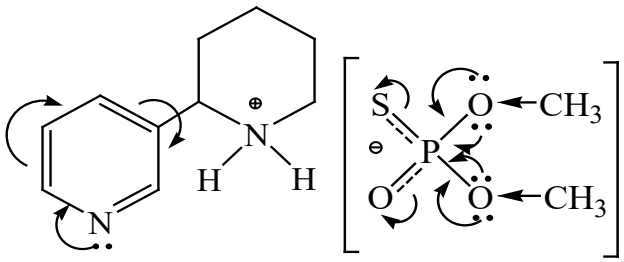
При совершенствовании реагентного режима и повышении технологических показателей флотационного процесса при обогащении сульфидных руд цветных металлов особое значение придается использованию модифицированных сульфгидрильных собирателей. В этой связи актуальным является определение физико-химических особенностей взаимодействия фосфорсодержащих флотационных реагентов с компонентами флотационной системы для повышения гидрофобности поверхности минералов, в частности анабазиния.

Анабазиний-О,О-диметилтиофосфат получен в лабораторных условиях взаимодействием анабазина, серы и диметилфосфита в абсолютном бензоле [3-4].



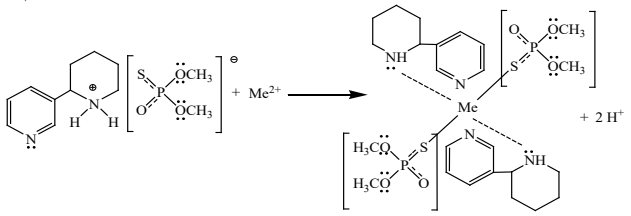
анабазиний-О,О-диметилтиофосфат

В связи с ионным характером соединения анабазиний-О,О-диметилтиофосфат в разбавленных растворах будет находиться в виде катиона анабазиния и О,О-диметилтиофосфат аниона со следующим распределением электронной плотности:

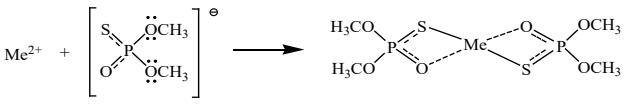


Катион анабазиния **О,О-диметилтиофосфат-анион.**

Анабазиний-О,О-диметилтиофосфат благодаря наличию неподеленных пар электронов у атомов серы и азота может образовывать комплексные соединения с ионами тяжелых металлов, задействуя всю молекулу согласно следующей схеме:



Также возможно образование комплексов при участии только анионной части молекулы:



Вероятнее всего, данные и более сложные комплексы образуются в растворах параллельно в зависимости от преобладания тех или иных ионов.

Методом дифференциально-термического анализа определили степень гидратации поверхности халькопирита и борнита, составляющих минеральную основу исследуемой сульфидной медной руды.

В качестве исследуемых проб для съемок на ДТА использовали минералы халькопирит и борнит крупностью (-0,074 мм), обработанные при комнатной температуре следующими реагентами:

1) водой;
2) бутиловым ксантогенатом;
3) анабазиний-О,О-диметилтиофосфататом.

Степень гидратации поверхности минерала определили параметрами: температурой эндоэффекта $t_э$ и долей адсорбированной влаги от общей n.

Результаты дифференциально-термического анализа минералов приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, максимальная степень гидратации наблюдается в опыте с минералом халькопиритом в сочетании с анабазиний-О,О-диметилтиофосфатом n = 18, $t_э$°С = 116.

Таблица 1 – Результаты дифференциально-термического анализа сульфидных минералов меди с флотореагентами

Минерал	Реагент	$t_э$, °С	n, %
халькопирит	вода	120	19
халькопирит	бутиловый ксантогенат	110	19
халькопирит	анабазиний-О,О-диметилтиофосфатат	116	18
борнит	вода	110	14
борнит	бутиловый ксантогенат	113	21
борнит	анабазиний-О,О-диметилтиофосфат	115	22

Результаты исследований позволяют установить динамику протекающих процессов в исходной системе и установить влияние флотореагентов (бутиловый ксантогенат и анабазиний-О,О-диметилтиофосфат) на гидрофобизацию сульфидных медных минералов.

Для подтверждения характера взаимодействия реагентов-собирателей бутилового ксантогената и анабазиния – О,О-диметилтиофосфата с мономинеральной фракцией медных сульфидных минералов проведены опыты по беспенной флотации в трубке Халлимонда, который осуществляется одиночными пузырьками воздуха по схеме на рисунке 1.

Исходная масса навесок минералов борнита и халькопирита составляла по 0,5 г, крупностью

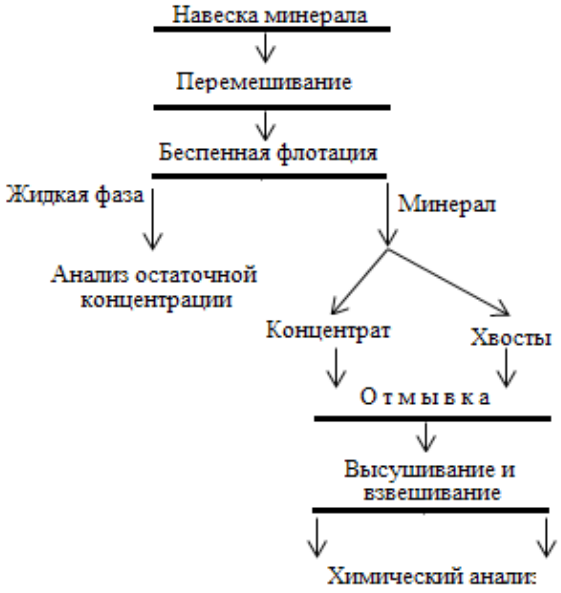


Рисунок 1 – Схема исследований флотируемости мономинералов меди

– 0,074 мм. Каждую пробу навески обрабатывали 1% раствором флотационного реагента.

По выходу флотируемого продукта характеризовалось собирательное действие реагента по отношению к частицам данного минерала [4]. Результаты исследований по беспенной флотации мономинеральных фракций сульфидных минералов с применением исследуемых флотореагентов и достигнутое извлечение приведены в таблице 2.

Особенности взаимодействия собирателей с поверхностью борнита и халькопирита отражены в результатах ИК-спектроскопии [5].

В связи с преобладанием неорганической части в образце, ИК-спектры имеют схожий вид. О наличии незначительных количеств флотационного реагента органической природы указывает появление полос в области 1600 $см^{-1}$ и 3000-2800 $см^{-1}$.

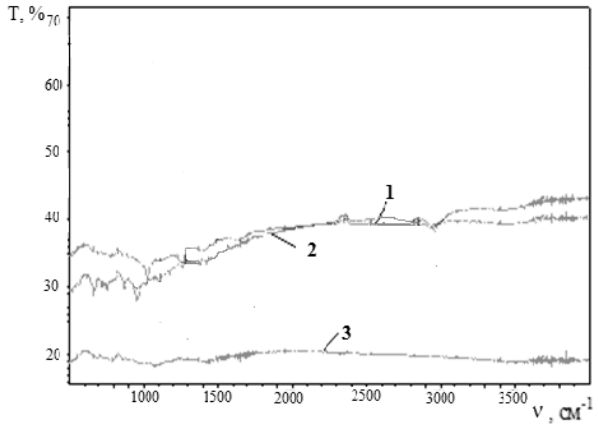
Появление полос поглощения в области 1600 $см^{-1}$ и 3200-2600 $см^{-1}$ свидетельствует о химическом взаимодействии минерала халькопирита с флотореагентом, что подтверждает результаты беспенной флотации.

Сравнительные характеристики извлечения на поверхности халькопирита представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты опытов по беспенной флотации мономинералов меди

Условия проведения опыта	Извлечение, ε, %
Борнит + бутиловый ксантогенат	89,52
Борнит+ анабазиний О,О-диметилтиофосфат	91,33
Халькопирит + бутиловый ксантогенат	90,26
Халькопирит + анабазиний О,О-диметилтиофосфат	92,55

ИК-спектры минерала халькопирита до и после флотации с разными флотореагентами представлены на рисунке 2.



1 – анабазиний-О,О-диметилтиофосфат, 2 – ксантогенат, 3 – исходный халькопирит

Рисунок 2 – ИК-спектр минерала халькопирита до и после флотации с флотореагентами

Из анализа результатов таблицы 2 следует, что максимальное извлечение 92,55% достигается при беспенной флотации халькопирита, обработанного анабазиний-О,О-диметилтиофосфатом. Результаты ИК-спектроскопии подтверждают характер взаимодействия собирателей с поверхностью борнита и халькопирита.

Проведены опыты с медно-сульфидной рудой Саякского месторождения в открытом цикле с применением фосфорсодержащего реагента – собирателя анабазиния и бутилового ксантогената (фабричный режим), со следующим реагентным режимом:

- регулятор среды – известь, г/т 1000-1500;
- анабазиний-О,О-диметилтиофосфат, г/т – 25-44;
- бутиловый ксантогенат, г/т – 25-44.

Схема флотации сульфидной медной руды в открытом цикле представлена на рисунке 3 [6].

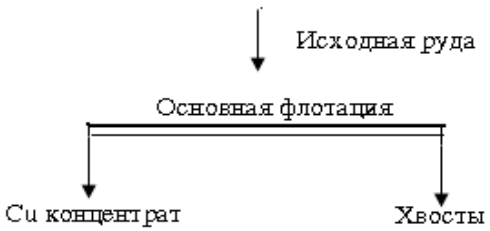


Рисунок 3 – Схема флотации сульфидной медной руды в открытом цикле

По результатам проведенных исследований следует (таблица 3):

1. Технологические показатели при флотации медной руды составляют:

а) при фабричном режиме флотации (расход собирателя 44 г/т)

- с анабазинием – извлечение – 89,32% (опыт №1);
- с ксантогенатом – 87,38% (опыт №2).

Таблица 3 – Результаты флотации Саякской медной руды с применением реагентов-собирателей анабазиния (PS) и бутилового ксантогената

№ опыта	Продукт	Реагент, г/т				Cu			As	
		CaO	PS	T-92	кх	γ,%	β,%	ε,%	β,%	ε,%
1	кт	-	44	55	-	5,79	8,02	89,32	0,13	24,15
	хв					94,21	0,069	10,68	0,025	75,85
	исх					100,00	0,52	100,00	0,031	100,00
2	кт	-		55	44	5,81	7,97	87,38	0,41	24,65
	хв					94,19	0,071	12,62	0,026	75,35
	исх					100,00	0,53	100,00	0,033	100,00
3	кт	-	25	55	-	6,79	7,10	92,65	0,11	24,09
	хв					93,21	0,041	7,35	0,025	75,91
	исх					100,00	0,52	100,00	0,031	100,00
4	кт	-	-	55	25	6,79	6,75	83,39	0,12	23,28
	хв					93,21	0,098	16,61	0,029	76,72
	исх					100,00	0,55	100,00	0,035	100,00
5	кт	1000	-	55	44	6,32	8,19	89,24	0,22	36,06
	хв					93,68	0,067	10,75	0,026	63,94
	исх					100,00	0,58	100,00	0,038	100,00
6	кт	1000	44	55	-	5,80	8,23	88,43	0,16	24,91
	хв					94,20	0,067	11,57	0,029	75,09
	исх					100,00	0,54	100,00	0,037	100,00
7	кт	1500	-	55	44	6,24	7,92	91,50	0,29	48,89
	хв					93,76	0,049	8,50	0,020	51,11
	исх					100,00	0,54	100,00	0,037	100,00
8	кт	1500	44	55	-	5,95	7,89	90,22	0,13	25,12
	хв					94,05	0,05	9,78	0,025	74,88
	исх					100,00	0,52	100,00	0,031	100,00
9	кт	1000	25	55	-	7,12	6,93	94,82	0,18	37,69
	хв					92,88	0,029	5,18	0,023	62,31
	исх					100,00	0,52	100,00	0,034	100,00
10	кт	1000	-	55	25	5.91	7,78	85,19	0,15	25,33
	хв					94.09	0,085	14,81	0,028	74,67
	исх					100.00	0,54	100,00	0,035	100,00

б) без извести (опыт №3, расход собирателя 25 г/т).

- с анабазинием извлечение – 92,65% (опыт №3);
- с ксантогенатом – 83,39% (опыт №4).

в) с добавлением извести *pH* = 9,3 расход собирателя 25 г/т.

- с анабазинием – извлечение – 94,82% (опыт №9);
- с ксантогенатом – 85,19% (опыт №10).

С целью определения оптимального расхода реагентов проведены опыты по флотации в замкнутом цикле, согласно схеме, действующей на обогатительной фабрике. Схема флотации представлена на рисунке 4.

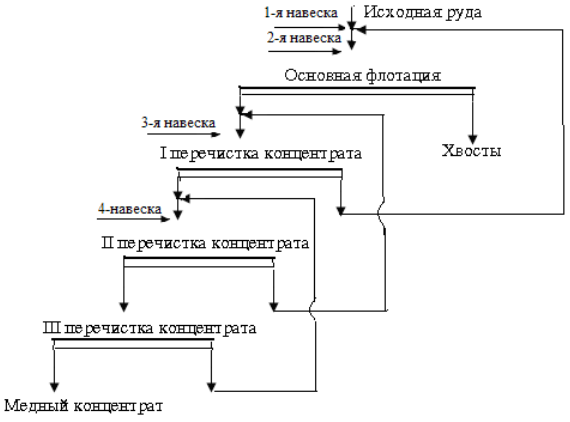


Рисунок 4 – Схема флотации сульфидной медной руды в замкнутом цикле

Реагентный режим замкнутого цикла флотации сульфидной медной руды соответствовал фабричному режиму на Балхашской обогатительной фабрике, с расходом реагентов г/т: собирателя – PS, бутилового ксантогената – 44; вспенивателя Т-92 – 55.

Качество медного концентрата третьей перечистки составляет 19,36%, извлечение 86,21% (таблица 4, опыт 2).

Таблица 4 – Результаты флотации по фабричному реагентному режиму

№	Продукт	Реагент, г/т				Cu	
		CaO	«PS»	Т-92	кх	β,%	ε,%
1	кт. об			55	44	19,13	87,15
	хв.					0,07	12,85
	исх.					0,53	100,00
2	кт. об	-	44	55	-	19,36	86,21
	хв.					0,075	13,79
	исх.					0,53	100,00

По результатам опытов следует, что при флотации с собирателем «PS» в известковой среде извлечение медного концентрата достигает 87,77%, при этом качество концентрата составляет 19,82% (таблица 5, опыт 1).

Таблица 5 – Результаты флотации при одинаковом расходе флотореагента «PS» и ксантогената

№	Продукт	Реагент, г/т				Cu	
		CaO	«PS»	Т-92	кх	β,%	ε,%
1	кт. об	1000	25	55		19,82	87,77
	хв.					0,047	13,23
	исх.					0,35	100,00
2	кт. об	1000	-	55	25	18,28	85,90
	хв.					0,05	14,10
	исх.					0,35	100,00

Выводы

1. По результатам дифференциально-термического анализа максимальная степень гидратации наблюдается в опыте с минералом халькопиритом в сочетании с анабазиний-О,О-диметилтиофосфатом $n = 18$, $t_э$°С = 116 (таблица 1).

2. При беспенной флотации халькопирита, обработанного анабазиний О,О-диметилтиофосфатом извлечение составляет 92,55% (таблица 2).

3. ИК – спектроскопия подтверждает результаты беспенной флотации, что наибольшая адсорбция собирателя анабазиний-О,О-диметилтиофосфата наблюдается на халькопирите (рисунок 2).

4. В опытах по флотации в открытом цикле с добавлением извести $pH = 9,3$ расход собирателя 25 г/т: с анабазинием – извлечение составляет 94,82% (опыт №9, таблица 3), с ксантогенатом – 85,19% (опыт №10, таблица 3).

5. При флотации Саякской сульфидной медной руды наиболее эффективные технологические показатели достигаются в щелочной среде:

а) при расходе собирателя-анабазиния 25 г/т извлечение медного концентрата увеличивается на 0,69%, при повышении качества на 0,62%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шерембаева Р.Т., Акимбекова Б. Б., Омарова Н.К. и др. О перспективах применения серо- и фосфорсодержащих реагентов в процессах обогащения медных руд // Труды Междунар. научно-практ. конфер. – Караганда, 2013. – Ч. 4 – С. 367-369.
2. Кондратьев С.А. Физически сорбируемые реагенты-собиратели в пенной флотации и их активность. Ч. II. // ФТПРПИ. – 2009. – №. 2. – С. 85-95.
3. Зимбовский И.Г., Иванова Т.А, Чантурия В.А., Чантурия Е.Л. Комплексообразующий собиратель для селективной флотации халькопирита // ФТПРПИ. – 2015. – №3. – С. 124-129.
4. Омарова Н.К., Шерембаева Р.Т., Акимбекова Б.Б. Беспенная флотация сульфидных минералов меди // Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции 25-26 июня 2014 г. Анталия – Тамбов, 2014. – С. 73-81.
5. Козин В. З. Исследование руд на обогатимость: Уч. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 104 с.
6. Горячев Б. Е., Николаев А. А. Взаимосвязь физико-химических характеристик смачивания поверхности двухкомпонентных твердых тел с флотируемостью частиц с той же поверхностью // ФТПРПИ. – 2006. – № 3. – С. 103-111.

УДК 621:631.3

Ю.И. КУЗНЕЦОВА, *магистрант гр. МСМ-16-2,*
Т.Ю. НИКОНОВА, *к.т.н., ст. преподаватель,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ТОМиС

Качественные характеристики рабочей жидкости гидросистем сельскохозяйственных машин

Ключевые слова: *машиностроение, гидропривод, рабочая жидкость, износ, старение, сельскохозяйственная техника.*

Рабочая жидкость в гидравлическом приводе сельскохозяйственной техники играет очень важную роль. Она выполняет смазку трущихся поверхностей, вследствие чего уменьшаются силы трения и интенсивность износа. Рабочая жидкость снижает температуру нагретых элементов и устройств гидропривода, отводя от них тепло, а также удаляет частицы загрязнения и продукты износа, защищает детали гидравлических устройств от коррозии. Рабочая жидкость в гидроприводе является не только носителем энергии, она также дает информацию о его техническом состоянии. Функции, которые выполняет рабочая жидкость, обеспечивают работоспособность гидропривода, его надежность, а также увеличивают срок службы гидравлических устройств.

В процессе эксплуатации в гидросистему, а именно в среду рабочей жидкости, попадают продукты износа, такие как металлическая стружка, пыль и опилки посевных культур. Вместе с этим возможен процесс обводнения, насыщение рабочей жидкости кислородом. В связи с этим рабочая жидкость постепенно теряет свои рабочие свойства. Процесс потери рабочих свойств называется изнашиванием или старением рабочей жидкости. Несмотря на то, что нарушения работы гидропривода в большей степени связаны с загрязнением рабочей жидкости, рекомендуется отдельное внимание обращать на её физико-химические свойства. Изменение физико-химических свойств в процессе эксплуатации, несоответствие нормам и заданным параметрам влияют на общую работу гидропривода.

Для сохранения необходимого уровня производительности оборудования необходимо контролировать степень износа рабочей жидкости. Следует подвергать постоянному или периодическому контролю такие параметры, как:

- вязкость,
- плотность,
- кислотность,
- сжимаемость,
- температуры вспышки и застывания,
- наличие воды,
- электропроводность,
- прозрачность, цвет и запах.

При изменении этих параметров происходят различные нарушения в функционировании гидропривода, в частности снижение смазочных или антикоррозийных свойств, что в свою очередь приводит к уменьшению сроков службы гидропривода. Поэтому необходимо с особым вниманием подходить к выбору рабочей жидкости и контролю ее показателей на протяжении всего срока эксплуатации, что на сегодняшний день является актуальной задачей.

Исходя из функций, выполняемых рабочими жидкостями гидроприводов, и от условий эксплуатации, к ним предъявляется целый ряд требований:

1. Наличие оптимальной вязкости.
2. Обширный диапазон рабочих температур.
3. Достаточно низкая температура застывания.
4. Малый коэффициент теплового расширения.
5. Высокая теплопроводность и удельная теплоемкость.
6. Хорошие смазочные и антикоррозионные свойства.
7. Высокий модуль упругости.
8. Продолжительный срок хранения и отсутствие склонности к расслаиванию или разложению при длительном хранении.
9. Химическая, термическая и окислительная стабильность в процессе долгой эксплуатации.
10. Устойчивость к нагреванию.
11. Малая склонность к пенообразованию.
12. Невзрыво- и непожароопасная, не токсична.

Рабочие жидкости, используемые в гидроприводах (рисунок 1), можно разделить на четыре группы: на нефтяной основе (минеральные масла); синтетические; водосодержащие: водно-гликолевые растворы (вода с присадками), масловодяные эмульсии (масло в воде) и водомасляные эмульсии (вода в масле); растительные масла [1].

Основываясь на требованиях, предъявляемых к рабочим жидкостям, и выполняемых ими функциях, их можно разделить на группы по принципу воспламеняемости.

Рабочие жидкости на минеральной (нефтяной) основе относятся к жидкостям с обычной воспламеняемостью. А водосодержащие и синтетические рабочие жидкости можно отнести к

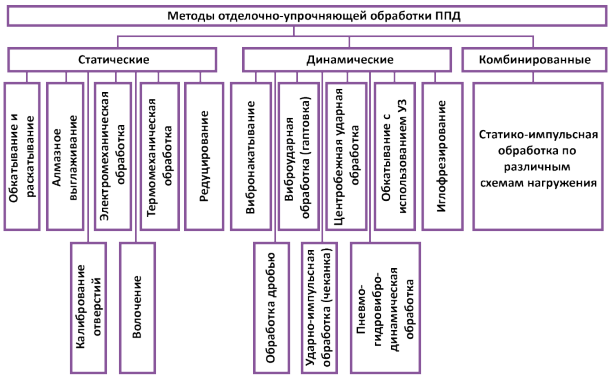


Рисунок 1 – Классификация рабочих жидкостей гидросистем сельскохозяйственных машин

жидкостям с пониженной воспламеняемостью (огнестойкие).

Судить о пожарной безопасности рабочей жидкости позволяет такой показатель, как температура вспышки. За температуру вспышки принимают температуру возникновения синего пламени над поверхностью исследуемого образца рабочей жидкости.

Минеральные рабочие жидкости имеют относительно низкую верхнюю границу рабочего температурного диапазона и включают различные присадки, обладающие, антиокислительными и противокоррозионными свойствами. Верхняя граница температурного диапазона минеральных масел составляет от 80 до 90°С с непродолжительным повышением температуры от 110 до 120°С.

Синтетические рабочие жидкости имеют достаточно высокотемпературные свойства и обеспечивают пожаробезопасность при температурах до 350°С. Недостатком синтетических жидкостей является их высокая стоимость, что существенно ограничивает их применение.

Водосодержащие рабочие жидкости подразделяются на водно-гликолевые растворы, масловодяные эмульсии и водомасляные эмульсии. Водосодержащие рабочие жидкости имеют низкую стоимость, малую сжимаемость, более высокую теплоемкость и пожаростойкость.

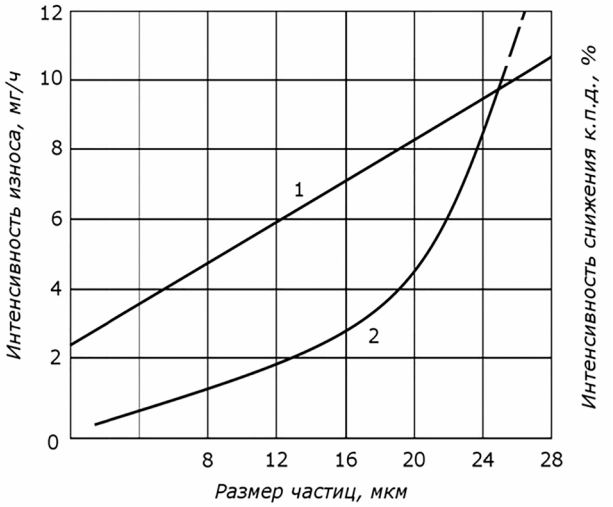
На сегодняшний день ведутся интенсивные работы по использованию в гидроприводах экологически чистых рабочих жидкостей растительного происхождения. Более известно на сегодняшний день рапсовое масло. Оно по своим трибологическим свойствам не только не уступает, но по некоторым параметрам даже превосходит рабочие жидкости на минеральной основе. Для улучшения свойств растительных масел к ним добавляют специальные противоокислительные присадки. Вязкость растительных масел в значительно меньшей степени зависит от температуры, чем масел на нефтяной основе. Однако для растительных масел нежелательно попадание воды, так как она приводит их к распаду.

В процессе работы гидропривода рабочая жидкость загрязняется. Для определения частоты рабочей жидкости, а также количества и размера частиц загрязнителя предусматривается классификация промышленной чистоты жидкости. ГОСТ 17216-2001 устанавливает 19 классов чистоты. Данный стандарт допускает большое количество примесей в низшем – 17 классе и не более 0.064% в высшем – 00 классе.

По мере загрязнения рабочая жидкость переходит из высшего класса в низший.

Самым простым методом определения степени загрязнения жидкости является гравиметрический анализ, заключающийся в определении массы загрязняющих частиц в заданном объеме.

Как показывают исследования, существует прямая зависимость между размерами частиц загрязняющего вещества и интенсивностью снижения КПД [2]. Из данной зависимости (рисунок 2) видно, что снижение КПД снижает производительность оборудования и это значительно влияет на результат его работы.



1 – прямая интенсивность износа;
2 – кривая интенсивность снижения КПД

Рисунок 2 – Характеристики износа гидросистемы

При работе гидропривода возникает трение между стенками полостей механизмов, по которым она перемещается, и рабочей жидкостью. Чем тяжелее режим работы гидропривода, тем выше сила трения. Этот процесс приводит к изменению температуры рабочей жидкости, что вызывает изменение её вязкостных свойств. С повышением температуры вязкость уменьшается, и наоборот – увеличивается с уменьшением температуры (рисунок 3). Вязкость является одним из параметров рабочей жидкости. Для каждой жидкости она разная, так как зависит от физико-химических параметров жидкости. Они же, в свою очередь, зависят от межмолекулярных сил, которые определяются расстоянием между молекулами этой жидкости. Оно либо увеличивается, что приводит к уменьшению её плотности, и, как следствие, уменьшению вязкости, или уменьшается. Данную зависимость доказывает формула кинематической вязкости, по которой эта величина зависит от плотности жидкости ρ:

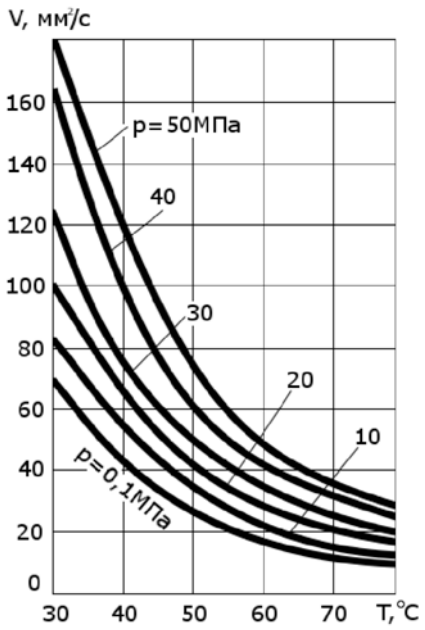


Рисунок 3 – Зависимость кинематической вязкости гидравлического масла МГ-30 от давления и температуры

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho}, \text{ мм}^2/\text{с}. \quad (1)$$

При понижении вязкости рабочая жидкость начинает терять свои смазывающие свойства, что ведет к разрыву масляной плёнки, повышению трения металла о металл и, как следствие, к окислению металлических поверхностей. Однако чрезмерное повышение вязкости рабочей жидкости может привести к тому, что насос не сможет прокачать ее по гидросистеме. Такое явление можно наблюдать в северных регионах РК при температурах ниже -40°С.

Вязкостные характеристики напрямую зависят от давления и температуры в гидросистеме.

Зная эту зависимость и учитывая степень загрязнения рабочей жидкости, наличие присадок и режим работы гидропривода, можно определять настоящую вязкость рабочей жидкости и степень её износа с помощью автоматизированных систем, затем производить её своевременную замену. Для обычного оборудования допустимо изменение вязкости в пределах ±15%, а для высокоточного – ±10%. Вязкость жидкостей на нефтяной и синтетической основе увеличивается с увеличением давления.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что вязкостные свойства масла опускаются до критического уровня после 60°С. Для других типов гидравлических масел графики выглядят примерно также, отличаются только численные значения по осям абсцисс и ординат. Опираясь на данный график, можно определять теоретическую вязкость РЖ в определённых рабочих условиях. Кроме этого еще нужно учитывать, что на свойства рабочей жидкости, снижение её вязкости, оказывают влияние наличие воды и нерастворимые примеси, добавки и присадки.

Одной из причин изменения вязкости рабочей жидкости является дросселирование молекул рабочей жидкости в процессе её прохождения через насос и дроссели. Дросселирование это сложный процесс, и чем через большее количество препятствий проходит рабочая жидкость, тем сложнее установить степень изменения ее вязкости.

Другой причиной изменения вязкости рабочей жидкости является окисление и термическое разложение рабочей жидкости.

Изменения, происходящие с рабочей жидкость при её окислении появляются быстрее и более заметны, чем при дросселировании. При окислении в рабочей жидкости увеличивается содержание исходных смолистых веществ и образуются новые, повышается плотность и температура вспышки, меняется цвет . Окисление приводит к увеличению вязкости и накоплению отработанных окислившихся частиц, которые осаждаются на внутренних поверхностях гидросистемы, что со временем приводит к коррозии и полному либо частичному разрушению металлических поверхностей.

Степень окисления напрямую зависит от температуры. При повышении температуры масла на 10 градусов, степень её окисления возрастает почти в два раза, поэтому для поддержки необходимой температуры и предотвращения процесса окисления используют различные охлаждающие установки.

Способность рабочей жидкости при высокой температуре и присутствии в ней кислорода сохранять свои свойства называется термоокислительной стабильностью.

Параметр кислотного числа для большинства масел предусмотрен в стандартах. Кислотное число измеряется в мг гидроксида калия (КОН), затраченного на нейтрализацию 1 г масла. Оно характеризует содержание в масле органических кислот. То или иное предельное значение этого показателя, возрастающего обычно во время работы рабочей жидкости в узлах трения, может служить в ряде случаев критерием степени отработки в гидросистемах машин и механизмов и указывать на необходимость его замены.

В процессе старения жидкости параметр КОН увеличивается. Необходимость замены рабочей жидкости возникает при увеличении КОН в 5-10 раз относительно базового количества [3].

Определять вязкость рабочей жидкости можно также исходя из её плотности. Одним из физических свойств жидкости является расширение при нагревании, т.е. увеличивается занимаемый объём и, соответственно, её плотность уменьшается. Этот процесс выражается следующей линейной формулой:

$$\rho \approx \frac{\rho_1}{1} + \beta_t \Delta t, \quad (2)$$

где Δt – изменение температуры;

β_t – коэффициент температурного расширения жидкости;

ρ и ρ_1 – плотность в начале и конце изменения температуры.

Вода в масле может находиться в виде капель, пара, или просто быть растворённой в рабочей жидкости. Даже незначительное количество (0,05-0,1%) воды отрицательно влияет на работу гидросистем.

Наличие воды в рабочей жидкости приводит к коррозии металлических поверхностей, ухудшению смазывающих свойств масла, а также вызывает вспенивание жидкости.

Активный процесс коррозии металлических элементов происходит из-за повышения активности низкомолекулярных кислот, содержащихся в масле. Коррозии подвергаются практически все металлы, в том числе и цветные.

Усиление трения в подвижных механизмах связано с тем, что в смазывающем слое на их поверхности появляются микрокапли воды. Большая температурная нагрузка на этих поверхностях приводит к испарению водных капель и, как следствие, разрыву масляной плёнки.

Вода в гидросистему чаще всего попадает из внешней среды, например при смене рабочей жидкости в гидросистеме. Также появление воды возможно из-за её утечек из теплообменника, загрязнений и неисправности уплотнений. Свежая рабочая жидкость должна отталкивать проникшую в неё в воду, т. е. иметь хорошую способность к деэмульгированию. Рабочая жидкость считается водоотталкивающей, если она сохраняет вязкость до 95 мм^2 с при 40°С и > 95 мм^2 с при 82°С.

Электропроводность материалов определяется строением его молекул и плотностью данного вещества. Для жидкостей в гидросистемах электропроводность определяется наличием диссоциированных примесей (крупных частиц загрязнителей) и влаги, а также электрической диссоциацией молекул данной жидкости.

Также электропроводность рабочей жидкости зависит от температуры и давления в гидросистеме. Это связано с тем, что при повышении температуры плотность масла уменьшается, что позволяет заряженным ионам увеличить свою подвижность.

Удельную проводимость РЖ можно выразить формулой:

$$\gamma = A\exp\left(-\frac{a}{T}\right), \qquad (3)$$

где A и a – постоянные, характеризующие масло.

Оценку электропроводности рабочей жидкости проводят с помощью специальных датчиков, устанавливаемых на оборудование. Отклонение получаемых данных от нормы будет говорить о степени износа рабочей жидкости. При этом стоит учитывать, что на электропроводимость масла может оказывать влияние переменное электрическое поле, в зоне которого оказалась гидросистема. В зависимости от изменения частоты электрического поля рабочая жидкость может проявлять как свойства диэлектрика, так и свойства проводника [3].

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Процессы, происходящие с рабочей жидкостью в гидроприводе зависят от множества внешних и внутренних факторов. Внешними факторами являются примеси, попадающие в рабочую жидкость. А внутренними факторами являются химическое и термическое разложение рабочей жидкости в процессе долгой эксплуатации. Эти факторы оказывают большее влияние на физические и химические свойства жидкости при повышенной температуре и давлении в гидросистеме. Если попадание примесей мы можем избежать, устанавливая фильтры, то снижение плотности вещества нужно контролировать с помощью поддержания постоянной температуры.

2. Параметры оценки износа рабочей жидкости (вязкость, плотность, кислотность, сжимаемость, температуры вспышки и застывания, электропроводность) можно получить только в лабораторных условиях либо с помощью специального оборудования. Тем не менее, судить о степени старения и принять решение о замене рабочей жидкости можно по изменению ее цвета, так как при долгой эксплуатации рабочая жидкость меняет свою структуру. В большинстве случаев масло темнеет и ухудшается его прозрачность. Это значит, что масло загрязнилось примесями и начался процесс его окисления. Например, масло МГЕ-10А прозрачное и имеет светло-коричневый оттенок, а масло АМГ-10 прозрачное с красноватым оттенком. С течением времени они теряют свои параметры, их прозрачность снижается, цвет становится абсолютно чёрным. Обратный эффект оказывает попадание воды. Гидравлическое масло светлеет и приобретает белый оттенок [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин О.Ф. Рабочие жидкости гидроприводов: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 152 с.
2. Иноземцев А.Н., Трушин Н.Н. Гидравлика. Основы проектирования и расчета объемного гидравлического привода: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. – 224 с.
3. Трушин Н.Н., Чиликин А.А. Критерии старения рабочей жидкости гидравлического привода станков в процессе эксплуатации // Известия ТулГУ. Технические науки. Машиностроение и машиноведение. Выпуск 11. Ч.2. – 2014.

УДК 553.411:669.046.42

***С.М.ИСАБАЕВ*[1]**, *заведующий лабораторией «Физико-химия и технология сопутствующих элементов», д.т.н., профессор,*
***Х.М. КУЗГИБЕКОВА*[1]**, *в.н.с, к.т.н, доцент,*
***Е.В. ЖИНОВА*[1]**, *с.н.с,*
***Т.А. ЗИКАНОВА*[1]**, *с.н.с, к.т.н,*
***Р.Т. ТАНАТАРОВА*[2]**, *магистрант 1 курса, кафедра НТМ,*
[1]*Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева,*
[2]*Карагандинский государственный технический университет, кафедра НТМ*

Определение оптимальных параметров деарсенизирующего обжига золотомышьяковистого концентрата

Ключевые слова: *упорные руды, мышьяк, окислительный обжиг, мышьяксодержащее сырье, пирит, арсенопирит.*

Технологическая упорность золотомышьяковистых руд и концентратов обусловливается сложным минералогическим составом, микро- и субмикроскопической крупностью золота, его тонкой вкрапленностью и тесной ассоциацией с арсенопиритом, углистыми сланцами, закапсулированностью в кварце, наличием цветных металлов, (мышьяк, сурьма, кобальт и др.), затрудняющих извлечение золота и осложняющих схему переработки сырья. В проблеме переработки упорных руд первостепенное значение имеет охрана окружающей среды от загрязнения токсичными соединениями мышьяка.

Обзор известных методов вывода мышьяка из пирит-арсенопиритных, углистых, золотосодержащих концентратов указывает на необходимость решения проблемы за счет внедрения технологий, включающих предварительный деарсенизирующий обжиг с полным выводом мышьяка в виде его нетоксичных соединений [1].

Наиболее изученным и широко распространенным в промышленности является окислительный обжиг золотомышьяковых концентратов [2].

В процессе обжига железо, содержащееся в сульфидах, превращается в гематит, а сера и мышьяк переходят в газовую фазу в форме триоксида мышьяка и диоксида серы. Из полученного огарка, представляющего собой пористую, хорошо проницаемую для растворов массу оксида железа, золото легко извлекается цианированием.

С учетом требований охраны труда и защиты окружающей среды, при переработке мышьяксодержащего сырья необходимо изыскивать способы вывода мышьяка из технологического процесса в виде самостоятельного, малотоксичного, труднорастворимого продукта в удобной для транспортирования и захоронения форме. К таковым следует отнести сульфиды мышьяка, арсениды различных металлов, сульфоарсениды. Наиболее концентрированными по содержанию мышьяка являются его сульфиды – один из наименее токсичных мышьяксодержащих продуктов. Вывод мышьяка из технологических процессов в форме плавленых сульфидов значительно упрощает условия их хранения, и они могут быть дешевым источником получения различных соединений мышьяка.

Окислительный обжиг пирит-арсенопиритных золотосодержащих концентратов позволяет наряду с золотом извлекать и утилизировать в виде товарных продуктов мышьяк и серу и, следовательно, может рассматриваться как метод комплексной переработки сырья.

Все виды обжига представляют собой автогенный процесс, т.е. основаны на использовании тепла следующих экзотермических реакций:

$$3FeS_2 + 8O_2 = Fe_3O_4 + 6SO_2 \quad (1)$$

$$3FeS + 5O_2 = Fe_3O_4 + 3SO_2 \quad (2)$$

$$4Fe_3O_4 + O_2 = 6Fe_2O_3 \quad (3)$$

$$FeAsS + 3O_2 = FeAsO_4 + SO_2 \quad (4)$$

$$2FeAsS + 5O_2 = Fe_2O_3 + As_2O_3 + 2SO_2 \quad (5)$$

$$2FeS_2 + 11/2O_2 = Fe_2O_3 + 4SO_2 \quad (6)$$

При 430-600°С взаимодействие арсенопирита с образующимся сернистым газом осуществляется преимущественно по реакциям (7, 8) [3]:

$$6FeAsS + 3SO_2 = 6FeS + 2As_2O_3 + As_2S_3 \quad (7)$$

$$12FeAsS + 8SO_2 = 4Fe_3O_4 + 3As_4S_4 + 4S_2 \quad (8)$$

Проведены исследования по изучению влияния различных факторов окислительного обжига на получение огарка, к составу которого предъявляются определенные требования, т.е. остаточное содержание сульфидной серы должно составлять 0,5-0,7%, углистых веществ – 0,1-0,5%, мышьяка менее 1%.

На рисунках 1-3 приведены зависимости вывода мышьяка, серы и углистых веществ от продолжительности обжига при различных температурах.

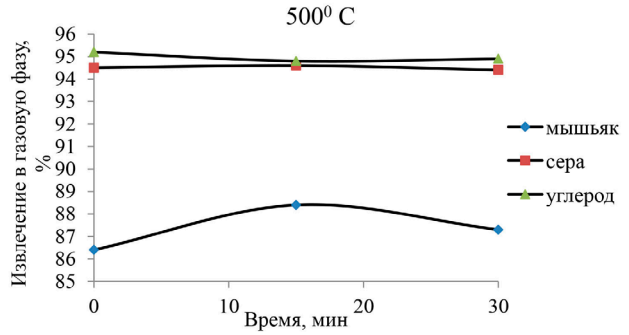


Рисунок 1 – Влияние продолжительности обжига на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при температуре 500°С

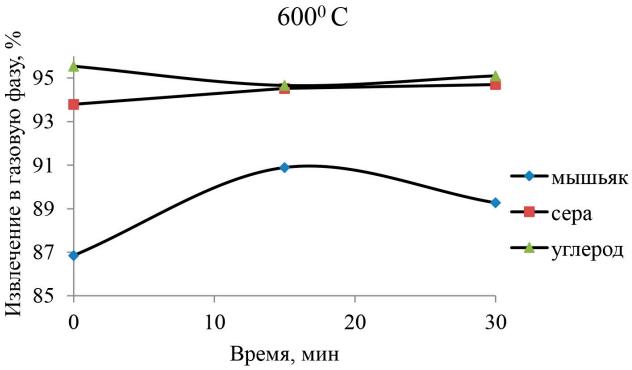


Рисунок 2 – Влияние продолжительности обжига на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при температуре 600°С

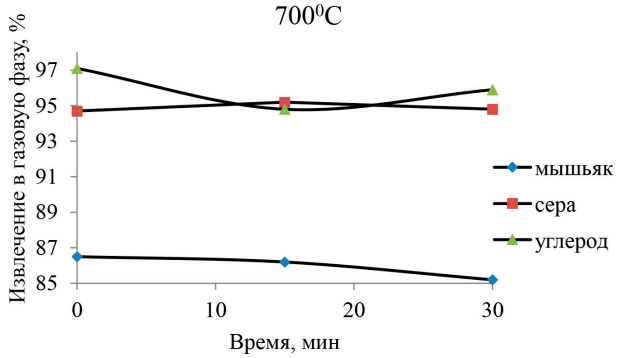


Рисунок 3 – Влияние продолжительности обжига на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 700°С

Согласно данным, приведенных на рисунках 1-3, оптимальным временем обжига является 15 мин при интервале температур 500-700°С. При продолжительности 15 мин в выбранном интервале температуры степень десульфуризации достигает 96-97%, а степень удаления углистых веществ составляет 94-96%, а мышьяка 86-89%.

Результаты опытов по изучению влияния расхода воздуха и температуры на удаление примесей из концентрата приведены на рисунках 4-6,

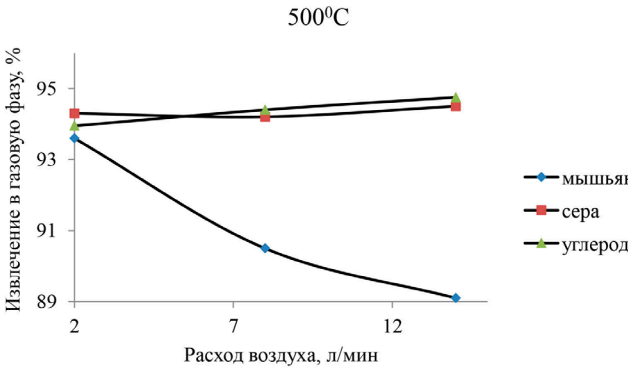


Рисунок 4 – Влияние расхода воздуха на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 500°С

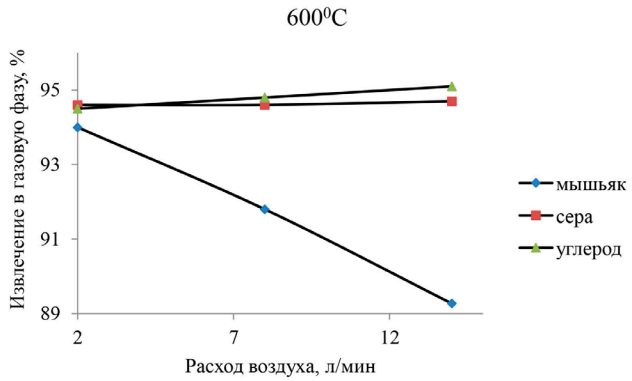


Рисунок 5 – Влияние расхода воздуха на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 600°С

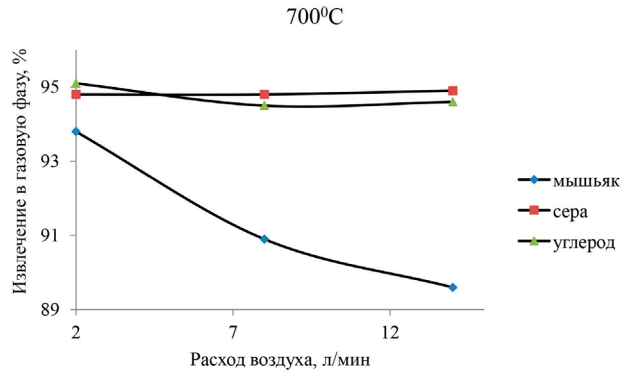


Рисунок 6 – Влияние расхода воздуха на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 700°С

из данных которых определяется оптимальный вариант расхода воздуха, составляющий 8 *л*/мин при интервале температур 500-700°С, для достижения степени удаления серы и углистых веществ остаются на уровне 96-97% и 94-96% соответственно, а степень деарсенизации достигает значения 94% при расходе воздуха 2 *л*/мин независимо от температуры.

Для улучшения показателя вывода в шихту вводили шубаркольский уголь в разных пропорциях. О влиянии этой добавки на процессы деарсенизации, десульфуризации и удаления

природного угля, содержащегося в исходном концентрате и имеющего эффект «прег-роббинга», показывают результаты рисунков 7-9.

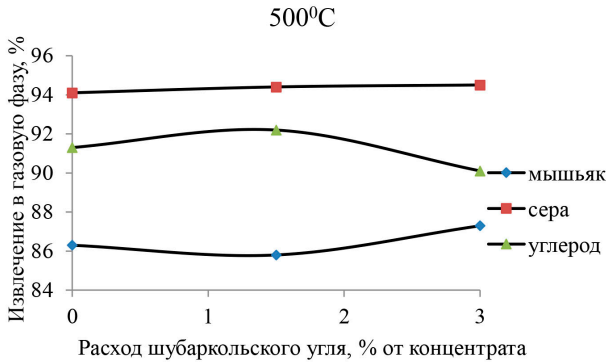


Рисунок 7 – Влияние расхода угля на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 500°С

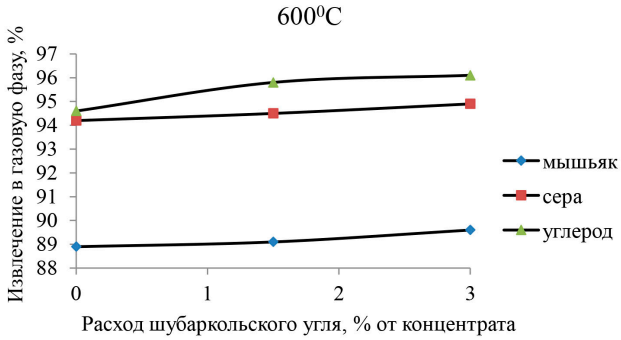


Рисунок 8 – Влияние расхода воздуха на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 600°С

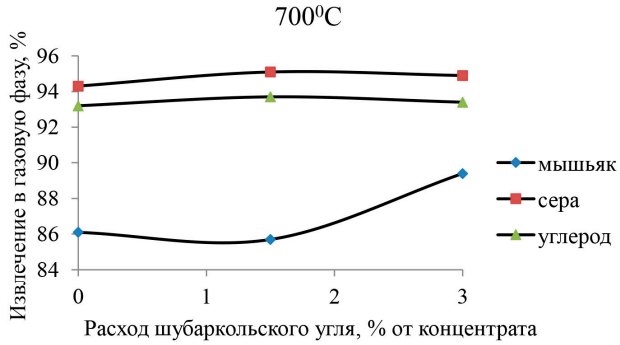


Рисунок 9 – Влияние расхода воздуха на извлечение мышьяка, серы и углистых веществ в газовую фазу при 700°С

Анализ данных графиков показывает, что добавление в шихту угля не влияет на степень отгонки серы и углерода, значения которых остаются на том же уровне, а степень вывода мышьяка возрастает до 91% с увеличением расхода шубаркольского угля (1,5-3%).

Добавка к шихте сульфидизатора – пирита также должно повлиять на степень удаления мышьяка за счет повышения серного потенциала, что приводит к образованию сульфидов мышьяка за счет реакций взаимодействия пирита и пирротина с триоксидом мышьяка в температурном интервале 600-700°С [4].

На рисунках 10-11 приведены зависимости влияния добавки пирита и угля на степени удаления мышьяка, углистых веществ и серы.

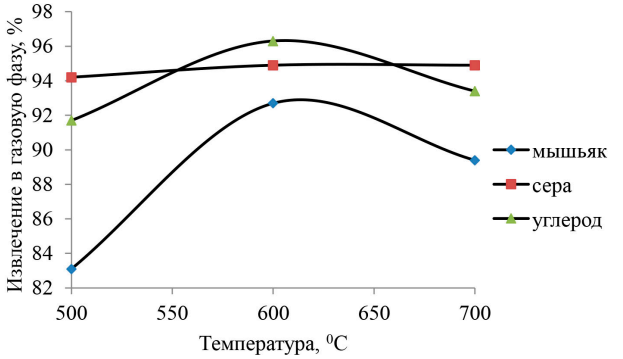


Рисунок 10 – Зависимость степени удаления элементов от состава шихты (концентрат+1,5% шубаркольского угля+10% пирита)

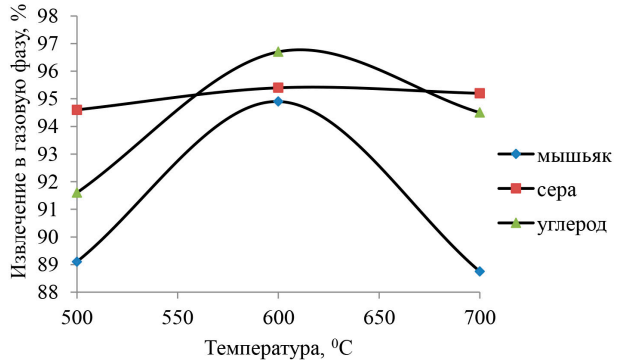


Рисунок 11 – Зависимость степени удаления элементов от состава шихты (концентрат+3,0% шубаркольского угля+10% пирита)

Добавление в шихту и пирита привело к возрастанию значений степени отгонки мышьяка и углистых веществ. Так, степень удаления мышьяка составила 94%, углистых веществ 97% при температуре 600°С, а степень удаления сульфидной серы остается на прежнем уровне. Резкое снижение степени отгонки мышьяка и углистых веществ с возрастанием температуры до 700°С связано, по-видимому, с прохождением конкурирующих реакций восстановления по уравнению:

$$As_2O_3 + Fe_2O_3 + CO = Fe_2As_2O_5 + CO_2$$

В работе [5] сказано, что при обжиге углеродистых руд должно быть учтено образование золотосодержащего пироарсенита железа $Fe_2As_2O_5$.

Таким образом, установлено, что достаточно высокую степень удаления мышьяка (97%) можно достичь в процессе обжига концентрата с добавлением 3,0% шубаркольского угля и 10% пирита от веса исходного материала при следующих условиях: температура обжига – 600°С; расход подаваемого воздуха – 4,0-8,0 л/мин; время обжига – 15-30 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исабаев С.М., Кузгибекова Х.М., Зиканова Т.А. Технология переработки мышьяксодержащего минерального сырья / Труды двенадцатой международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». Иран, 16-20 сентября 2013 г. – С. 346-347.
2. Захаров Б.А., Меретуков М.А. Золотоупорные руды. – М.: Изд.дом «Руда и Металлы», 2013. – 452 с.
3. Зиканова Т.А., Кузгибекова Х., Исабаев С.М. Термодинамическое моделирование сульфидизации системы As-S-Fe-O // Труды международной научно-практической конференции «Проблемы науки, образования и устойчивого социально-экономического развития общества в начале XXI века». – Шымкент, 2003. – С. 74-78.
4. Мильке Э.Г., Исабаев С.М., Полукаров А.Н. Взаимодействие пирита и пирротина с триоксидом мышьяка // Сб: Химия и технология халькогенов и халькогенидов: Тезисы докл. Всесоюз.конф. Караганда, 1982. – 167 с.
5. Chryssolis S., McMullen J. Developments in mineral processing. Ed.M/Adams/Elsevier.2005.P.21-67/

UDC 621.928.235

M.V. DOUDKIN, *Doctor of Engineering Sciences, Professor,*
A.V. VAVILOV, *Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,*
G.A. GURIYANOV, *Candidate of Engineering Sciences, Professor,*
A.I. KIM, *PhD,*
Eastern Kazakhstan State Technical University, TM&T department

Method of Screening Process Intensification of Bulk Material

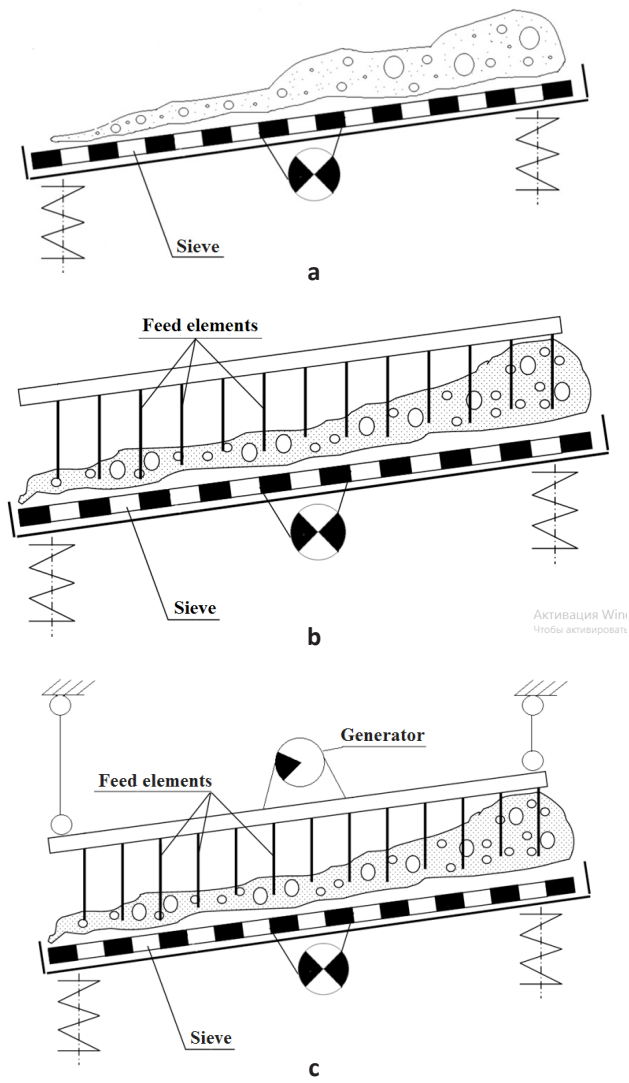
Keywords: *Bulk, Material, Screening, Vibroscreen, Feed, Elements.*

The process of separating particles is called sieving and technological machines equipped with sieve baskets are called screens. In case of screening large particle sizes (with low specific surface) the layer of material at the screen can be represented by one or more particles of average size. All the particles are located in the immediate vicinity of the sieve, and the efficiency of particles passage of depends on the ratio of their size and the sieve orifices size [1, 2].

In case of smaller particles separation (with high specific surface) the distribution of the material in a thin layer along the screening surface is unacceptable due to high required screen surface. The material is supplied to the screen by a relatively thick layer. In this case particle passage requires some time to reach the screening surface. This time can be the determining factor in the kinetics formation of passage particles extracting, i.e. it determines the screening productivity. In addition, for the particles movement to the screening surface it is necessary to ensure their mobility in the layer, that is to bring the material to a pseudo-fluidized state, for which a vibration is used for the material from the screening surface. Thus, the physical content of this process is a random migration of particles in the vibro-fluidized material layer with the possibility of exit of passage particles to the screening surface. The full exit of all passage particles to the screening surface determines the kinetics of screening [3]. In other words, screening process is divided into two phases: passing of material particles of the lower class to the sieve through all layer, and passing of material particles through the sieve. Increasing the dynamic impact on the bulk material considerably improves the first phase of the screening process. Consequently, productivity of screening process rises. The proposed technical solution is aimed at acceleration of the first phase of the screening process.

As a result of the studies, a new vibroscreen was developed and manufactured. The vibroscreen contains a box with a sieve mounted on elastic supports, a vibration generator and feed elements (*FEs*) installed over the screen surface, made in the form of bars fixed to the frame; feed elements may be movable and provided with a drive, as well as fixed and detachable (Figure 1).This solution is patented [4].

In case of absence of feed elements, i.e. in a normal vibroscreen, in the course of movement, particles of the lower class make migration through the material flow to the screening surface. At the same time for detailed reviewing of behavior of lower class particles, the volume of the material is divided into elementary layers. The thickness of one elementary layer can have different values. We suggest considering layer thickness equal to the maximum size of a passage particle. For simplification all particles are presented in the form of spheres of a certain diameter. In a normal vibroscreen the speed of particles passing through all volume of material to the sieve, amplitude



Vibroscreen without with feed elements (FEs); Vibroscreen with static feed elements (sFEs); Vibroscreen with dynamic feed elements (dFEs).

Figure 1 – Schematic view of vibroscreens

and frequency of screening surface is influenced generally. In a normal vibroscreen we practically can not accelerate the first phase of screening. Our decision is intended for intensification of the first phase of screening.

The whole layer of material is divided into n-1 elementary layers of a final size, where n the material layer which is under the sieve. Inside of each layer, the distribution of all parameters of the material over its volume is considered uniform. The thickness of the elementary layer Δx must be greater than the size of the largest particle, but significantly less than the total layer thickness. The material layers are called cells of our probabilistic model, thus we obtain the well-known cell model representation of the screening process. The total number of cells chains determines the total space of particle states. Figure 2a shows the probability of particles transition up to pu, down to pd and stay at the cell p_s.

In Figure 2b the actual state of material by h height on the sieve is shown. In Figure 2c distribution of probabilities of particle finding of the lower class in a concrete elementary layer (cell) is considered. Let us consider this scheme in more detail.

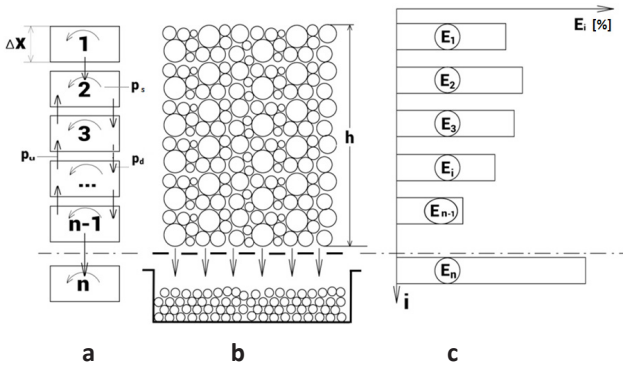


Figure 2 – Cell model of the process and the allocation scheme in the transition probabilities of the symmetrical component (a), the estimated process scheme (b), an example of the probability of distribution of the states (c).

The probabilities of E_i, state that at any given time the particle will be in i-cell are different (Figure 7c). The complete set of them form a state vector of particle of the material (1).

$$E = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \cdots \\ E_n \end{bmatrix}, \qquad (1)$$

sum of all elements of which is equal to one.

Let us consider the process through consecutive small periods Δt, the time of transition from one state (cell) only to another, but not is possible further. The time for passing of the layer of material h height to the sieve will be equal to $t_s = \Delta t \cdot (k\text{-}2)$ where integer $k = 1,2\ldots$ (transition number of one cell to next) becomes an integer analog of time t_s. Then current moments of time, i.e. the actual finding of a particle in space, will be calculated as $t_k = (k\text{-}1)\Delta t$.

Most of the time t_s is obviously consumed by the first phase of screening, i.e. passing the material to the screening surface. By reducing this time, we can accelerate the in this case we can improve the efficiency of the screening process. In our work, effectiveness of the screening process is meant the overall efficiency of the screening process and not clogging the sieve (classical efficiency). Thus, acceleration of the first screening phase occurs by accelerating the time passage of the material layer to the sieve t_s, which is associated with the state of cells chain E_i^k.

The state of the cells chain can be described by the following matrix recurrence equation (2):

$$E^{k+1} = P \cdot E^k, \qquad (2)$$

where P is the transition probabilities matrix (3), which with current restrictions for Δt will have the following view:

$$P = \begin{vmatrix} p_{s1} & p_{u2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p_{d1} & p_{s2} & p_{u3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{d2} & p_{u4} & p_{u4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{d5} & p_{s4} & p_{u5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{d4} & p_{s5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{d5} & 1 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

This matrix in the column corresponding to the cell number i ($i = 6$), contains the probabilities of transition during Δt up to p_{ui}, down to p_{di} and stay at p_{si}. The sum of all the probabilities in each column is equal to one.

In general, the probability to go up and down is not equal. For example, in case of tendency of the fine particles for segregation downwards, the probability will be $p_{ui} < p_{di}$. A symmetric purely random component with zero expectation d_i and convective component v_i is related to the parameters of the dispersion equation by the relations (4, 5):

$$v_i = \frac{Vi\Delta t}{\Delta x}, \quad (4)$$

$$d_i = \frac{D_i \Delta t}{\Delta x^2}, \quad (5)$$

where V_i is dimensional segregation speed, D_i is dimensional dispersion coefficient (macrodiffusion factor). At the screening on the usual screen (without feed elements), there is segregation and diffusion, but it can be assumed that the using of feed elements, these parameters need to be changed. Moreover, the diffusion coefficient is changed in a positive way, i.e. it accelerates the process of passing the particles to the sieve. It is obvious that these parameters can vary depending on the type of feed elements, their installation, number, etc. Taking into account the aforesaid, the transition probability matrix (3) is the mathematical representation of the layer of material on the sieve.

A special place is given to the cell corresponding to the material layer which is under the sieve. Passage particles trapped in it remain there forever, so $p_{sn} = 1$. The probability of an exit to that a cell from the bottom cell, belonging to the layer of material, is different from other downwards transition probabilities (6)

$$v_f = p_{dn} - 1. \quad (6)$$

This probability is largely dependent on the ratio of passage particle sizes and sieve orifice. The matrix (3) recorded using new data has the following form (7):

$$P = \begin{vmatrix} p_{s1} & d & 0 & 0 & 0 & 0 \\ v+d & p_{s2} & d & 0 & 0 & 0 \\ 0 & v+d & p_{u4} & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & v+d & p_{s4} & d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & v+d & p_{s5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & v_f & 1 \end{vmatrix}, \quad (7)$$

where ν and d values are taken the same for all layers of cells, and the elements of main diagonal are calculated as the difference between one and the sum of all other probabilities in the column.

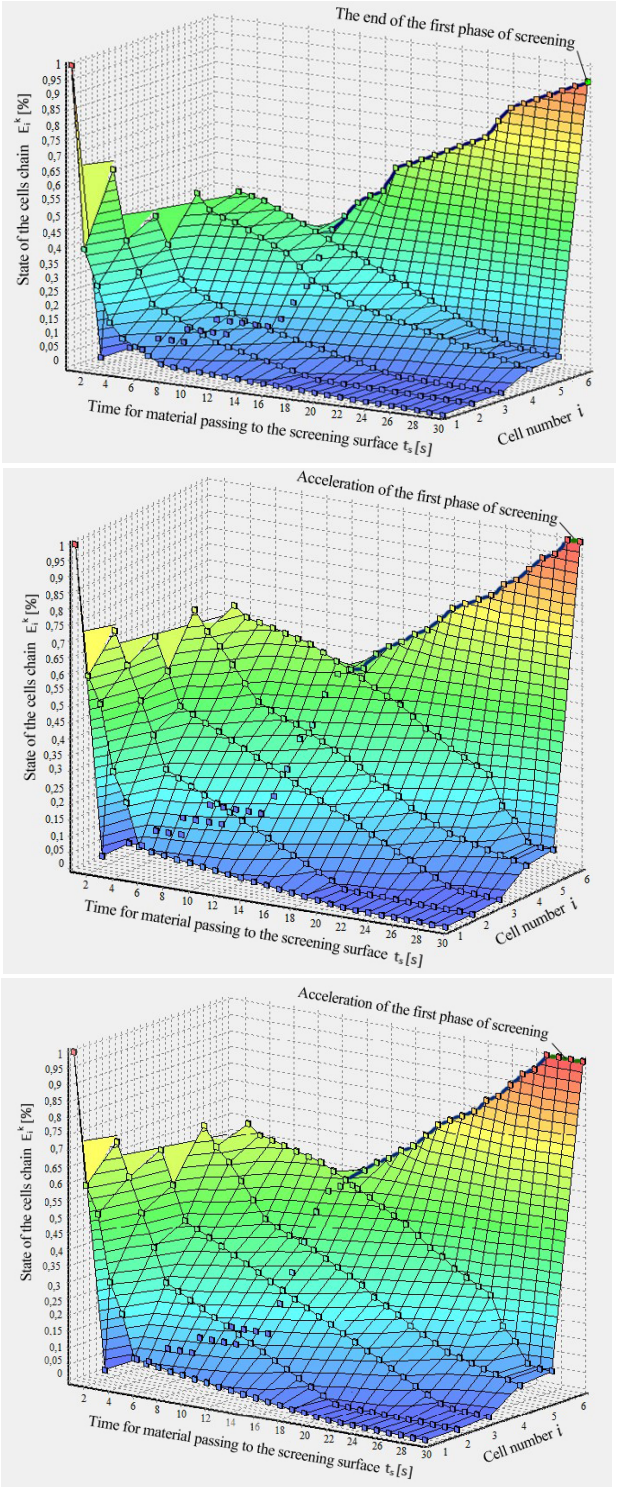
If the initial probabilities distribution is known, identical to the initial distribution of the relative concentration of passage particles of the considered material fraction, equation (2) in case of known matrix (7) completely describes the kinetics of the process. Considering this model we can come to a positive or negative conclusion about the efficiency of using feed elements, i.e. about their influence on performance and efficiency of the screening process in general.

Based on this model we have carried out computer calculations which have shown dependence of probability of time acceleration of particles passing to the sieve. All calculations have been carried out for experimental physical model of a new vibroscreen. In Figure 3 three cases are presented: without feed elements (*FEs*) (Figure 3a), with static feed elements (*sFEs*) (Figure 3b), and dynamic feed elements (*dFEs*) (Figure 3c).

In Figure 3a it is shown that in a normal screen (without feed elements) particles of material of the lower class reach the screening surface in 30 seconds. When using feed elements, time of particles passing of the lower class through a layer of material accelerates for 6.66%, and constitutes 28 seconds (Figure 3b). When using dynamic feed elements, time of passing of material to the sieve constitutes 26 seconds, i.e. the first phase of screening accelerates for 13.33% (Figure 3c). Thus it is possible to assume reasonably that with use of feed elements, screening efficiency increases for 6.66 – 13.33%.

Thus, the mathematical calculations showed a tendency of acceleration of the first phase of screening, i.e. the material passage to the sieve is accelerated by the use of additional feed elements (Figure 4), that respectively, increases the overall efficiency of the screening process.

Based on the results of advanced experimental studies and theoretical calculations an improved cell screening process model for bulk materials was proposed. The model effectively simulates the screening kinetics, as well as takes into account the nature of the particles penetration of various sizes through the sieve, diffusion and segregation mechanisms of passage particles movement in a forced vibro-fluidized layer.



Without with feed elements (FEs);
With static feed elements (sFEs);
With dynamic feed elements (dFEs)
Figure 3 – State of the cells chain of lower class of the vibroscreen

Figure 4 – The concept of vibroscreen with additional feed elements (FEs)

The mathematical and physical model of the experimental installation of the new vibroscreen with additional feed elements was created. In accordance with the developed mathematical model of the cell screening the numerical studies to identify the effect of process parameters on the screening kinetics and the evolution of the state of passage particles in the granular layer were performed. The introduction of additional feed elements to the flow of screened material leads to an increase in the transmission intensity of lower class of bulk material to the sieve. The probability of grains falling to the pan appears earlier in time by 6.66% in case of static position of the feed elements, by 13.33% in case of dynamic position of the feed elements.

LITERATURE

1. Vaisberg L.A. Proektirovanie i raschet vibratsyonnyh grokhotov (Design and calculation of vibrating screens), Moscow, Nedra, 1986. – P. 144.
2. J. Detyna, Stochastic Models of Particle Distribution in Separation Processes, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2010. – No. 10. – P.15-26.
3. Ogurtsov V.A. Stroitelnye materialy, 11(2007). – P. 38-39.
4. Doudkin M.V., Vavilov A.V., Guriyanov G.A., Kim A.I., Innovative patent of the RK. – No. 31145, 17.04.2016.

Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности

УДК 622.2

Н.А. ДРИЖД, *д.т.н., профессор,*
Н.М. ЗАМАЛИЕВ, *докторант Phd,*
И.М. ШМИДТ-ФЕДОТОВА, *докторант Phd,*
Д.Р. АХМАТНУРОВ, *докторант Phd,*
Р.А. МУСИН, *докторант Phd,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра РМПИ

Исследование гидропроницаемости и газопроницаемости угольных кернов

Ключевые слова: *проницаемость, пористость, сжимаемость, фильтрация, коэффициент заполнения, объемное сжатие.*

Введение

В общепринятом смысле проницаемость – это свойство пористого материала пропускать через себя жидкость или газ по действием приложенного градиента давления. Проницаемость определяется так же, как проводимость пористого материала по отношению к жидкости. Попытки связать структуру материала с проницаемостью тем не менее не увенчались успехом, поэтому общепринятой теории проницаемости не существует. Среди моделей проницаемости представляет интерес работа Козени. Так, в теории Козени пористый материал представлен в виде связки капиллярных трубок. Это позволяет интерпретировать уравнение Козени в основу нашей статистико-детерминированной модели.

Основная часть

Обозначим газопроницаемость угля K, а гидропроницаемость через k, а остаточную газопроницаемость угля ΔK.

По закону Дарси-Вейсбаха плотность потока жидкости q в ламинарном режиме прямо пропорциональна градиенту давления $\partial p/\partial x$.

$$q = -\frac{k}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x}, \qquad (1)$$

где q – м/с; k – м^2.

В формуле (1) величина гидропроницаемости выступает в качестве коэффициента пропорциональности между q и $\partial p/\partial x$ и определяется структурой пористого материала. При условии, что жидкость движется в режиме фильтрации, проницаемость k в модели Козени связана с пористостью m и удельной поверхностью ε зависимостью [1].

$$k = \frac{\omega m^3}{\varepsilon^2}, \qquad (2)$$

где ω – постоянная Козени, ω ≈ 0,549; ε – удельная поверхность, пустот соприкасающихся с потоком жидкости, м$^{-1}$.

Анализ уравнения Козени показал, что при $m = \beta M$ и $\beta < 1$. $K > k$ или $K \le k$. Фильтрация газа может происходить и в более мелких порах [2].

Задачей исследования является установление зависимостей $k/K = F_1(\beta)$, $\Delta K/K = F_2(\beta)$. Из сравнения значений воздухопроницаемости и водопроницаемости угольных кернов находится функция $F_1(\beta)$, а затем коэффициент заполнения β. Имея данные по фильтрации жидкости в угольном пласте (k, m), через коэффициент β находим величину K, а также пористость M.

В образцах угля во всех случаях соблюдался близкий к нормальному закон распределения пустот по зиянию (таблица 1).

Таблица 1 – Примеры распределения пустот по размерам P_i

Индекс пласта	Классы пустот i							
	1	2	3	4	5	6	7	8
K_7	0,001	0,006	0,08	0,07	0,17	0,31	0,20	0,16
K_{12}	0,002	0,01	0,03	0,07	0,15	0,24	0,30	0,19
K_{14}	0	0,003	0,09	0,014	0,27	0,25	0,15	0,10

Из опытных данных нагнетания смол, содержащих люминофоры, определили $j = 6$.

При расчете коэффициента заполнения β_i длина капилляра принималась одинаковой $Z_i = Z_j$. Форма пустот определялась и группировалась следующим образом: круглое сечение по 1-4 классам пустот, $\eta_{1\text{-}4} = 32$; равносторонний треугольник по классам 5-8, $\eta_{5\text{-}8} = 60$. Зияния принимали среднеполостными по классу:

$$\delta_i = \frac{\max\delta_i + m_i\delta_i}{2}. \qquad (3)$$

Значения коэффициентов β_i, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость коэффициента заполнения β_i от величины δ_i

i	1	2	3	4	5	j=6	7	k=8
$\delta_i \times 10^6$, м	3	8,5	31	76	164	338	676	960
β_i	0,0122	0,0344	0,1256	0,3079	0,4852	1,000	1,000	1,000

По данным, приведенным в таблицах 1, 2, рассчитали коэффициенты заполнения угольных кернов: для пласта K_7 – $\beta = 0{,}784$; K_{12} – $\beta = 0{,}829$; K_{14} – $\beta = 0{,}686$. Сравнения β при пропитке угля по напластованию и вкрест напластования дали во всех случаях отклонение в пределах ±6%.

При проведении аналитических исследований функции $k = F(K,\beta)$. Так как $m = \beta M$, введем в числитель и знаменатель уравнения Козени величину удельной поверхности пустот среды для потока газа E. В итоге получается формула вида

$$k = \frac{K\beta^3 E^2}{\varepsilon^2}. \qquad (4)$$

Для того чтобы найти значения E и ε, рассмотрим структурную интерпретацию удельной поверхности пустот массива, представленных пучком капилляров

$$E_i = \frac{\Pi_i L_i n_i}{V}, \qquad (5)$$

где Π_i – периметр внутреннего сечения капилляра (трубки), м.

Размерность удельной поверхности, м$^{-1}$. Находя E_i по классам пустот, для потока газа найдем

$$E = \sum_{i=1}^{k} E_i = \sum_{i=1}^{k} \frac{\Phi_i^{\varepsilon}\delta_i L_i n_i}{V}, \qquad (6)$$

для жидкости

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_i = \sum_{i=1}^{k} \frac{\Phi_i^{\varepsilon}\delta_i L_i n_i \beta_i}{V}. \qquad (7)$$

В (6) и (7) вместо n_i можно ввести p_i.

Для этого введем функцию сечения от зияния

$$S_i = \Phi_i^s \delta_i, \qquad (8)$$

где Φ_i^S – безразмерный коэффициент, который по аналогии с Φ_i^{ε} зависит от коэффициента формы Φ.

Из (4), (6) и (7) получим

$$\frac{k}{K} = \beta^3 \left(\sum_{i=1}^{k} \frac{\Phi_i^{\varepsilon} P_i}{\Phi_i^s \delta_i} \right)^2 \cdot \left(\sum_{i=1}^{k} \frac{\Phi_i^{\varepsilon} P_i \beta_i}{\Phi_i^s \delta_i} \right)^{-2}. \qquad (9)$$

Вычисленные значения величины k/K колеблются в пределах 1,75…3,44. Увеличение гидропроницаемости массива можно объяснить только тем, что жидкость при пропитке движется преимущественно по крупным пустотам, от субмакропор до видимых пор и трещин. Опыты по определению воздухопроницаемости и водопроницаемости угольных кернов подтверждают этот вывод (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнение результатов экспериментальных и теоретических исследований по проницаемости угля

Индекс пласта	Средние данные по проницаемости кернов			Результаты вычислений величины k/K
	$k \times 10^{14}$, м^2	$K \times 10^{14}$, м^2	k/K	
K_7	4,58	1,90	2,41	2,69
K_{12}	2,51	0,83	3,02	2,8
K_{14}	1,56	0,73	2,14	1,93

Как отмечалось выше, проницаемость среды функционально связана с пористостью уравнением Козени. Статистическая обработка данных по пористости и проницаемости углей показала, что между этими параметрами существует корреляционная связь [4].

$$k = \theta m^{\vartheta}, \qquad (10)$$

где θ – постоянная, зависящая от свойств движущейся жидкости и удельной поверхности пустот, заполненных жидкостью, м^2; ϑ – степенной показатель.

Отклонение результатов вычислений и опытных данных не превышает среднеквадратичного отклонения в статистических исследованиях и позволяет судить о надежности принятых допущений в теории.

Из структурной интерпретации проницаемости известно, что параметр ϑ, в отличие от θ, не зависит от свойств протекания жидкости. Обозначив $\theta = \theta_1$, для газопроницаемости запишем

$$K = \theta_1 (M)^{\vartheta}. \quad (11)$$

Так как $m = \beta M$, то

$$\frac{k}{K} = \chi_1 \beta^{\vartheta}, \quad (12)$$

где $\chi = \theta/\theta_1$.

Средние значения параметров: $\chi_1 = 3{,}32$; $\vartheta = 2{,}7$.

Значения степенного показателя ϑ функции $K(M)$, полученные в лабораторных условиях на кернах, сравнивали с данными, полученными в шахтных условиях. Для этого произвели 24 опытных закачки воды в пласты K_{10}, K_{12}, K_{14}.

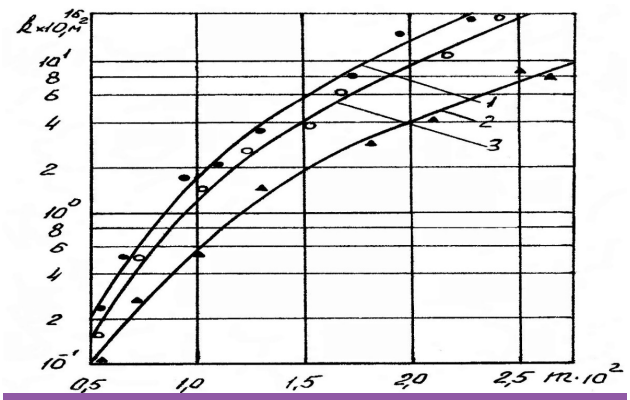
При проведении эксперимента учитывали, что гидропроницаемость k и пористость m краевой части угольного пласта варьируются в широких пределах. Глубину шпуров задавали от 2 до 5,5 м.

При длине фильтрующей части скважины 1 м шаг изменения x составлял 0,5 м. Все полученные значения показателя ϑ попали в известные пределы изменения (таблица 4). Для пласта K_{10} – $\vartheta = 2{,}74$; K_{12} – $\vartheta = 2{,}65$; K_{14} – $\vartheta = 2{,}89$.

Таблица 4 – Результаты вычислений показателя ϑ

Индекс пласта	Номер керна	k×10¹⁴, м²	K×10¹⁴, м²	F₁(β)	β	χ₁	ϑ
K_2	1	0,82	0,43	1,90	0,814	3,44	2,88
	2	0,95	0,51	1,86	0,799	3,44	2,74
	3	1,15	0,60	1,91	0,823	3,39	2,95
K_3	4	1,52	0,98	1,55	0,885	2,21	2,91
	5	1,90	1,10	1,73	0,874	2,51	2,77
	6	1,93	1,14	1,69	0,906	2,26	2,96
K_7	7	3,39	1,74	1,95	0,765	3,88	2,57
	8	3,81	1,86	2,05	0,780	3,91	2,60
	9	3,62	2,00	1,81	0,772	3,57	2,63
K_{10}	10	1,77	1,16	1,53	0,885	2,31	2,64
	11	1,72	1,28	1,34	0,856	2,00	2,59
	12	2,02	1,41	1,43	0,891	1,95	2,67
K_{12}	13	1,29	0,59	2,19	0,810	3,77	2,58
	14	2,01	0,87	2,31	0,814	4,01	2,68
	15	2,31	0,93	2,48	0,833	4,06	2,70
K_{14}	16	1,12	0,84	1,33	0,675	4,46	3,08
	17	1,10	0,78	1,41	0,685	4,08	2,81
	18	1,66	1,01	1,64	0,704	4,60	2,94

Корреляционный анализ функции газопроницаемости $K(M)$ показал высокую сходимость вычисленных и экспериментальных данных. Корреляционное отношение составило соответственно: K_{10} – 0,87; K_{12} – 0,84; K_{14} – 0,78 (см. рисунок).



К10 – ● (1); К12 – ▲ (2); К14 – ○ (3)
Сравнение вычисленных (кривые 1, 2, 3) и экспериментальных значений функции k(m)

Остаточная газопроницаемость угля после пропитки жидкостью (в т. ч. твердеющими составами) выражается через функцию заполнения

$$\frac{\Delta K}{K} = F_2(\beta). \quad (13)$$

Таким образом, приняв, что в остаточном объеме пустот $(1-\beta)m$ осуществляется гидродинамическая связь, имеем

$$(1-\beta)m = \sum_{i=1}^{k} (1-\beta) m_i. \quad (14)$$

При проведении лабораторных испытаний угольные керны пропитали 30%-м водным раствором смолы КФ-МТ. Вязкость получаемого раствора близка к вязкости воды. Для отверждения использовали латентный катализатор типа NH_4Cl, который при прочих равных условиях обеспечивает минимальную усадку состава. Вычисление значений ΔK дали следующие результаты: $K_7 - \Delta K = 3{,}02 \cdot 10^{-2} K$; $K_{12} - \Delta K = 1{,}67 \cdot 10^{-2} K$; $K_{14} - \Delta K = 8{,}88 \cdot 10^{-2} K$.

Зависимость между остаточным объемом пор ΔM и остаточной газопроницаемостью ΔK выра-

Таблица 5 – Результаты лабораторных исследований воздухопроницаемости кернов

Индекс пласта	Номер керна	Воздухопроницаемость кернов		ΔK/K
		до обработки K×10¹⁴, м²	после обработки ΔK×10¹⁶, м²	
K_7	1	1,74	5,39	0,031
	2	1,86	6,14	0,033
	3	2,00	5,40	0,027
K_{12}	4	0,59	0,83	0,014
	5	0,87	1,48	0,017
	6	0,93	1,49	0,016
K_{14}	7	0,64	4,03	0,063
	8	0,78	6,94	0,089
	9	1,01	4,55	0,045

зится формулой

$$\Delta K = \theta_2 \left(\Delta M\right)^{\vartheta}. \quad (15)$$

Так как $\Delta M = (1 - \beta)M$, из (13) и (15) получим

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\theta_2}{\theta_1}\left(1-\beta\right)^{\vartheta}. \quad (16)$$

Соответственно обозначим $\theta_2/\theta_1 = \chi_2$.

В проведенной серии лабораторных опытов применяли 20%-й водный раствор смолы марки КФ-МТ, которая имеет вязкость, близкую к вязкости воды. После отверждения смолы керны исследовали на остаточную газопроницаемость. Находя по формуле (13) значение $F_2(\beta)$ и коррелируя с расчетной величиной β, установили средние параметры уравнения (16): $\chi_2 = 2{,}5$; $\vartheta = 2{,}89$. Пределы изменения степенного показателя пересекаются с показателем ϑ в уравнении (12). Отклонения между средними значениями ϑ не превышают 5%, что позволяет объединить их в единый показатель. В дальнейших расчетах принимали: $\chi_1 = 3{,}32$; $\chi_2 = 2{,}55$; $\vartheta = 2{,}8$.

Заключение

Проведенные шахтные исследования воздухопроницаемости пласта в зоне физико-химической обработки дали следующие результаты. При нагнетании растворов смол в краевую часть пласта K_{12} газопроницаемость снизилась с $3{,}77 \cdot 10^{-16}$ м^2 до $7{,}28 \cdot 10^{-18}$ м^2 (при глубине зоны обработки от плоскости обнажения пласта от 1,4 до 3,7 м). Явления пластической деформации в период наблюдения не было, так время стояния выработки после проведения обработки составило 585 суток. Величина К снизилась в 52 раза, что согласуется с результатами вычислений и лабораторных исследований.

Результаты лабораторных исследований по результатам пропитки кернов водой позволили установить средние значения пористости, коэффициента заполнения, гидропроницаемости и газопроницаемости угольных пластов при отсутствии объемного сжатия в краевой части угольного пласта (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты исследования фильтрационных свойств карагандинских углей

Индекс пласта	Пористость, m	Коэффициент заполнения, β	Проницаемость	
			k×10^{14}, м^2	K×10^{14}, м^2
$К_1$	0,010	0,89	0,91	0,38
$К_2$	0,011	0,82	1,08	0,57
$К_3$	0,013	0,88	1,72	0,74
$К_7$	0,009	0,77	4,61	2,89
$К_{10}$	0,014	0,89	1,93	0,81
$К_{12}$	0,021	0,81	2,75	1,49
$К_{13}$	0,014	0,72	1,98	1,50
$К_{14}$	0,020	0,69	1,46	1,24
$К_{18}$	0,024	0,65	2,80	2,78
$Д_{1-5}$	0,019	0,68	3,54	3,14
$Д_6$	0,018	0,73	2,87	2,09
$А_{1-12}$	0,015	0,86	1,84	0,85
$Т_{1-3}$	0,013	0,90	1,65	0,67

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов В.А. Комплексные геолого – и сейсморазведочные исследования перспективных газоносных структур // Уголь Украины. – 2005. – № 2. – С. 41-43.
2. Алексеев А.Д. Физика угля и горных процессов / А.Д. Алексеев. – Киев: Наук. Думка, 2010. – 424 с.
3. Сергиенко А.И., Подрухин А.А. Графоаналитический способ определения границ распространения геодинамических зон на земной поверхности в пределах горных отводов закрытых шахт / Сб.: Физико-технические проблемы горного производства. Вып. №13 / Под общ. ред. А.Д. Алексеева. – Донецк: ИФГП НАНУ, 2010. – С. 128-135.
4. Минеев С.П. Свойства газонасыщенного угля / С.П. Минеев. – Днепропетровск: НГУ, 2009. – 220 с.

УДК 538.95.405

В.С. ПОРТНОВ, *д.т.н., профессор,*
Д.К. МАКАТ, *докторант 3 курса,*
А.Р. БАЙЖАНОВА, *магистрант 2 курса,*
Г.Г. БЛЯЛОВА, *преподаватель,*
А.Д. МАУСЫМБАЕВА, *к.т.н., ст.преподаватель, кафедра РМПИ,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ГРМПИ

Дробление пород и руд меднопорфировых месторождений

Ключевые слова: *геология, месторождение, дробление, Нурказган, медь, золото, минералы.*

Введение

На месторождении Нурказган установлено: золото-полиметаллическое оруденение в западной части рудного поля (Северный золото-полиметаллический участок); медно-порфировое оруденение в Центральной части (Западный и Восточный участки); медно-порфировое оруденение в Северной части рудного поля (участок Северный медный).

Оптимизация процессов дробления, измельчения и обогащения выполнена на основании исследования поверхностной энергии руд и минералов Западного участка месторождения Нурказган [1, 2].

Минеральный состав Западного участка месторождения Нурказган

Руды участка Западный являются сульфидными золото-медными. Породообразующие минералы представлены: (среднее по лабораторным технологическим пробам) кварцем; полевым шпатом; серицитом, мусковитом; хлоритом, биотитом и кальцитом. Рудные минералы представлены: халькопиритом, блеклыми рудами и борнитом, пиритом. Основную промышленную ценность руды представляют медь, золото, сопутствующими являются: серебро, молибден, селен, теллур, индий, платина, палладий.

Характерной особенностью рудной минерализации является то, что размеры выделений халькопирита и пирита варьируют в широких пределах: от весьма тонких и тонких, до мелких вкраплений и крупных сплошных масс. Текстура рудных обособлений: гнездовая и рассеянно-вкрапленная, редко микропрожилковая. Структура рудных минералов: гипидиоморфно-зернистая и аллотриоморфно-зернистая, редко коррозионная. Медь в рудах представлена: халькопиритом, борнитом, халькозином + ковеллином. По отдельным пробам отмечается самородная медь и окисленная. Согласно минеральному составу: селен, теллур, индий, – ассоциируют с блеклой рудой, следовательно, и вышеперечисленные элементы также извлекаются в медный концентрат. В медный концентрат, кроме ценных, попадут и вредные компоненты – ртуть, которая, в основном, связана с блеклой рудой, мышьяк – с арсенопиритом, частично с блеклой рудой и халькопиритом. Сурьма также связана с блеклыми рудами и медными минералами и с арсенопиритом, таллий связан с блеклыми рудами.

Расчет поверхностной энергии минералов Западного участка месторождения Нурказган

Удельная поверхностная энергия (поверхностное натяжение) – основная характеристика процессов, связанных с участием поверхностей или границ раздела фаз. Поверхностное натяжение определяет свободную энергию (работу), которую необходимо затратить, чтобы образовать единицу площади поверхности или раздела фаз [1, 2].

При измельчении минералов до размеров, близких к молекулярным, работа диспергирования, отнесенная к единице вновь образованной поверхности (удельная поверхностная энергия), составляет от $4 \cdot 10^{-4}$ до $2{,}7 \cdot 10^{-3}$ Дж/см^2. Произведение $A = \sigma \cdot S$ представляет собой работу диспергирования 1 м^2 поверхности минерала, где σ – поверхностное натяжение (поверхностная энергия) минерала, а S – его удельная поверхность [3].

В таблице 1 приведены расчеты поверхностной энергии оксидов и сульфидов элементов, входящих в состав пород и руд месторождения, выполненные по методике, изложенной

Таблица 1 – Поверхностная энергия оксидов и сульфидов при температуре 300 К

Минерал	Поверхностная энергия (Дж/м^2)	Минерал	Поверхностная энергия (Дж/м^2)
SiO_2	0,655	MnO	0,396
TiO_2	0,278	MgO	0,359
Al_2O_3	0,380	CaO	0,436
FeO	0,372	K_2O	0,131
Fe_2O_3	0,707	Na_2O	0,143
Sb_2S	0,416	$Na(AlSi_3O_8)$	0,354
FeS_2	0,603	$CuFeS_2$	0,690
α-ZnS	0,379	As_2S	0,468

в [3, 5], для температуры окружающей среды (300 К).

Из таблицы 1 видно, что практически все оксиды, кроме монооксидов железа, марганца, диоксидов калия и натрия, обладают большой поверхностной энергией.

Рассмотрим работу по разрушению одного квадратного метра магматических горных пород со средним химическим составом (в долях единицы), приведенным в таблице 2 (По Никольдсу, 1954 г). Здесь же приведены значения поверхностной энергии оксидов при температуре плавления и температуре 300 К τ_{300}, Дж/м². Компоненты MnO, H_2O+, P_2O_5, содержание которых в магматических горных породах меньше 1%, не приведены из-за малости их влияния на работу разрушения.

Приведем пример расчета для гранита при температуре плавления:

$$A = \tau s = 0{,}73 \cdot 2{,}192 + 0{,}13 \cdot 1{,}213 + 0{,}02 \cdot 2{,}350 + \\ + 0{,}02 \cdot 1{,}276 + 0{,}04 \cdot 0{,}482 + 0{,}05 \cdot 0{,}438 = 1{,}871 \text{ Дж}.$$

Таким образом, работа разрушения для получения 1 м² поверхности при высокой температуре определяется как сумма произведений поверхностных энергий минералов оксидов на их содержание в породе или руде и для гранита она равна A = 1,871 Дж.

На рисунке приведены зависимости работы разрушения для получения 1 м² поверхности магматических пород от содержания в них кремнезема. Увеличение температуры горных пород и содержания кремнезема, от основных пород к кислым приводит к значительному риску работы разрушения. Значительное влияние на работу разрушения оказывают пирит и халькопирит, среднее содержание которых в руде достигает 3%, обладающие второй поверхностной энергией 0,603 и 0,690 Дж/м² соответственно (таблица 1).

Если воспользоваться уравнением Реттингера [5], получим:

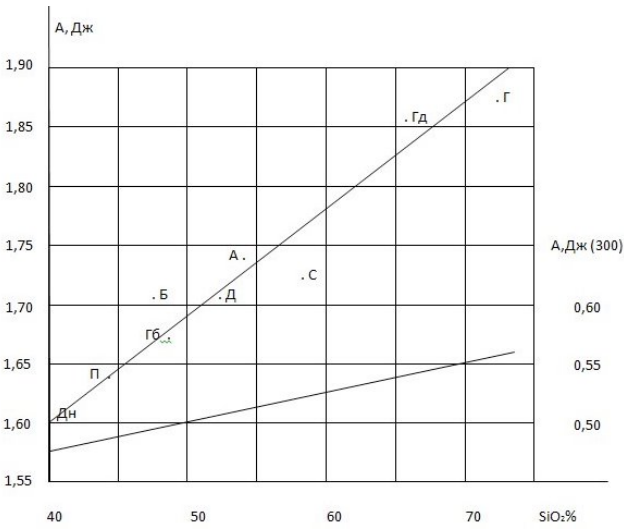


Рисунок 1 – Зависимость работы разрушения для одного квадратного метра поверхности магматических пород и содержание (в долях единицы) кремнезема (буквенные обозначения горных пород приведены в таблице 2).

$$A = \gamma \Delta S = \sigma \cdot \Delta S\,, \qquad (1)$$

где γ – временное сопротивление сжатию, Н м/м², ΔS – площадь вновь образованной поверхности, м².

Уравнение (1) показывает, что количественно $\sigma = \gamma$. Это позволяет сравнить результаты расчетов с табличными значениями временного сопротивления сжатию (предел прочности), приведенными в таблице 3 [7].

Из таблицы 3 следует, что с точностью до десятых долей поверхностная энергия и предел прочности минералов совпадают. Это позволяет делать оценку этих величин в том случае, когда одна из них неизвестна.

В таблице 3 приведены расчеты общей поверхностной энергии минералов месторождения Западный Нурказган, пользуясь ее свойством аддитивности.

Таблица 2 – Средний химический состав и работа разрушения магматических пород

Компоненты	τ,Дж/м²	τ,Дж/м²	Средний химический состав в долях единицы (более 0,01)								
			Гранит (Г)	Гранодиорит (Гд)	Сиенит (С)	Диорит (Д)	Андезит (А)	Габбро (Гб)	Базальт (Б)	Дунит (Дн)	Перидотит (П)
SiO_2	2,192	0,655	0,73	0,67	0,59	0,52	0,54	0,48	0,48	0,40	0,43
TiO_2	0,948	0,278				0,02	0,13	0,01	0,02		
Al_2O_3	1,213	0,390	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,16	0,14		0,04
Fe_2O_3	2,350	0,207	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03
FeO	1,276	0,372	0,02	0,03	0,04	0,07	0,05	0,08	0,08	0,12	0,10
MgO	1,200	0,359		0,02	0,03	0,06	0,04	0,08	0,10	0,43	0,34
CaO	1,454	0,436		0,04	0,04	0,08	0,08	0,11	0,10		0,03
Na_2O	0,482	0,143	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02		
K_2O	0,438	0,131	0,05	0,03	0,05	0,01	0,01		0,01		
Работа разрушения	Aτ		1,871	1,865	1,737	1,714	1,748	1,673	1,692	1,593	1,691
		$A\tau_{300}$	0,552	0,547	0,521	0,515	0,520	0,502	0,507	0,475	0,490

С учетом среднего минерального состава руд общая поверхностная энергия минералов месторождения Западный Нурказган равна:

$$\sigma = 0{,}806 \text{ Дж/м}^2. \quad (2)$$

Как видно из рисунка и таблицы 3, основной вклад в поверхностную энергию пород и руд месторождения Западный Нурказган вносят наиболее распространенные оксиды (SiO_2) и (Al_2O_3).

Таблица 3 – Поверхностная энергия и предел прочности некоторых оксидов

Минерал	Поверхностная энергия (Дж/м²)	Предел прочности (Дж/м²)
SiO_2	0,655	0,589
TiO_2	0,278	0,615
Al_2O_3	0,380	0,680
MgO	0,359	0,396

Энергозатраты на дробление минералов месторождения

Стоимость процесса дробления составляет в среднем 40% от обогащения руды, а стоимость дробильных машин – около 60% стоимости оборудования обогатительной фабрики [8]. Поэтому принципом дробления является «не дробить ничего лишнего». Соблюдение этого принципа обеспечивает экономию энергии, увеличение производительности установки, снижение потерь полезного минерала и уменьшение изнашивания рабочих частей дробилок.

Если учесть, что средняя плотность рудной массы месторождения Нурказган ρ = 2,8 г/см³, то 1 тонна руды будет занимать объем V = 0,36 м³. В приближении сферы, площадь ее поверхности будет равна: S = 0,64 м² и средний диаметр d = 0,9 м = 900 мм.

Удельные энергозатраты по стадиям механической дезинтеграции в зависимости от прочностных характеристик руды, по литературным данным, распределяются следующим образом, кВт-ч/т [8]: крупное дробление 0,3-0,5; среднее и мелкое дробление 0,8-1,2; грубое и тонкое измельчение 18-20; сверхтонкое измельчение 50 и более.

В таблице 4 приведены результаты расчетов работы по дроблению руд и удельные энергозатраты для крупного, среднего и мелкого дробления руд месторождения Нурказган.

Таблица 4 – Работа дробления (А) и удельные энергозатраты (Э) для крупного, среднего и мелкого дробления минералов месторождения Нурказган

Крупные, до 100 мм		Средние, до 30 мм		Мелкие, до 5 мм	
А, Дж	Э, кВт-ч/т	А, Дж	Э, кВт-ч/т	А, Дж	Э, кВт-ч/т
1,612	0,45	1,241	0,80	0,161	1,29

Из таблицы 4 следует, что энергозатраты по дроблению минералов месторождения Нурказган попадают в общую классификацию [6].

Заключение

Полученные данные о величине поверхностной энергии минералов Западного участка месторождения Нурказган позволили оценить удельные энергозатраты при их дроблении.

Общая поверхностная энергия рудных минералов Северного участка месторождения Нурказган составляет σ = 0,576 Дж/м². Это на 30% меньше поверхностной энергии минералов Западного участка (σ = 0,806 Дж/м²).

Таким образом, для оптимизации процесса дробления и измельчения руд Западного и Северного участков месторождения Нурказган их наиболее экономично смешивать соответственно в долях 0,7 и 0,3. К такому же выводу на основании экспериментальных исследований пришли и авторы работы [7].

Для снижения затрат на дробление руд Западного участка месторождения перспективно использование электроимпульсной технологии [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гохштейн А.Я. Поверхностное натяжение твердых тел и адсорбция. М.: Наука, 2016. – 256 с.
2. Юров В.М. Поверхностное натяжение твердых тел // Вестник КарГУ, Физика. – 2007. – № 1(45). – С. 23-29.
3. Портнов В.С., Юров В.М., Ахметов М.С. Энергия диспергирования упорных руд и минералов. Караганда: Изд-во КГТУ, 2014. – 160 с.
4. Юров В.М., Портнов В.С., Лауринас В.Ч., Гученко С.А., Завацкая О.Н. Размерные эффекты и поверхностное натяжение чистых металлов // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 7. – С.88-93.
5. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых: Справочник геофизика / Под ред. Н.Б. Дортман. М.: Недра, 2011. – 455 с.
6. Сажин Ю.Г. Процессы рудоподготовки и оборудование. Алматы: КазНТУ. – 2011. – 138 с.
7. Максимов И. И., Отрожденнова Л. А., Тасина Т. И., Заварина Р. И., Егорова В. Г. Изучение обогатимости руд Западного и Северного участков месторождения Нурказган с различным содержанием меди // Обогащение руд, 2014. – №3. – С. 8-16.
8. Курец В.И., Усов А.Ф., Цукерман В.А. Электроимпульсная дезинтеграция материалов. Апатиты: Изд.Кольского научного центра Ран, 2002. – 324 с.

ӘОЖ 22.807
(043.3)=512.122

Н.Р. ЖОЛМАҒАМБЕТОВ, *доцент, т.ғ.к.,*
Н.Ә. МЕДЕУБАЕВ, *доцент, т.ғ.к., Қ және ДӨ кафедрасы,*
Н.Н. ӘКІМБЕКОВА, *доцент, т.ғ.к.,*
Г.К. САПАРОВА, *доцент, т.ғ.к.,*
С.Р. ЖОЛМАҒАМБЕТОВ, *аға оқытушысы, т.ғ.к.,*
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, КА және ЕҚ кафедрасы

Шаңбөлшектерінің ауақұбыры қабырғасына шөгіп қалуына әсер ететін күштер

Кілт сөздер: *шаңбөлшектері, желдету, аспирация, ауа ағыны, ауақұбырлары, газ, қауіпсіздік, дисперсия.*

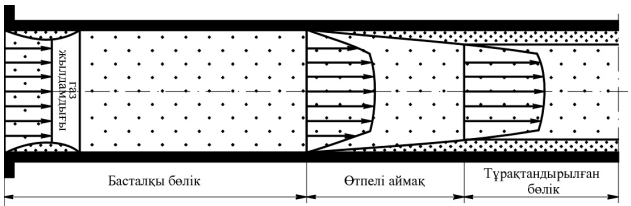
Аэрозоль бөлшектері ауа ағынымен бірге қозғалуы барысында, қандайда бір уақыт аралығында құбыр қабырғасына таяна түседі. Құбыр қабырғасымен бөлшектің арақашықтығы бөлшек өлшемінің радиусына тең болған кезде, егерде құбыр қабырғасы бөлшектерді ұстап қалғыш (сіңіруші) болса, құбыр қабырғасына тиіп отырып қалады [1]. Аэрозоль бөлшектерінің ауақұбыры ішімен тасымалдануы кезіндегі құбыр қабырғасына шоғырланып, отырып қалуы 1-суретте көрсетілген.

Газдың турбуленттік ағынынан, бөлшектердің құбыр қабырғасына отырып қалу қарқындылығының көрсеткіші бөлшектер отырып қалуының турбуленттік жылдамдығы деп аталады. Бұл дегеніміз, аэрозоль ағынынан 1с уақыт аралығында құбыр қабырғасының 1 $см^2$ аумағына отырған бөлшектердің (салмақтық немесе сандық) мөлшері болып табылады [2]:

$$V_{ti} = \frac{j_\omega}{c_m}, \qquad (1)$$

мұндағы j_ω – бөлшектердің қабырғаға қатысты салыстырмалы ағыны, г/$см^2$ с немесе шт/$см^2$ с;

c_m – көлденең қимадағы бөлшектер концентрациясының орташа мәні (г/$см^3$ немесе шт/$см^3$).



1-сурет – Құбырға кіргеннен кейінгі аэрозоль бөлшектерінің құбыр қабырғаларына отырып, шаңқабатының қалыптасуы

Аэрозоль бөлшектерінің отырып қалу жылдамдығы көрсеткішінің өлшем бірлігі, бөлшектердің сызықтық жылдамдық өлшемімен сәйкес келеді, бірақ мағыналары басқашалау.

Теориялық зерттеулер аэрозольдің турбуленттік отыру процесінің орнына, отыру жылдамдығының өлшемсіз эквиваленттік көрсеткішін қолданады, бұл дегеніміз бөлшектің абсолюттік отыру жылдамдығының, газдың динамикалық жылдамдығына қатынасы [3]:

$$V_{ti+} = \frac{V_{ti}}{u_*}. \qquad (2)$$

Болашақта бұл жылдамдықты аэрозольдің турбуленттік отыруының салыстырмалы немесе өлшемсіз көрсеткіші деп атаймыз.

Аэрозоль бөлшектерінің, турбуленттік ағынынан құбыр немесе канал қабырғаларына, сондай-ақ, пластина беттеріне отырып қалу процесіне әсер ететін қозғаушы күш қандай...

Келтірілген қалықтаған бөлшектер қозғалысы көрсеткіштерінен бұл рөлге келетіні тек қана екеуі, бөлшектердің турбуленттік диффузиясы және турбуленттік көшіп-қонуы [2].

Қарастырылып отырған қозғалыстардың біріншісі, бөлшектердің турбуленттік диффузиясы, эксперименттік жұмыстар нәтижелерінен байқалғандай, құбыр немесе канал қабырғаларына бөлшектердің турбуленттік отыру жылдамдығы көрсеткішін анықтауды қамтамасыз ете алмайды, себебі мұның атқаратын қызметі тек қана аэрозоль бөлшектерін ағынның қабырғаға таянған тұсына әкелу [3].

Мұны дәлелдеу үшін Фиктің бірінші заңын қолданамыз. Бұл заңға сәйкес қарастырылып отырған жазықтық бетіндегі бөлшектер қалықтауының диффузиялық ағыны, диффузия коэффициентімен қалқу концентрациясының салмақтық немесе сандық градиентіне пропорционалды

$$j = -D_\Sigma \frac{dc}{dy}, \qquad (3)$$

мұндағы D_Σ – бөлшектердің броундық $D_{бр}$ және турбуленттік диффузия $D_{тр}$ коэффициенттерінің қосындылары ретінде алынатын бөлшектердің диффузия коэффициенті

$$D_\Sigma = D_{бр} + D_{вз}. \qquad (4)$$

Турбуленттік диффузия коэффициентінің ауыспалы болуына байланысты, құбыр қабырғасына таянған шекаралық қабат тұсында бөлшек концентрациясы сызықтық емес қиын заңдылықпен төмендейді. Бұл жағдай ламинарлық

ағын кезіндегідей, концентрация градиенті бір қалыпты деп есептеуге мүмкіндік бермейді.

Құбыр немесе канал қабырғаларына бөлшектердің отырып қалуына байланысты, бөлшектер концентрациясының төмендеу заңдылығын анықтау үшін, 3 теңдеуіндегі $D_{бр}$ мәнін орнына қойғаннан кейін интегралдау қажет.

Әмбебап шешім қабылдау үшін (Рейнольдс санына тәуелді емес) $c_+ = c/c_m$ өлшемсіз концентрациясын өлшемсіз түрге келтіреміз және турбуленттік теориясында қолданылатын өлшемсіз арақашықтық $y_+ = yu_*/v$, және өлшемсіз жылдамдық $V_{td+} = V_{td}/u_*$ көрсеткіштерін кіргізсек, онда $dc = c_m dc_+$ теңдеуі $dy = (v/u_*)/dy_+$ болады. [2]

$$V_{td+} = \left(\frac{D_{бр}}{v} + \frac{D_{tp}}{v}\right)\frac{dc_+}{dy_+}. \qquad (5)$$

Осы теңдеуді шешкен Дейвис [1] еңбектерін ескере отырып, құбыр қабырғасына таяу тұстағы, турбуленттік диффузия коэффициентін D_{tp}, қарапайым Линя, Моунтон немесе Патнемнің сұйық қабатқа арналған формуласы бойынша жазуға болады, бұл дегеніміз $D_{tp}/v = (y_+/14{,}5)^3$.

Онда орындарына қою арқылы алатынымыз

$$V_{td+} = \left[\frac{D_{бр}}{v} + \left(\frac{y_+}{14{,}5}\right)^3\right]\frac{dc_+}{dy_+}, \qquad (6)$$

мұнан

$$C_+ = V_{td+}\int_0^{v_+}\frac{dy_+}{\frac{D_{бр}}{v} + \left(\frac{y_+}{14{,}5}\right)^3}. \qquad (7)$$

Бұл теңдеуді интегралдау, сұйық қабаттағы бөлшектер концентрациясының төмендеу заңдылығына әкеледі:

$$C_+ = 14{,}5V_{td+}\left(\frac{v}{D_{бр}}\right)^{2/3} \times$$

$$\times\left[\frac{1}{6}In\frac{\left(1+a^2\right)}{1-a-a^2} + \frac{1}{\sqrt{3}}arctg\frac{2a-1}{\sqrt{3}} + \frac{\pi}{6\sqrt{3}}\right], \qquad (8)$$

мұндағы $a = y_+ / \left(14{,}5\sqrt[3]{D_{бр}/v}\right)$.

8 формуласы бойынша сандық есептеулер көрсеткендей [3], $d \succ 0{,}01$ мкм – кезінде $y_+ = 5c_+ = c/c_m \cong 1$ – бөлшектер үшін – y_+ және c_+ мәндерін (8) формуласына қою арқылы, құбыр немесе каналдың ауа ағыны тұрақтандырылған бөліктеріндегі турбуленттік ағын кезіндегі аэрозоль бөлшектерінің турбуленттік диффузиялық отыру жылдамдығын аламыз:

$$V_{td+} = \frac{\left(D_{бр}/v\right)^{2/3}}{14{,}5\left[\frac{1}{6}In\frac{\left(1+a_1\right)^2}{1-a_1+a_1^2} + \frac{1}{\sqrt{3}}arctg\frac{2a-1}{\sqrt{3}} = \frac{\pi}{6\sqrt{3}}\right.} \qquad (9)$$

мұндағы $a_1 = 1/2{,}9\sqrt[3]{D_{бр}/v}$.

V_{ld} көрсеткіш мәніне таяу, құбырдағы бөлшектердің турбулентті-диффузиялық отыру жылдамдығының ең оңай және дәлдігі жоғары мәні (10) формула бойынша анықталады [2]:

$$\frac{V_{td}}{V_m} = \frac{\lambda}{8}\left(D_{бр}/v\right)^{2/3} = \frac{0{,}039}{Re_D^{1/4}}\left(D_{бр}/v\right)^{2/3}. \qquad (10)$$

1-кестеде, $u_m = 5$ м/с, $D_э = 1 - 100$ см ($u_* = 17{,}8 \div 10{,}0$ см/с болатын), диаметрі 0,002; 0,02; 0,2 және 2 мкм бөлшектердің турбулентті-диффузиялық отыру жылдамдығының өлшемсіз және абсолютті жылдамдық нәтижелері келтірілген [1].

1-кесте – Бөлшектердің турбулентті-диффузиялық отыру жылдамдығы

Бөлшек диаметрі d, мкм	Бөлшектердің өлшемсіз отыру жылдамдығы V_{td+}	Бөлшектердің абсолюттік отыру жылдамдығы $V_{td+} = V_{td+}u_*$ см/с, $u_m = 5$ м/с және $D_э = 1 - 100$ см болғанда
0,002	0,019	0,338-0,190
0,02	0,0056	0,099-0,056
0,2	0,000034	0,00060-0,00034
2,0	0,0000052	0,00009-0,00005
Ауа ($D_g = 0{,}15$ см^2/с)	0,069	1,23-0,69

Құбыр немесе каналдағы, ауа ағыны тұрақты бөлігі үшін алынған, бөлшектердің турбуленттік–диффузиялық отыру жылдамдығының көрсеткіші, шекаралық қабаттағы ламинарлық ағын кезіндегі көрсеткіштен өте жоғары, алайда дәл осындай бөлік үшін алынған эксперимент нәтижелерімен салыстыратын болсақ өте төмен болып табылады [3].

Тіпті газ көлемінің табиғи турбулизациясына қарамастан, А.А. Фукс зерттеулерінде келтірілген, көлемі 13 м^3 тік цилиндрлік камера қабырғаларына йодты күміс түтінінің және су буының отыруын анықтау мақсатында жүргізген эксперименттік жұмыстар нәтижелерін алатын болсақ, бөлшектердің турбуленттік-диффузиялық отыру жылдамдығының теориялық көрсеткіш мәндерімен, эксперименттік көрсеткіштер нәтижелері арасында үлкен алшақтық бар екендігін көреміз [1].

Аэрозоль қозғалысы кезіндегі бөлшектердің турбуленттік отыру процесіне әсер ететін басты қозғалыс формасының екінші түрі бөлшектердің турбуленттік көшіп-қонуы. Турбуленттік диффузияға қарағанда, бөлшектердің турбуленттік көшіп-қонуының қарқындылығы құбыр қабырғасына таяу тұсында керісінше жоғары болады [2].

Құбыр қабырғасындағы турбуленттік көшіп-қону жылдамдығы, бөлшектердің турбуленттік диффузия коэффициенті тәрізді нөлге тең емес, әрқашанда қандайда соңғы мәнге ие.

Бұл қозғалыс түрінің қабырғаға таянған тұсындағы жылдамдық векторы, көтеріп көшіп-қо-

ну қозғалысымен салыстырғанда, әрқашанда қабырға жағына бағытталған.

Егерде құбыр қабырғасына таяу тұстағы бөлшектердің турбуленттік көшіп-қону жылдамдығы V_m^{ω}, ал олардың құбыр қабырғасына таяу тұсындағы концентрациясы c_{ω} болса, онда құбыр қабырғасына таяу тұстағы ауа ағынының секундтық көрсеткіші $j_{\omega} = V_m^{\omega} c_{\omega}$ тең болады. Бөлшектердің турбуленттік отыру жылдамдығы мына формула бойынша анықталады [1]:

$$V_{ti} = V_m^{\omega} \frac{C_{\omega}}{C_m}, \qquad (11)$$

мұндағы V_m^{ω} – бөлшектердің турбуленттік көшіп-қону жылдамдығы;

c_{ω} – бөлшектердің концентрациясы.

Турбуленттік отырып қалу жылдамдығы көрсеткішінің мәні, құбыр немесе каналдың қарастырылып отырған бөлігіндегі, бөлшектердің отырып қалу үлесін анықтауға мүмкіндік береді. Мұны келесі теориялық түсініктерден байқауға болады. Периметрі P, көлденең қимасы S құбыр немесе каналдың x бөлігіндегі, шаңбөлшегінің отырып қалу жылдамдығын V_{ti} анықтау қажет. Периметрі P, ұзындығы dx құбыр ішіне, 1с уақыт аралығында отыратын шаңбөлшектерінің саны мынаған тең $Pj_{\omega}dx = PV_{ti}c_x dx$, мұндағы c_x – қарастырылып отырған ауақұбырының x бөлігіндегі шаңбөлшектерінің орташа концентрациясы. Шаңбөлшектерінің отырып қалуы салдарынан Su_m секундтық өлшемге тең аралықтағы өтетін бөлшектердің орташа концентрациясы құбырдың dx бөлігінде қандайда dc_x мәніне, ал жалпы шаңбөлшектерінің саны $Su_m dc_x$ төмендейді [3].

Екі сандық өлшемді теңестіру арқылы алатынымыз:

$$-\frac{dc_x}{c_x} = \frac{PV_{ti}}{Su_m} dx. \qquad (12)$$

Осы теңдеуді, $x = 0$ және $c_x - c_0$ болғанда, $x = 0$ ден $x = Lc$ аралығында интегралдасақ

$$In\frac{c_x}{c_0} = -\frac{P}{Su_m}\int_0^L V_{ti} dx. \qquad (13)$$

Бойлық координатаға тәуелді емес V_{ti} жылдамдығы кезінде, құбыр немесе каналдың ауа ағыны тұрақты бөлігі үшін, 13 теңдеуі экспоненттік тәуелділікке келтіріледі:

$$c_x = c_0 e^{-\frac{PV_{ti}}{Su_m}L}. \qquad (14)$$

$P = \pi D_э$ және $S = \pi D_э^2 / 4$ болатын, ал олардың өзара қатынастары $P/S = 4/D_э$ тең болатын дөңгелек құбырлар үшін

$$c_x = c_0 e^{-\frac{4V_{ti}}{D_э u_m}L}. \qquad (15)$$

$P = 2B$ және $S = BH$ болатын (B-жазықтық ені, H-жазықтық беттерінің арақашықтығы), ал олардың өзара қатынастары $P/S = 2/H$ тең жазық параллель каналдар үшін

$$c_x = c_0 e^{-\frac{2V_{ti}}{Hu_m}L}. \qquad (16)$$

P/H, $D_э/4$ және $P/2$ дегендеріміз, газ құбырының гидравликалық радиусы болғандықтан, (14-16) теңдеулерін бір теңдеу арқылы көрсетуге болады:

$$c_x = c_0 e^{-\frac{2V_{ti}}{R_э u_m}L}. \qquad (17)$$

Қарастырылып отырған, құбыр немесе канал бойымен бөлшектердің өткіштігі $П = c_x / c_0$, мына формуламен анықталады:

$$П = e^{-\frac{V_{ti}}{R_э u_m}L}. \qquad (18)$$

ал ұстау тиімділігін анықтау үшін, электрсүзгілердің тиімділігін анықтайтын Дейч [1] формуласын қолдануға болады:

$$\eta = 1 - П = 1 - e^{-\frac{V_{ti}}{R_э u_m}L}. \qquad (19)$$

Құбыр немесе каналдың қысқа бөліктерінде, $\mu_t = V_{ti}L/R_э u_m$ экспонента көрсеткіші үлкен болмағанда, ($\mu \le 1$) және $e^{-\mu_t} \approx 1 - \mu_t$ болғанда, екі формулада қарапайым сызықтық тәуелділікке келеді

$$П = 1 - \frac{V_{ti}L}{\left(R_э u_m\right)}; \qquad (20)$$

$$\eta = \frac{V_{ti}L}{\left(R_э u_m\right)}. \qquad (21)$$

Көптеген зерттеушілер, аэрозольдің турбуленттік-инерциялық отыру жылдамдығын эксперименттік жолмен анықтау кезінде осы тәуелділікті қолданады.

L/u_m дегеніміз, бөлшектердің құбыр ішінде болу уақыты $t_{болу}$ екенін ескерсек, онда 17 теңдеуін мынадай түрде жазуға болады [1]:

$$c_x = c_0 e^{-\frac{V_{ti}}{R_э} t_{болу}}. \qquad (22)$$

Аэрозольдің ағу жылдамдығының u_m жоғарылауына байланысты, бөлшектердің құбыр ішінде болу уақытыда $t_{болу}$ азая түседі. Алайда, аэрозольдің ламинарлық ағын кезіндегі отырып қалуымен салыстырғанда, азайып қана қоймай, керісінше аэрозольдің отырып қалу мүмкіндігін едәуір жоғарылатады. Сондықтан V_{ti} көрсеткіші u_m^5 қатысты бір мезгілде пропорционалды өсе түседі, бұл дегеніміз $t_{болу}$ төмендеуінің аз да болса орнын толтырады.

14 және 17 теңдеулерінен көрініп тұрғандай, аэрозольдің толықтай құбыр қабырғасында отырып қалуы шексіздікке тең немесе аэрозольдің құбыр ішінде шексіз көп уақыт болуына байланысты.

Алынған теңдеулерді қолдана отырып, қандайда t уақыт аралығында турбуленттік жолмен, құбыр қабырғасына отыратын бөлшектердің жалпы санын анықтау қиындық туғызбайды

$$G = \frac{\pi D_э^2}{4} u_m \left(c_0 - cx\right) t \ . \qquad (23)$$

Егерде dS жазықтық элементіне, $dG = jdSt = V_{ti} c_x dSt$ көлемінде бөлшектер отыратындығын есепке алып, және оны c_x арналған 14 теңдеуін қолдану арқылы $S = PL$ алаңы бойынша интегралдасақ, онда мұны көлемді масса тасымалдау теңдеуі түрінде қарастыруға болады:

$$G = V_{ti} S = \frac{C_0 - C_x}{In\left(c_0 / c_x\right)} = V_{ti} S c_{cp} t \ . \qquad (24)$$

(14)-(17) формулаларында, нақты құбыр немесе канал қабырғаларына бөлшектердің отырып қалуының механизмі қарастырылмағандықтан, барлық формулаларды тек қана аэрозольдің турбуленттік отыру процесі үшін емес, сондай-ақ, турбуленттік диффузия процесіне және кішкене түзетуден кейін аэрозольдің турбулентті–гравитациялық отыруы үшін де қолдануға болады.

Құбыр немесе канал қабырғаларына бөлшектердің отырып қалуы салдарынан, ауа ағыны бойындағы бөлшектер концентрациясы төмендеуінің экспоненциалды көрсеткіші, бөлшектердің турбуленттік отыру жылдамдығын анықтау кезіндегі көшіп-қону теориясы бойынша жүргізілген эксперименттік жұмыстар нәтижелерімен сапалық және сандық тұрғыдан да жақсы келіседі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Медников Е.П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. – М.: Наука, 1981. – 173 с.
2. Акимбеков А.К., Акимбекова Н.Н. Математическая модель влияния пылевых отложений на аэродинамическое сопротивление трубопроводов // Труды КарГТУ. Выпуск 3. Караганда, 1998. – С. 172-173.
3. Акимбеков А.К., Акимбекова Н.Н., Жолмағамбетов Н.Р. Исследование дальнобойности свободной турбулентной струи в аспирационном трубопроводе // Вестник КазНТУ. №1/1 (58). 2007. Специальный выпуск «Безопасность жизнедеятельности». – С. 213-219.

УДК 622.45.001.5

С.Т. АСАИНОВ, *к.т.н., ст. преподаватель, кафедра ГРМПИ,*
Ж.К. АМАНЖОЛОВ, *к.т.н., доцент,*
А.Д. НУРГАЛИЕВА, *к.т.н., ст. преподаватель,*
Э.Р. ХАЛИКОВА, *магистр, ассистент,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра РАиОТ

Исследование состояния вентиляции подземного рудника "Ушкатын-3" в условиях глубоких горизонтов

Ключевые слова: *проветривание, рудник, рудное поле, горные работы, воздушно-депрессионная съемка, аэродинамическое сопротивление.*

В настоящее время некоторые месторождения полезных ископаемых отрабатываются комбинированным способом, когда залежи первоначально отрабатываются открытым способом с последующим переходом на подземную отработку. В этих случаях, кроме вопросов технологии производства, интерес представляют и другие аспекты производственной деятельности горнодобывающего предприятия. В частности, определенный интерес представляют вопросы организации проветривания подземной части рудника.

Кафедра рудничной аэрологии и охраны труда КарГТУ в течение ряда лет проводит исследования особенностей вентиляционной системы и состояния проветривания подземного рудника «Ушкатын-3» Жайремского ГОКа.

Месторождение расположено в Жана-Аркинском районе Карагандинской области и относится к Атасуйскому рудному району, заключающему в себе более десятка аналогичных по генезису крупных месторождений железомарганцевых и барит-полиметаллических руд.

Рудное поле и площадь в радиусе 20 км характеризуются равнинным рельефом (относительные превышения до 3 м) при колебании абсолютных отметок от 375 до 425 м. Месторождение представлено пластообразными сближенными рудными телами крутого залегания.

Вскрытие шахтного поля рудника «Ушкатын-3» осуществлено штольнями из отработанных уступов карьера на отметках +288 м, +240 м и +192 м. Каждый горизонт связан между собой вос-

стающими вентиляционно-ходовыми выработками для обеспечения обособленного проветривания и сообщения между горизонтами.

Максимальная глубина ведения горных работ составляет 310 м (отм.+96 м).

Проветривание подземных выработок рудника осуществляется по временной схеме.

В I квартале 2016 года подземный рудник проветривался нагнетательным способом посредством двух главных вентиляторных установок (ГВУ) типа AL17-2500 («Korfmann Lufttechnik GmbH»). Схема проветривания – фланговая. ГВУ №1 установлен на штреке 1 гор.+288 м, ГВУ №2 – на штреке 1 гор. +240 м. Свежий воздух для проветривания горных работ поступал в шахту с горизонтов +288 м и +240 м. В качестве главных воздухоподающих выработок использовались вентиляционные скважины: ВВ с гор. +288 м на гор. +96 м и ВВ с гор. +240 м на гор.+144 м. Общешахтная исходящая струя воздуха выдавалась в основном через штольню 1 гор. +192 м.

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

Во II квартале 2016 года способ проветривания был изменен на комбинированный (нагнетательно-всасывающий) также посредством двух ГВУ типа AL17-2500. При этом ГВУ № 1, установленная на штреке 1 гор. +288 м работала на нагнетание, а ГВУ № 2, установленная на штреке 1 гор. +240 м, работала на всасывание. Схема проветривания – фланговая. Для проветривания технологических объектов горизонтов +192 м и +96 м свежий воздух поступал с горизонта +288 м по ВВ гор. +288/+96 м. Исходящая струя выдавалась по штольням 1,2 горизонта +240 м и откаточному штреку 1 горизонта +192 м.

При анализе состояния проветривания подземного рудника нельзя не учитывать принятую на руднике технологию ведения очистных работ. Отработка рудных тел камерной системой (без закладки выработанного пространства) с последующим погашением междукамерных и междуэтажных целиков приводит к образованию зон обрушения, имеющих аэродинамические связи с поверхностью. Обоснованность предположения о возможности наличия связи подземных горных выработок с поверхностью через данные зоны подтверждается результатами анемометрической съемки и изучением проектной документации рудника. Через эти связи на горизонты +288 и +240 м поступает значительное количество свежего воздуха. Так, согласно расчету естественного воздухораспределения в шахтной вентиляционной сети на ПЭВМ по специальной программе «Воздухораспределение в ШВС» на горизонт +288 м поступает ~45 м^3/с, а на горизонт +240 м ~40 м^3/с свежего воздуха.

В III и IV квартале 2016 года согласно программе горные работы велись только на горизонте +288 м – осуществлялось погашение межэтажных целиков по рудным телам 4,6, в связи с чем в целях безопасности все работы на нижележащих горизонтах временно приостановлены. Временно запрещен также допуск людей и техники на нижележащие горизонты.

Проветривание подземного рудника осуществлялось по фланговой схеме комбинированным способом посредством двух главных вентиляторных установок (ГВУ) типа AL17-2500 («Korfmann Lufttechnik GmbH»).

ГВУ № 1, установленная на штреке 1 гор. +288 м, работает в нагнетательном режиме, а ГВУ № 2 на гор. +240 м – во всасывающем.

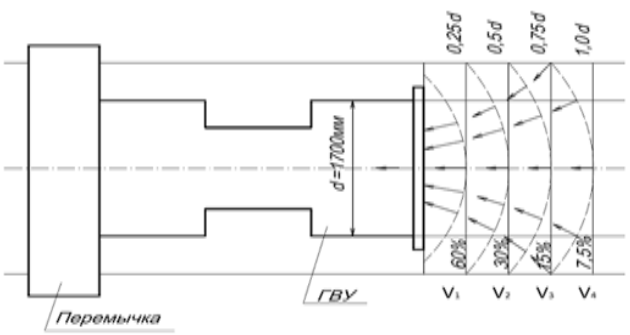
Свежий воздух в подземные горные выработки рудника согласно вентиляционному плану поступает в шахту по штольням № 1, 2 и далее по штреку 1 горизонта +240 м до ВВ гор. +288/+96 м.

Общешахтная исходящая струя выдается с горизонтов +240 м и +192 м (через штольни 1, 2 горизонта +240 м и главный вход портала № 4 горизонта +192 м).

Проветривание тупиковых выработок осуществляется с помощью вентиляторов местного проветривания типа ESN9 – 450 («Korfmann Lufttechnik GmbH») и ВМ-6м, работающих на гибкие вентиляционные трубы диаметром 0,8÷1,0 м.

Количество воздуха, поступающего в шахту в течение 2016 года, изменялось в пределах: 84,5 м^3/с в I квартале, 105,4 м^3/с во II квартале, 135,75 м^3/с в III квартале и 52,4 м^3/с в IV квартале.

Общий баланс воздуха по шахте рассчитывался путем обработки результатов замеров воздуха перед ГВУ и в действующих горных выработках. При этом определенные трудности возникли с замерами параметров работы вентиляторов в связи с тем, что они не оборудованы специальными устройствами для производства замеров расхода и депрессии. Автоматический контроль параметров работы вентиляторов также отсутствует. В связи с этим скорость всасывания была определена с помощью методики, описанной в [1]. На рисунке представлена расчетная схема для определения спектра скоростей воздушного потока в районе всаса ГВУ. В качестве примера приведе-



Расчетная схема для определения скоростей воздушного потока у всаса ГВУ

ны результаты замеров II квартала, сведенные в таблицу.

Результаты замеров скорости воздуха перед ГВУ №1

Параметр	Расстояние от линии всасывания			
	0,25d	0,5d	0,75d	1,0d
$V_{замеренная}$, м/с	V_1=7,22	V_2=4,56	V_3=3,48	V_4=2,85
$V_{расчитанная}$, м/с	$V_р$=12,03	$V_р$=15,20	$V_р$=23,20	$V_р$=38,00
Диаметр всасывающего патрубка, d, м	1,70			
$V_{ср}$, м/с	22,1			
S, м^2	2,30			
Q, м^3/с	50,8			

Использование данной методики связано также и с тем, что при установке вентилятора в горных выработках неизбежно влияние эффекта рециркуляции вентиляционных потоков в сети горных выработок. Применительно к исследуемой вентиляционной системе особенно явно данный эффект проявляется на верхних горизонтах, в частности на горизонте +288 м, на котором установлен ГВУ №1.

При анализе состояния проветривания подземного рудника учитывалась принятая технология ведения очистных работ в связи с тем, что отработка рудных тел камерной системой (без закладки выработанного пространства) с последующим погашением междукамерных и междуэтажных целиков привела к образованию зон обрушения, имеющих аэродинамические связи с поверхностью. Обоснованность предположения о возможности наличия связи подземных горных выработок с поверхностью через данные зоны подтверждается результатами анемометрической съемки и изучением проектной документации рудника. Так, в результате замеров III квартала установлено, что в шахту через зоны обрушения с поверхности, образовавшиеся в результате выемки целиков между камерами на горизонтах +336 м, +288 м и+240 м, на горизонты +288 м и + 240 м поступает 76,64 м^3/с воздуха, то есть более 50% его общего объема. Естественно, что подобное положение накладывает отпечатки на состояние проветривания рудника, в частности, значительно затрудняет возможность регулирования вентиляционных потоков.

Расчеты на ПЭВМ естественного распределения воздуха в шахтной вентиляционной сети выполнялись с помощью прикладной программы «Воздухораспределение в ШВС» на математической модели шахтной вентиляционной сети (ШВС), разработанной на основе схемы вентиляционных соединений и уточненного по данным воздушно-депрессионной съемки массива аэродинамических сопротивлений ветвей вентиляционной сети [2].

При формировании модели учитывался фактор влияния на проветривание рудника естественной тяги, максимальные величины которой в различные сезонные периоды для горизонтов +288, +240 и +192 м составили, соответственно, 10, 11 и 18 даПа.

В моделях ШВС естественная тяга представлена условными вентиляторами, работающими сонаправленно с ней.

На основании анализа результатов выполненных расчетов естественного распределения воздуха, данных по фактическим замерам расходов воздуха и режимам работы главных вентиляторных установок, а также учитывая перспективу развития горных работ, был проработан ряд вариантов по оптимизации проветривания рудника.

Результаты численного моделирования различных вариантов проветривания подземного рудника «Ушкатын-3» приведены ниже.

Для увеличения объема поступающего в шахту воздуха наиболее предпочтительным является вариант, который предусматривает проведение параллельно существующим воздухоподающих вентиляционных восстающих (с горизонта +288 м на горизонт +96 м и с горизонта +240 м на горизонт +144 м). Аналогичного эффекта можно добиться двукратным увеличением сечения основных вентиляционных восстающих («положительным» регулированием вентиляционной сети). В результате реализации предлагаемых данным вариантом мероприятий общее количество воздуха, поступающего в подземные горные выработки, может быть увеличено на 41%, при этом значительно улучшится состояние проветривания ШВС, что, в свою очередь, открывает более широкие перспективы по регулированию вентиляционных потоков.

Для увеличения объема поступающего в шахту воздуха при существующей сети горных выработок достаточно привлекателен также вариант, предусматривающий организацию аэродинамической связи горизонта +144 м с поверхностью (при установке ГВУ №2, работающего в нагнетательном режиме, в штольне горизонта +144 м). В результате реализации данного варианта общее количество воздуха, поступающего в подземные горные выработки, может быть увеличено на 26 %.

Разработаны рекомендации по блокированию влияния естественной тяги на проветривание рудника и обеспечение температурного режима в зимний период года, смысл которых заключается в следующем:

- размещение на горизонте +192 м подпорного вентилятора. При принятии в качестве подпорного вентилятора вентиляторной установки типа AL17-2500 требуемый эффект при работе одной установки будет обеспечиваться до температуры наружного воздуха -20°С. При понижении температуры ниже -20°С потребуется установка второго вентилятора;
- при установке на горизонте +192 м в качестве подпорных вентиляторных установок

типа ESN9-450 их необходимое количество при температуре наружного воздуха -20°С составляет 7 шт., при температуре -30°С – 10 шт. и при -40°С – 14 шт.

Кроме того, расчетами установлено, что обеспечить требуемую нормативную температуру воздуха, поступающего в шахту под влиянием естественной тяги при экстремальной температуре наружного воздуха ($t_н$ = -40°С), применением воздушной завесы, работающей без предварительного подогрева поступающего на нее воздуха, не представляется возможным [3].

Решить проблему обеспечения нормативного температурного режима в условиях экстремальной отрицательной температуры воздуха на поверхности можно применением калориферов. Для обустройства калориферной установки как совокупности оборудования, устройств, регулирующей и контрольно-измерительной аппаратуры необходимо пройти дополнительную выработку – камеру калорифера, имеющую аэродинамическую связь со штольней 1 (портала 4).

Выводы

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

Основной причиной, негативно влияющей на состояние проветривания рудника, является фактор использования в качестве основных воздухоподающих и вентиляционных выработок вентиляционных восстающих с большим аэродинамическим сопротивлением, на преодоление которого расходуется значительная часть депрессии ГВУ, поэтому в первую очередь необходимо предпринять меры по улучшению аэродинамических характеристик вентиляционной сети.

При условии размещения ГВУ в горных выработках и работе их в нагнетательном режиме необходимо при расчетах на аэродинамических моделях ШВС учитывать неизбежное влияние естественной тяги, которая в холодные периоды года может оказывать значительное противодействие нормальному проветриванию подземного рудника. Влияние естественной тяги на распределение воздуха в ШВС может быть смоделировано путем ввода в модель вентиляционной сети условных вентиляторов с аэродинамическими характеристиками, соответствующими рассчитанным или полученным в результате шахтных экспериментов величинам естественной тяги.

Применение систем разработки с обрушением налегающих пород кровли при небольшой глубине ведения горных работ приводит к возникновению несанкционированных аэродинамических связей горных выработок с поверхностью и между горизонтами.

В целях оперативного управления вентиляционными режимами необходимо обеспечить автоматизированное управление работой вентиляторов главного и местного проветривания с диспетчерского пульта.

Для повышения качества мониторинга системы вентиляции рудника необходимо оборудовать вентиляторы главного проветривания специальными устройствами для замеров их депрессии и производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левицкий Ж.Г., Нургалиева А.Д. Управление расходами воздуха в вентиляционной сети с активным регулятором // Вестник КузГТУ. – Кемерово: КузГТУ. – 2011. – № 4. – С. 23-27.
2. Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. – 209 с.
3. Требования промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. Приказ Министра по ЧС РК от «13» июля 2008 года №132.

Строительство. Транспорт

УДК 624.012:624.072

Ж.С. НУГУЖИНОВ, *д.т.н., профессор, директор института КазМИРР, Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ*

Научные аспекты развития методов расчета железобетонных конструкций

Ключевые слова: *конструкция, железобетон, метод расчета, усиление, несущая способность, рекомендация, строительные материалы, долговечность, моделирование, механика.*

Строительство – стратегически важная и активно развивающаяся отрасль Республики Казахстан, формирующая материальные контуры современности и будущего. Интеграция Казахстана в мировую экономику в рамках Таможенного союза и Всемирной торговой организации требует соответствующего реформирования строительной отрасли, в том числе на основе научных исследований. Но развитие этого сектора по-прежнему происходит без должного участия научной школы, методы которой позволяли бы отрасли определять оптимальные пути дальнейшего роста в условиях эскалации глобальных и рыночных факторов.

На текущий момент времени важно уделять большое внимание научным разработкам и исследованиям в области строительства, которые будут способствовать созданию конкурентных инновационных продуктов, а также обеспечивать отрасль высококвалифицированными специалистами, способными принимать и реализовывать новые управленческие решения. Данные разработки и исследования не позволяла в должной мере продвигать старая система нормативно-технических документов в строительстве. Практически внедрение новых материалов, методов расчета и исследований строительных конструкций не осуществлялось долгие годы. Выходом из сложившейся ситуации стала проводимая главой государства реформа нормативной базы строительной сферы, одной из целей которой служит переход от предписывающего метода нормирования к параметрическому. По поводу проводимой реформы до сих пор продолжаются жаркие диспуты, но все сходятся в одном – реформа необходима. И как к любой другой реформе, к ней надо подходить осмысленно: реформа проводится не для замены старой системы нормирования и полного игнорирования всех заложенных в нее требований и правил, а для перенимания передового зарубежного опыта с учетом сложившейся научной школы и национальных особенностей. Данный подход позволяет при научном обосновании без каких-либо кардинальных изменений в нормативной базе за небольшой промежуток времени использовать и внедрять в новое строительство современные материалы, методы расчета, а также доказательную инструментальную базу.

В связи с этим рассмотрим несколько альтернативных новых методов расчета железобетонных

конструкций. На данном этапе развития в большинстве нормативных документов различных стран за основу принят метод расчета по предельным состояниям. При целом ряде преимуществ данного метода он не свободен от недостатков. Главный из них – это различные исходные предпосылки для первой и второй групп предельных состояний. Так, для первой группы предельных состояний в основу положен метод предельного равновесия, а надежность и долговечность конструкции обеспечиваются полувероятностным подходом.

Хотя общая идеология подхода к полувероятностным моделям расчета в отечественных и действующих зарубежных нормах сохраняется, определенные отличия, безусловно, имеются.

В Еврокодах введено понятие репрезентативного значения воздействия как промежуточного между нормативным и расчетным.

Благодаря такой дифференциации декларируется более высокая надежность Еврокодов по отношению к советским нормам. На самом деле, судя по результатам сравнительных расчетов, это не повышение надежности, а повышение материалоемкости.

Все рассмотренные выше неточности и недостатки могут быть в значительной степени сняты в предлагаемом новом диаграммно-энергетическом методе расчета. Решение систем уравнений, построенных по этому методу, позволяют одновременно получить результаты по прочности, жесткости и трещиностойкости, то есть реализовать сквозной метод расчета железобетонных конструкций.

В основу диаграммно-энергетического метода заложены следующие основные гипотезы:

1. До образования первых трещин сечения при деформировании остаются плоскими (гипотеза Бернулли).
2. Гипотеза Бернулли принимается и для нетреснувшей части сечения вплоть до момента достижения наибольших деформаций на фибровых волокнах. Принятая трактовка границ применимости гипотезы Бернулли не уступает в строгости принятой в п. 1.
3. После образования трещины по высоте ее распространения деформация арматуры кинематически не связывается с деформацией бетона. Такая постановка позволяет при определении напряжений в арматуре учитывать геометрическую нелинейность деформирования сечения.
4. Работа внешних и внутренних сил при переходе системы из одного нагруженного состояния в другое зависит исключительно от этих двух состояний. Корни его уходят в закон сохранения энергии.
5. Для учета физической нелинейности связь напряжений и деформаций бетона и арматуры оценивается в соответствии с реальными диаграммами работы (деформирования) материалов.
6. При образовании трещины обратимая часть энергии треснувшей части растянутого бетона перераспределяется на арматуру. Образование трещин при загружении кратковременной нагрузкой можно считать мгновенным.

Данный метод для практики проектирования и эксплуатации железобетона может определить:

- момент образования трещин;
- величину трещин после их появления и роста при увеличении нагрузки;
- перемещение конструкции;
- несущую способность.

В трактовке В.И. Мурашева при двузначной эпюре напряжений железобетонное сечение с возрастанием внутренних усилий от нуля до предельных значений проходит 5 стадий напряженного состояния. В энергетической постановке вводится дополнительная 6-я стадия – стадия 1б.

На этой стадии рассматривается условное состояние железобетонного сечения, соответствующее нагрузке, при которой образовались трещины. Иллюстрируется процесс образования, развития и стабилизации трещины. В отличие от широко принятого подхода к описанию напряженного состояния в окрестности трещины, рассматривается изменение напряженно-деформированного состояния арматуры, которая выполняет роль тормозного элемента в трещине.

Внезапный характер появления трещины сопровождается мгновенным изменением напряженного состояния сечения, которое носит динамический характер. В этом случае составляется система из 2 уравнений:

- 1 уравнение – условие равенства приращения потенциальной энергии деформирования и работы напряжений на полном приращении деформаций для момента образования трещины, когда напряжения в арматуре становятся максимальными;
- 2 уравнение – уравнение энергетического баланса для момента, когда колебания заканчиваются и напряжения в арматуре стабилизируются.

В результате решения полученной системы уравнений определяются все необходимые параметры напряженно-деформированного состояния опасных сечений, а также перемещения, момент образования и раскрытия трещин на любой стадии нагружения – от начала до разрушения.

Другим альтернативным методом расчета, который позволяет определять параметры напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов в стадии развития трещин, является блочная модель. Когда железобетонная балка рассматривается в виде системы упругих блоков, имеющих контакт по сжатой зоне и связанных между собой продольной растянутой арматурой. Задача определения напряжений и де-

формаций рассматривается как контактная для смежных блоков с удовлетворением граничных условий по длине блока, учитывающих сцепление арматуры с бетоном, и по линии контакта между блоками, включающих особенность поля напряжений в вершине трещины. По мере роста первичных нормальных трещин в растянутой зоне, а также возникших между ними промежуточных трещин сжатая зона уменьшается до определенного минимального значения, обусловленного физико-механическими свойствами материалов и величиной коэффициента армирования. По достижении поперечными трещинами барьера, определенного минимальной высотой сжатой зоны, их рост приостанавливается. Ведущим фактором процесса разрушения становится текучесть арматуры, накопление микроразрывов и образование трещин в сжатом бетоне вследствие его поперечного деформирования, слияния продольных трещин сжатого бетона с вершинами поперечных трещин и т.п. С появлением трещин напряженно-деформированное состояние изгибаемых железобетонных элементов приобретает симметрию относительно сечений с трещинами.

В основу блочной модели заложены следующие допущения:

- нормальная трещина пересекает всю растянутую часть сечения;
- контактная поверхность остается плоской;
- грани блока в области раскрытия трещин свободны от напряжений, а в области сопряжения соседних блоков загружены распределенной нагрузкой, равной нормальным напряжениям на продолжении трещины;
- бетон проявляет только упругие свойства.

Напряжения, действующие на части сечения, расположенной вне трещины, определяются как контактные при рассмотрении сжатой зоны в сечении с трещиной, как площадки контакта двух смежных блоков.

При этом используются готовые решения задачи об упругом равновесии прямоугольных пластинок. Таким образом, исходная задача сводится к плоской задаче об упругом равновесии прямоугольника приграничных условий смешанного типа. Условием стабильности системы трещин является критерий $K_I < K_{Ic}$, невыполнение которого означает, что трещины распространяются. Связь между перемещениями контурных точек и контактными напряжениями определяется с помощью функции влияния, охватывающей совокупность линий влияния для перемещений всех контурных точек. Решение интегрального уравнения, определяющего перемещения произвольной *i*-й точки контура пластинки, с учетом граничных условий и уравнений равновесия подбиралось приближенным численным методом. В конечном счете контактная задача сводится к решению систем линейных алгебраических уравнений с использованием ЭВМ. Картина напряженного состояния, возникающего в изгибаемых железобетонных элементах, полученная путем решения контактной задачи, позволяет объяснить появление продольных или слабонаклонных трещин в сжатой зоне.

В последнее время, с развитием численных методов и вычислительной техники, одним из методов расчета железобетонных конструкций может служит их моделирование в различных программных комплексах, основанных на методе конечных или граничных элементов. Самым популярным из них является комплекс Ansys, включающий в себя возможность моделирования стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей.

Таким образом, развитие современных методов расчета железобетонных и не только конструкций позволит поддерживать нормативно-техническую доказательную базу в строительстве в актуальном состоянии и обеспечить выход новых отечественных современных материалов на строительный рынок.

УДК 539.3

Ж.Б. БАКИРОВ, *д.т.н., профессор,*
М.Ж. БАКИРОВ, *к.т.н., доцент,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ДАиПМ

Надежность конструкции при комбинированном случайном нагружении

Ключевые слова: *случайная величина, плотность распределения, расчетное напряжение, предельное напряжение, вероятность, надежность.*

Впервые вопросы теории надежности ставились в работах Н.Ф. Хоциалова и М.М. Майера. Здесь впервые подвергалась критике концепция коэффициента запаса и допускаемых напряжений. В противовес ей была выдвинута идея о применении статистических методов к расчетам на прочность. Выдающаяся роль в деле внедрения статистических методов в строительную механику принадлежит Н.С. Стрелецкому, который опубликовал ряд работ на эту тему. Продолжением этих исследований являются работы А.Р. Ржаницына, А. Фрейденталя и других. Существенный вклад во внедрение вероятностных методов в машиноведение сделан С.В. Серенсеном и его сотрудниками.

В конце 1970-х и начале 80-х годов широко развернулись работы по обоснованию и совершенствованию нормативных расчетов с использованием понятий и методов теории надежности. Эти работы ведутся в строительстве, в машиноведении и в других областях техники. Наиболее общие вопросы расчета надежности упругих систем рассмотрены в работах [1, 2, 3, 4].

В настоящее время количество публикации, посвященных вопросам надежности, постоянно растет как в плане развития общей теории надежности упругих систем, так и в плане ее применения к расчету конкретных элементов конструкций и технических систем. Об этом свидетельствует обзор периодических научных изданий [5, 6]. В отличие от опубликованных работ данная работа посвящена расчету надежности при комбинированном нагружении.

Пусть расчетное напряжение в конструкции определяется выражением

$$\sigma = Ku + Lv, \qquad (a)$$

где u, v – независимые случайные величины с известными законами распределения $f_1(u)$ и $f_2(v)$. По формуле преобразования плотностей вероятностей находим закон распределения расчетных напряжений

$$f(\sigma) = L^{-1}\int_{-\infty}^{\infty} f_2(\sigma - Ku) f_1(u) du\,. \qquad (1)$$

Если случайные величины распределены по нормальному закону, то расчетное напряжение также будет распределено по нормальному закону с параметрами

$$m_\sigma = Km_u + Lm_v, \quad S_\sigma = (K^2 S_u^2 + L^2 S_v^2)^{1/2}, \qquad (2)$$

где m, S – математическое ожидание и стандарт случайной величины.

Если случайные величины u, v подчинены гамма-распределению

$$f(y) = \left(\beta^{\alpha+1}\alpha!\right)^{-1} y^\alpha \exp\left(-y/\beta\right), \quad y \ge 0, \qquad (3)$$

то интеграл (1) примет вид

$$f(\sigma) = \left[\alpha_1!\alpha_2!\beta_1^{\alpha_1+1}\left(L\beta_2\right)^{\alpha_2+1}\right]^{-1} \exp(-\sigma/L\beta_2) \times$$
$$\times \int_0^\infty (\sigma - Ku)^{\alpha_2} u^{\alpha_1} \exp[(K\beta_1 - L\beta_2)u/L\beta_1\beta_2]du,$$

где параметры α_1, β_1, и α_2, β_2 относятся к случайным величинам u и v, соответственно. Введем обозначения:

$$t = Ku/\sigma,\ \beta_c = L\beta_2,\ \beta_p = K\beta_1,\ \lambda = (\beta_c - \beta_p)/\beta_c\beta_p$$

и перепишем последнее выражение в виде

$$f(\sigma) = \left[\alpha_1!\alpha_2!\beta_p^{\alpha_1+1}\beta_c^{\alpha_2+1}\right]^{-1} \sigma^{b-1}\exp(-\sigma/\beta_2)\ I,\ \sigma \ge 0,$$

где

$$I = \int_0^1 t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}\exp\left(-\lambda\sigma t\right)dt =$$
$$= \Gamma\left(\alpha_1+1\right)\Gamma\left(\alpha_2+1\right)\Gamma^{-1}\left(b\right)M\left(\alpha+1,b,-\lambda\sigma\right).$$

Здесь $b = a_1 + a_2 + 2$, $\Gamma(b)$ – полная гамма-функция, а $M(a, b, z)$ – вырожденная гипергеометрическая функция [7].

Теперь плотность вероятности расчетного напряжения примет следующий окончательный вид:

$$f\left(\sigma\right) = \left[\beta_p^{\alpha_1+1}\beta_c^{\alpha_2+1}\Gamma\left(b\right)\right]^{-1}\sigma^{b-1}$$
$$\exp\left(-\sigma/\beta_c\right)M\left(\alpha_1+1,b,-\lambda\sigma\right),\ \sigma \ge 0\,. \qquad (4)$$

Пусть случайная величина u подчинена гамма-распределению (3), а случайная величина v – нормальному закону. Тогда

$$f\left(\sigma\right) = \left[\beta^{\alpha+1}\alpha!\sqrt{2\pi}S_v L\right]^{-1} \times$$
$$\times \int_0^\infty u^\alpha \exp\left(-u/\beta\right)\exp\left[-\left(E - K\,u\right)^2/2L^2S_v^2\right]du\,,$$

где $E = \sigma - Lm_v$.

Введем обозначения:

$S = LS_v/K$, $\bar{S} = S/\beta$, $A = E/K\beta - \bar{S}^2/2$, $B = S^2/\beta - E/K$

и перепишем последний интеграл в виде

$$f(\sigma) = \left[\beta^{\alpha+1}\alpha!\sqrt{2\pi}S_v L\right]^{-1} \times$$
$$\times e^{-A}\int_0^\infty u^\alpha \exp\left[-\left(u + B\right)^2 / 2S^2\right]du .$$

Сделаем замену переменных $t = u/S$ и перепишем интеграл в следующем виде [7]:

$$I = S^{\alpha+1}e^{-z^2/2}\int_0^\infty t^\alpha \exp\left(-t^2/2 - zt\right)dt =$$

$$= S^{\alpha+1}\Gamma(\alpha+1)e^{-z^2/4}U(\alpha+1/2, z),$$

где $U(a, z)$ – функция параболического цилиндра; $z = B/S$.

Введем новую переменную $x = E/LS_v$. Тогда $z = \bar{S} - x$ и выражение для плотности вероятности расчетных напряжений можно записать так:

$$f(\sigma) = \left(\sqrt{2\pi}S_v L\right)^{-1} \times$$
$$\times \bar{S}^{\alpha+1}\exp\left[\bar{S}^2/2 - \left(x + \bar{S}\right)^2/4\right]U_{(\alpha+1/2, \bar{S}-x)}. \quad (5)$$

Определим далее надежность конструкции Н, трактуемую как вероятность непревышения расчетным напряжением предельного уровня. Случаи, когда расчетное напряжение распределено по нормальному закону, а предельное напряжение имеет нормальное или гамма-распределение, рассмотрены в работе [3]. При нормальном распределении расчетных и предельных напряжений надежность определяется по формуле

$$H = \Phi\left[\left(m_R - m_\sigma\right)/\sqrt{S_R^2 + S_\sigma^2}\right], \quad (6)$$

где m_R, S_R – математическое ожидание и стандарт предельного напряжения;

m_σ, S_σ – определяются по формулам (2);

$\Phi(x)$ – табулированная функция распределения нормального закона.

При сочетании нормального распределения расчетных напряжений и гамма-распределения предельных напряжений надежность определяется по формуле [3]

$$H = \left(\sqrt{2\pi}\right)^{-1}\delta^{\alpha+1}\exp\left(\delta^2/2\right)\times$$
$$\times\int_0^\infty \exp\left[-\left(x + 2\delta - b\right)^2/4\right]U_{(a, b-x)}dx, \cdot$$

где $\delta = S_\sigma/\beta$, $a = \alpha + 1/2$, $b = \delta - m_\sigma/S_\sigma$.

Здесь α, β – параметры гамма-распределения, а интеграл берется численным методом с использованием таблиц функций параболического цилиндра.

Здесь рассмотрим случаи, когда закон распределения расчетных напряжений выражается через специальные функции (4) или (5). Надежность конструкции определяется по формуле [3]

$$H = \int_0^\infty P(R)\left[\int_0^R f(\sigma)d\sigma\right]dR,$$

где $P(R)$ – плотность распределения предельного напряжения. Для распределения (4) эту формулу запишем в виде

$$H = C_0\int_0^\infty P_{(R)}dR\int_0^1 t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}\left[\int_0^R \sigma^{b-1}e^{-\mu\sigma}d\sigma\right]dt, \quad (6)$$

где $C_0 = \left[\beta_p^{\alpha_1+1}\beta_c^{\alpha_2+1}\alpha_1!\alpha_2!\right]^{-1}$, $\mu = (1 + \bar{\lambda}t)/\beta_c$, $\bar{\lambda} = \beta_c/\beta_p - 1$.

Интеграл в квадратных скобках после замены переменных имеет вид

$$\int_0^R \sigma^{b-1}e^{-\mu\sigma}d\sigma = \mu^{-b}\gamma_{(b, \mu R)},$$

где $\gamma(b, z)$ – неполная гамма-функция.

Разложим эту функцию в ряд [7]

$$\mu^{-b}\gamma_{(b, \mu R)} = R^b\sum_{n=0}^\infty \frac{(-1)^n(\mu R)^n}{(b+n)n!}.$$

При нормальном законе распределения предельного напряжения выражение (6) примет вид

$$H = C_0\sum_{n=0}^\infty \frac{(-1)^n I_n J_n \beta_c^{-n}}{(b+n)n!},$$

где $J_n = \left(\sqrt{2\pi}S_R\right)^{-1}\int_0^\infty R^{n+b}\exp\left[-\left(R - m_R\right)^2/2S_R^2\right]dR;$

$I_n = \int_0^1 t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}\left(1+\bar{\lambda}t\right)^n dt.$

Возьмем эти интегралы. Вводя обозначения: $y = R/S_R$, $d = -m_R/S_R$, имеем

$$J_n = (2\pi)^{-1/2}S_R^{b+n}e^{-d^2/2}\int_0^\infty y^{n+b}\exp\left(y^2/2 - yd\right)dy =$$
$$= (2\pi)^{-1/2}S_R^{b+n}e^{-d^2/4}\Gamma_{(b+n+1)}U_{(b+n+1/2, d)}.$$

Для вычисления функции параболического цилиндра при больших параметрах, не встречающихся в таблицах, можно воспользоваться разложением Дарвина [7]. Второй интеграл при $n = 0$ представляет собой бета-функцию, а при $n \geq 1$ – гипергеометрическую функцию [7]

$$I_0 = B_{(\alpha_1+1, \alpha_2+1)}, \quad I_n = I_0 F_{(-n, \alpha_1+1, b, -\bar{\lambda})}.$$

Согласно преобразованию Кумара

$$F_{(-n, \alpha_1+1, b, -\bar{\lambda})} = \left(1+\bar{\lambda}\right)^n F_{\left[-n, \alpha_2+1, b, \bar{\lambda}/(1+\bar{\lambda})\right]} =$$
$$= \left(\beta_c/\beta_p\right)^n F_{(-n, \alpha_2+1, b, S)},$$

где $S = 1 - \beta_p/\beta_c$.

Известно, что при отрицательном и целом первом параметре гипергеометрическая функция представима конечным рядом [7]

$$F_{(-n, \alpha_2+1, b, S)} = \sum_{m=0}^n \frac{(-n)_m(\alpha_2+1)_m}{(b)_m m!}S^m = \bar{I}_n,$$

где $(c)_m$ – символ Пахгоммера.

Так как у нас $b >> \alpha_2 + 1$ и $S < 1$, то этот ряд быстро убывает. Подставляя интегралы I_n, J_n в выражение для надежности и учитывая, что

$$\Gamma_{(b+n+1)} = (b+n)(b)n\,\Gamma(b),$$

получаем

$$H = S_R^b\left[\sqrt{2\pi}\beta_p^{\alpha_1+1}\beta_c^{\alpha_2+1}e^{d^2/4}\right]^{-1}\times$$
$$\times\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n(b)_n\left(S_R/\beta_p\right)^n U_{(b+n+1/2,d)}\bar{I}_n/n!. \quad (7)$$

Пусть теперь закон распределения напряжения имеет вид (5). Его перепишем в следующем виде:

$$f(\sigma)=\left(\sqrt{2\pi}\alpha!S_vL\right)^{-1}\bar{S}^{\alpha+1}\times$$
$$\times e^{-x^2/2}\int_0^{\infty}t^{\alpha}\exp\left(-t^2/2+xt-\bar{S}t\right)dt.$$

Введем в рассмотрение случайную величину $\Psi = R - \sigma$. При нормальном законе распределения предельных напряжений плотность ее распределения определяется выражением

$$f_{(\psi)}=\int_{-\infty}^{\infty}P_{(\psi+\sigma)}f_{(\sigma)}d\sigma=\left(2\pi S_R\alpha!S_vL\right)^{-1}\bar{S}^{\alpha+1}\times$$
$$\times\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left[-\left(\psi+\sigma-m_R\right)^2/2S_R^2\right]e^{-x^2/2}\mathrm{d}\sigma\times$$
$$\times\int_0^{\infty}t^{\alpha}\exp\left(-t^2/2+xt-\bar{S}t\right)\mathrm{d}t.$$

Учитывая, что $\sigma = (xS_v + m_v)L$, можно записать

$$f_{(\psi)}=\left[2\pi S_R\alpha!\right]^{-1}\bar{S}^{\alpha+1}\int_0^{\infty}t^{\alpha}e^{-t^2/2-\bar{S}t}\times$$
$$\times\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left[-\left(xaS_R+\lambda\right)^2/2S_R^2-x^2/2+xt\right]dx,$$

где $a = LS_v/S_R$, $\lambda = (\psi + Lm_v - m_R)/S_R$.

Внутренний интеграл в этом выражении равен

$$\int_{-\infty}^{\infty}\exp\left\{-\left[\left(a^2+1\right)x^2+2x\left(a\lambda-t\right)+\lambda^2\right]/2\right\}dx=$$
$$=\sqrt{2\pi/\left(a^2+1\right)}\exp\left[\left(t^2-2ta\lambda-\lambda^2\right)/2\left(a^2+1\right)\right].$$

Тогда

$$f_{(\psi)}=\frac{\bar{S}^{\alpha+1}exp\left[-\lambda^2/2\left(a^2+1\right)\right]}{\sqrt{2\pi}S_R\alpha!\sqrt{a^2+1}}\times$$
$$\times\int_0^{\infty}t^{\alpha}\exp\left[-\frac{t^2a^2}{2\left(a^2+1\right)}-t\left(\bar{S}+\frac{a\lambda}{a^2+1}\right)\right]dt.$$

Надежность конструкции теперь можно определить по формуле

$$H=\int_0^{\infty}f(\psi)d\psi=\left[\sqrt{2\pi\left(a^2+1\right)}\alpha!\right]^{-1}\bar{S}^{\alpha+1}\times$$
$$\times\int_0^{\infty}t^{\alpha}\exp\left[-\frac{a^2t^2}{2(a^2+1)}-\bar{S}t\right]\left\{\int_{-\lambda_0}^{\infty}\exp\left[-\frac{\lambda^2+2at\lambda}{2(a^2+1)}\right]d\lambda\right\}dt,$$

где $\lambda_0 = (m_R - Lm_v)/S_R$.

Интегрируя по λ, находим внутренний интеграл

$$\sqrt{2\pi\left(a^2+1\right)}\exp\left[a^2t^2/2\left(a^2+1\right)\right]\times$$
$$\times\left\{1+\Phi\left[\left(at-\lambda_0\right)/\sqrt{a^2+1}\right]\right\}.$$

С учетом этого надежность равна

$$H=\Gamma_{(\alpha+1)}^{-1}\bar{S}^{\alpha+1}\int_0^{\infty}t^{\alpha}\Phi\left[\left(\lambda_0-at\right)/\sqrt{(a^2+1)}\right]e^{-t\bar{S}}dt. \quad (8)$$

Теперь рассмотрим сочетание распределения (4) и гамма-распределения для предельного напряжения с параметрами α, β. Надежность конструкции вновь определяется выражением (6). С учетом ранее вычисленного интеграла в квадратных скобках получаем

$$H=C_0\int_0^1 t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}\mu^{-b}\left[\int_0^{\infty}R^{\alpha}e^{-R/\beta}\gamma_{(b,\mu R)}dR\right]dt,$$

где $C_0=\left[\beta_p^{\alpha_1+1}\beta_c^{\alpha_2+1}\beta^{\alpha+1}\alpha_1!\alpha_2!\alpha!\right]^{-1}$.

Внутренний интеграл после ввода обозначений: $x = \mu R$, $S = (\mu\beta)^{-1}$, $a = \alpha + b + 1$ приводится к виду [8]

$$I=\mu^{-\tilde{\alpha}-1}\int_0^{\infty}x^{\tilde{\alpha}}e^{-sx}\gamma_{(b,x)}dx=$$
$$=\mu^{-\tilde{\alpha}-1}b^{-1}\left(1+S\right)^{-a}\Gamma_{(a)}F_{\left[1,a,b+1,(1+S)^{-1}\right]}.$$

После двукратного применения преобразования Кумара получаем

$$F_{\left[1,a,b+1,(1+S)^{-1}\right]}=\left[\left(1+S\right)/S\right]^aF_{(b,a,b+1,-\mu\beta)}=$$
$$=\left[1+S\right)/S\right]^a\left(1+\mu\beta\right)^{-b}F_{(b,-\alpha,b+1,x)},$$

где $x = \mu\beta / (1+\mu\beta)$.

Из теории специальных функций известно [7], что

$$F_{(b,-\alpha,b+1,x)}=bx^{-b}B_{x(b,\alpha+1)},$$

где $B_{x\,(p,\,q)}$ – неполная бета-функция.

С учетом всех преобразований получим

$$I=\beta^{\alpha+1}\Gamma_{(a)}B_{x(b,\,\alpha+1)}.$$

Теперь выражение для надежности имеет вид

$$H=C_0\beta^{\alpha+1}\beta_c^b\Gamma_{(a)}B_{(b,\alpha+1)}\times$$
$$\times\int_0^1 t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}\left(1+\bar{\lambda}t\right)^{-b}I_{x(b,\alpha+1)}dt,$$

где $I_x = B_{x\,(b,\,\alpha+1)} / B_{(b,\,\alpha+1)}$.

После простых преобразований получаем

$$H=\frac{\left(\beta_c/\beta_p\right)^{\alpha_1+1}}{B_{(\alpha_1+1,\alpha_2+1)}}\int_0^1\frac{t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}}{\left(1+\bar{\lambda}t\right)^b}I_{x(b,\alpha+1)}dt. \quad (9)$$

Этот интеграл берется численно с использованием таблиц бета-функций [7]. Однако его можно вычислить приближенно. Заметим, что при изменении t от 0 до 1, величина x меняется незначительно. Следовательно, незначительно меняется функция $I_{x(b,\,\alpha+1)}$. Поэтому вынесем ее за знак интеграла, заменив x на его значение при $t = 0{,}5$

$$\bar{x}=\left(1+0{,}5\bar{\lambda}\right)\left(\beta/\beta_c\right)/\left[1+\left(1+0{,}5\bar{\lambda}\right)\beta/\beta_c\right].$$

Далее учитывая, что

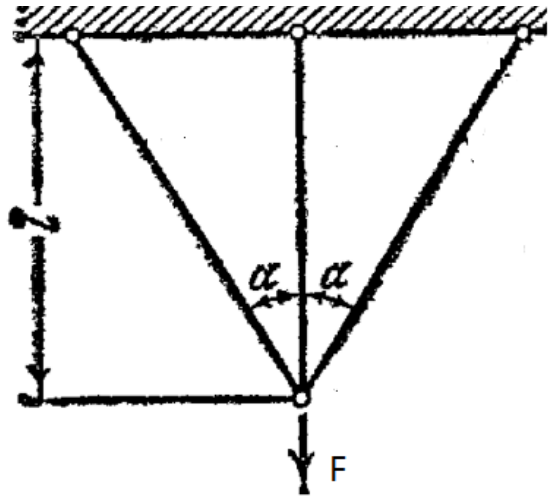
$$\int_0^1 \frac{t^{\alpha_1}\left(1-t\right)^{\alpha_2}}{\left(1+\bar{\lambda}t\right)^{b}}dt = \left(1+\bar{\lambda}\right)^{-\alpha_1-1} B_{(\alpha_1+1,\alpha_2+1)},\ 1+\bar{\lambda} = \beta_c / \beta_p,$$

получаем

$$H = I_{\bar{x}\,(b,\,\alpha+1)}. \qquad (10)$$

Приведем пример применения полученных зависимостей.

Стержневая система состоит из трех стальных стержней одинаковой площади A = 1,5 см^2 и нагружена случайной силой F (см. рисунок), подчиненной гамма – распределению (3) и имеющей среднее значение m_F = 50 кН и коэффициент вариации k_F = 0,15. Пусть длина среднего стержня отличается от проектной на величину Δ, которую будем полагать нормально распределенной случайной величиной с нулевым средним и стандартом S_Δ = 0,2 мм. Определить надежность конструкций, если предел текучести является нормально распределенной случайной величиной со средним значением m_R = 240 МПа и стандартом S_R = 24 МПа. При расчетах принять l = 1 м, α = 300.



Определим сначала параметры гамма-распределения:

$$\alpha = \left(k_F^{-2} - 1\right) = 43{,}444;$$
$$\beta = k_F^2 m_F = 0{,}15^2 \cdot 0{,}05 = 1{,}125 \cdot 10^{-3}\ \text{Мн}.$$

Из решения этой статически неопределимой задачи в детерминированной постановке находим наибольшие монтажные напряжения, которые возникают в среднем стержне

$$\sigma = 2\,\Delta E \cos^3\alpha \,/\, \ell\left(1+2\cos^3\alpha\right).$$

Это напряжение имеет нормальное распределение с параметрами

$$m_{\sigma\Delta} = 0,\ S_{\sigma\Delta} = 2S_\Delta E\cos^3\alpha \,/\, \ell\left(1+2\cos^3\alpha\right) =$$
$$= LS_\Delta = 1{,}132\cdot 10^5 \times 2\cdot 10^{-4} = 22{,}64\ \text{МПа}.$$

Аналогично находим наибольшие напряжения от силы, которые возникают также в среднем стержне:

$$\sigma_F = F \,/\, A\left(1+2cos^3\,\alpha\right) = KF = 2894F,$$
$$m_\sigma = Km_F = 2894\times 0{,}05 = 144{,}7\ \text{МПа}.$$

Это напряжение имеет гамма-распределение и в процессе эксплуатации складывается с монтажным напряжением. Тогда расчетное напряжение можно представить в виде (а), в котором

$u = F$, $v = \Delta$, K = 2894 м$^{-2}$, L = 1,132·105 Мн/м^3.

Плотность распределения напряжения определяется выражением (5), в котором безразмерный параметр

$$\bar{S} = LS_\Delta \,/\, K\beta = S_{\sigma\Delta} \,/\, K\beta =$$
$$= 22{,}64 \,/\, 2894\times 1{,}125\cdot 10^{-3} = 6{,}9635.$$

Надежность конструкций определяется выражением (8), в котором

$$\lambda_0 = m_R / S_R = 10,$$
$$a = S_{\sigma\Delta} / S_R = 22{,}64 / 24 = 0{,}9433.$$

Интеграл (8) берется по квадратурной формуле Лагерра [7]. Для этого с учетом вычисленных безразмерных параметров подынтегральное выражение представлено в виде

$$g(t) = 0{,}399h(t)\Phi(u),$$

где u = (10 – 0,9433t) / 1,375,

h = exp(43,444 lnt – 6,9635t – 36,04).

Интегрирование проведено по 15 узловым точкам и получено H = 0,959.

Если и сила распределена по нормальному закону, то расчетное напряжение также будет распределено по нормальному закону. Его параметры определяются по формулам (2)

$$m_\sigma = Km_F = 144{,}7\ \text{МПа},$$

$$S_\sigma = [(2894\cdot 0{,}15\cdot 0{,}05)^2 + (1{,}132\cdot 10^5 \times 2\cdot 10^{-4})^2]^{1/2} =$$
$$= 31{,}334\ \text{МПа}.$$

Надежность конструкций определяется по формуле (б)

$$t = \frac{240 - 144{,}7}{\sqrt{24^2 + 31{,}34^2}} = 2{,}414, \qquad H = \Phi\left(2{,}414\right) = 0{,}992.$$

Эти расчеты свидетельствуют о важности учета случайной изменчивости параметров системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
2. Александровская Л.Н. Аронов Н.З. Безопасность и надежность технических систем. – М.: Универс. Книга; Логос, 2008. – 376 с.
3. Бакиров Ж.Б. Вероятностные методы расчета элементов конструкций. – Караганда: КарГТУ, 2001. – 180 с.
4. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. – М.: АСВ, 2007. – 256 с.
5. Бакиров Ж.Б., Танирбергенова А.А. Автоматизация численного расчета вероятностных характеристик напряжений // Научный вестник НГТУ. – Новосибирск, 2012. – №3. – С. 77-87.
6. Yang Zhou; Zhang Yimin; Zhang Xufang. Reliability Sensitivity-based Correlation Coefficient Calculation in Structural Reliability Analysis. // Chin. J. Mech. Eng., 2012. Volume 25, Issue 3. – P. 608-614.
7. Справочник по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. – М.: Наука, 1979. – 830 с.

УДК 624.159.14.001.24

Б.А. БАЗАРОВ*[1], *д.т.н., проф., кафедра «Строительство»,
М.О. ИМАНОВ*[2], *к.т.н., проф., зав. кафедрой ДАиПМ,
А.Н. КОНАКБАЕВА*[1], *к.т.н., доцент кафедра «Строительство»,
Е.К. ИМАНОВ*[2], *магистр, преподаватель кафедры СМиТ,
[1]Экибастузский инженерно-технический университет им. К. Сатпаева,
[2]Карагандинский государственный технический университет

Модельные исследования работы одиночных свай в условиях подработки угольных месторождений

Ключевые слова: *свая, нагрузка, угленосная площадь, подрабатываемая территория, горизонтальная деформация, растяжение, модельные исследования, коэффициент относительной деформации.*

В 2013 году была принята Стратегия «Казахстан 2050», где были сформированы и намечены грандиозные задачи по развитию науки и капитального строительства в Республике Казахстан. В последнем Послании народу «Новое десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана» Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев осветил стратегический план 2020 – казахстанский путь к лидерству, который включает дальнейшее экономическое и социальное развитие нашей страны.

В сфере строительства решение поставленных задач требует наиболее рационального использования выделяемых материальных и финансовых ресурсов, повышения уровня индустриализации и сокращения сроков строительства, а также разработки новых прогрессивных строительных конструкций и сооружений.

Развитие экономики Казахстана в немалой степени связано с развитием горнодобывающей промышленности и созданием народнохозяйственных комплексов.

В настоящее время доля добычи угля под застроенными территориями стран СНГ составляет около 30%. Выемка из-под застроенных территорий с обеспечением сохранности жилого фонда является важнейшей государственной задачей. Параллельно с этим новое строительство в значительных объемах ведется на угленосных площадях, в том числе и на территории залегания ценных коксующихся углей, и это становится огромной проблемой для проектировщиков и строителей на подрабатываемых территориях.

В связи с этим особенно большое значение приобретает совершенствование методов расчета, конструирования и возведения фундаментов, стоимость которых составляет до 15-25% общей стоимости зданий и сооружений. Широкое применение прогрессивных конструкций фундаментов, совершенствование методов расчета и возведения, учет действительной работы фундаментов позволят получить большой экономический эффект. Требование унификации и индустриализации сохраняют свое значение и при массовой застройке угленосных площадей как один из важнейших путей снижения стоимости строительства. Увеличение объема строительства в районах залегания грунтов с низкой несущей способностью привело к расширению внедрения свайных фундаментов как географически, так и в процентном отношении к общему объему фундаментостроения на подрабатываемых территориях. Однако опыт

применения свайных фундаментов в мировой практике строительства над горными выработками ограничен, и в специальной литературе бытовало мнение о том, что свайные фундаменты противоречат основным принципам проектирования зданий на подрабатываемых территориях. В то же время растущая плотность застройки и тяготение новых жилых и производственных комплексов к исторически сложившимся селитебным районам ограничивают возможности выбора территорий строительства в угольных бассейнах стран СНГ. Поэтому возникает необходимость застройки подрабатываемых территорий с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями [1].

Неизученность вопроса о возможности и условиях применения свайных фундаментов на подрабатываемых территориях и, как следствие, отсутствие необходимых нормативных документов для проектирования заставили пойти по пути экспериментального строительства.

Типизация проектных решений и развитие соответствующей индустриальной базы, вызванные повсеместным распространением свай в обычных условиях строительства, требуют и при проектировании зданий на угленосных площадях ставить вопрос о применении свайных фундаментов как о наиболее прогрессивном решении нулевого цикла, что является отражением принципиально новой позиции фундаментостроения.

Для внедрения такого решения на подрабатываемых территориях требовалось изучить и проанализировать особенности взаимодействия свайных фундаментов с деформируемым при подработке основанием, а также решить вопросы проектирования и производства работ, необходимые для обеспечения технико-экономических показателей, позволяющих вести массовую застройку подрабатываемых территорий не только без удорожания строительства, по сравнению с фундаментами на естественном основании, но и с определенным экономическим эффектом.

В связи с этим исследования работы и изменение несущей способности сваи на подрабатываемых территориях, является актуальной задачей фундаментостроения в сложных инженерно-геологических условиях.

Данные исследования посвящены разработке инженерной методики расчета определения несущей способности сваи при вертикальной нагрузке в зависимости от горизонтальных деформаций основания при подработке территории, которая решалась экспериментальным моделированием в лабораторных условиях, позволившей разработать инженерный метод расчета вертикально нагруженных свай на подрабатываемых территориях, учитывающей как фактор изменения относительной деформации грунта, так и фактор геометрических изменений конструкций свай по результатам испытания одиночной сваи на неподрабатываемых территориях.

С целью исследования вопроса о влиянии горизонтальных деформаций грунтового массива на вертикальную несущую способность сваи проведены модельные испытания свайных фундаментов на горизонтально-деформируемой среде в масштабе 1:40.

Материалом модели грунтового основания при исследовании модельных одиночных свай служила смесь, состоящая из 97% мелкого кварцевого песка с добавлением 3% технического масла для поддержания постоянной влажности грунта. Этот материал удобен для изготовления моделей: деформации ползучести быстро затухают в нем после приложения очередной ступени нагрузки.

Исследования одиночных модельных свай проводились на объемном стенде, конструкция которого представлена на рисунке 1. Ёмкость для засыпки эквивалентной смеси имеет размеры 1400х650х600 мм. Стенд работает следующим образом: с помощью болтовых соединений происходит сжатие или раздвижение швеллерных секций, вместе с которыми деформируется грунт в лотке. Горизонтальные деформации растяжения грунта обеспечиваются за счет сил упругого восстановления сжатых упругих прокладок, при ослаблении болтовых соединений. Горизонтальные деформации сжатия грунта обеспечиваются сжатием упругих прокладок при помощи болтовых соединений. Данная конструкция стенда позволяет задание грунту горизонтальных деформаций до $\varepsilon = 20 \times 10^{-3}$.

Эквивалентный материал укладывался в лоток слоями по 5 см и уплотнялся катком. В процессе подготовки основания контролировалась плотность материала по величине удельного веса.

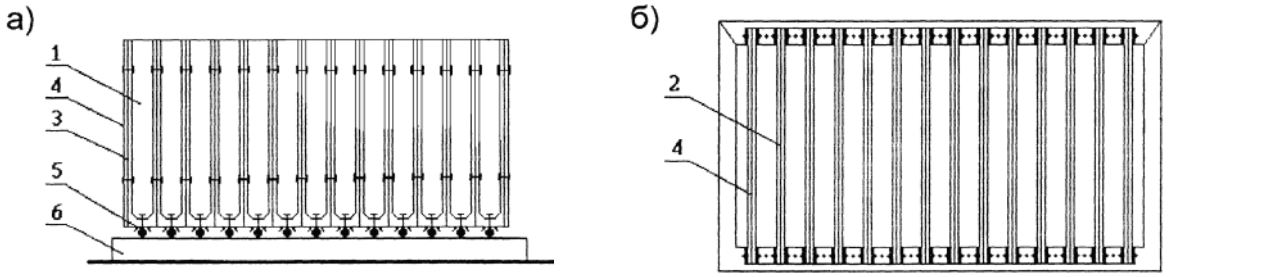
В качестве моделей испытуемых свай служили алюминиевые стержни длиной 200 мм, 250 мм, 300 мм и диаметром Ø10 мм, Ø12,5 мм, Ø15 мм.

Нагрузка на модельную сваю осуществлялась ступенями через каждые 5 минут. Ступень нагрузки равна 1/10 – 1/15 от ожидаемой критической несущей способности испытуемой модельной сваи. Осадка свай измерялась прогибомерами Аистова 6ПАО (рисунок 1).

Для определения критической несущей способности до начала исследований проводились пробные испытания всех модельных свай, используемых в экспериментальных работах, на предмет установления максимальных ожидаемых нагрузок, воспринимаемых сваей при вертикальном её загружении [2].

Испытания каждой сваи, для получения более достоверных данных, проводились 6-8 раз и более, то есть до тех пор, пока отличие результатов 70-80% проведенных экспериментальных исследований составило не более 10%.

Исследование модельных одиночных свай проводилось при искусственном осуществлении фиксированных горизонтальных растяжений грунтовой толщи согласно заданным относительным деформациям. Данная задача решалась благодаря конструкции лотка, в котором имеется



1 – швеллерные секции; 2 – резиновые прокладки; 3 – болтовые соединения; 4 – боковые стенки; 5 – регулируемые упоры; 6 – станина.
а – вид сбоку, б – вид сверху

Рисунок 1 – Схема объемного стенда для моделирования деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений

возможность моделировать работу оснований с учетом глубины и мощности подработки. Горизонтальные деформации основания в процессе подработки определялись микрометром, путем измерения расстояния между марками, расположенными на поверхности материала через 10 см друг от друга (рисунок 2).

В результате выполненных исследований были построены графики $S = f(F)$ несущей способности модельных одиночных свай при относительных горизонтальных деформациях, равных $\varepsilon = 0$, $\varepsilon = 3x10^{-3}$, $\varepsilon = 6x10^{-3}$, $\varepsilon = 9x10^{-3}$, $\varepsilon = 12x10^{-3}$ (рисунок 3).

Во всех рассматриваемых графиках, наблюдается снижение несущей способности свай при увеличении относительных горизонтальных деформаций от $\varepsilon = 0$ до $\varepsilon = 12 \times 10^{-3}$. Например, анализируя график, представленный на рисунке 3а, можно вычислить, что с увеличением относительной горизонтальной деформации грунта с $\varepsilon = 0$ до $\varepsilon = 3x10^{-3}$, несущая способность модельной сваи уменьшилась в 1,4 раза, с увеличением $\varepsilon = 0$ до $\varepsilon = 6x10^{-3}$ – уменьшилась в 1,98 раза, с увеличением $\varepsilon = 0$ до $\varepsilon = 9x10^{-3}$ – уменьшилась в 2,66 раза, а с увеличением $\varepsilon = 0$ до $\varepsilon = 12x10^{-3}$ – уменьшилась в 3,13 раза. По этому принципу проводился дальнейший анализ графиков, представленных на рисунке 3, и стало очевидным, что снижение несущей способности свай при увеличении относительных деформаций грунта происходит практически одинаково при разном диаметре свай, а также при разной глубине погружения свай.

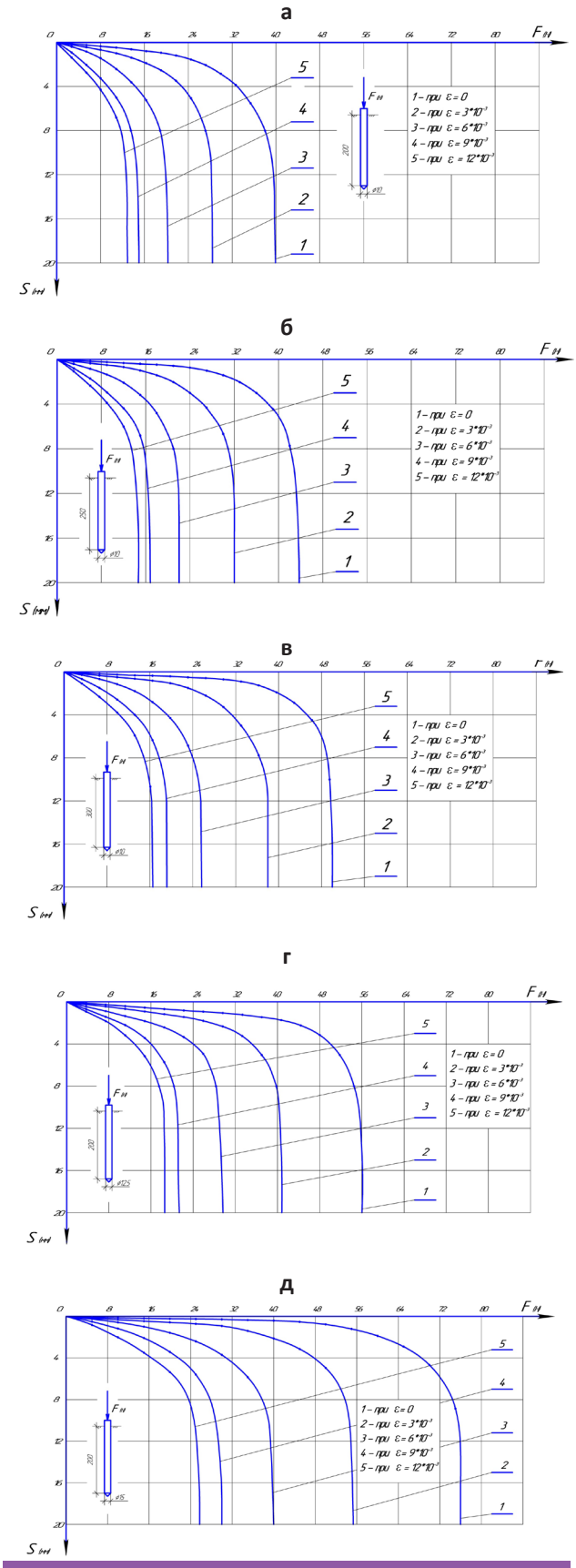
Рисунок 2 – Испытания модельной сваи на лабораторном стенде

Для изучения влияния относительной деформации грунта на несущую способность свай из полученных графиков проводилось перестроение кривых в координатах нагрузки F и относительной деформации ε при перемещениях S, равных 1,0 мм, 2,0 мм, 3,0 мм, 5,0 мм, 10,0 мм, 20,0 мм (рисунок 4).

После обработки полученных кривых $F = f(\varepsilon)$ при перемещении S, равных 1,0 мм, 2,0 мм, 3,0 мм, 5,0 мм, 10,0 мм, 20,0 мм, введено такое понятие, как коэффициент относительной горизонтальной деформации грунта (K_ε), который определяется по кривым графиков, который равен отношению несущей способности модельной сваи при относительной деформации, равной $\varepsilon = 1x10^{-3}$, $2x10^{-3}$, $3x10^{-3}$ и т.д., к её несущей способности при относительной деформации, равной $\varepsilon = 0$ при осадке сваи $S = 1,0$ мм, 2,0 мм и т.д. [3].

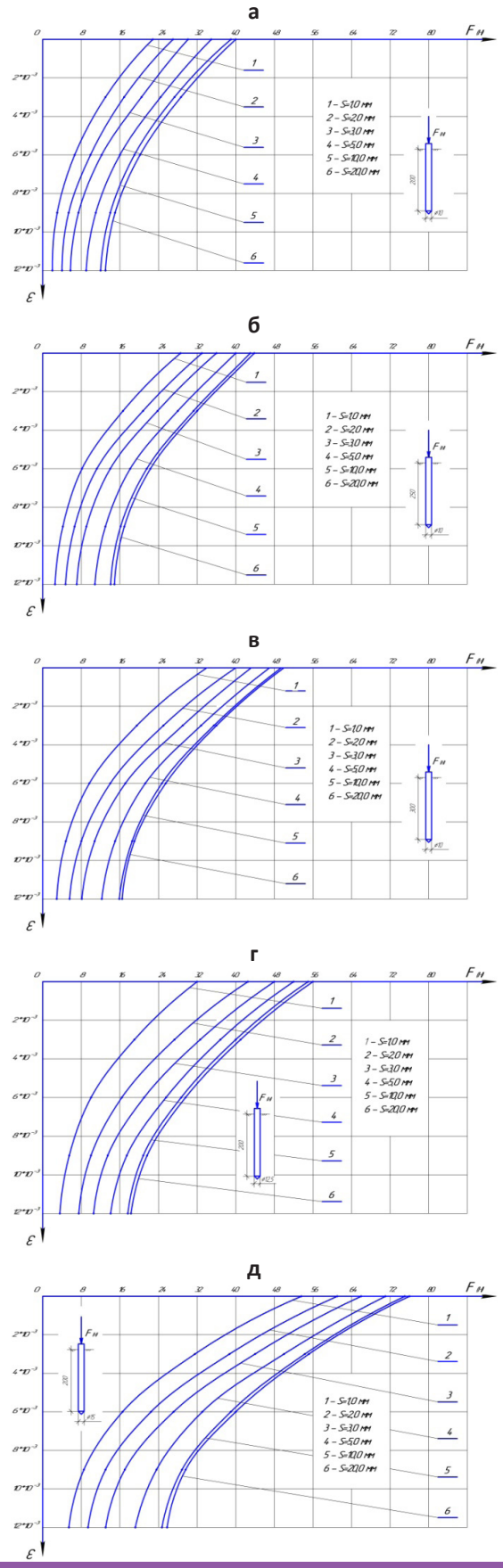
На основании проведенных лабораторных исследований была предложена и описана инженерная методика расчета несущей способности сваи на подрабатываемом основании.

Согласно СНиП РК 5.01-03.2002 «Свайные фундаменты» на подрабатываемых территориях расчет свайных фундаментов должен производиться по предельным состояниям на особое сочетание нагрузок, назначаемых с учетом воздействия со стороны деформируемого при подработке основания.



а) l = 200 мм и Ø = 10 мм; б) l = 250 мм и Ø = 10 мм; в) l = 300 мм и Ø = 10 мм; г) l = 200 мм и Ø = 12,5 мм; д) l = 200 мм и Ø = 15 мм

Рисунок 3 – Графики зависимости S = ƒ(F) одиночной модельной сваи при различных горизонтальных деформациях основания



а) K_{ε} при l = 200 мм, Ø10; б) K_{ε} при l = 250 мм, Ø10; в) K_{ε} при l = 300 мм, Ø10; г) K_{ε} при l = 200 мм, Ø12,5; д) K_{ε} при l = 200 мм, Ø15.

Рисунок 4 – Графики зависимости F = f(ε) для определения коэффициента относительной сжимаемости грунта K_{ε}

В настоящее время основным является расчет по первой группе предельных состояний – по несущей способности конструкций свай и ростверков.

Учитывая результаты проведенных исследований одиночных свай в лабораторных условиях, предлагается инженерная методика расчета несущей способности одиночных свай при действии вертикальной нагрузки на подрабатываемых основаниях.

По предлагаемой методике, зная несущую способность сваи по результатам лабораторных испытаний или расчету, при относительных деформациях грунта $\varepsilon = 0$, то есть без подработки территории, несущую способность сваи на подрабатываемом основании предлагается определять по формуле:

$$F_{\text{подр}}^{\text{св}} = F_0^{\text{св}} \times K_\varepsilon ,$$

где K_ε – коэффициент относительной горизонтальной деформации грунта, который берется из таблицы.

$F_0^{\text{св}}$ – несущая способность сваи при заданной осадке на неподрабатываемом основании.

Заключение

Анализ графиков модельных испытаний свай с различным поперечным сечением и длиной показал, что степень снижения несущей способности имеет определенное количественное значение для фиксированных относительных горизонтальных деформаций грунта.

После перестроения кривых в координатах нагрузка F и относительная горизонтальная деформация ε при перемещениях S, равных 1,0 мм, 2,0 мм, 3,0 мм, 5,0 мм, 10,0 мм, 20,0 мм, определялся коэффициент относительной горизонтальной деформации грунта, который равен отношению несущей способности модельной сваи при относительной горизонтальной деформации, равной

Средние значения коэффициента относительной горизонтальной деформации грунта K_ε при $K_{\varepsilon\ ср\ Ø,\ l\ =\ 200\ мм}$ и $K_{\varepsilon\ ср\ Ø10}$

$$K_\varepsilon = \frac{K_{\varepsilon cp l,\varnothing 10мм} + K_{\varepsilon cp\varnothing,\ l=200мм}}{2}$$

S,мм / ε*10^{-3}	20	10	5	3	2	1
1	0,908	0,907	0,895	0,888	0,878	0,859
2	0,815	0,813	0,803	0,780	0,751	0,714
3	0,724	0,721	0,704	0,673	0,626	0,575
4	0,643	0,639	0,613	0,572	0,523	0,460
5	0,577	0,572	0,526	0,484	0,433	0,369
6	0,516	0,509	0,461	0,407	0,349	0,290
7	0,465	0,458	0,415	0,346	0,296	0,234
8	0,423	0,413	0,360	0,294	0,247	0,180
9	0,380	0,376	0,332	0,257	0,216	0,154
10	0,363	0,354	0,297	0,228	0,182	0,126
11	0,342	0,330	0,276	0,207	0,163	0,113
12	0,331	0,320	0,263	0,196	0,150	0,100

$\varepsilon = 1*10^{-3}$, $2*10^{-3}$, $3*10^{-3}$ и т.д., к её несущей способности при относительной горизонтальной деформации $\varepsilon = 0$ при осадке S = 1,0 мм, 2,0 мм, 3,0 мм, 5,0 мм, 10,0 мм, 20,0 мм.

Полученный коэффициент относительной горизонтальной деформации грунта в количественном отношении не зависит ни от глубины погружения сваи, ни от её диаметра, а изменяется только от относительной горизонтальной деформации грунта, то есть с увеличением относительной горизонтальной деформации грунта уменьшается количественное значение коэффициента K_ε.

Вычисленные значения коэффициента относительной горизонтальной деформации грунта в зависимости от деформации сваи и относительной горизонтальной деформации грунта табулированы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базаров Б.А., Избасарова Т.В., Искакова А.Н. Анализ механических процессов в деформируемом грунте // Сборник трудов международной научной конференции «Научно-технический прогресс в металлургии» / КарМетИ. – Темиртау, 2001. – С. 389-396.
2. Базаров Б.А., Искакова А.Н. Взаимодействие фундаментных конструкций с основаниями, подверженных горным выработкам // Сборник материалов международной конференции «Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкций» / КазГАСА. – Алматы, 2007. – 29 с.
3. Жусупбеков А.Ж., Конакбаева А.Н. Модельные исследования специальных фундаментных конструкций свай на территориях, подверженных горным выработкам // Материалы международной конференции «Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкций» / КазГАСА. – Алматы, 2008. – С. 149-151.

УДК 624.159.5

А.А. ЖАКУЛИНА, *к.т.н., доцент,*
К.А. АБДРАХМАНОВА, *докторант,*
Н. НАСРАТ, *магистрант,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

Исследования длительной прочности грунтов

Ключевые слова: *основание, фундамент, модель, реология, ползучесть, грунт, интенсивность, напряжение, деформация.*

С переходом в 2020 году проектирования оснований на международные стандарты (Eurocode-Geotechnika-7) требуются расчеты осадок фундаментов с учетом ползучести грунтов. Следует отметить, что строительные нормы Республики Казахстана не учитывают процесс ползучести скелета грунта основания во времени. При расчете осадок реологические свойства грунтов не рассматривают. Еврокод общую осадку фундаментов грунтов основания рекомендует определять:

$$S = S_0 + S_1 + S_2, \quad (1)$$

где S – общая осадка;

S_0 – мгновенная-упругая осадка;

S_1 – осадка, вызванная консолидацией;

S_2 – осадка, вызванная ползучестью (вторичная).

Рассматриваются глинистые грунты Западного Казахстана и исследованы их реологические свойства.

По результатам исследования и обработки экспериментальных данных были получены следующие зависимости:

- изменение объёмной деформации во времени при гидростатическом обжатии $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$, [1,2,3];
- изменение интенсивности напряжений от осевой деформации при девиаторном нагружении $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$;
- изменение объёмной деформации от интенсивности напряжений при девиаторном нагружении $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$;
- зависимость касательных напряжений $-\sigma_1$ от средних напряжений $-\sigma_2 = \sigma_3$;
- изменение сдвиговой деформации от интенсивности напряжений при девиаторном нагружении.

Испытания проводились по консолидированно-дренированной схеме для простого напряжённого состояния образца водонасыщенного грунта (параметры напряжённого и деформированного состояния Лоде приняты постоянными) [1,2,3].

В течение первого часа при гидростатическом обжатии $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = 0{,}1$ МПа стабилизация объёмной деформации суглинков не происходит и связано это с рассеиванием порового давления и ползучестью скелета грунта.

После гидростатического обжатия $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = 0{,}1; 0{,}20; 0{,}30$ МПа образцы водонасыщенного грунта подвергались девиаторному нагружению $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ по консолидированно-недренированной схеме до полного разрушения.

При этом интенсивность напряжений от осевой деформации при девиаторном нагружении вначале имеет скачкообразный характер и, достигая критической точки, начинает падать. Критическая точка в данном случае по диаграмме касательных напряжений от нормальных эффективных напряжений совпадает с участком перехода состояния грунта от нормальной до пластичной структуры. В суглинках интенсивность напряжений постоянно убывает.

Следует также отметить, что при девиаторном нагружении существует критическая точка, характеризующая переход нормального к пластическому состоянию образца грунта.

Изменение объёмной деформации от интенсивности напряжений суглинистых грунтов при девиаторном нагружении показывает, что объёмная деформация зависит от нагрузки.

Проведённые опыты характеризуются простыми траекториями нагружения, достигнутые путём увеличения инвариантов напряжённого состояния (среднее напряжение и интенсивность напряжения) при постоянных значениях в экспериментах параметра вида напряжённого состояния (параметр Лоде) и угла поворота осей главных напряжений. При этом режиме нагружения следует считать, что время изменения напряжённого состояния до разрушения постоянно.

Высокое значение плотности грунта приближает траекторию нагружения к девиаторному. При этом для всех траекторий справедливо условие прочности Мизеса-Шлейхера [4,5,6].

$$\sigma_1 = C_{\text{окт}} - \sigma \; tg \; \varphi_{\text{окт}} . \quad (2)$$

Сдвиговая деформация от роста интенсивности напряжений при девиаторном нагружении при консолидированно-дренированном испытании суглинистых образцов грунта плавно возрастает до определённого значения; далее по прямой. При консолидированно-недренированном испытании сдвиговая деформация изменяется по кривой до определённого значения, после чего происходит резкое уменьшение.

Экспериментальные исследования деформаций формоизменения суглинистых грунтов проводились с целью определения:

1) особенностей деформирования суглинистых грунтов в процессе сдвиговой ползучести при различных условиях залегания;
2) связи между напряжениями, деформациями и временем при напряженном состоянии для исследованных суглинистых грунтов.

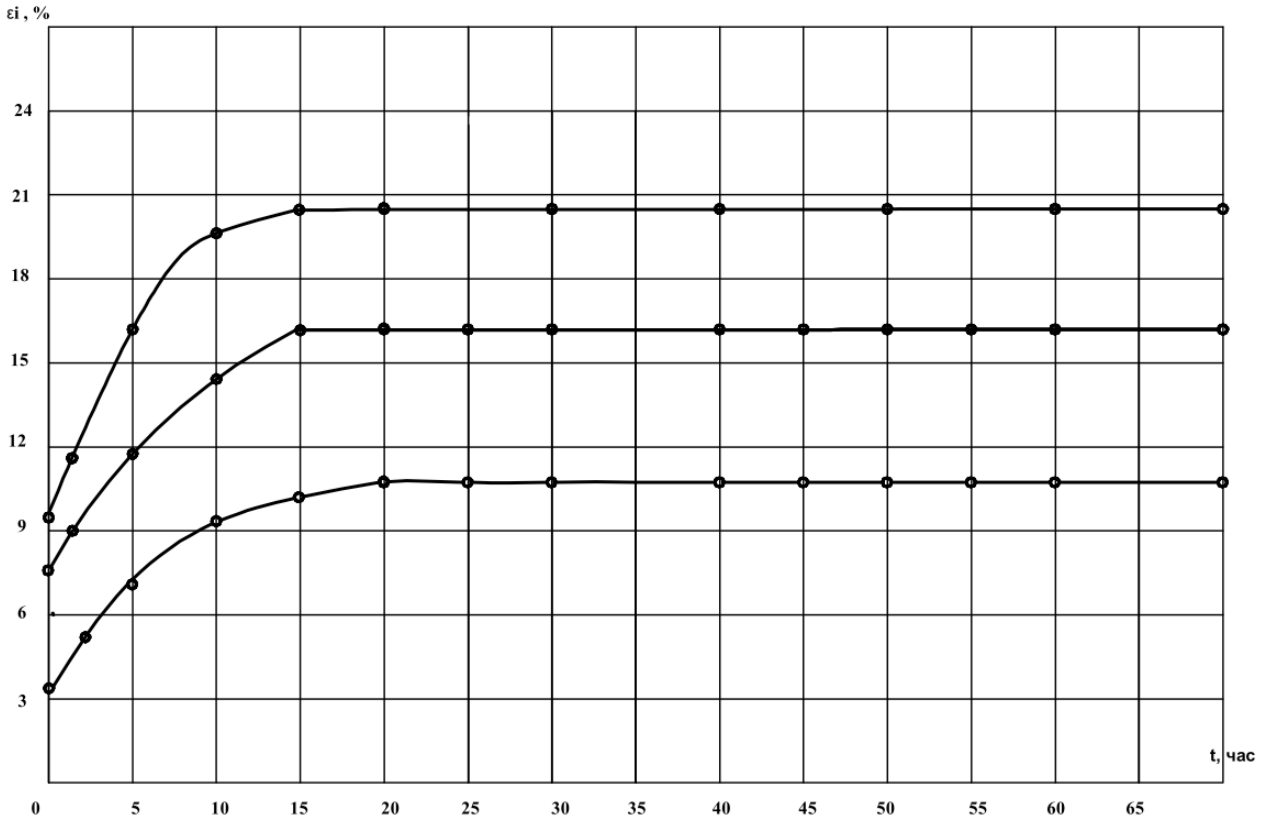
Процесс деформирования суглинистых грунтов в условиях напряженного состояния исследовался проведением серий испытаний образцов естественной ненарушенной структур, природной влажности при одном и том же виде напряженного состояния, характеризуемом одним значением Лоде – μ_σ в каждом опыте.

При μ_σ = const величина среднего нормального напряжения принималась равной: 0,1; 0,2; 0,3 МПа и в каждом опыте поддерживалась постоянной. На рисунке представлены результаты опытов на сдвиговую ползучесть образцов суглинка во времени, которые имели начальную влажность, равную от 14,5-25,48%.

При σ_m = 0,1 МПа величина интенсивности деформаций составила $1{,}72 \cdot 10^{-2}$ и $0{,}90 \cdot 10^{-2}$, 67 и 89 часов. За условную стабилизацию деформации образца при ступенчато-возрастающем нагружении принималась величина $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ мин$^{-1}$. Испытания проводились при значении параметра Лоде равном 0.

Графики зависимости интенсивности деформаций от интенсивности напряжений показывают их нелинейность для всех значений σ_m – действующих средних нормальных напряжений. Поэтому для количественной оценки деформирования исследованных грунтов целесообразно было принятие секущего модуля сдвига $G_{сек}$. С увеличением среднего нормального напряжения наблюдалось увеличение секущего модуля сдвига. Если при σ_m = 0,1 МПа и $\varepsilon_i = 2 \cdot 10^{-2}$ $G_{сек}$ = 5,5 МПа, то при σ_m = 0,2 МПа и σ_m = 0,3 МПа значение $G_{сек}$ увеличивалось на 53-110%. Аналогичные результаты были получены и в других опытах. Для установления влияния вида напряженного состояния на процесс деформирования суглинков испытания проводились с аналогичными образцами грунта, но при других значениях параметра напряженного состояния. На рисунке представлены графики сдвиговой ползучести суглинка W_0 = 14,5-25,48% при μ_σ = -1 во времени. При σ_m = 0,1 МПа значение ε_i составило 1,35%, время разрушения 192 часа, а при σ_m = 0,3 МПа 1,50% и 233 часа. В диапазоне изменения сдвиговых деформаций $0{,}5\% < \varepsilon_i < 2{,}0\%$ величина секущего модуля сдвига уменьшилась на 78-84%, что указывает на существенную нелинейность деформирования исследованных грунтов. Отношение величин значений секущих моделей сдвига, соответствующих напряженным состояниям при μ_σ = 0 и μ_σ = -1, независимо от величин среднего нормального напряжения и интенсивности деформаций, может быть принята постоянной, что позволяет говорить о геометрическом подобии кривых зависимости между напряжениями и деформациями.

Сравнение с данными опытов с грунтами природной влажности, нарушенной структуры показывает, что величина интенсивности деформации возросла в 5,1 раза, сдвиговая ползучесть



Характерные графики затухающей ползучести грунтов

перешла в прогрессирующую стадию при $\sigma_i \geq 0{,}8\ \sigma_i^{\text{пред}}$. При значениях среднего нормального напряжения 0,2 МПа и 0,3 МПа и при возросшей интенсивности деформации в 6,2 и 7,5 раза соответственно, время разрушения сократилось со 197 до 144 часов.

В аналогичных условиях, при виде напряженного состояния, соответствующем параметру Лоде $\mu_\sigma = 0$ и $\sigma_m = 0{,}1$ МПа, были проведены серии испытаний на сдвиговую ползучесть суглинков. При величинах интенсивности деформаций $0{,}7\ \sigma^{\text{пред}}$ и $0{,}8\ \sigma^{\text{пред}}$ деформации ползучести затухали в течение 40 часов и 72 часов и лишь при $\sigma_i \geq 0{,}9\ \sigma_i^{\text{пред}}$ сдвиговая ползучесть переходила в прогрессирующую стадию, заканчивающуюся разрушением образца в течение 104 часов и с интенсивностью деформаций $1{,}77 \cdot 10^{-2}$.

Сдвиговая ползучесть при величине среднего нормального напряжения $\sigma_m = 0{,}3$ МПа и при интенсивности напряжений $\sigma_i = (0{,}4 \div 0{,}5) \cdot \sigma_i^{\text{пред}}$ затухала в течение 16 – 40 часов с интенсивностью $0{,}8 \cdot 10^{-2}$ и $1{,}5 \cdot 10^{-2}$. Характер кривой носил прогрессирующую ползучесть с постоянной скоростью деформирования и разрушением при $\varepsilon_i = 8 \cdot 10^{-2}$ через 124 часа.

Данное обстоятельство особенно выражено при $\sigma_m = 0{,}2$ МПа. Скорость деформирования составила $0{,}05 \cdot 10^{-2}$ 1/ч. Время разрушения 140 часов, интенсивность деформаций $7{,}4 \cdot 10^{-2}$.

Опыты проводились с грунтами ненарушенной структуры с начальными значениями естественной влажности $W_0 = 14{,}5$ и влажности $W_0 = 25{,}48$, соответствующей полному водонасыщению. Предварительные данные о взаимодействии с водой, показали что при градиентах напора 8÷10 в условиях всестороннего сжатия полное водонасыщение образца происходит в течение 2÷4 сут.

В связи с поставленными задачами и для упрощения экспериментов в целью сравнения данных, полученных в условиях напряженного состояния с данными опытов, полученных на широко используемых традиционных приборах, виды напряженного состояния образцов соответствовали, в основном, параметру Лоде, равном -1;0. Меньшей скоростью деформирования и за тот же промежуток времени было отмечено возрастание деформации после приложения нагрузки на $\varepsilon_i = 0{,}125 \cdot 10^{-2}$, тогда как при первой и второй ступенях соответственно за то же время фиксировались деформации $\varepsilon_i = 0{,}31 \cdot 10^{-2}$ и $\varepsilon_i = 0{,}25 \cdot 10^{-2}$. Через 48 часов после приложения третьей ступени нагружения в течение 4 часов наблюдалось резкое возрастание деформации до $\varepsilon_i = 1{,}19 \cdot 10^{-2}$ и наступало разрушение образца. Зависимость интенсивности деформаций от интенсивности напряжений показывает подобие этих кривых при различных значениях среднего нормального напряжения и достаточно для выбора расчетной модели с учетом параметров ползучести.

Грунты в основаниях фундаментов зданий и сооружений всегда находятся в условиях сложного напряженного состояния. Упрощение работы пылевато-глинистого грунта в основаниях должны быть обоснованы и зависят от степени завершенности процесса фильтрационной консолидации. Поэтому расчетные прочностные и характеристики сдвиговой ползучести глинистых грунтов необходимо принимать по результатам опытов на приборах трехосного сжатия, с достаточной для практических целей точностью, позволяющей смоделировать натурные условия.

Зависимости интенсивности деформаций ε_i от интенсивности напряжений σ_i при сдвиговой ползучести суглинков оказались нелинейными и определялись величиной среднего нормального напряжения σ_m. По мере увеличения σ_i экспериментальные кривые при $\varepsilon_i > 0{,}20 \cdot 10^{-2}$ расходились, причем одному и тому же значению σ_i соответствовали разные значения ε_i, большие для $\mu_\sigma = 0$, меньшие для $\mu_\sigma = -1$.

Для суглинистых грунтов экспериментально установлено существование затухающей ползучести при сдвиге. Во влажном состоянии ($W_0 < 0{,}09$) сдвиговые деформации ползучести суглинков при нагрузках, с интенсивностью напряжений $\sigma_i \leq 0.8\sigma_i^{\text{пред}}$ носили затухающий характер, при этом с возрастанием величины напряжений время полной стабилизации деформаций увеличилось.

Установлено влияние вида напряженного состояния на прочность и деформируемость глинистых грунтов при сдвиговой ползучести. Наибольшее значение экспериментально определенного параметра прочности ψ (по Мизесу-Боткину) соответствует параметру Лоде $\mu_\sigma = -1$, наименьшее $\mu_\sigma = 0$.

Исследования и анализ реологических свойств глинистых грунтов Западного Казахстана показывает, что они обладают ярко выраженным затухающим характером.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цытович Н.А., Тер-Мартиросян З.Г. Основы геомеханики в строительстве. – М., 2008. – 382 с.
2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. – М., 2009. – 448 с.
3. Жакулин А.С. Деформируемость грунтов водонасыщенных оснований. – Саарбрюкен, 2015. – 162 с.
4. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М., 2010. – 200 с.
5. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М., 2002. – 566 с.
6. Тер-Мартиросян З.Г. Реологические параметры грунтов и их расчеты. – М., 2012. – 324 с.

УДК 624.072.7

С.Р. ЖОЛМАГАМБЕТОВ*[1], *к.т.н.,
А.К. ҚОЖАС*[2], *к.т.н., ст. преподаватель,
А.Т. КАСИМОВ*[2], *к.т.н., доцент, кафедра СиЖКХ,
С.А. КАЛАЧЕВА*[2], *ст. преподаватель,
А.Т. МУХАМЕДЖАНОВА*[2], *ст. преподаватель,
[1]Казахстанский многопрофильный институт реконструкции и развития,
[2]Карагандинский государственный технический университет, кафедра СМиТ

Оценка теплопроводности наружных стен многоквартирного жилого комплекса в г. Астане

Ключевые слова: *обследование, оценка, кирпичная стена, точка росы, утеплитель, температура, теплопроводность, эксплуатация, шов, дефект, повреждение, институт КазМИРР, этаж.*

Кирпич для строительства зданий используется уже сотни лет. И даже несмотря на обилие прочих материалов, он не теряет своей актуальности среди потребителей и по сей день. А все благодаря той прочности, что присуща этому материалу – в процессе дальнейшей эксплуатации стена сможет выдерживать практически любую нагрузку в виде крыши, этажей и перекрытий. И как раз именно толщина стен дома из кирпича, главным образом, влияет на несущую способность всего сооружения в целом.

По мнению многих профессиональных строителей, ширина кирпичной стены более чем в 38 см экономически нецелесообразна. Кирпич сам по себе является очень прочным материалом, а потому для усиления конструкции и улучшения ее теплоизоляционных свойств выгодней порой применять некоторые другие дополнительные мероприятия, нежели чем увеличивать толщину стены. Тяжелое сооружение будет только увеличивать нагрузку на фундамент. В итоге получится, что бюджет строительства значительно увеличится, поскольку придется усиливать основу здания.

Для уменьшения толщины стены их чаще всего делают 2- или 3-слойными, одним слоем из которых является материал с хорошими теплоизоляционными свойствами. А для того чтобы определить оптимальную толщину этого материала, проводится теплотехнический расчет и определяется точка росы.

Определение точки росы – это температура, при которой выпадает конденсат (влага из воздуха превращается в воду). Точка с этой температурой располагается в определенном месте (на стене снаружи, где-то в толще стены или на стене внутри). В зависимости от расположения точки росы (дальше или ближе по толщине стены к внутреннему помещению) стена или сухая, или мокрая внутри. Точка росы (температура выпадения конденсата) зависит от влажности и температуры воздуха внутри помещения.

Сотрудниками Казахстанского Многопрофильного института Реконструкции и Развития при РГП на ПХВ КарГТУ (КазМИРР) в 2015 году было проведено экспертное обследование и оценка технического состояния строительных конструкций объекта «Многоквартирный жилой комплекс в районе индивидуальной жилой застройки «ЮГО-ВОСТОК» в г. Астане» [1, 2].

Наружные стены выполняются облегченной кладкой типа А64 по серии 2.130-8 на цементно-песчаном растворе М100-75 с армированием сеткой 5Вр1-50 через 4 ряда кладки. Проектом предусматривается применение кирпича силикатного М100/15 по ГОСТ 379-95 с толщиной стен 380 мм и облицовкой керамическим кирпичом М100/35 по ГОСТ 530-95. В наружных стенах 1 этажа в качестве утеплителя между основной кирпичной кладкой и облицовочным кирпичом устроен слой керамзитобетона толщиной 150 мм, плотностью r = 1000 кг/м^3. В наружных стенах типового этажа применен утеплитель ППЖ-200 толщиной 150 мм.

Предварительным и общим детальным обследованием выявлены значительные конструктивные изменения в несущих кирпичных стенах жилого комплекса:

- не соблюдены толщины вертикальных и горизонтальных швов в кирпичной кладке стен;
- в конструкциях наружных стен применен утеплитель различного типа (пенополистирол, минераловатные плиты, керамзитобетон с фактической плотностью 1059 кг/м^3 против проектных 500 кг/м^3.

Выполненный теплотехнический расчет наружных стен показал, что условие сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций наружной стены не обеспечено, также не соблюдается условие по образованию «точки росы» (рисунки 1, 2).

С целью оценки теплопроводности наружных стен выполнен теплотехнический расчет с учетом образования «точки росы» кирпичных стен 1-го и типового этажа в соответствии с их фактическим исполнением согласно СНиП РК 2.04-

Жилое помещение (Стена)

Выбор типа помещения и конструкции

Помещение	Тип конструкции
Жилое помещение	Стена

Влажность в помещении*	ϕ	55	%
Коэффициент зависимости положения наружной поверхности по отношению к наружному воздуху	n	1	
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности	α(int)	8.7	
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	α(ext)	23	
Нормируемый температурный перепад	Δt(n)	4	°C

** - параметр используется при расчете раздела "Защита от переувлажнения ограждающих конструкций" (см. закладку "Влагонакопление").*

Слои конструкции

Конструкция

№	Тип	Материалы	Толщина, мм	λ	μ	Управление
Внутри						
1		Цементно-песчаный раствор	30	0.76	0.09	
2		Кладка полнотелого силикатного кирпича 1800 кг/м³ на ЦПР	380	0.9	0.11	
3		Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон 1000 кг/м³	150	0.33	0.14	
4		Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	120	0.7	0.1	
Снаружи		Наружный воздух				

Вставить слой

Внутри: 23°C (55%) Снаружи: -36°C (80%)

Климатические параметры внутри помещения

Температура 23 Влажность 55

Климатические параметры снаружи помещения

(•) Выбранные ( ) Самый холодный месяц

Температура -36 Влажность 80

Слои конструкции (изнутри наружу)

№	Тип	Толщина	Материал	λ	R	Tmax	Tmin
			Сопротивление тепловосприятию		0.11	23.0	17.6
1		30	Цементно-песчаный раствор	0.76	0.04	17.6	15.7
2		380	Кладка полнотелого силикатного кирпича 1800 кг/м³ на ЦПР	0.9	0.42	15.7	-4.3
3		150	Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон 1000 кг/м³	0.33	0.45	-4.3	-25.8
4		120	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого 1800 кг/м³	0.7	0.17	-25.8	-33.9
			Сопротивление теплоотдаче		0.04	-33.9	-36.0

Термическое сопротивление ограждающей конструкции	1.09
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]	**1.25**
Требуемое сопротивление теплопередаче	
Санитарно-гигиенические требования [Rc]	**1.52**
Нормируемое значение поэлементных требований [Rэ]	**2.21**
Базовое значение поэлементных требований [Rт]	**3.51**

Санитарно-гигиенические требования: R < Rc

Ограждающая конструкция не удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите. Эксплуатация такой конструкции недопустима.

Поэлементные требования: R < Rэ

Ограждающая конструкция не удовлетворяет нормам (поэлементные требования) по тепловой защите.

Рисунок 1 – Теплотехнический расчет кирпичной стены 1-го этажа

03-2002 «Строительная теплотехника» [3]. Зона образования конденсата в кирпичных стенах 1-го и типового этажа представлена на рисунках 3 и 4 соответственно.

По результатам теплотехнического расчета 1-го этажа установлено, что:

- условие сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций наружной стены не обеспечено (сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R = 1{,}25 < R_c = 1{,}52$ – не удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам по тепловой

Жилое помещение (Стена)

Выбор типа помещения и конструкции

Помещение	Тип конструкции
Жилое помещение	Стена

Влажность в помещении*	ϕ	55	%
Коэффициент зависимости положения наружной поверхности по отношению к наружному воздуху	n	1	
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности	α(int)	8.7	
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности	α(ext)	23	
Нормируемый температурный перепад	Δt(n)	4	°C

** - параметр используется при расчете раздела "Защита от переувлажнения ограждающих конструкций" (см. закладку "Влагонакопление").*

Слои конструкции

Конструкция

№	Тип	Материалы	Толщина, мм	λ	μ	Управление
Внутри						
1		Цементно-песчаный раствор	30	0.76	0.09	
2		Кладка полнотелого силикатного кирпича 1800 кг/м³ на ЦПР	380	0.9	0.11	
3		Утеплитель ППЖ-200	150	0.042	0.3	
4		Цементно-песчаный раствор	25	0.76	0.09	

Слои конструкции (изнутри наружу)

№	Тип	Толщина	Материал	λ	R	Tmax	Tmin
			Сопротивление тепловосприятию		0.11	23.0	21.4
1		30	Цементно-песчаный раствор	0.76	0.04	21.4	20.8
2		380	Кладка полнотелого силикатного кирпича 1800 кг/м³ на ЦПР	0.9	0.42	20.8	14.9
3		150	Утеплитель ППЖ-200	0.042	3.57	14.9	-34.9
4		25	Цементно-песчаный раствор	0.76	0.03	-34.9	-35.4
			Сопротивление теплоотдаче		0.04	-35.4	-36.0
Термическое сопротивление ограждающей конструкции					4.07		
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]					**4.22**		
Требуемое сопротивление теплопередаче							
Санитарно-гигиенические требования [Rc]					**1.52**		
Нормируемое значение поэлементных требований [Rэ]					**2.21**		
Базовое значение поэлементных требований [Rт]					**3.51**		

Санитарно-гигиенические требования: R > Rc

Ограждающая конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите.

Поэлементные требования: R > Rт

Ограждающая конструкция удовлетворяет нормам по тепловой защите вне зависисмости от иных требований.

Рисунок 2 – Теплотехнический расчет кирпичной стены типового этажа

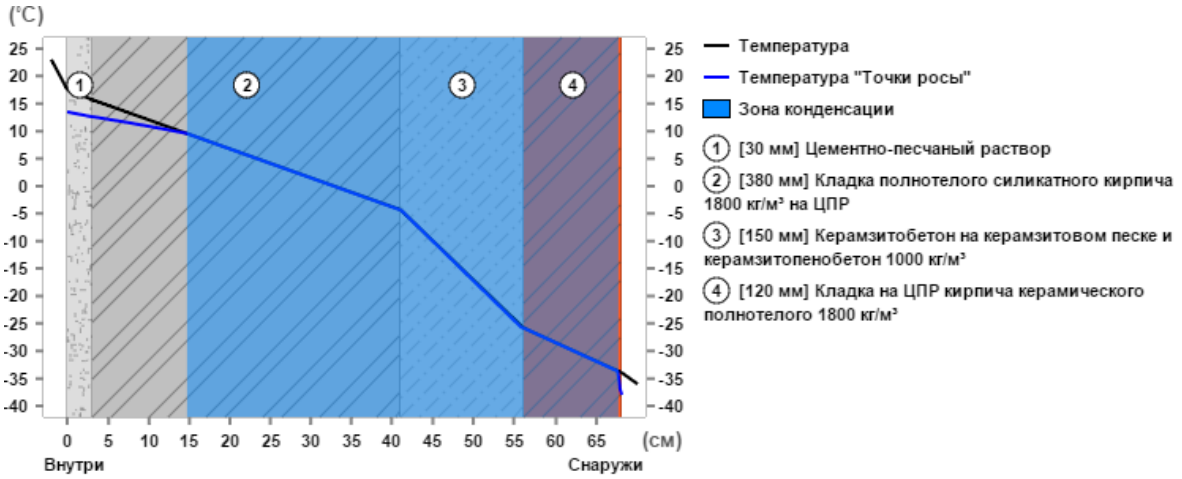


Рисунок 3 – Графики температуры внутри слоев кирпичной стены 1-го этажа и температура «точки росы»

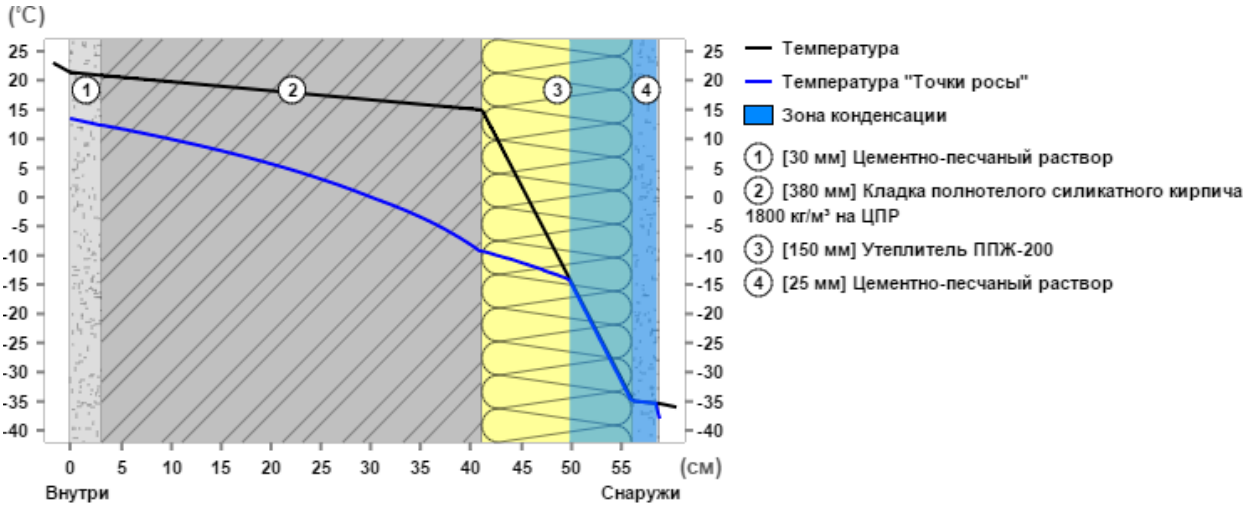


Рисунок 4 – Графики температуры внутри слоев кирпичной стены типового этажа и температура «точки росы»

защите; $R = 1{,}25 < R_э = 2{,}21$ – не удовлетворяет нормам по тепловой защите);

- условие по необразованию «точки росы» не соблюдается, образуется зона конденсата.

По результатам теплотехнического расчета типового этажа установлено, что:

- условие сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций наружной стены обеспечено (сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R = 4{,}22 > R_c = 1{,}52$ – удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите; $R = 4{,}22 < R_э = 2{,}21$ – удовлетворяет нормам по тепловой защите);
- условие по необразованию «точки росы» не соблюдается, образуется зона конденсата.

Ввиду несоблюдения условий по сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций наружных стен с учетом фактических характеристик многослойной кирпичной кладки (согласно проведенному теплотехническому расчету, образуется зона конденсата, т.н. точка росы), для обеспечения теплотехнических свойств стеновых ограждающих конструкций объекта требуется проведение работ по утеплению наружных стен с внутренней стороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническое заключение по результатам экспертного обследования и оценки технического состояния строительных конструкций объекта «Многоквартирный жилой комплекс в районе индивидуальной жилой застройки "Юго-восток" (левая сторона) пятно 6 (подъезды 1-5)». Шифр № 14.ИР.60. г. Караганда, 2015.
2. Нугужинов Ж.С., Жолмагамбетов С.Р., Курохтин Ю.А. Комплексный подход к оценке технического состояния объектов на примере института КАЗМИРР // VII Международная научно-практическая конференция «Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения» (13-14 октября 2016 г, г. Санкт-Петербург, Россия).
3. СНиП РК 2.04-03-2002 «Строительная теплотехника».

ӘОЖ 622.233

Ә.С. ҚАДЫРОВ, *т.ғ.д., профессор,*
Ж.Ж. ЖУНУСБЕКОВА, *докторант,*
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

Жер қазатын машиналардың бұрғылау жұмыс мүшесін есептеу әдіснамасы

Кілт сөздер: *бұрғылау, жобалау, тасымалдауыш, күштер, әдіснама, жылдамдық, траектория.*

Жол, өнеркәсіптік және азаматтық құрылыста ең күрделі жұмыс түрлерінің біріне жер жұмыстары жатады. Жер жұмыстарының өндірісі объектілердің ұзындығымен, әртүрлілігімен, қосымша үймереттерді тұрғызу қажеттілігімен және т.б. негізделген спецификалық сипатқа ие. Сонымен қатар, қазіргі таңда тұрғызылған нысандарды қалпына келтіру, қалалық аумақтардағы құрылыстағы алдыңғы қатарлы технологияның бірі «топырақтағы қабырға» әдісінде орындалатын жұмыстардың 85%-ын жер жұмыстары құрайды.

«Топырақтағы қабырға» әдісін арнайы, қуатты және жоғары өнімділікті жер қазатын машина, оның ішінде, бұрғылау және фрезерлі машиналардың жабдығынсыз іске асыру мүмкін емес. Осыған орай, жер жұмыстарында қолданылатын құрылыс-жол машиналарының номенклатурасын үнемі жаңартып отыру қажеттілігі туады.

«Топырақтағы қабырға» әдісінің технологиясына арналған жер қазатын машиналардың жаңа жоғары өнімділікті жұмыс мүшелерін әзірлеу осы әдістің тиімділігін айтарлықтай арттырар еді. Алайда, жаңа машиналарды әзірлеу және құрастыру экономикалық тұрғыдан тиімсіз болғандықтан әрекеттегі техникаға аспалы жұмыс мүшесін дайындау тиімді [1].

Жаңа жұмыс мүшесін жобалау үшін бұрғылау машиналарының параметрлерін анықтайтын әдіснаманы әзірлеу қажет.

Аталмыш жұмыс мүшесі бар жер қазатын машинаны есептеуде бастапқы мәліметтер үшін топырақ жағдайының мінездемелері, бұрғыланатын ұңғыманың диаметрі мен тереңдігі алынады. Топырақтың тасымалдауын сипаттайтын параметрлер (бөлшектердің қозғалыс жылдамдығы, салмағы, жүктеу коэффициенті) забойды бұзуда әсер етеді.

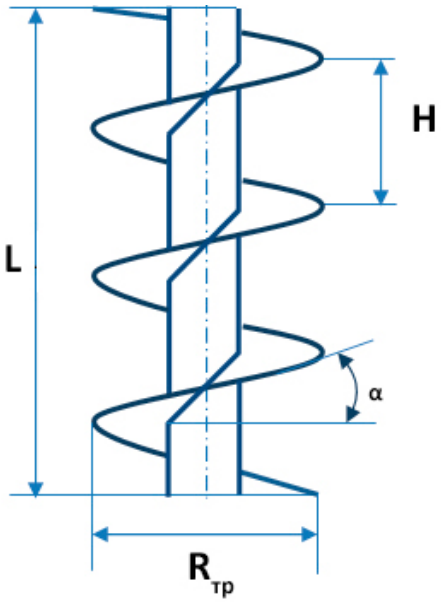
Тасымалдауыштың кинематикалық және құрылымдық параметрлерін орнату есептік формулалар бойынша іске асырылады [2].

Тасымалдауыш адымы есептеледі:

$$H_{тр} = 2\ R_{тр}\ (0{,}5 - 0{,}715), \qquad (1)$$

мұндағы $R_{тр}$ – тасымалдауыштың радиусы (1 сурет).

Адымның $H_{тр}$ аз мәні әлсіз, жабысқақ және ылғалды топырақтарға, ал үлкен мәндері – құрғақ және берік топырақтарға сәйкес келеді. Тасымалдауыштың радиусы $R_{тр}$ бұрғылау радиусы R және берілетін саңылаумен Δ анықталады:



1-сурет – Тасымалдауыштың сұлбасы

$$R_{тр} = R - \Delta, \qquad (2)$$

мұндағы R – бұрғылау радиусы;

Δ – әрекеттегі бұрғылау машиналарындағы саңылау бұрғылау радиусына байланысты $\Delta = 0{,}02 \div 0{,}06$ м аралығында болады.

Максималды радиуста $R_{тр}$ тасымалдауыштың орамасының бұрамалы жолағын көтеру бұрышы α:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{H_{тр}}{2\pi R_{тр}}. \qquad (3)$$

Бұрамалы тасымалдауыштың жұмыс шарты бойынша тасымалдауыш айналуының бірінші ($\omega_{кр1}$) және екінші ($\omega_{кр2}$) бұрыштық жылдамдығы анықталады:

$$\omega_{кр1} = \sqrt{\frac{g\left(\sin\alpha + f_m\cos\alpha\right)}{0{,}81R_{тр}f_c\left(\cos\alpha - f_m\sin\alpha\right)}}, \qquad (4)$$

$$\omega_{кр2} = \sqrt{\frac{g\cdot f_ш}{r}\cos\alpha\cdot\operatorname{arctg}\frac{H_{тр}}{2\pi r}}, \qquad (5)$$

мұндағы f_m және f_c – топырақтың болатқа және топырақтың ұңғыманың қабырғасына үйкеліс коэффициенттері.

r – тасымалдауыш штангасының радиусы ($r = (0,2 – 0,3)\ R_{mp}$).

$\omega_{кр1}$ және $\omega_{кр2}$ шамаларын салыстырып, шамасы бойынша үлкен бұрыштық жылдамдық анықталады. Анықталған мән бұрыштық жылдамдықтың өзгеруінің төменгі шекарасы болып табылады.

Айнымалы бұрыштық жылдамдықпен ω бұрғылау кезінде оның өзгеру диапазонын білу қажет. Төменгі шекарасына шамасы бойынша критикалық бұрыштық жылдамдықты $\omega = \omega_{кр}$. жатқызады, ал жоғарғы шекарасы 1,8-ден 2,1 дейінгі аралықтағы шамасының бұрғылау радиусына қатынасымен анықталады.

Тасымалдауыштың жұмыс шартынан максималды мүмкін болатын бұрғылау жылдамдығы анықталады:

$\omega = \omega_{кр}$ болған кезде

$$V_{max} \le \frac{\pi\omega_{кр}\left(R_{mp}^2 - r^2\right)\psi_з}{k_{раз}\left(\mathrm{ctg}\alpha + \mathrm{ctg}\gamma\right)}, \qquad (6)$$

$\omega = \omega_в$ болған кезде

$$V_{max} \le \frac{\pi\omega_в\left(R_{mp}^2 - r^2\right)\psi_з}{k_{раз}\left(\mathrm{ctg}\alpha + \mathrm{ctg}\gamma\right)}, \qquad (7)$$

мұндағы $k_{раз}$ – бұрғылау кезінде топырақты қопсыту коэффициенті;

$\psi_з$ – орам аралық кеңістікті толтыру коэффициенті;

γ – топырақтар бөлшектерінің қозғалысының абсолютты және ауыспалы жылдамдықтарының векторлары арасындағы бұрыш (30-тан 50 дейін).

Топырақты тасымалдау кезінде жетекті жүктеу шамасын орнату үшін тасымалдауыштағы топырақтың салмағы мен жүктеу коэффициентін d анықтау керек:

$$P = \frac{\pi\left(R^2 - r^2\right)\gamma_{уд}\psi_з}{k_{раз}}, \qquad (8)$$

$$d = \frac{0,12\sin^2\alpha\cos^3\gamma R_{mp}}{\sin(\alpha+\beta)}\left(R_{mp}f_c + \frac{f_c l\sqrt{\mathrm{tg}^2\alpha + 1}}{2\pi\mathrm{tg}\alpha\psi_з}\right), \qquad (9)$$

мұндағы $\gamma_{уд}$ – топырақтардың меншікті салмағы;

l – тасымалдауыш қалағының қалыңдығы.

Алынған шамаларды ескере отырып, тасымалдау кезіндегі қозғалтқыштан туындайтын айналу моменті, жұмсалатын қуат анықталады.

Кинематикалық тәуелділіктен жоңқаның қалыңдығының максималды мәні орнатылады.

Жетектің барлық қуаты топырақты бұзуға жұмсалғанда, яғни бұрғылаудың басында жоңқаның қалыңдығының ең үлкен мәніне ие болады. Айналу осінен ең жақын кескішке дейінгі қашықтықтың ең аз мүмкін болатын мәні табылады.

Есептеу барысында артқы бұрышының ν мәні (100-120 жоғары) алынады. Берілген бұрыштың ν мәндері бұрандалы жұмыс мүшесімен бұрғылау кезінде артқы бұрыш (50-70) кескіштердің қозғалыс траекториясының көлбеу бұрышының мәніне артуы керек деп түсіндіріледі [3].

Долотаның кескіш жиегінің кескіштерінің қосынды ені бұрғылау радиусын айналу осінен ең жақын кескішке дейінгі қашықтық айырмасының забойды жабу коэффициентінің көбейтіндісімен есептеледі.

I-IV категориялы топырақтар үшін забойды жабу коэффициентін бірге теңеуге болады.

Кескіштердің орналасуын графикалық түрде өңдегеннен кейін кесінді жақтың бұғатталу саны анықталады [4].

Долотаның шеткі кескіштерінде тозу аймағының ен қатты қорытпамен балқыту қалыңдығына тең деп есептеледі.

Тозу аймағы кескіштің жиегінің қиылысу сызығы және оның қозғалыс траекториясы бойынша түзіледі. Онда тозу аймағының көлбеу бұрышы кескіштердің қозғалыс траекториясының көлбеу бұрышының орта мәніне тең деп алынады.

Кесу бұрышының мәні бұрғылау жұмыс мүшесінің берілісі мен айналуының меншікті күштерінің қатынасына тең келетін қосымша параметрдің арктангенсімен анықталады.

Долотаның берілген және құрылымдық параметрлері үшін топырақ сипаттамаларын ескере отырып, жұмыс мүшесінің берілісі мен айналуының меншікті кедергі күштері табылады.

Өзара байланыс коэффициентінің C мәні, кесу бұрышы δ мен батыру енінің S_0 мәндері орнатылады. Болжамдап алынған және нақтыланған мәндер 15% артық шамаға ауытқыса, конструктивті параметрлер мен меншікті күштер қайта есептеледі.

Топырақты тасымалдау мен бұзу операцияларын сипаттайтын параметрлерді анықтағаннан кейін режимдік факторларды (Q = var; ω = const болғанда) анықтауға болады.

Бұрғылау басында инструментке әсер ететін беріліс күші жұмыс мүшесін жоңқаның бірлік қалыңдығының берілісі үшін қажет күштің шамасын анықтайтын, жұмыс мүшесінің берілісінің меншікті кедергі күші забойдан бұрғылау басында алынатын жоңқаның қалыңдығының көбейтіндісімен анықталады. Әрі қарай айналдырғыш қозғалтқышының білігіндегі айналу моменті, айналдырғыш жетегінің қуаты, жұмыс мүшесінің жетегінің толық қуаты орнатылады.

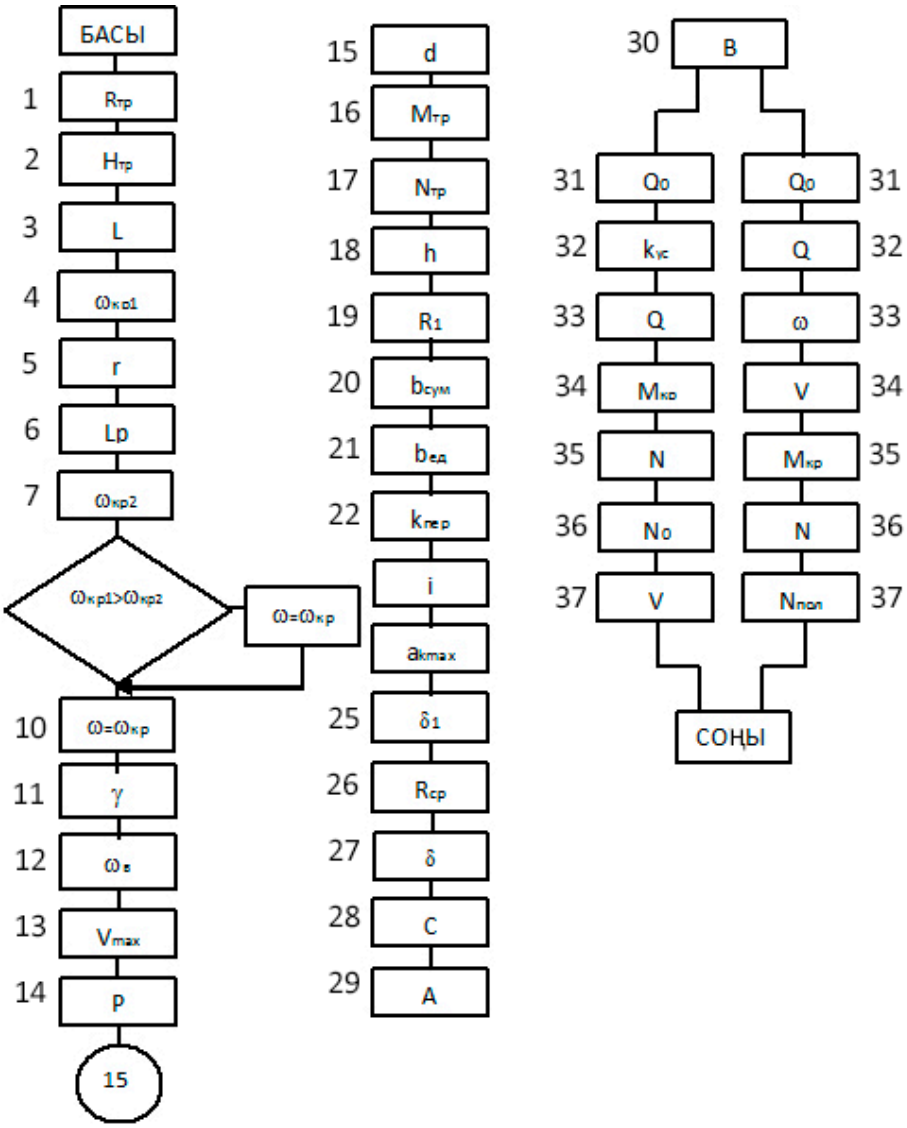
Бұрамалы жұмыс мүшесі бар машинаның жылдамдығы анықталады:

$$V = 2\sqrt[3]{\frac{NgPz - mg\ln\dfrac{mg + Pz}{mg}}{4P^2Czj}}, \qquad (10)$$

мұндағы j – өнімділік пен бұрғылау жылдамдығы арасындағы пропорционалдылық коэффициенті;

m_g – жұмыс мүшесінің салмағы.

2-суретте есептеудің блок-сұлбасы келтірілген. Құрастырылған әдіснама бастапқы мәліметтерді бере отырып, тура есептеу жолымен бұрғылау үрдісінің параметрлерін орнатуға мүмкіндік береді.



2-сурет – Бұрғылау машинасын есептеудің блок-сұлбасы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Kochetkova R. G. Influence of Modern Stabilizers on Improved Properties of Clayey Soils // Journal. Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 2012, Volume 49, Issue 1. P. 12-15.
2. Кадыров А.С., Мулдагалиев З.А., Сериков Ш.М., Кадыров А.С., Жунусбекова Ж.Ж. Оборудование для бурения скважин переменного диаметра. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. №03(86), Часть 1. М., 2016.
3. Кадыров А.С., Мулдагалиев З.А., Курмашева Б.К., Жунусбекова Ж.Ж. Методика расчета винтовых рабочих органов большого диаметра и реализация результатов исследования: Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права. №1337 от 01.07.15 г.
4. Zhunusbekova Zh. Zh., Kadyrov A. S. Study of Digging Machine Flat Element Loading in Clay Solution // Scientific Bulletin of National Mining University Scientific and Technical Journal No 2 (152). Dnepropetrovsk: State Higher Educational Institution “National Mining University”, 2016. – P. 30-34.

Экономика

УДК 338.46

С.Э. КУЗНЕЦОВА, *ст. преподаватель,*
А.Р. МИНИШЕВА, *ст. преподаватель,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ИПМ

Направления формирования организационно-экономических методов регулирования инфокоммуникационных услуг

Ключевые слова: *контент, инфокоммуникация, услуга, информация, регулирование, провайдер.*

На современном этапе одним из важнейших ресурсов мира становится интеллект. А для его развития и эффективного использования необходима многофункциональная информационная сфера, отвечающая современным требованиям к созданию, обработке и передаче информации. Организация такой среды – главная задача инфокоммуникационной мировой экономики [1].

Важность направления и методов регулирования инфокоммуникационного комплекса определяется как потребностями общества, так и сложившейся государственной информационной политикой, под которой понимается «регулирующая деятельность государственных органов, направленная на развитие информационной сферы общества, которая охватывает не только телекоммуникации, информационные системы или средства массовой информации, а всю совокупность производств и отношений, связанных с созданием, хранением, обработкой, демонстрацией, передачей информации во всех видах – деловой, развлекательной, научно-образовательной и т.п.». [2, с. 345] В результате повышается конкурентоспособность страны в плане не только отраслей, но и человеческого потенциала, развития гражданского общества.

Уже сегодня становится ясным, что все инфраструктуры отраслей, среди которых культура и образование, туризм и охрана здоровья, транспорт и связь и другие – в своем развитии опираются и используют инфокоммуникационные средства и услуги в своей деятельности.

Из этого вытекает особая значимость в регулировании сферы ИКУ, т.е. спрос всего общественного сектора на ИКТ.

Так, при огромных пространствах Казахстана и транспортной удаленности многих районов области от областных центров многие услуги целесообразно оказывать на основе передачи нужной информации дистанционно.

Стремительное развитие и распространение новых, ранее неизвестных образованию ИКТ несет

с собой кардинальные изменения в информационной форме. Например, произошли изменения в образовательной системе заочной формы – появление дистанционного обучения, базирующегося на использовании ИКТ (Интернет) [3, с. 16].

На этой же основе в последнее десятилетие формируется тенденция постоянного увеличения объемов различных услуг электронной медицины. Такая тенденция предполагает перевод организационного процесса в здравоохранении в цифровую форму; помогает создать мониторинг медицинских профилактических мероприятий; открывает новые возможности для взаимодействия и сотрудничества с прогрессивными медицинскими организациями. При такой информатизации системе здравоохранения необходимо регулирование в использовании ИКТ. Это многократный системообразующий процесс, включающий сбор и накопление информации, ее передачу, интерпретацию и эффективное использование баз данных и знаний в деятельности отрасли [4].

Велика важность в регулировании использования ИКТ в части обслуживания инвалидов, в создании их занятости и активного их участия в трудовой, творческой и интеллектуальной жизни общества.

Существует широко признанное убеждение, подтвержденное мировой практикой, что наиболее эффективное развитие информационных технологий и телекоммуникаций лежит на пути рыночных преобразований инфокоммуникационного сектора, повышения конкурентности соответствующих рынков. Это убеждение базируется на общесистемном принципе необходимой адекватности структур управляющей и управляемой систем.

С развитием рыночных отношений в экономике в целом существование государственных монополий в инфокоммуникационном секторе оказывается тормозом на пути научно-технического прогресса. Поэтому одним из регулируемых этапов передачи в частную собственность государственных телекоммуникационных предприятий, а также открытие рынков для появления новых частных компаний, в том числе провайдеров информационных сетей, производителей информационного и программного контента, считается наиболее действенной стратегией формирования конкурентных инфокоммуникационных рынков.

С другой стороны, важнейшей социальной целью государства является обеспечение всех членов общества доступным набором инфокоммуникационных услуг. Однако если при неразвитой конкуренции формирование инфокоммуникационных рынков будет предоставлено полностью рыночным силам, то результат, по крайней мере, в краткосрочном аспекте, может оказаться далеким от желаемого: частные интересы будут направлять капитал, прежде всего, туда, где достигаются высокие прибыли, а не решаются социальные задачи.

Отсюда вытекает необходимость применения внешних регуляторов, основная цель которых заключается не в подмене рыночных механизмов, а в некоторой корректировке их воздействия и, в определенной степени, в их активизации.

Реализация государственных задач по развитию информационных и коммуникационных технологий сталкивается с объективным противоречием между ограниченностью средств государственного бюджета, направляемых на эти цели, и необходимостью достижения конкретных результатов.

Это требует концентрации имеющихся ресурсов на ключевых направлениях, к которым, безусловно, относятся задачи, решаемые в процессе регулирования. В их числе административная реформа, реформа государственной службы, бюджетная реформа, реформа образования и социальной сферы.

К числу задач регулирования относятся также вопросы информационного обеспечения процессов государственного управления. Это, во-первых, продолжение работ по развитию инфраструктуры доступа, в том числе, подключение к Интернет органов государственной власти, бюджетных организаций, создание пунктов общественного доступа.

Во-вторых, внедрение технологий «электронного Правительства», включая обеспечение доступности государственной информации и развитие контента, разработку электронных административных регламентов, пилотных проектов создания и интеграции информационных систем и ресурсов, а также предоставление на их основе гарантированного пакета «электронных» услуг для бизнеса и населения. Конечная цель – создание среды, которая обеспечивает любому казахстанскому гражданину реальную возможность получить от Правительства, других органов власти качественные государственные услуги.

Серьезная часть рынка информационных технологий связана с государством. Количество проектов, реализуемых государственными структурами различного уровня, достаточно велико. Следует подчеркнуть, что применение информационных технологий в госсекторе становится более системным. Идет процесс становления государственного мировоззрения в области IT.

Действительно, если раньше приоритетные направления в области государственной информатизации представляли какой-то интерес только в узком профессиональном кругу, то сегодня понимаются и принимаются во всех основных властных структурах такие государственные приоритеты, как:

- электронное правительство, оказание качественных информационных услуг населению и бизнесу органами власти;
- электронный документооборот, автоматизированные административные регламенты;

- прозрачные системы управления госзакупками;
- организация масштабного открытого доступа к государственным информационным ресурсам;
- электронная демократия, учет мнения электората при принятии важнейших решений [5, 6].

Наша страна переживает этап, когда идеи ИКТ овладевают государственными служащими и бизнесом. Этот процесс необратим, и важно, что политические декларации в области информационных технологий приобретают долговременный характер. В перспективе следует ожидать, что, с одной стороны, это приведет к существенному улучшению качества госуправления, а с другой — будет способствовать появлению новых больших заказов на информационные технологии и консультационные услуги в госсекторе, что приведет к образованию на инфокоммуникационном рынке сегмента услуг по информационному обслуживанию государства.

В конечном счете формирование и развитие инфокоммуникационного комплекса должно характеризоваться: [3, с. 348]

- обеспечением недискриминационного доступа различных субъектов инфокоммуникационного рынка к информационной сети, технологиям и аппаратуре связи и информатизации;
- либерализацией рынка инфокоммуникационных услуг с учетом вхождения в ВТО и построением адекватной системы защиты отечественных производителей и операторов;
- обеспечением национальной безопасности функционирования сетей связи и защиты информации от несанкционированного доступа;
- обеспечением основной массы населения Казахстана базовыми инфокоммуникационными услугами, что означает:
- создание условий для доступа к услугам автоматической телефонной связи, включая местную, междугородную и международную, доступа к службам спасения, справочным службам, услугам телеграфной связи,
- обеспечение доступа жителей малонаселенных и труднодоступных районов к ближайшему переговорному пункту телекоммуникационной сети в соответствии с определенными нормами времени,
- удовлетворение заявок на установку телефона в соответствии с определенными нормами для каждого региона Казахстана.

Для реализации указанных задач необходимо использовать наиболее эффективные и прозрачные методы регулирования.

Вопрос о границах вмешательства государства в процесс функционирования инфокоммуникаций содержит в себе множество разнообразных аспектов, имеющих политический, социальный и экономический характер. В настоящей работе основное внимание уделено методам воздействия на инфокоммуникационный рынок.

Современный этап экономического развития Казахстана характеризуется завершением приватизации государственных предприятий, созданием новой системы рыночного хозяйствования, передачей основных функций управления экономикой на уровень частного бизнеса, реформированием организационно-правовых структур хозяйственных отношений в соответствии с международными традициями. Однако, несмотря на переход к рыночным механизмам, роль государства остается достаточно высокой, особенно в таких отраслях, которые требуют строгого контроля за соблюдением технических стандартов, активной помощи государства в поддержке технического прогресса и от которых зависит безопасность страны в самом широком смысле (и в военном, и в хозяйственном). Именно к таким отраслям относится инфокоммуникационный комплекс [7, 8].

Обоснование методов регулирования инфокоммуникационного комплекса в современных казахстанских условиях достаточно важно, так как этот комплекс находится в стадии становления, которое происходит на фоне быстрых технологических изменений. Сложность формирования государственной политики регулирования инфокоммуникационного рынка определяется следующими факторами:

- данный рынок формируется не государством, а частным бизнесом;
- инфокоммуникационный комплекс характеризуется технологической разнородностью, в нем присутствуют компании как с новейшими, так и с устаревшими технологиями;
- инфокоммуникации Казахстана технически в целом отстают от развитых стран;
- диапазон частот, которые распределяются между различными компаниями, крайне ограничен.

Было бы ошибочно считать, что в условиях рынка целенаправленная координация развития экономической системы в целом и отдельных ее составляющих (отраслей, производства, предприятий и т.д.) полностью заменяется механизмами рыночной саморегуляции, а государство и его органы исполнительной власти должны устраниться от вмешательства в экономику. Напротив, при переходе к рыночным отношениям органы управления должны разработать и внедрить такие методы воздействия на управляемые объекты, которые бы обеспечили их вхождение в рынок в более короткие сроки и с меньшими материальными и моральными издержками.

Главная цель государственных органов управления инфокоммуникационным комплексом заключается в создании системы регулирования, способствующей его прогрессу в условиях либерализации и демонополизации инфокоммуникационных рынков и обеспечивающей рост

инвестиционной привлекательности отрасли. Организационно-технологические и экономические особенности инфокоммуникаций во всех сферах жизнедеятельности современного общества и в формировании единого экономического пространства на территории Казахстана, социальная направленность деятельности в части оказания универсальных услуг, а также наличие признаков естественной монополии в отдельных товарных и территориальных сегментах телекоммуникационного рынка предопределяют необходимость построения системы управления отраслью на основе сочетания рыночных саморегуляторов с элементами антимонопольного контроля и государственного регулирования. Такой подход характерен для большинства стран с развитой рыночной экономикой [9].

Среди организационных вопросов регулирования инфокоммуникаций особое место занимает обоснование формы и статуса самих регулирующих органов.

В соответствии с идеологией рыночных отношений и требованиями Всемирной торговой организации централизованное воздействие со стороны государства на субъекты инфокоммуникационного рынка должно осуществляться независимым регулирующим органом, не имеющим финансовых интересов в производителях услуг.

Активный рост использования ИКТ среди казахстанского населения, бизнеса и государственных органов в период с 1995 по 2010 годы привел к необходимости государственного регулирования отрасли. В этой связи была усовершенствована нормативно-правовая база Республики Казахстан в информационно-коммуникационной сфере и приняты нормативно-правовые акты [10].

В таблице представлена классификация методов регулирования инфокоммуникаций.

Из выделенных в рамках представленной классификации, первоочередными для развития инфокоммуникаций в РК представляются следующие методы регулирования [11, с. 392].

Лицензирование. Проблема лицензирования – это проблема и техническая, и экономическая. С одной стороны, спектр распределяемых частот крайне ограничен. С другой стороны, с экономической точки зрения лицензирование может выполнять не только стимулирующую функцию повышения технического уровня лицензиата, но и функцию пополнения финансовых источников развития отрасли. Пока что последняя функция в казахстанской практике не реализована.

Тарифное регулирование. Оно включает как формирование тарифов на конечные услуги абонентов, так и систему взаиморасчетов между операторами сетей связи. Появилась масса новых инфокоммуникационных услуг, на которые не установлены четкие принципы ценообразования.

Большинство традиционных операторов в рамках сохранившейся тарифной политики испытывают дефицит в инвестиционных ресурсах, а ряд компаний в этой связи обладают признаками неплатежеспособности.

Взаиморасчеты между операторами крайне усложнены, служат источником конфликтов и зачастую приводят к дискриминации ряда участников сети и к несправедливости перераспределения доходов от оказания инфокоммуникаци-

Классификация методов регулирования инфокоммуникаций по функциональному признаку

Методы регулирования инфокоммуникаций							
Экономические методы				Организационные методы			
1	Поддержка инвестиций	Регулирование спроса	Развитие среды	1	Организационное регулирование	Законодательное регулирование	Нормативное регулирование
2	Разработка инвестиционных программ	Открытие зон свободной торговли	Антимонопольные меры, штрафные санкции	2	Разработка концепций и программ	Обеспечение прав собственности и антимонопольные законопроекты	Разработка правил предоставления услуг
3	Образование новых инвестиционных механизмов	Контроль взаиморасчетов	Поддержка малого и среднего бизнеса	3	Осуществление мер надзора	Обеспечение прав доступа к информации	Разработка правил межсетевого взаимодействия
4	Стимулирование частных инвестиций	Универсальное обслуживание	Меры по акционированию и приватизации	4	Кадровая и образовательная политика	Регулирование новых видов предпринимательства	Распределение частного диапазона
5	Государственные инвестиции	Таможенное регулирование	Реструктуризация с долей государства	5	Совершенствование системы управления	Обеспечение безопасности	Сертификация
				6	Развитие международного сотрудничества		Лицензирование

Примечание: составлено по источнику [11]

онных услуг. Методы тарифного регулирования должны быть направлены на решение вопросов привлечения инвестиций, расширения спроса и развития инфокоммуникационного комплекса в целом.

Универсальное обслуживание. Развитие инфокоммуникационного комплекса на рыночной основе создает базовое противоречие: с одной стороны, возможность участия в информационном обмене в XXI веке рассматривается как неотъемлемое право гражданина, а с другой стороны, в условиях конкуренции на рынке значительная часть населения не имеет возможности доступа к средствам связи, обеспечивающим полноценный обмен информацией.

Способом разрешения указанного противоречия является введение механизма универсального обслуживания, предполагающего предоставление минимального набора услуг связи установленного качества всем пользователям независимо от их географического местонахождения по доступной цене.

Таким образом, указанные три метода регулирования являются ключевыми для развития инфокоммуникаций в РК. Именно их совершенствование может разрешить основные противоречия между новыми и старыми организационно-экономическими формами функционирования отрасли электросвязи.

Внедрение в РК усовершенствованного механизма универсального обслуживания позволит подойти к решению проблемы цифрового разрыва как для различных регионов, так и для отдельных потребителей инфокоммуникационных услуг.

Организационно-технологические и экономические особенности отрасли связи, роль инфокоммуникаций во всех сферах жизнедеятельности современного общества и в формировании единого экономического пространства на территории Казахстана, социальная направленность деятельности в части оказания универсальных услуг, а также наличие признаков естественной монополии в отдельных товарных и территориальных сегментах телекоммуникационного рынка предопределяют необходимость построения системы управления отраслью на основе сочетания рыночных саморегуляторов с элементами антимонопольного контроля и государственного регулирования. Такой подход характерен для большинства стран с развитой рыночной экономикой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента РК «О концепции развития конкурентоспособности информационного пространства РК на 2006-2009г.» – Утверждено 18 августа, 2003.
2. Малишевский Е.В. Актуальные вопросы государственного регулирования отрасли связи в Казахстане // Актуальные проблемы транспортно-коммуникационного комплекса на пороге 3-го тысячелетия: Труды конф / АИЭС. Алматы, 2001.
3. Кузовкова Т.А. Развитие и качество универсального обслуживания в сельской местности. – М.: Электросвязь, 2006. – №2.
4. Енсебаев Р. Веб-портал «Электронного правительства» - единая точка доступа к информационным ресурсам и услугам государственных органов // Телекоммуникации, телевидение и Интернет. Алматы, 2005.
5. Кликич Л.М. Эволюция сферы услуг: закономерности, особенности формы государственного регулирования: Автореферат ... д.э.н. Уфа, 2005.
6. Жумагалиев А. Президент АО «Казахтелеком» – «Годовой отчет АО «Казахтелеком» от 01.04.2007, Алматы, 2007.
7. Послание Президента РК Н.А. Назарбаева народу Казахстана: «Новый Казахстан в новом мире» от 28.02.2007. Астана, 2007.
8. Кудайбергенов А.Б. Экономические аспекты динамики современных информационных технологий//АльПари. 2004. №1.
9. Сеилов Ш., Кубайжанова Г. Совершенствование системы государственного регулирования с целью обеспечения конкурентоспособности отрасли телекоммуникации РК // Информационные, телекоммуникационные сети //Алматы, 2006.
10. Нормативно-правовые акты:
    Закон Республики Казахстан от 7 января 2003 года «Об электронном документе и электронной цифровой подписи»;
    Закон Республики Казахстан от 5 июля 2004 года «О связи»;
    Постановление Правительства Республики Казахстан от 7 июня 2006 года № 519 «Об утверждении Программы развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан на 2006 - 2008 годы»;
    Закон Республики Казахстан от 11 января 2007 года «Об информатизации».
11. Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи: Учебник для ВУЗа. – М.: Радио и связь, 2000. – 392с.

УДК
338.1:553.04 (574)

А.К. ЖАРЫЛКАСЫНОВА, *ст. преподаватель,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра МП

Об экономико-экологических аспектах экономической деятельности в Казахстане

Ключевые слова: *окружающая среда, экологическая система, экономико-экологическое управление, устойчивый механизм, экономика природопользования, риски.*

Государство, социальная и производственная сферы представляют собой динамически развивающуюся систему, основанную на рыночных (финансово-хозяйственных) и социальных факторах (воспроизводство трудовых ресурсов, окружающая среда, уровень жизни и т.д.).

Сущность концепции оптимального управления отраслевой экономико-экологической системой состоит в повышении интенсивности использования природных ресурсов, а также обеспечении максимальных темпов и пропорций развития производственного комплекса с учётом улучшения либо сохранения качества окружающей среды.

Современное состояние среды существования, характеризующееся параметрами состояния атмосферы, воды, земли, запасами в недрах, требует различных подходов к оценке ее элементов. Из недр земли ежегодно извлекается 100 млрд т руды, 4 млрд т нефти и природного газа, 2 млрд т угля. На поля рассеивается 92 млн т минеральных удобрений и 2 млн т ядохимикатов. В атмосферу выбрасываются более 200 млн т оксида углерода, 50 млн т углеводородов, 146 млн т диоксида серы, 53 млн т оксидов азота, 250 млн т пыли. В водоемы сбрасывается 32 млрд $м^3$ неочищенных сточных вод [2].

Разведанных и изученных запасов полезных ископаемых не так уж много, и, в отличие от элементов живой природы, они не возобновляются и, конечно, при существующих темпах их добычи и использования рано или поздно будут исчерпаны. Масштабы нерационального производства настолько возросли, что стали угрожать не только истощением природных ресурсов в недрах Земли, но и глобальным необратимым изменением самих недр, что чревато экологической катастрофой. Поэтому настоящее поколение потребляет ограниченные ресурсы, еще более ограничивая возможность их потребления в следующих поколениях.

Это важное обстоятельство требует бережного, рационального отношения к недрам и ее ресурсам, комплексного использования всех имеющихся в них полезных компонентов.

Освоение минерального сырья имеет системообразующее значение в трёх аспектах:

- в пространственном – наличие определенных полезных ископаемых;
- функциональном – сопутствующие количественные и качественные изменения в экономическом и природном процессах;
- временном – продолжительность воздействий через срок отработки запасов.

Важное место в совершенствовании экономико-экологического управления отводится производственным объектам, где оптимальный подход позволяет сформировать устойчивый механизм предотвращения опасных экологических явлений.

Исключительной особенностью Казахстана в последние десятилетия оказались невиданные ранее темпы потерь экономико-экологического характера. При этом повышение уровня экономико-экологического управления должно базироваться на двух взаимодополняющих и взаимоконкурирующих видах экологического воздействия: техногенного и технологического.

Исследование экономико-экологических проблем в современном рыночном хозяйстве, его особенностей в структуре промышленного производства лежит на стыке ряда разделов экономической науки: теории управления производством, экономики природопользования, государственного регулирования, в том числе экономико-экологического. При этом согласованность всех этих разделов, в результате которой создаётся особый подраздел экономической науки в виде экономико-экологического управления в системе промышленного производства, осуществляется на теоретико-методологической основе, каковой является многоуровневый подход к построению модели управления экономико-экологической системой. В теоретико-методологическом отношении исследование опирается на теорию управления экономико-экологическими процессами, основы которой были разработаны отечественными и зарубежными учёными, такими как: Бобылев С.Н., Гаврилов Д.А., Гирусов Э.В., Голуб А.А., Гофман К.Г., Гусев А.А., Коробова Н.Л., Лемешев М.Я., Моисеев Н.Н., Моисеенкова Т.А., Моткин Г.А., Мудрецов А.Ф., Нестеров А.П., Нестеров П.М., Брундтланд Г. Х., Клеменс М.П., Медоуз Д., Самуэльсон А., Роджерсон Дж., Саати Т., Сайто С., Форрестер Дж. и др.

Рассматривая взаимодействие общественного производства и окружающей природной среды, следует отметить влияние как промышленных

предприятий на природную среду, так и природной среды на деятельность промышленных предприятий.

Таким образом, основной функцией предприятия в аспекте экологического управления является преобразование природного сырья в полезный для человека продукт.

Воздействие на литосферу заключается в том, что земельные площади, включаемые в горный отвод, изымаются из другого хозяйственного оборота (см. таблицу).

Существенно изменились природные условия горного производства:

- все большее значение приобретает увеличение глубины, на которой производится добыча полезных ископаемых;
- усложнение природных условий вновь осваиваемых месторождений;
- снижение качества минерального сырья в недрах: обеднение полезных компонентов, повышение содержания вредных примесей, увеличение доли труднообогащаемых полезных ископаемых.

Для сохранения промышленного потенциала и поддержания добывающих и перерабатывающих мощностей необходимо осуществить комплекс мер по внедрению новых видов переработки техногенных отложений (накопленных в течение 70 лет, запасы которых в Казахстане составляют около 7 млрд т) и труднообогатимых руд.

Главная проблема добычи минерального сырья в Казахстане состоит в том, что основные месторождения цветных металлов являются комплексными. Ориентация на добычу одного – двух металлов из таких руд экономически нецелесообразна. Решение проблемы комплексной переработки минерального сырья становится приоритетом развития отрасли [3].

Обобщенные данные о потерях металлов на разных стадиях технологического процесса разработки месторождений и переработки минерального сырья говорят о том, что более 50% из них

Основные элементы воздействия горного предприятия на земную поверхность в прилегающем регионе

Горные предприятия			Земельные ресурсы		
			Последствия воздействия		
Процессы горного производства	Объекты	Виды воздействия	экономические	экологические	Продолжительность последствий воздействия
1. Добычные и вскрышные работы	Карьеры, дороги, промышленные сооружения	Нарушение целостности земельного покрова, загрязнение атмосферы и прилегающих земель пылегазовыми выбросами	Ущерб от изъятия земель; ущерб от снижения качества и количества с/х продукции, получаемой на загрязнённых участках	Ухудшение санитарно-гигиенических условий труда и отдыха людей. Нарушение экологического баланса	Систематическое.До момента окончания рекультивации нарушенных земель
2. Транспортные работы	Транспортные коммуникации на поверхности земли	Нарушение целостности земельного покрова (земельные насыпи, выемки под транспортные коммуникации). Загрязнение атмосферы и прилегающих земель пылегазовыми выбросами	Ущерб от изъятия земель. Ущерб от снижения продуктивности прилегающих земель	Ухудшение санитарно-гигиенических условий	На все время деятельности предприятия
3. Переработка и обогащение полезных ископаемых	Дробильно-сортировочные и обогатительные фабрики, фабрики окомкования. Хвостохранилища, шламонакопители, отстойники	Загрязнение прилегающих территорий пылегазовыми выбросами. Изъятие земель под хвостохранилища, нарушение (затопление земель). Загрязнение прилегающих земель продуктами ветровой эрозии, подтопление прилегающих земель	Ущерб от снижения качества и количества с/х продукции, получаемой на загрязнённых участках; ущерб от снижения продуктивности земель	Ухудшение санитарно-гигиенических условий труда и отдыха людей	Систематическое. На все время деятельности предприятия
4. Размещение вскрышных и техногенных отвалов	Отвалы и некондиционные склады	Изъятие земель под отвалы. Нарушение целостности земельного покрова. Загрязнение прилегающих земель продуктами ветровой и водной эрозии	Ущерб от изъятия земель. Ущерб от снижения качества и количества с/х продукции, получаемой с загрязненных участков	Ухудшение санитарно-гигиенических условий	До момента окончания рекультивации отвалов

Примечание – составлено автором

приходятся на потери при обогащении руд.

По оценкам ученых, потери при обогащении руд, в частности цветных металлов, могут быть существенно сокращены при условии:

- рационального использования новых технологических решений по управлению качеством руд и рудоподготовке;
- совершенствования технологических режимов обогащения и оптимизации расхода реагентов по ионному составу пульпы;
- применения комбинированных схем комплексной переработки минерального сырья.

Рисунок 1 – Производство меди в концентратах из руд эксплуатируемых месторождений на период до 2030 г. [2]

Деятельность горнодобывающего предприятия проходит не только на земной поверхности, но и в её недрах. В результате добычи полезного ископаемого в недрах земли образуются полости значительных объемов. При открытом способе добычи эти полости выходят непосредственно на поверхность – карьеры.

При подземной разработке полости (камеры) длительное время поддерживаются в недрах земли, но с течением времени, в большинстве своем, обрушиваются с выходом обрушения на земную поверхность.

Кроме нарушения земной поверхности в виде обрушений, большие площади занимают отвалы пустых пород от вскрыши и проходки выработок, отвалы некондиционных руд, хвостохранилища обогатительных фабрик и шлакохранилища металлургических заводов, содержащие большое количество цветных и редкоземельных металлов, рассматриваемых металлургами в качестве весьма серьезных источников сырья.

Все эксплуатируемые в настоящее время месторождения были разведаны еще в советское время. Одним из способов разрешения этой проблемы могла бы стать разработка новых технологических и технических решений, обеспечивающих рентабельную переработку бедных забалансовых руд. Такой подход только в Жезказганском регионе, где сосредоточено более одного миллиарда тонн забалансовых руд, содержащих свинец, медь, цинк и другие металлы, позволил бы обеспечить устойчивую работу предприятий на многие годы.

Запасы руды, оставляемые на первой стадии разработки, оцениваются на уровне 30-50%. Поэтому повторная разработка в условиях Жезказгана предусматривает решение взаимосвязанных вопросов: возврат потерь руд, вовлечение в отработку временно неактивных запасов и погашение пустот. Такой комплексный подход предопределяет расширение сырьевой базы и продление срока эксплуатации рудников. При этом снижается вредное влияние пустот, обеспечивается соответствующая безопасность.

Чрезвычайно важная роль в свете сказанного отводится переработке полезных ископаемых и горно-обогатительной науке. Если традиционно на стадии переработки, в частности, твердого минерального сырья – медной руды, все внимание направлено на рациональное повышение извлечения и качества товарных продуктов, то в аспекте сохранения недр такое управление переработкой недостаточно.

Оценивая значение осознаваемой многими концепции комплексного освоения недр, следует признать, что она составляет, по сути, новую идеологию горных наук, основное предназначение которой видится в выводе горной промышленности из неправильного круга экстенсивного экономического роста и ускоряющегося и губительного ресурсопотребления. Появление нового ограничения – по условиям экологии, связано не только с традиционными экономическими показателями производства, но и с сохранением здоровья населения и природной основы жизнедеятельности в целом.

С точки зрения экологии при комплексном освоении недр следует исходить из того, что любой горный объект в процессе строительства и последующей эксплуатации неизбежно изымает из экосистемы данной территории природные ресурсы или изменяет их исходное качество.

Для обеспечения эффективной деятельности горнодобывающих предприятий в соответствии с требованиями Закона Республики Казахстан «Об охране окружающей природной среды» необходимо совершенствование существующих и создание новых технологических процессов, уменьшающих вредное воздействие их на окружающую природную среду.

Основным аспектом проблемы освоения месторождений Жезказгано-Балхашского региона и Рудного Алтая является невысокое содержание полезных компонентов. В связи с этим необходим детальный геолого-экономический и технический анализ возможностей организации их обработки с применением высокопроизводительных и эффективных схем добычи и переработки, включая безвыдачные технологии и выщелачивание.

Одним из способов подземного выщелачивания является технология выщелачивания металлов из рудных целиков. Анализ потерь по

Жезказганскому месторождению по видам и местоположению показал, что около 35-40% общих потерь приходятся на потери в опорных столбчатых целиках, 25% – в панельных и барьерных целиках, около 20% – в кровле, около 10% – в кромках залежей и 5% – в почве.

Наиболее эффективным и безопасным, по нашему мнению, является технология извлечения полезных компонентов из руд целиков путем выщелачивания.

Широкое использование в странах с развитой рыночной экономикой достижений научно-технического прогресса при разведке и разработке месторождений, в частности, кучного или подземного выщелачивания, высокомеханизированных и автоматизированных систем открытой и подземной разработки позволяет с достаточно высокой эффективностью отрабатывать золоторудные месторождения, с содержанием золота 1-2 г/т.

Так, в США, Канаде, Австралии, объем добычи золота в последние годы был увеличен, в основном, за счет мелких месторождений, разработка которых осуществляется открытым способом, а переработка руд – методом кучного выщелачивания. Методы подземного выщелачивания, особенно верхних горизонтов, в указанных странах широко используются для отработки мелких месторождений: комплексных золотосодержащих, медно-колчеданных и полиметаллических руд. Получаемая из таких месторождений продукция конкурентоспособна на мировом рынке.

Снижение эффективности работы предприятия в связи с воздействием экологического фактора в научной литературе определяется как экономический ущерб от антропогенного загрязнения окружающей природной среды. Результатом воздействия процесса загрязнения окружающей среды на экономику предприятия является потеря (недополучение) дохода и прибыли в текущем и будущем периодах. Недополучение прибыли вследствие загрязнения среды возможно по следующим причинам:

1) недоиспользуются по времени и производительности экономические ресурсы предприятия, функционирующие в условиях загрязнённой окружающей среды;

2) повышаются издержки предприятия в связи с необходимостью:

- предотвращения воздействия загрязнённой окружающей среды на экономические ресурсы предприятия;
- устранения негативных последствий воздействия загрязнения на экономические ресурсы;
- компенсации последствий загрязнения третьим лицам (населению, другим предприятиям, государству);

3) снижается конкурентоспособность продукции предприятия, которая не соответствует экологическим стандартам.

На предприятии повышаются издержки компенсации материальных и энергетических потерь в составе отходов, поступающих в окружающую среду. Для компенсации этих потерь экономические субъекты вынуждены производить дополнительные расходы экономических ресурсов, повышая издержки производства конечной продукции. На рисунке 2 в обобщенном виде представлены экономико-экологические аспекты деятельности предприятия в виде экономических целей предприятии и экологических факторов, выступающих как требования, которые необходимо учитывать [4].

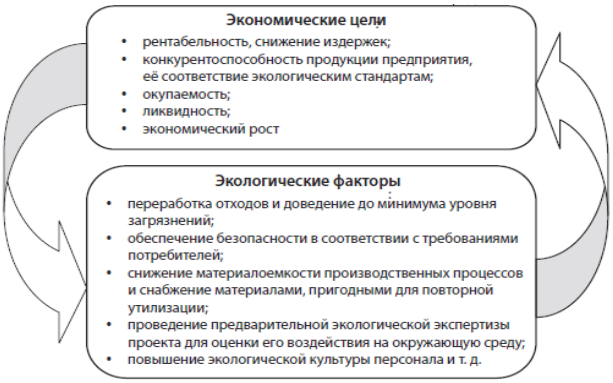


Рисунок 2 – Экономико-экологические аспекты деятельности промышленного предприятия

Таким образом, деятельность современного предприятия в контексте обеспечения устойчивого развития сопряжена прежде всего с экономико-экологическими рисками, так как влияние экологического фактора на экономический рост промышленного предприятия проявляется в его воздействии на процессы воспроизводства и функционирования всех видов экономических ресурсов предприятия, которыми оно располагает, и его конкурентоспособность.

Таким образом, обобщая изложенное, можно сделать следующие выводы:

- располагая огромной минерально-сырьевой базой многих видов полезных ископаемых, Казахстан играет важную роль в минерально-сырьевом комплексе мира. Тем не менее, структура добывающих отраслей Казахстана требует совершенствования вследствие слабой развитости четвертого технологического уклада, в который входят цветная металлургия, переработка нефти, органическая химия;
- для горнодобывающей промышленности все большее значение приобретают:

а) влияние техногенных образований на элементы окружающей среды;

б) усложнение природных условий вновь осваиваемых месторождений;

в) увеличение глубины, на которой производится добыча полезных ископаемых;

г) снижение качества минерального сырья в недрах: обеднение полезных компонентов, повышение содержания вредных

примесей, увеличение доли труднообогащаемых полезных ископаемых;

д) высокие потери ресурсов недр при их добыче и переработке.

• концепция комплексного освоения недр, признается, по сути, в качестве новой идеологии горных наук, основное предназначение которой видится в «выводе горной промышленности из неправильного круга экстенсивного экономического роста и ускоряющегося и губительного ресурсопотребления»;

• бережное, рациональное отношение к недрам и ее ресурсам обусловливает комплексное использование всех имеющихся в них полезных компонентов, уменьшение отрицательного влияния последствий использования недр на человека и окружающую его среду;

• окружающая природная среда в горнопромышленных регионах в силу исчерпания её ассимиляционных способностей, вносит дополнительные ограничения в развитие промышленности и сама заслуживает оценки как особого производственного ресурса;

• экологическая безопасность в процессе освоения ресурсов недр достигается воссозданием нормативного качества окружающей природной среды путем сохранения или целенаправленного изменения структуры и состава исходной и организации видоизмененной, сбалансированной, устойчиво работающей экосистемы. В этой связи приобретают значимость ресурсовоспроизводящие технологии и функции горного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков Б. Е. Мировой кризис и стратегия устойчивого развития / Б. Е. Большаков // Вестник РАЕН. – 2009. – №3. – С. 59-70.
2. Экономические основы экологии / Авт. Глухов В.В., Лисичкин Т.В., Некрасова Т.П.: Учебник – СПб: Специальная литература, 1997. – 304 с.
3. Шагманова Л. Отработка Центрального рудного поля Жезказганского месторождения // Промышленность Казахстана. – 2004. – №5. – С. 52-54.
4. Экономико-экологические аспекты деятельности промышленных предприятий Москаленко Н. А., Гаймур Е. С. БІЗНЕСІНФОРМ. 2012. – №10.
5. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана / Агентство по статистике РК: Статистический сборник. Алматы, 2009.

УДК 336.71.078.3

К.А. УМАРОВА, *доцент,*
А.Т. ИДИРИСОВА, *магистр,*
Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза,
кафедра «Банковское дело»

Финансовый анализ коммерческих банков

Ключевые слова: *коммерческий банк, финансовое состояние, оценка деятельности, метод, финансовый анализ.*

В зарубежной и отечественной практике качество управления каждым банком подвергается тщательному анализу и оценке, поскольку от него в значительной мере зависят результаты деятельности банка, степень его надежности.

Анализ направлен на оценку деятельности банка в целом и по отдельным направлениям на основе сравнения фактически достигнутых результатов с прогнозными, с результатами истекших периодов и лучших банков. Материалы анализа позволяют выявить положительные и отрицательные тенденции в развитии банка, потери, неиспользованные резервы, недостатки в планировании и неудачи в принятии решений.

Целью анализа коммерческого банка является обеспечение бесперебойной деятельности банка, его безубыточности, т.е. получение дохода в объеме, позволяющем покрыть расходы на содержание аппарата управления, содержание зданий и сооружений, банковской техники, возмещение за-

трат на оплату привлеченных ресурсов и т.п. Эти цели можно назвать минимальными.

Цель анализа деятельности коммерческого банка можно представить в другой интерпретации.

Цель финансового анализа – обеспечивать качественное управление развитием всех важнейших экономических и финансовых параметров жизнедеятельности банка, таких как:

- структура его активов и пассивов;
- капитал;
- прибыльность операций;
- риски портфеля финансовых ресурсов;
- внутрибанковское ценообразование и эффективность работы подразделений банка.

Кроме этого, банковская аналитика ставит перед собой цель повышения экономической эффективности деятельности банка, улучшение его конкурентоспособности, внешнего имиджа, снижения и ограничения рисков банковской деятельности [1, с. 27].

Объектом финансового анализа является финансовая деятельность банков второго уровня.

Особую важность анализ приобретает в условиях обострившейся конкуренции, усиления контроля со стороны уполномоченных органов, а также стремления банков соответствовать международным стандартам банковской деятельности.

Основными подходами к анализу финансово-экономической деятельности банка являются (рисунок 1):

1) подход к анализу, основанный на изучении банковских операций;

2) подход к анализу, основанный на изучении в динамике объемов используемых финансовых и других ресурсов банка;

3) подход к анализу, основанный на исследовании финансовых результатов.

Безусловно, названные направления (подходы) к анализу взаимосвязаны, но в значительной

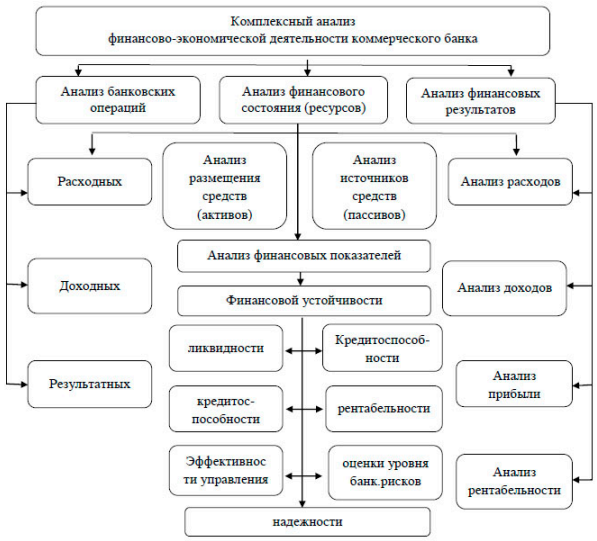


Рисунок 1 – Основные направления (подходы) анализа финансово-экономической деятельности коммерческого банка

степени различаются, поэтому их следует исследовать отдельно, но обязательно во взаимосвязи [2, с. 73].

Комплексный анализ финансово-экономической деятельности банка охватывает взаимосвязанную систему показателей. На основе результатов проведенного анализа осуществляется комплексная оценка деятельности банка. Схема последовательности комплексной оценки представлена на рисунке 2.

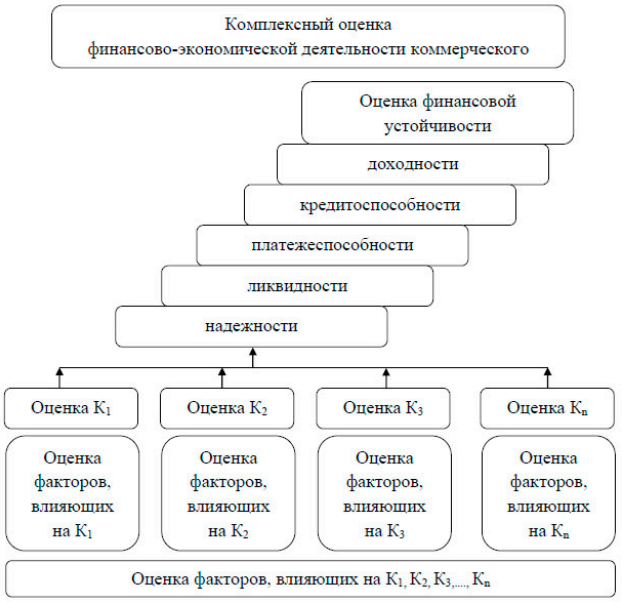


Рисунок 2 – Последовательность комплексного анализа финансово-экономической деятельности коммерческого банка (K_1, K_2, K_3,…., K_n – финансовые коэффициенты)

Анализ хозяйственно-финансовой деятельности банка может быть классифицирован по ряду признаков.

В зависимости от того, используется анализ в качестве базы для планирования, оценки деятельности банка за истекший период или для текущего мониторинга, различают ретроспективный и текущий (оперативный) анализ.

Ретроспективный анализ предполагает взгляд в прошлое, исследование данных предыдущих периодов. Текущий анализ оперирует данными настоящего времени.

В зависимости от целей анализа и применяемых инструментов различают количественный и качественный анализ. Количественный анализ регистрирует величину и темпы изменений в структуре баланса банка, других объектов анализа, исследует отдельные факторы, вызвавшие эти изменения.

Количественный анализ основан на изучении абсолютных и относительных показателей, анализе трендов показателей, сравнительном анализе показателей.

Качественный анализ предполагает исследование причин изменения банковской прибыли, изучение факторов, влияющих на качество портфелей и отдельных активов, анализ величины и

причин возникновения банковских рисков.

Качественный анализ основан на использовании сложных, часто агрегированных показателей, выявлении и оценке тенденций, использовании приемов факторного анализа [2, с. 155].

В зависимости от субъектов анализ можно разделить на внешний (дистанционный) и внутренний. Внешний (дистанционный) анализ предполагает изучение состояния контрагента на межбанковском рынке, финансового состояния клиентов банка на основании доступной информации: бухгалтерской и финансовой периодической отчетности, публикуемой отчетности, данных официальной статистики.

Внутренний анализ предполагает изучение состояния банка на основании данных не только синтетического, но и аналитического учета, использование данных внесистемного учета, возможность получения дополнительной информации и реальной оценки качества этой информации.

Классификация видов анализа в зависимости от различных критериев представлена на рисунке 3.

Рисунок 3 – Классификация видов анализа

Следует отметить, что в отечественной практике анализ финансово-хозяйственной банковской деятельности еще не сложился как система научных знаний. Своей разработки требуют, прежде всего, вопросы его методологии и методов осуществления, определения его места среди других экономических наук, что предопределяет разграничение экономической среды для проведения анализа.

С переходом к рыночным отношениям появилась новая область научных исследований, связанная с финансовым управлением, именуемая менеджментом.

В финансовом менеджменте финансовый анализ рассматривается в качестве самостоятельного раздела. Анализ в составе менеджмента используется при обосновании и реализации бизнес-планов, исследовании рынков валютного, фондового, ссудного капитала и других, т.е. окружающей среды функционирования коммерческого банка.

Экономический анализ выступает в отечественной теории и практике как анализ, дающий комплексную оценку деятельности организации. Он включает в себя изучение показателей объема продаж, прибыли, рентабельности, ликвидности, платежеспособности, использования собственного капитала, заемных средств, расчетов и др. Анализ перечисленных показателей выступает как факторный и динамический, предварительный, текущий и перспективный, основанный на прогнозировании [3, с. 88].

Основу сводной аналитической работы банка составляет анализ данных баланса и другой финансовой отчетности, проводимой под определенным ракурсом. Главные направления анализа коммерческих банков:

1. Оценка развития объемных показателей деятельности банка: активов, депозитов, собственного капитала, кредитов, прибыли. Указанная оценка проводится в сопоставлении с аналогичными показателями других банков, что позволяет определить место (рейтинг) данного банка в системе коммерческих банков страны. Результаты такой аналитической работы могут быть полезны для выработки стратегии развития конкретного банка.

2. Оценка ресурсной базы: объема, структуры и основных тенденций в развитии составных частей (собственного капитала, депозитов, межбанковского кредита); стабильной и неустойчивой части депозитов; депозитов с устойчивой и колеблющейся ставкой и др.

Анализ ресурсной базы банка осуществляется на основе классификации статей баланса. В первую очередь производится оценка состояния собственного капитала, его доля в общих банковских ресурсах. Затем определяется достаточность собственного капитала, которая в отечественной банковской практике рассчитывается в соответствии с Инструкцией о нормативных значениях и методике расчетов пруденциальных нормативов для банков второго уровня.

Затем осуществляется анализ привлеченных ресурсов (обязательств). Рассчитывается доля депозитных и недепозитных источников фондирования. Поскольку в обязательствах банка, как правило, наибольший удельный вес приходится на депозитные источники, они должны быть подвержены более глубокому анализу. Следует определить наиболее стабильную часть этих ресурсов. Периодически контролировать и определять вероятность незапланированного оттока средств клиентов, применять превентивные меры по минимизации риска.

Не менее тщательному анализу подвергаются межбанковские кредиты, привлеченные как от центрального банка, так и других кредитных институтов. При этом следует обратить внимание на то обстоятельство, что чрезмерное увлечение банка этими ресурсами не может быть оценено положительно, поскольку в периоды экономической нестабильности может произойти неожиданный отток этих средств, что наглядно подтвердил последний экономический кризис.

Результаты анализа ресурсной базы используются для разработки депозитной политики банка, политики управления активами и пассивами.

3. Оценка состояния активов банка: объема, структуры и основных тенденций в развитии со-

ставных частей активов (кредиты, инвестиции). Затем для качественной оценки активов производится их классификация по критериям – доходность, ликвидность и риск. Поскольку в активах коммерческих банков наибольший удельный вес приходится на кредиты, более глубокий анализ осуществляется по состоянию кредитного портфеля банка.

Результаты анализа активов являются основой для разработки кредитной и инвестиционной политики банка, а также политики управления активами и пассивами.

4) Оценка ликвидности банка на основе: расчета финансовых коэффициентов и их сравнения с нормативными значениями, установленными органами банковского надзора, прогнозными значениями самого банка, выявления факторов, влияющих на изменение уровня показателей; определение степени сбалансированности активов и пассивов по срокам и суммам (ГЭП). Материалы анализа позволяют определить стратегию и тактику банка в области управления ликвидностью.

5) Оценка доходности банка на основе анализа данных отчета о прибылях и убытках с помощью расчета системы количественных и качественных показателей, характеризующих доходность и прибыльность банка, эффективность использования активов, структуру доходов и расходов банка.

При анализе прибыльности банка в целом в качестве основных показателей используются отношения прибыли к активам и капиталу банка. При определении их желаемых значений целесообразно считать, что чем выше эти два показателя (естественно, при соблюдении нормативов достаточности капитала и ликвидности, установленных органами банковского надзора), тем лучше.

При определении рекомендаций по принятию управленческих решений, направленных на повышение прибыльности банка в целом, следует учитывать, что на увеличение прибыльности влияют увеличение ставок процентов по активным операциям и уменьшение их по пассивным, уменьшение доли активов, не приносящих дохода, увеличение прочих доходов и уменьшение прочих расходов, а также уменьшение соотношения собственных и привлеченных средств банка.

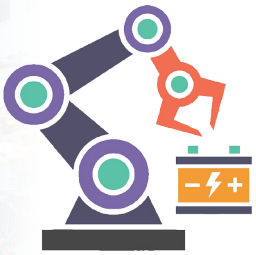
Следует также учитывать, что прибыльность банка в целом определяется прибыльностью его отдельных операций. Используя результаты количественного анализа структуры активных операций и соответствующие данные аналитического учета, можно определить доход и доходность активных операций банка с детализацией по группам операций, срокам, группам клиентов, филиалам банка и т.д. Далее на основе данных аналитического учета и другой документации банка можно определить соответствующие расходы на проведение операций и, следовательно, прибыльность операций банка с принятой детализацией. На основе результатов такого анализа можно дать рекомендации по увеличению масштабов более прибыльных операций и уменьшению (вплоть до прекращения) масштабов менее прибыльных или убыточных, реорганизации внутренней структуры банка, сокращению его персонала и т.д. При этом, естественно, решения по будущим операциям банка должны приниматься с учетом его маркетинговой деятельности, оценки возможных рисков и т.д.

Финансовый анализ в коммерческом банке выступает не только как комплексный анализ оценки достигнутых результатов деятельности, но и как инструмент финансового прогнозирования и моделирования деятельности. Методология анализа используется при составлении и оценке основных разделов бизнес-плана, а именно прогнозного баланса, отчета о прибылях и убытках, движении денежных средств и других показателей банковской деятельности и банковских продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батракова Л.Г. Экономический анализ деятельности коммерческого банка – М.: Логос, 2012. – 344 с.
2. Жарковская Е.П. Банковское дело – М.: «Омега-Л», 2011. – 476 с.
3. Петров А.Ю., Петрова В.И. Комплексный анализ финансовой деятельности банка. – М.: Финансы и статистика, 2013. – 560 с.

Автоматика. Энергетика. Управление



УДК 621.225

К.К. СМАГУЛОВА, *Ph.D, доцент,*
Е.К. АБДЫКЕНОВ, *магистрант 1 курса,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра АПП

Разработка автоматизированной системы управления ультрафильтрационного блока водоочистного сооружения г. Приозерск Карагандинской области

Ключевые слова: *водоочистка, водоснабжение, ультрафильтрация, мембрана, насос, питьевая вода, реагент, отстойник, система управления, фильтр, технология, дозирование, электролиз, диспетчерский пункт.*

Водопроводные очистные сооружения производительностью 12 000 м^3/сутки воды питьевого качества предназначены для водоснабжения населенного пункта г. Приозерск Карагандинской области Республики Казахстан.

Источником водоснабжения является вода поверхностного источника озера Балхаш. Проектирование водопроводных очистных сооружений предусмотрено с применением водоочистного комплекса – водоочистной установки БВПУ-500, производительностью 500 м^3/час. Производительность насосной станции первого подъема водоочистного комплекса определена с учетом потребности на собственные нужды. Очищенная вода должна соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [1]. Установка должна обеспечить получение воды питьевого качества с расчетным расходом 12 000 м^3/сут. Показатели качества исходной воды и сравнение их с нормативными требованиями представлены в таблице 1.

Исходя из показателей, представленных в таблице 1, исходная вода не удовлетворяет требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [1] по цветности, мутности, жесткости, содержанию железа, сульфатов, жесткости и общему солесодержанию. Поэтому водоподготовительная установка должна обеспечивать осветление, обесцвечивание, удаление железа, сульфатов, умягчение, обессоливание исходной воды. Также необходимо обеспечить ее эффективное обеззараживание.

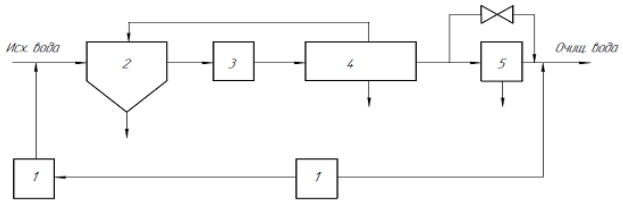
Таблица 1 – Показатели качества исходной воды и сравнение их с нормативными требованиями

Наименование показателя	Единица измерения	Исходная вода	СанПиН 2.1.4.1074-01, не более
Запах	баллы	1,0	2,0
Взвешенные вещества	мг/л	1,5-40,0	1,5
Мутность	мг/л	1,5-40,0	1,5
Цветность	град.	10,0-40,0	20
Водородный показатель	ед. pH	7,1-8,0	в пределах 6-9
Железо общее	мг/л	0,02-0,35	0,3
Окисляемость (перманганатная)	мгО/л	0,3-4,5	5,0
Сульфаты	мг/л	548,0	500
Хлориды	мг/л	232,0	350
Жесткость общая	мг-экв/л	9,6	7,0
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	900-1800	1000

Для гарантированного достижения требуемых показателей качества воды как по физико-химическим, так и по микробиологическим показателям, необходимо разработать проект водоподготовительной установки БВПУ-500.

В основу работы установки могут быть положены как схема физико-химической очистки, так и схема ультрафильтрационной очистки воды.

Технология физико-химической очистки с обессоливанием на обратноосмотических аппаратах приведена на рисунке 1.



1 – реагентное хозяйство; 2 – отстойники; 3 – насосная станция; 4 – осветительные фильтры; 5 – блоки обратного осмоса; 6 – электрохимические аппараты (электролизеры) для получения гипохлорита натрия

Рисунок 1 – Технология физико-химической очистки

В основу технологии физико-химической очистки работы заложена технология, основанная на введении реагентов с последующим осаждением загрязнений на осадительных и сорбционных фильтрах. Обессоливание воды осуществляется на обратноосмотических аппаратах.

Осадительные фильтры работают при введении реагентов (коагулянта и хлорсодержащего реагента). Концентрация коагулянта предварительно определяется по расчету, а затем уточняется при пуско-наладке. Количество хлорсодержащего реагента также уточняется при пуско-наладке и может быть на уровне хлорпоглощаемости воды.

Необходимость введения ступени сорбционных фильтров определена жесткими требованиями обратноосмотических аппаратов к содержанию активного хлора, а также необходимостью удаления из воды остаточных загрязнений.

Высокая загрязненность исходной воды требует предварительного хлорирования исходной воды. Хлорирование исходной воды ведет к образованию хлорорганических загрязнений, удаление которых из воды возможно на сорбционных фильтрах и обратноосмотических аппаратах.

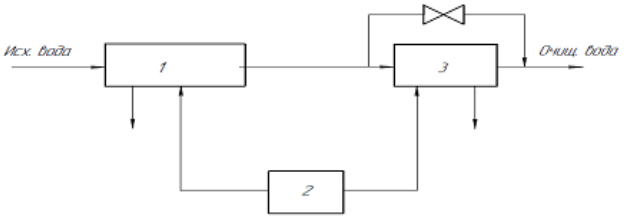
Поэтому из очищаемой воды на сорбционных аппаратах удаляются, как правило, все загрязнения, в том числе и хлорорганические загрязнения. В то же время промывные воды могут содержать загрязнения данного рода.

Необходимо иметь в виду, что наличие двухступенчатого фильтрования (осадительные и сорбционные фильтры) требует реагентного хозяйства, резервуаров промывной воды, насосного оборудования, помещения значительных размеров для их размещения. Анализ работы сооружений по этой технологии показывает возможность проскока загрязнений в периоды паводков, а также в периоды с низкой мутностью и низкой температурой.

Обессоливание воды осуществляется на обратноосмотических аппаратах, при этом часть очищенной воды направляется в резервуары чистой воды по байпасу, без фильтрации через мембраны. Эта часть воды, поступающая потребителю может содержать загрязнения, при их «проскоке» через осадительные и сорбционные фильтры.

Таким образом, технология физико-химической очистки с обессоливанием на обратноосмотических аппаратах может периодически проводить к проскокам загрязнений в периоды паводков, а также в периоды с низкой мутностью и низкой температурой.

Технология ультрафильтрационной очистки с обессоливанием на обратноосмотических аппаратах приведена на рисунке 2.



1 – ультрафильтрационный мембранный блок; 2 – блок промывки мембраны; 3 – блоки обратного осмоса

Рисунок 2 – Технология ультрафильтрационной очистки

В основу работы предлагаемой установки заложена современная мембранная технология очистки и обессоливания исходной воды.

Очистка исходной воды осуществляется на ультрафильтрационных мембранных аппаратах, а обессоливание (предварительно очищенной на ультрафильтрационных аппаратах) воды осуществляется мембранными обратноосмотическими аппаратами.

Основной стадией обработки воды является очистка на ультрафильтрационных аппаратах. При этом происходит осветление и обеззараживание воды (так как ультрафильтрационные аппараты задерживают примеси крупнее 40 мкм, включая бактерии и вирусы), без введения хлорсодержащих реагентов.

Также обеспечивается устранение цветности, мутности и снижается содержание железа. Концентрация вводимых реагентов, в зависимости от концентрации загрязнений, составляет 1-2 мг/л (уточняется при пуско-наладочных работах) и более чем на порядок меньше, чем при физико-химической очистке.

Отсутствие предварительного хлорирования ведет к отсутствию хлорорганических соединений в промывных водах.

В таблице 2 показана сравнительная оценка предлагаемых технологических схем очистки воды.

Таблица 2 – Сравнительная оценка технологических схем очистки воды

Сравниваемые параметры	Технология очистки	
	Физико-химическая	Ультрафильтрационная мембранная
Производительность, м³/сут	12 000,0	12 000,0
Площади производственных и вспомогательных помещений, м²	900 – 1 200	600 – 800
Стоимость очистки одного м³ воды с блоком обессоливания, тенге	18 – 20	12 – 15
Контроль параметров работы очистных сооружений	Постоянный	Периодический
Влияние внешних факторов на работу очистных сооружений:		
- состав исходной воды;	да	нет
- температура воды;	да	нет
- нарушения технологического регламента;	да	нет
- ошибки обслуживающего персонала	да	нет
Качество очищенной воды	Периодически не соответствуют нормам	Постоянно соответствует нормам

Таким образом, классические методы осветления исходной воды, основанные на реагентной обработке и последующей фильтрации через осветительные фильтры, обладают следующими недостатками:

1) значительные площади фильтрации и, соответственно, габариты очистных сооружений;
2) высокая вероятность ухудшения показателей очистки в период паводков и в зимний период;
3) высокие дозы реагентов и, как следствие, высокие остаточные концентрации реагентов (ионов алюминия) в очищенной воде;
4) для обеспечения бактериальной безопасности исходная (предварительное хлорирование) вода должна подвергаться обеззараживанию хлорсодержащими реагентами (с последующим ее дехлорированием перед обессоливанием на осмотических мембранах), что приводит к значительному расходу реагентов для обеззараживания и возможному образованию хлорорганических соединений.

Всех этих недостатков лишена схема очистки с ультрафильтрационными аппаратами, опыт проектирования, строительства и эксплуатации которых показывает неоспоримые преимущества этих схем очистки по сравнению с физико-химическими технологиями очистки воды поверхностных источников.

На основании анализа физико-химической и ультрафильтрационной схем очистки воды, в основу технологии очистки для водопроводных очистных сооружений ВОС 12000 заложена установка БВПУ-500, основанная на ультрафильтрационной мембранной технологии очистки воды и ее обессоливании на мембранных обратноосмотических аппаратах.

Водопроводные очистные сооружения ВОС 12000 структурно состоят из насосной станции первого подъема, водоподготовительной установки БВПУ-500, резервуаров чистой воды и насосной станции второго подъема.

Установка БВПУ-500 размещается в отдельно-стоящем производственном здании со служебными помещениями.

Водоподготовительная установка БВПУ предназначена для получения воды питьевого назначения. В качестве источника водоснабжения объекта используется вода, забираемая из поверхностного источника.

Для получения воды питьевого качества с обеспечением нормативных требований СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [1] в состав БВПУ-500 включено основное и вспомогательное оборудование.

В состав основного оборудования включены блок механической очистки на основе самопромывающихся мембранных фильтров, блок очистки на основе ультрафильтрационных аппаратов, и блок обессоливания на основе обратноосмотических аппаратов. В состав вспомогательного оборудования включены емкостное оборудование,

насосные станции, станции дозирования реагентов, электролизная для получения активного хлора (раствор гипохлорита натрия), производительностью 12 кг активного хлора в сутки, АСУ ТП, силовой щит, электроустановочные изделия, трубопроводы обвязки, ЗРА и КИП, расходные материалы.

Блок механической очистки выполняет очистку от грубодисперсных примесей, обеспечивает подготовку исходной воды перед подачей на основной блок очистки – блок мембранный ультрафильтрационный, который обеспечивает осветление, обесцвечивание и обезжелезивание исходной воды. Второй блок мембранных обратноосмотических аппаратов включается в работу при повышении солесодержания исходной воды сверх 1000 мг/дм^3, поддерживая в автоматическом режиме общую минерализацию очищенной воды в диапазоне 850-900 мг/дм^3.

Принцип работы установки на основе ультрафильтрации (первого мембранного блока) состоит в пропускании потока исходной воды через полупроницаемую мембрану, которая задерживает взвешенные и коллоидные частицы, бактерии и вирусы, содержащиеся в воде, не изменяя ее солевой состав.

Периодически мембрана промывается и образующиеся на ней загрязнения сбрасываются в отстойник для дальнейшего осветления.

Очистные сооружения, основанные на ультрафильтрационных мембранных технологиях, обладают следующими преимуществами:

Рисунок 3 – Принцип работы аппарата ультрафильтрации

1) обеспечивают стабильно высокое качество очищенной воды вне зависимости от изменения внешних условий (состава исходной воды, режимов фильтрации);
2) сохраняют неизменным минералогический состав обрабатываемой воды;
3) являются экологически безопасными в эксплуатации, так как при их работе используется минимальное количество реагентов;
4) компактны, надежны и экономичны в работе по сравнению с установками, реализующими классические технологии обработки воды;
5) работают в автоматическом режиме и не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала.

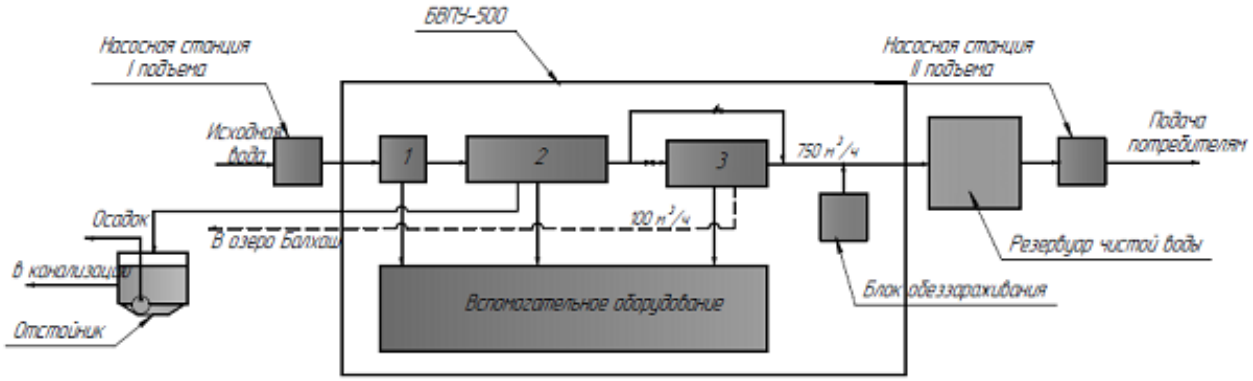
Очищенная на ультрафильтрационной установке вода не содержит взвешенных веществ, содержание железа снижается до требований к воде хозяйственно-питьевого назначения.

Только технология ультрафильтрации позволяет получать очищенную воду с такими показателями качества стабильно в течение всего срока эксплуатации. Поэтому вода, прошедшая блок ультрафильтрации, удовлетворяет требованиям к подаче на блок обратного осмоса.

Принципиальная технологическая схема установки ВОС 12000 показана на рисунке 4.

Исходная вода с помощью повышающей насосной станции I подъема НС подается на самопромывающиеся экранные фильтры, которые служат для удаления из воды грубодисперсных взвесей, обеспечивают защиту запорно-регулирующей арматуры и контрольно-измерительных приборов от механического износа и повреждений.

После этого в трубопровод пропорционально потоку воды в автоматическом режиме с помощью станции дозирования вводится раствор коагулянта и щелочи. Введение коагулянта способствует образованию крупных агрегатов из мелкодисперсных частиц и увеличению гидравлической крупности органических молекул, которые затем хорошо задерживаются на ультрафильтрационных мембранах. Введение щелочи повыша-



1 – блок механической очистки (экранные фильтры отстойника);
2 – ультрафильтрационный мембранный блок; 3 – обратноосмотический мембранный блок

Рисунок 4 – Принципиальная технологическая схема установки ВОС 12000

ет *pH*, что необходимо для обеспечения полноты прохождения процессов окисления и коагуляции. Насос-дозатор оснащен обратной связью по *pH*. Необходимое для корректировки *pH* количество щелочи определяется автоматически в соответствии со значением *pH* исходной воды, которое измеряется с помощью *pH*-электрода, установленного в проточной ячейке. На следующем этапе вода проходит через ультрафильтрационные гидроблоки, которые обеспечивают осветление, обесцвечивание, обезжелезивание исходной воды, а также удерживают микроорганизмы, т.е. служат одновременно бактериологическим барьером.

Периодически (1-2 раза в час в течение 30-40 секунд) проводится гидравлическая промывка мембран ультрафильтрационных гидроблоков обратным током очищенной воды, забираемой из емкости. Фильтрация проводится в тупиковом режиме, т.е. без постоянного сброса концентрата, что обеспечивает значительное сокращение объемов фильтрационных стоков.

Обратная промывка способствуют удалению накопленных на поверхности мембран механических примесей. Для удаления химически адсорбированных примесей и плотных осадков 1-2 раза в сутки проводится усиленная обратная промывка. После ультрафильтрационных гидроблоков очищенная вода поступает в накопительные емкости.

При исходном солесодержании менее 1,0 г/*л* очищенная вода самотеком направляется в резервуары чистой воды, при этом производится ее дополнительное обеззараживание (первичное обеззараживание производится путем фильтрации воды через ультрафильтрационные мембраны) раствором гипохлорита натрия.

В случае когда солесодержание исходной воды превышает 1 г/*л*, очищенная вода из емкости направляется на блок обратноосмотических аппаратов для обессоливания.

Далее вода с помощью насосов высокого давления подается на блок обратного осмоса, обеспечивающий умягчение, удаление сульфатов и обессоливание воды.

Блок обратного осмоса оборудован байпасной линией. Это позволяет корректировать минералогический состав воды. При максимальном солесодержании в исходной воде 1800 мг/*л*, вода с расходом 480 м^3/ч подается на блок обратного осмоса. После блока обратного осмоса пермеат (Q = 360 м^3/ч) имеет солесодержание 100-140 мг/*л*, а вода, поступающая по байпасу (Q = 150 м^3/ч), имеет максимальное солесодержание 1800 мг/*л*. Следовательно, вода, поступающая в РЧВ после очистки, имеет солесодержание 680-820 мг/*л*, что соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [1].

После блока обратноосмотических аппаратов очищенная и обессоленная вода с расчетным солесодержанием 700-800 мг/*л* направляется в РЧВ, при этом также подвергается дополнительному обеззараживанию раствором гипохлорита натрия.

Непосредственно перед обратным осмосом в воду вводится ингибитор осадкообразования с помощью станции дозирования СД3. Ингибитор осадкообразования поддерживает малорастворимые соединения в диспергированном состоянии и предотвращает осадкообразование на поверхности обратноосмотических мембран.

Периодически (2-3 раза в год) проводится промывка мембран аппарата обратного осмоса. Для этого используется технологическая емкость и промывочный насос.

После аппаратов обратноосмотических очищенная вода с остаточным давлением 0,02 МПа поступает в резервуар запаса чистой воды и далее с помощью сетевой насосной станции II подъема подается потребителям.

Учитывая, что очищенная вода поступает потребителям через имеющуюся на объекте накопительную емкость большого объема, для придания воде пролонгированного бактерицидного действия с помощью станции дозирования СД пропорционально расходу воды вводится раствор гипохлорита натрия.

При работе установки образуются фильтрационные стоки, которые утилизируются следующим образом:

1. Промывные воды, образующиеся при промывке ультрафильтрационных мембран, поступают в отстойник, где происходит ее осветление. После отстаивания осадок отводится на иловые площадки, а осветленная вода направляется в канализацию. Максимальная концентрация взвешенных веществ в промывных водах составляет 100-130 мг/*л*;
2. Концентрат после обратного осмоса 100 м^3/ч, образующийся при работе блока обратного осмоса, с солесодержанием 5,8 г/*л* (при общей минерализации 1500 мг/*л*) или 10-12 г/*л* (при общей минерализации 3000 мг/*л*) отводится в озеро Балхаш.

Исходная вода должна подаваться на установку с помощью насосов с частотным регулированием, обеспечивающих 900...1000 м^3/ч с напором 25-30 м.

В результате очищенная на выходе установки вода соответствует нормативным требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [1].

Установка работает в автоматическом режиме. Все параметры ее работы отображаются на дисплее и могут быть выведены на центральный диспетчерский пункт. Также предусмотрена возможность контроля над работой установки по каналам цифровой связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

УДК 621.771.251

О.Н. КРИВЦОВА, *к.т.н., доцент, зав. кафедрой,*
Н.Ю. КУЗЬМИНОВА, *м.т.н., ст. преподаватель,*
В.М. ЦЫГАНОВА, *студент гр.ТОМД-13,*
Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, кафедра ОМД

Оценка стабильности качества арматурного проката посредством статистических методов контроля

Ключевые слова: *математическая модель, имитационная модель, электропривод, групповой электропривод, черновая клеть, стан, валки.*

Статистические методы используются не только для разработки новых технологий получения сортового проката с определенным комплексом свойств, но и для контроля существующей технологии производства. Так, например, осуществление мониторинга стабильности технологического процесса на ПАО «Днепросталь» [1] в соответствии с технологическими инструкциями произвели посредством аналитических инструментов программного пакета статистической обработки данных «Statistica» фирмы «Star Soft», описанных в работе [2].

Авторы [1] провели оценку качества пассивным методом сбора данных производимого серийного материала по результатам приёмо-сдаточного контроля параметров качества продукции, а именно: химического состава, макро- и микроструктуры, характеристик механических свойств и др. на соответствие требованиям нормативной документации (НД). При анализе статистических данных химического состава и стандартных механических свойств авторы определяли такие дескриптивные (описательные) статистики, которые дают общую информацию о распределении исследуемого параметра качества продукции:

- минимальное и максимальное значение оцениваемого параметра;
- среднее значение оцениваемого параметра ($\overline{X}$) или оценка среднего, вычисляемая как среднее арифметическое наблюдение (центр распределения);
- стандартное отклонение (рассеяние) (σ) – мера изменчивости (вариации) параметра, отражающая его разброс относительного среднего арифметического;
- коэффициент вариации (V) – показывающий относительное колебание отдельных значений околосреднего арифметического и выражает меру изменчивости параметра в процентах.

Предварительно оценив вид и соответствие параметров распределения на основе определения вида, в работе [1] проверяли стабильность механических свойств в процессе производства продукции. Как правило, поведение измеряемых этих характеристик подчинялось закону нормального распределения либо распределениям, незначительно отличающимся от нормального. Параметрами проверки являлось среднее арифметическое и стандартное отклонение. Колоколообразная форма функции нормального распределения имеет две точки перегиба. Расстояние от данных точек до вершины равно стандартному отклонению (σ). Наибольшая частота уровня механических свойств приходилась на середину интервала, к концам частота плавно спадает. Как правило, кривая симметрична относительно среднего. Площадь под кривой нормального распределения, или, иными словами, кривая Гаусса, равна 1 или 100% независимо от величины стандартного отклонения. Свойство нормального распределения подчиняется правилу ±2σ- ±3σ-стандартных

отклонений (трех сигм), позволило вычислить вероятность попадания значений переменной в заданные предельно допустимые НД границы (ВГ и НГ) или определять процент выпадов, которые оказались за данными границами допуска. Область внутри трехсигмовых границ называется областью статистического процесса, равная 6σ.

Критерием оценки стабильности качества продукции и пригодности технологического процесса в работе [2] выбрали совокупный параметр качества $P_{п.к.}$, который определяли как отношение размаха допуска или границ НД к размаху процесса, т.е. статистическому допуску процесса.

Стабильность процесса определяли по значению $P_{п.к.}$:

- при $P_{п.к.} < 0{,}67$ – технологический процесс производства считали нестабильным, неконтролируемым и требующим корректировки;
- при $0{,}67 \le P_{п.к.} \le 1{,}11$ – процесс производства считали стабильным или контролируемым, но требующим корректировки посредством проведения дополнительного анализа;
- при $P_{п.к.} \ge 1{,}11$ – технологический процесс производства считали стабильным, контролируемым и управляемым.

Верхние и нижние пределы характеристик согласно НД, а именно, нижняя и верхняя предельно допустимые границы (НГ и ВГ соответственно) задавали следующим образом:

$$P_{п.к.} = \min\left(C_n^{НГ}; C_n^{ВГ}\right),$$

где $C_n^{НГ} = \left(\bar{X} - НГ\right) / 3\sigma$ – нижний показатель пригодности технологического процесса; $C_n^{ВГ} = \left(ВГ - \bar{X}\right) / 3\sigma$ – верхний показатель пригодности технологического процесса.

С целью изучения стабильности технологического процесса производства в СПЦ АО «АрселорМиттал Темиртау» авторы сформировали массив опытных данных калиброванного (арматурного) проката периодического профиля из сталей марок 35ГС диаметрами от 10 до 32 мм. Опытные данные собирались в период с июля по август 2014 года на непрерывном 16-клетевом сортовом стане 320. Объем данных по прокату из стали 35ГС содержит 179 наблюдений. В качестве показателей, характеризующих качество арматурного проката выбраны: химический состав металла по содержанию основных элементов – углерода (C, %), марганца (Mn, %), кремния (Si, %), хрома (Cr, %), никеля (Ni, %), меди (Cu, %), алюминия (Al, %), содержание вредных примесей азота (N, %), серы (S, %) и фосфора (P, %), а также показатели важнейших механических свойств – предел текучести ($\sigma_т$, МПа), предел прочности ($\sigma_в$, МПа), относительное удлинение (δ_s, %). Химический состав и свойства стали проверялись на основании Меморандума о сотрудничестве совместно с ЦЗЛ АО «АМТ» на соответствие требованиям ГОСТ 5781-82 и ГОСТ 10884-94. Исследуемые марки сталей широко используют на АО «АрселорМиттал Темиртау» для производства арматурного проката периодического профиля. Для статистической обработки данных арматурного проката использованы данные сдаточных испытаний 169 периодических профилей. По описанной в [4] методике провели статистическую обработку выборочных данных по химическому составу и механическим свойствам горячекатаной арматуры. Используя вышеприведенную методику, провели интегральную оценку стабильности технологического производства арматурного проката всех профилей. Статистический анализ механических свойств арматурного проката из сталей марок 35ГС номеров профилей от 10 до 32 показал соответствие химического состава требованиям НД (таблица 1).

После статистической проверки химического состава и механических свойств арматурного проката из сталей марок 35ГС были получены результаты соответствия критериям оценки стабильности технологического процесса (таблица 2).

Таблица 1 – Описательная статистика арматурного проката из стали марки 35ГС после отсева ошибок

Статистическая характеристика	Содержание химических элементов, %										$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа	δ, %
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	N	Al			
Среднее	0,325	1,155	0,638	0,025	0,016	0,029	0,038	0,049	0,007	0,007	436,3	667,96	22,4
Медиана	0,32	1,16	0,64	0,025	0,015	0,02	0,040	0,050	0,006	0,007	435	665	22
Мода	0,31	1,15	0,6	0,028	0,016	0,02	0,040	0,050	0,006	0,007	440	660	20,5
СКО	0,022	0,0453	0,0287	0,006	0,0047	0,01	0,0073	0,0109	0,0011	0,0013	13,86	28,21	2,81
Дисперсия	0,0005	0,0021	0,0008	3E-05	2,2E-05	0,0001	5,3E-05	0,00012	1,1E-06	1,7E-06	191,97	795,957	7,88
Коэффициент вариации	6,918	3,9268	4,4924	21,72	30,091	37,27	19,329	22,357	15,844	19,954	3,18	4,22	12,55
Эксцесс	-0,5336	1,2636	-0,8057	0,2031	2,5431	4,5851	1,2239	-0,0207	0,7434	-0,8861	-0,13	1,11	0,51
Асимметрия	0,7173	-0,4308	0,2999	0,2801	1,0465	2,1051	0,9343	0,2621	0,5870	0,2165	0,04	-0,17	0,48
Интервал	0,08	0,27	0,1	0,026	0,026	0,040	0,030	0,050	0,006	0,005	70	185	17,4
Минимум	0,29	1,03	0,6	0,014	0,006	0,020	0,030	0,030	0,004	0,005	400	550	13,6
Максимум	0,37	1,3	0,7	0,04	0,032	0,060	0,060	0,080	0,01	0,01	470	735	31
Объем выборки	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169

Примечание: $\sigma_т$, МПа – предел текучести; $\sigma_в$, МПа – предел прочности; δ, % – относительное удлинение

Таблица 2 – Статистические показатели характеристик механических свойств арматурного проката профилей №10-32 стали марки 35ГС

Характеристика	Требования НД*	Xmin-Xmax/X	Рассеяние σ	Коэффициент вариации	$P_{п.к}$ для 3σ
$σ_т$, МПа	390	370-525 / 437,82	22,14	5,06	0,72
$σ_в$, МПа	590	550-830 / 669,80	38,68	5,77	0,69
δ, %	14	13,6-31 / 22,14	3,03	13,71	0,89

Полученные данные, приведенные в таблице 2, подтверждают стабильность технологического процесса получения арматурного проката из стали марки 35ГС, полностью удовлетворяя требованиям ГОСТ по полученному уровню механических свойств. По пределу текучести и временному сопротивлению параметр качества $P_{п.к.}$ составляет 0,72 и 0,69 соответственно.

Сталь 35ГС при достаточно большом запасе по прочностным характеристикам имеет достаточно стабильные пластические свойства, которые обеспечили $P_{п.к.}$ значением, превышающим 0,7 по относительному удлинению ($δ$ = 0,89), что является доказательством стабильности процесса, но требует проведения дополнительного анализа и возможной корректировки.

Поэтому была предпринята попытка разделить имеющуюся генеральную совокупность на 3-4 выборки. Например, в соответствии с материалами [5], целесообразно разделить совокупность на размерные группы по величинам диаметра проката. Работа [5] строится на том, что профиль №20 является переходным и может быть отнесен как к крупным, так и к средним.

Разбиение на три кластера (мелкие, средние и крупные профили) выполнили следующим образом: Ø10-16 мм, Ø18-22 мм и Ø25-32 мм. Так как мелких профилей в генеральной совокупности абсолютное большинство, поэтому группу мелких профилей разделили еще на 2 части: Ø10-12 мм и Ø14-16 мм (таблица 3). Таким образом, окончательно получили 4 выборки.

Таблица 3 – Выборки, отсортированные по размерам профиля

Группа профилей	10-12	14-16	18-22	25-32
Объем выборки	60	54	30	25

Полученные выборки статистически проверили. Результаты соответствия критериям оценки стабильности технологического процесса привели в таблицах 4-7.

Статистическая обработка арматурного проката профилем №10-12 мм из стали 35ГС показала соответствие материала основным показателям качества (таблицы 4). Результаты испытаний механических свойств арматурного проката из стали 35ГС по профилям №10-12 мм показали, что $P_{п.к.}$ находился в интервале 0,71-1,19, что характеризует технологию производства как стабильную и контролируемую.

Таблица 4 – Характеристика механических свойств арматурного проката профилем №10-12 из стали 35ГС

Характеристика	Требования НД*	Xmin-Xmax/X	Рассеяние σ	Коэффициент вариации	$P_{п.к}$
$σ_т$, МПа	390	415-470 / 438,50	13,63	3,11	1,19
$σ_в$, МПа	590	550-735 / 662,75	34,28	5,17	0,71
δ,%	14	18-31 / 24,12	2,98	12,36	1,13

Стабильность технологического процесса производства арматурного проката профилем №14-16 подтверждается параметрами качества, изменяющимися от 1,08 до 1,13, характеризующими процесс производства как стабильный, и удовлетворяет требованиям НД на поставку (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика механических свойств арматурного проката профилем №14-16 из стали 35ГС

Характеристика	Требования НД*	Xmin-Xmax/X	Рассеяние σ	Коэффициент вариации	$P_{п.к}$
$σ_т$, МПа	390	400-455 / 436,20	13,63	3,12	1,13
$σ_в$, МПа	590	615-720 / 670,74	24,85	3,70	1,08
δ, %	14	13,6-25 / 21,31	2,15	10,08	1,13

Оценка процесса производства при получении арматурного проката профилем №18-22 из стали 35ГС проведена по значениям пределов текучести и прочности 0,92 и 1,07 соответственно, имеет достаточно стабильные пластические свойства, обеспечивающие совокупный параметр качества $P_{п.к}$ = 1,21 по относительному удлинению (таблица 6). Характеризует процесс производства как стабильное и контролируемое, удовлетворяющее требованиям НД на поставку.

Стабильность технологического процесса производства арматурного проката профилем №25-

Таблица 6 – Характеристика механических свойств арматурного проката профилем №18-22 из стали 35ГС

Характеристика	Требования НД*	Xmin-Xmax/X	Рассеяние σ	Коэффициент вариации	$P_{п.к}$
$σ_т$, МПа	390	410-465 / 433,50	15,77	3,64	0,92
$σ_в$, МПа	590	640-720 / 667,83	24,24	3,63	1,07
δ, %	14	18-27,5 / 22,42	2,33	10,38	1,21

32, приведенная в таблице 7, подтверждается параметрами качества, изменяющимися от 1,21 до 1,33, характеризующими процесс производства как стабильный и удовлетворяет требованиям НД на поставку.

Таблица 7 – Характеристика механических свойств арматурного проката профилем №25-32 из стали 35ГС

Характеристика	Требования НД*	Xmin-Xmax/X	Рассеяние σ	Коэффициент вариации	$P_{п.к}$
$σ_т$, МПа	390	410-460 / 34,4	12,27	2,83	1,21
$σ_в$, МПа	590	630-730 / 674,6	21,89	3,24	1,29
δ, %	14	17,5-24 / 20,46	1,62	7,92	1,33

ВЫВОДЫ

1. Проведена статистическая обработка выборочных данных по химическому составу и механическим свойствам горячекатаной арматуры из стали марки 35ГС номеров профилей от 10 до 32.

2. Для дополнительного анализа технологического процесса и его возможной корректировки разделили имеющуюся генеральную совокупность на четыре кластера по критериям размера профиля.

3. Результаты статистической обработки основных показателей качества по химическому составу плавок и механических свойств арматурного проката номерами профилей 10-32 из стали марки 35ГС подтвердили соответствие технологического процесса в условиях сортопрокатного производства АО «АрселорМиттал Темиртау» требованиям номенклатурной документации на поставку. Исследуемое производство является стабильным.

4. Оценка производства арматурного проката по кластерам на СПС320 АО «АрселорМиттал Темиртау» подтвердила стабильность технологического процесса и удовлетворяет требованиям номенклатурной документации на поставку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сальников А.С., Алферов И.А., Торопова Ж.А., Лоза В.В., Сахарова Е.Ю. Оценка стабильности сортового проката из конструкционной стали ответственного назначения // Сталь. – 2012. – №9. – С. 45-49.
2. Куприенко Н. В. Статистика. Методы анализа распределений. Выборочное наблюдение. 3-е изд.: учеб. пособие / Н.В. Куприенко, О. А. Пономарева, Д. В. Тихонов. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 138 с.
3. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: уч. пос. / В. Н. Клячкин. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 138 с.
4. Куликов Е.И. Прикладной статистический анализ : Уч.пос. / Куликов Е.И. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Телеком, 2008. – 464 с.
5. Определение рациональной формы предчистовых калибров для прокатки арматурной стали переходного профиля // Найзабеков А.Б., Кривцова О.Н., Панин Е.А., Кузьминова Н.Ю., Насонов А.И./Научно-технический, производственный и учебно-методический журнал «Производство проката». – 2015. – №1. – С. 18-21.

УДК: 658.562

З.Т. ХАСЕНОВА[1], *докторант,*
С.Ж. РАХМЕТУЛЛИНА[2], *кандидат технических наук, доцент,*
К.Т. ИСКАКОВ[1], *доктор физико-математических наук, профессор,*
[1]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
[2]Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева

Результаты тестирования программного обеспечения "Система экологического мониторинга"

Ключевые слова: *программное обеспечение, тестирование, пользователь, стандарт, ошибка, экологический мониторинг.*

Понятие качественного программного обеспечения (ПО) соответствует представлению о том, что программа достаточно успешно справляется со всеми возложенными на нее задачами и не приносит проблем ни конечным пользователям, ни разработчикам. Для контроля и оценки качества конечного продукта можно применить тестирование.

Тестирование – вид деятельности в процессе разработки, связанный с выполнением процедур, направленных на обнаружение (доказательство наличия) ошибок (несоответствий, неполноты, двусмысленностей и т.д.) в текущем определении разрабатываемой программной системы [1].

На сегодняшний день существует множество технологий тестирования. Условно можно их отнести к статическим или динамическим [2].

Статическое тестирование предназначено для верификации практически любого артефакта разработки. Одним из наиболее эффективных способов обнаружения дефектов на ранних стадиях разработки ПО являются статические методы тестирования. Данный вид тестирования происходит без запуска программного кода приложения.

Процесс тестирования, производимый над работающей системой или подсистемой, называется динамическим тестированием. Динамическое тестирование состоит из запуска системы/подсистемы, вызова необходимых функциональных элементов/модулей, а также сравнения через графический интерфейс пользователя поведения системы с ожидаемым результатом поведения. Технологии тестирования используются при применении тех или иных методов тестирования. Существует несколько методов тестирования, среди которых обычно выделяют два самых распространенных [2]:

- метод «черного ящика»;
- метод «белого ящика».

При тестировании методом «черного ящика» тестировщик имеет доступ к ПО только через те же интерфейсы, что и заказчик или пользователь, либо через внешние интерфейсы. Как правило, тестирование чёрного ящика ведётся с использованием спецификаций или иных документов, описывающих требования к системе.

При тестировании методом белого ящика тестировщик имеет доступ к исходному коду и может писать код, который связан с библиотеками тестируемого ПО. Данный метод позволяет проверить внутреннюю структуру программы. Исходя из этой стратегии, тестировщик получает тестовые данные путём анализа логики работы программы.

В данной работе тестирование ПО проходило с целью обнаружения и регистрации ошибок, которые могли быть внесены в процессе разработки требований к ПО [3]. Данные просмотра и анализа должны подтвердить, что требования верхнего уровня удовлетворяют следующим целям:

- согласованность с системными требованиями: гарантировать, что функции системы, которые должно выполнять ПО, определены; что требования по функциональности, эффективности и требования, связанные с безопасностью системы, удовлетворены в требованиях верхнего уровня к ПО и что правильно определены производные требования и обоснована их необходимость;
- точность и непротиворечивость: гарантировать, что каждое требование верхнего уровня является точным, однозначным и достаточно детализированным и что требования не противоречат друг другу;
- совместимость с объектным компьютером: гарантировать, что не существует никаких противоречий между требованиями верхнего уровня и возможностями аппаратных/программных средств объектного вычислителя, особенно такими, как время реакции системы и аппаратура ввода/вывода;
- верифицируемость: гарантировать, что каждое требование верхнего уровня может быть верифицировано;

- соответствие стандартам: гарантировать, что процесс разработки требований к ПО полностью соответствует стандартам на разработку требований и обоснованы любые отклонения от данных стандартов;
- трассируемость: гарантировать, что функциональные системные требования, требования по эффективности и требования к безопасности системы, предназначенные для программной реализации, были включены в требования верхнего уровня;
- алгоритмические аспекты: гарантировать точность и корректность поведения предложенных алгоритмов, особенно в областях отсутствия непрерывности.

Проведены следующие методы тестирования:

- тестирование, основанное на требованиях, интеграции ЭКПО/ЭКА (Элемент Конфигурации Программного Обеспечения/Элемент Конфигурации Аппаратуры);
- тестирование, основанное на требованиях, интеграции ЭКПО (Элемент Конфигурации Программного Обеспечения);
- модульное тестирование, основанное на требованиях.

Тестирование, основанное на требованиях, интеграции ЭКПО/ЭКА, сконцентрировано на источниках ошибок, связанных с выполнением ПО в среде объектного вычислителя, и на функционировании на верхнем уровне. Цель тестирования интеграции ЭКПО/ЭКА — гарантировать, что ПО в объектной среде функционирует в соответствии с требованиями верхнего уровня [4].

В таблице 1 представлены результаты тестирования интеграции. В соответствии с данными в таблице можно увидеть, что ошибки отсутствуют.

Таблица 1 – Результаты тестирования интеграции ЭКПО/ЭКА

Тип ошибки	Результат тестирования
Неправильная обработка прерываний	Ошибка отсутствует
Отказы, связанные с требованиями по времени выполнения	Ошибка отсутствует
Некорректная реакция ПО на переходные процессы в аппаратуре или аппаратные отказы, например упорядочение начальных действий, сбой при загрузке входных данных и нестабильность питания	Ошибка отсутствует
Проблемы конкуренции для шин данных и других ресурсов	Ошибка отсутствует
Неспособность встроенных тестов обнаруживать некоторые виды отказов	Ошибка отсутствует
Ошибки в интерфейсах аппаратных/программных средств	Ошибка отсутствует
Некорректное поведение циклов обратной связи	Ошибка отсутствует
Некорректная работа аппаратуры, управляющей памятью, или другой аппаратуры, работающей под управлением ПО	Ошибка отсутствует
Переполнение стека	Ошибка отсутствует
Неправильное функционирование механизмов, поддерживающих корректность и совместимость ПО, загружаемого в условиях эксплуатации.	Ошибка отсутствует
Нарушения разбиения ПО	Ошибка отсутствует

Тестирование, основанное на требованиях, интеграции ЭКПО, должно быть сконцентрировано на взаимосвязях между требованиями к ПО и на реализации требований архитектурой ПО. Цель данного тестирования – гарантировать, что программные компоненты взаимодействуют друг с другом корректно и удовлетворяют требованиям и архитектуре ПО [3]. Этот метод может быть реализован путем расширения области действия требований посредством последовательной интеграции компонентов кода с соответствующим расширением области действия тестовых вариантов. Результаты тестирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты тестирования

Тип ошибки	Результат тестирования
Некорректная инициализация переменных и констант	Ошибка отсутствует
Ошибки передачи параметров	Ошибка отсутствует
Затирание данных, особенно глобальных	Ошибка отсутствует
Некорректная последовательность событий и действий	Ошибка отсутствует

Модульное тестирование, основанное на требованиях, следует применять для демонстрации того, что каждый программный компонент выполняет требования нижнего уровня. Цель тестирования нижнего уровня, основанного на требованиях – гарантировать, что программные компоненты удовлетворяют этим требованиям нижнего уровня [3]. Результаты тестирования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты тестирования нижнего уровня

Тип ошибки	Результат тестирования
Ошибка алгоритма в реализации требования к ПО	Ошибка отсутствует
Некорректная работа цикла	Ошибка отсутствует
Некорректные логические решения	Ошибка отсутствует
Отказ при обработке правильно сформированных комбинаций входных условий	Ошибка отсутствует
Некорректная реакция на отсутствующие или искаженные входные данные	Ошибка отсутствует
Некорректная обработка исключительных ситуаций типа арифметических ошибок или выхода за границы массива	Ошибка отсутствует
Некорректная последовательность вычислений	Ошибка отсутствует
Неадекватные точность вычисления в алгоритме, точность представления данных или выполнение расчетов	Ошибка отсутствует

Тестирование основных функций программного интерфейса проведено путем тестирования функционального выбора параметров. Тестирование показало, что пользователь без ошибок, то есть со стороны приложения, имеет возможность выбрать параметры, необходимые для корректного построения изолиний графиков и отчетов. Результат тестирования показан на рисунке 1.

Проведено тестирование защиты входных данных, которые отправляет пользователь. Тестирование показало, что отправка входных данных защищена от некорректных параметров. Результат тестирования отображен на рисунке 2.

Проведен тест функционирования построения областей распространения загрязнений, который показал, что изолинии корректно ото-

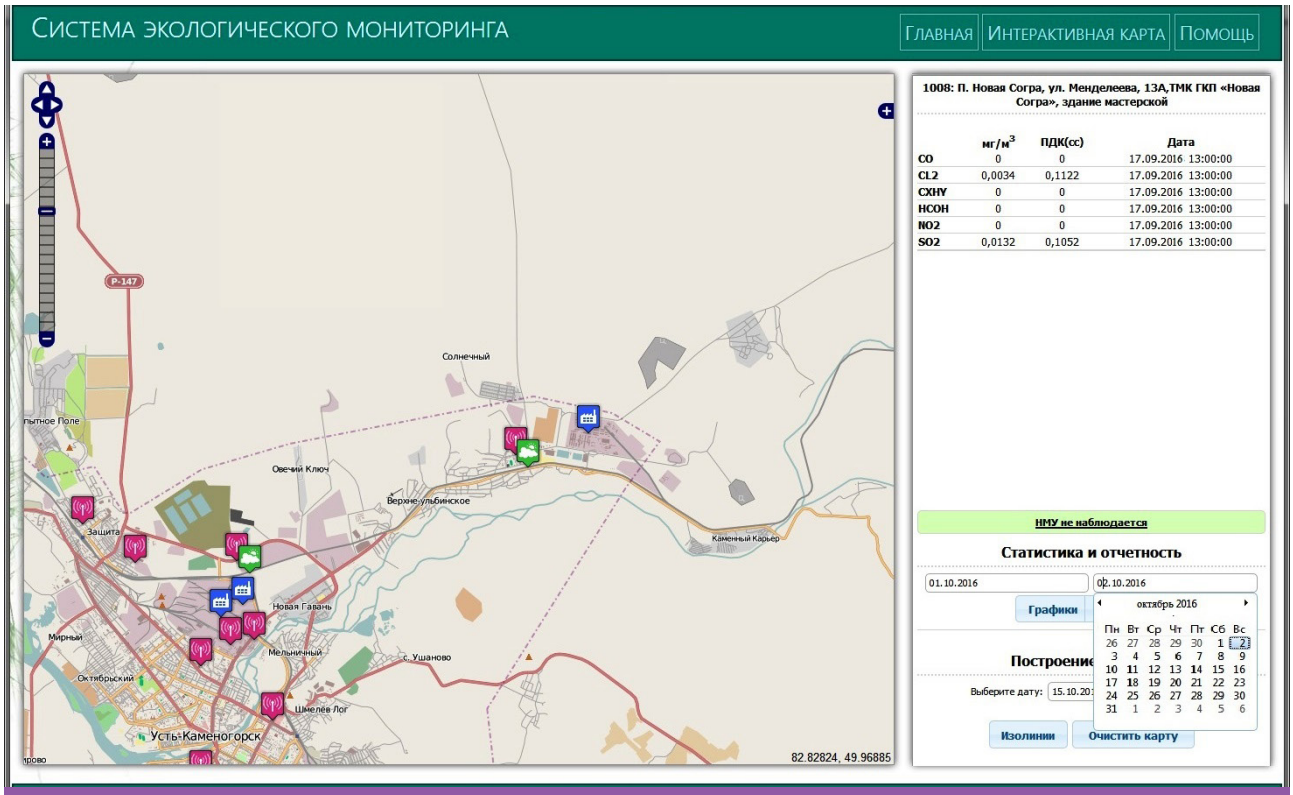


Рисунок 1 – Тестирование функционального выбора параметров

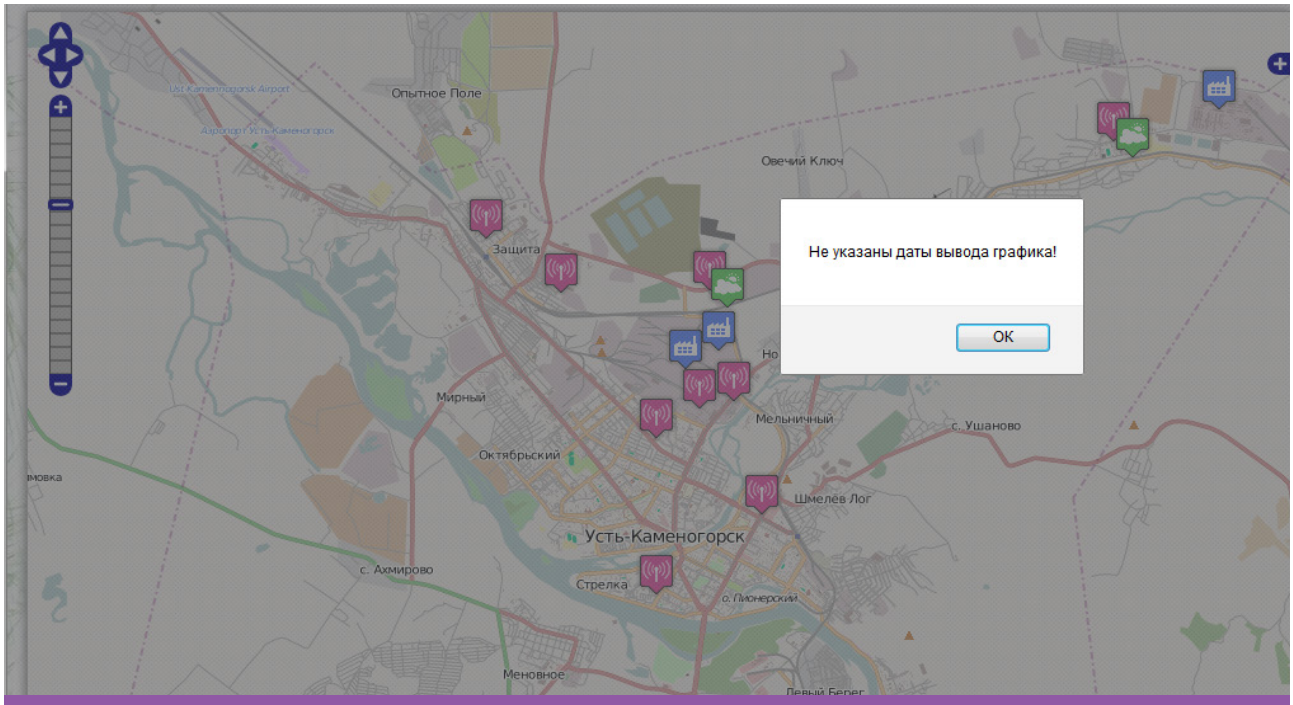


Рисунок 2 – Тестирование защиты от некорректно введенных данных

бражают области распространения примесей вещества. Результат тестирования представлен на рисунке 3.

Проведено тестирование визуального отображения и построения графиков с учетом выбранного вещества и временных параметров. Тестирование показало, что график корректно отображается в приложении и соответствует входным параметрам, которые ввел пользователь. Результаты тестирования отображены на рисунках 4 и 5.

На рисунке 5 изображен пример графика в формате, доступном для скачивания и печати.

Проведено тестирование визуального отображения отчетов с учетом выбранного вещества и временных параметров, заданных пользовате-

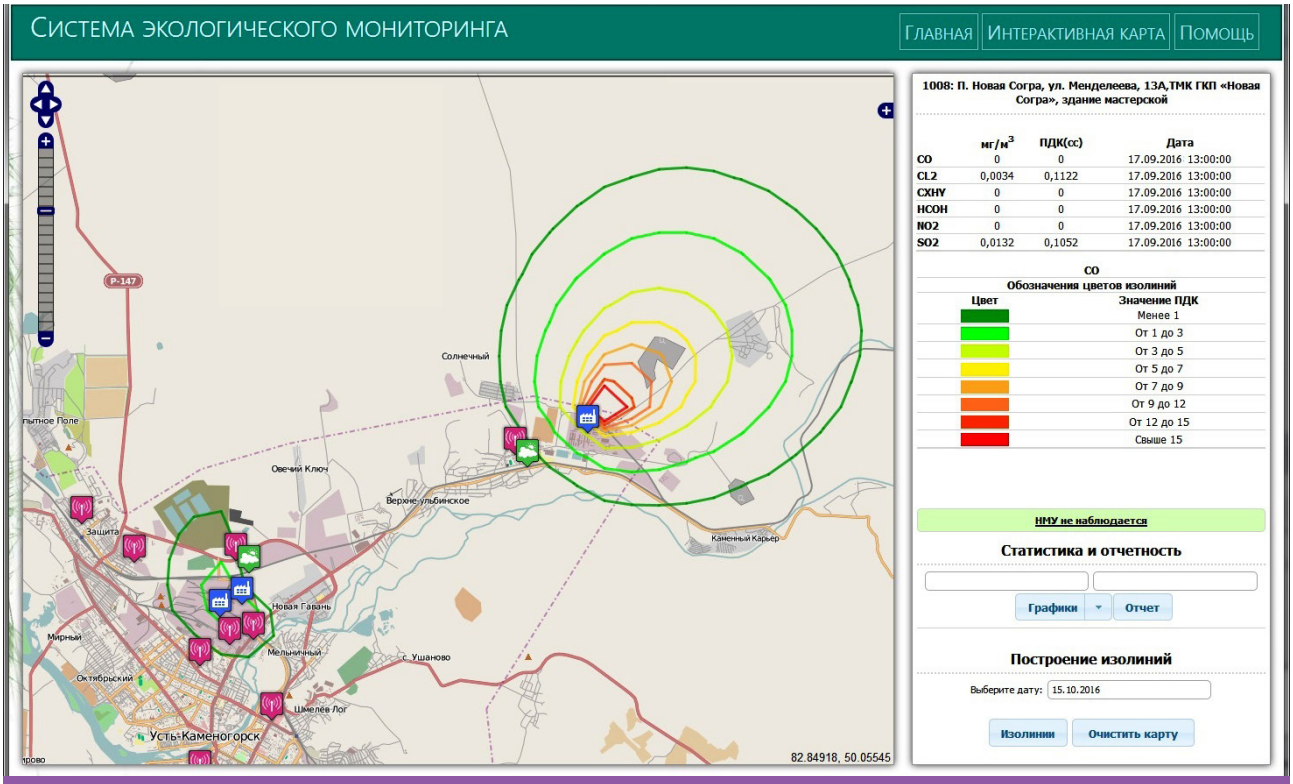


Рисунок 3 – Тестирование построения областей распространения загрязнений

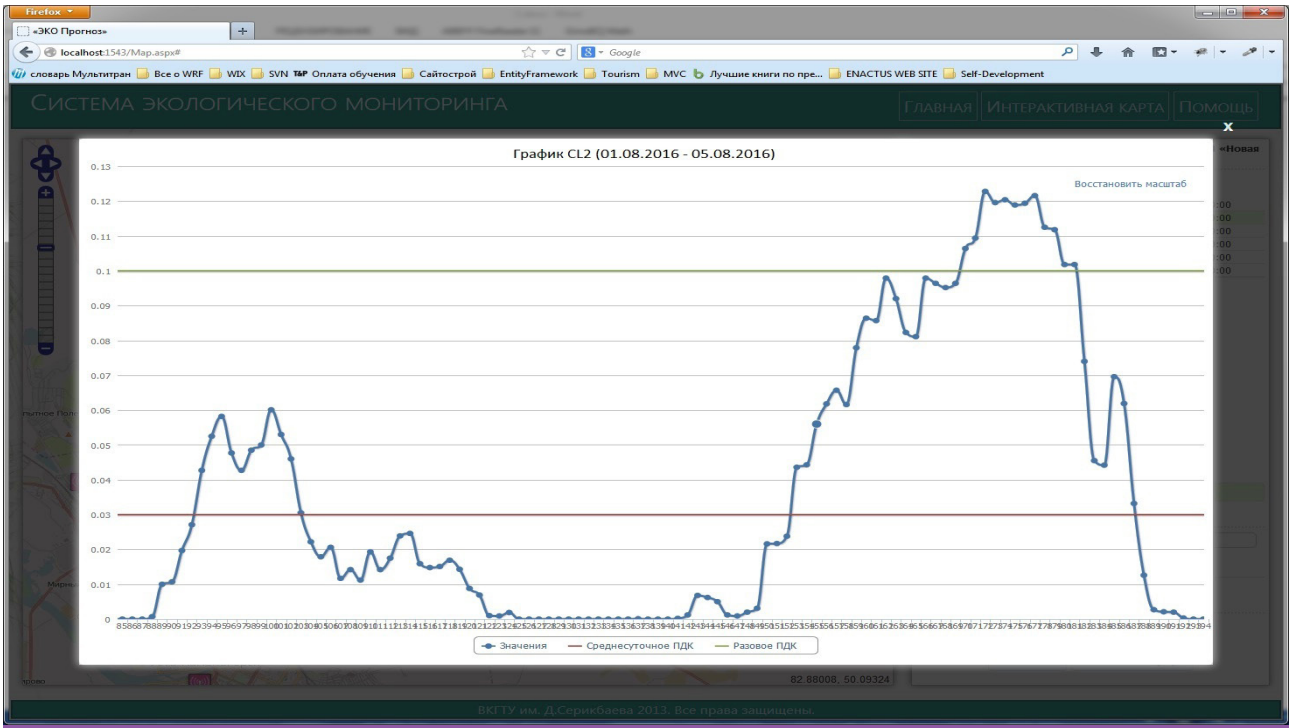


Рисунок 4 – Тестирование построения графиков загрязнений для вывода на экран

лем. Тестирование показало, что отчет корректно отображается в приложении и соответствует входным параметрам заданным пользователем. Результат тестирования отображен на рисунке 6.

Таким образом, проведя различные методы тестирования программного обеспечения «Система экологического мониторинга», необходимо отметить, что в ходе тестирования предложения и замечания были учтены и исправлены. Всё это позволяет сделать вывод о необходимости и важности проведения тестирования для анализа полученных результатов.

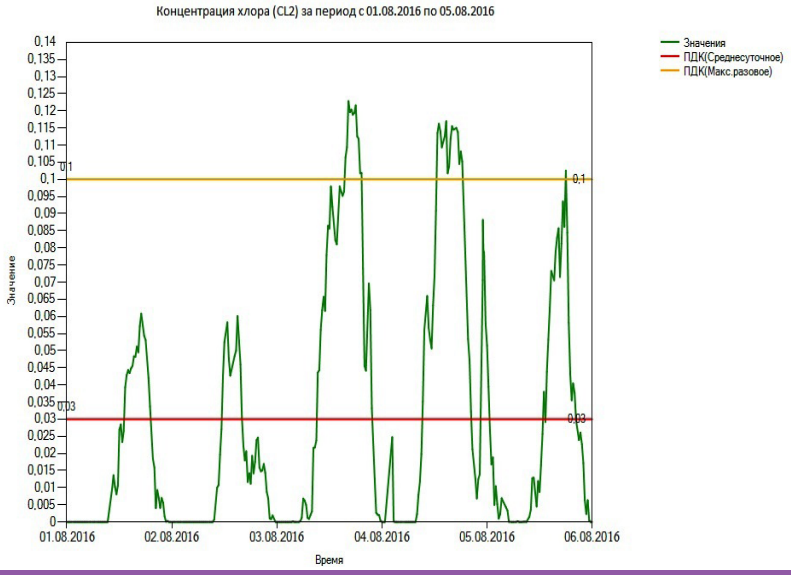
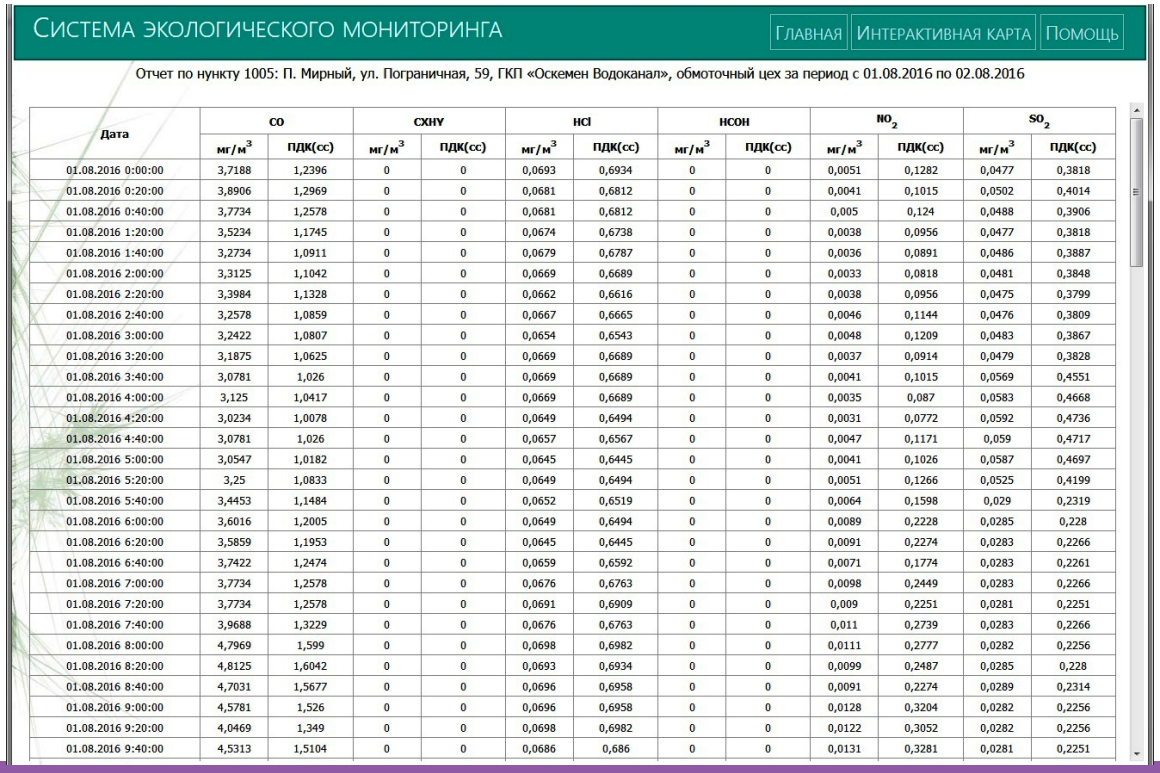


Рисунок 5 – Тестирование построения графиков загрязнений для вывода на печать



СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

ГЛАВНАЯ | ИНТЕРАКТИВНАЯ КАРТА | ПОМОЩЬ

Отчет по нункту 1005: П. Мирный, ул. Пограничная, 59, ГКП «Оскемен Водоканал», обмоточный цех за период с 01.08.2016 по 02.08.2016

Дата	CO		CXHY		HCl		HCOH		NO_2		SO_2	
	мг/м^3	ПДК(сс)	мг/м^3	ПДК(сс)	мг/м^3	ПДК(сс)	мг/м^3	ПДК(сс)	мг/м^3	ПДК(сс)	мг/м^3	ПДК(сс)
01.08.2016 0:00:00	3,7188	1,2396	0	0	0,0693	0,6934	0	0	0,0051	0,1282	0,0477	0,3818
01.08.2016 0:20:00	3,8906	1,2969	0	0	0,0681	0,6812	0	0	0,0041	0,1015	0,0502	0,4014
01.08.2016 0:40:00	3,7734	1,2578	0	0	0,0681	0,6812	0	0	0,005	0,124	0,0488	0,3906
01.08.2016 1:20:00	3,5234	1,1745	0	0	0,0674	0,6738	0	0	0,0038	0,0956	0,0477	0,3818
01.08.2016 1:40:00	3,2734	1,0911	0	0	0,0679	0,6787	0	0	0,0036	0,0891	0,0486	0,3887
01.08.2016 2:00:00	3,3125	1,1042	0	0	0,0669	0,6689	0	0	0,0033	0,0818	0,0481	0,3848
01.08.2016 2:20:00	3,3984	1,1328	0	0	0,0662	0,6616	0	0	0,0038	0,0956	0,0475	0,3799
01.08.2016 2:40:00	3,2578	1,0859	0	0	0,0667	0,6665	0	0	0,0046	0,1144	0,0476	0,3809
01.08.2016 3:00:00	3,2422	1,0807	0	0	0,0654	0,6543	0	0	0,0048	0,1209	0,0483	0,3867
01.08.2016 3:20:00	3,1875	1,0625	0	0	0,0669	0,6689	0	0	0,0037	0,0914	0,0479	0,3828
01.08.2016 3:40:00	3,0781	1,026	0	0	0,0669	0,6689	0	0	0,0041	0,1015	0,0569	0,4551
01.08.2016 4:00:00	3,125	1,0417	0	0	0,0669	0,6689	0	0	0,0035	0,087	0,0583	0,4668
01.08.2016 4:20:00	3,0234	1,0078	0	0	0,0649	0,6494	0	0	0,0031	0,0772	0,0592	0,4736
01.08.2016 4:40:00	3,0781	1,026	0	0	0,0657	0,6567	0	0	0,0047	0,1171	0,059	0,4717
01.08.2016 5:00:00	3,0547	1,0182	0	0	0,0645	0,6445	0	0	0,0041	0,1026	0,0587	0,4697
01.08.2016 5:20:00	3,25	1,0833	0	0	0,0649	0,6494	0	0	0,0051	0,1266	0,0525	0,4199
01.08.2016 5:40:00	3,4453	1,1484	0	0	0,0652	0,6519	0	0	0,0064	0,1598	0,029	0,2319
01.08.2016 6:00:00	3,6016	1,2005	0	0	0,0649	0,6494	0	0	0,0089	0,2228	0,0285	0,228
01.08.2016 6:20:00	3,5859	1,1953	0	0	0,0645	0,6445	0	0	0,0091	0,2274	0,0283	0,2266
01.08.2016 6:40:00	3,7422	1,2474	0	0	0,0659	0,6592	0	0	0,0071	0,1774	0,0283	0,2261
01.08.2016 7:00:00	3,7734	1,2578	0	0	0,0676	0,6763	0	0	0,0098	0,2449	0,0283	0,2266
01.08.2016 7:20:00	3,7734	1,2578	0	0	0,0691	0,6909	0	0	0,009	0,2251	0,0281	0,2251
01.08.2016 7:40:00	3,9688	1,3229	0	0	0,0676	0,6763	0	0	0,011	0,2739	0,0283	0,2266
01.08.2016 8:00:00	4,7969	1,599	0	0	0,0698	0,6982	0	0	0,0111	0,2777	0,0282	0,2256
01.08.2016 8:20:00	4,8125	1,6042	0	0	0,0693	0,6934	0	0	0,0099	0,2487	0,0285	0,228
01.08.2016 8:40:00	4,7031	1,5677	0	0	0,0696	0,6958	0	0	0,0091	0,2274	0,0289	0,2314
01.08.2016 9:00:00	4,5781	1,526	0	0	0,0696	0,6958	0	0	0,0128	0,3204	0,0282	0,2256
01.08.2016 9:20:00	4,0469	1,349	0	0	0,0698	0,6982	0	0	0,0122	0,3052	0,0282	0,2256
01.08.2016 9:40:00	4,5313	1,5104	0	0	0,0686	0,686	0	0	0,0131	0,3281	0,0281	0,2251

Рисунок 6 – Тестирование вывода отчетов по заданным параметрам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синицын С.В., Налютин Н.Ю. Верификация программного обеспечения: Курс лекций. – М., 2008. – 156 с.
2. Степанченко И. В. Методы тестирования программного обеспечения: Учеб. пособие / ВолгГТУ. – Волгоград, 2006. – 74 с.
3. СТ РК 1089-2002 Единая система программной документации. Программа и методика испытаний. Планирование проведения испытаний программного обеспечения.
4. СТ РК 34.019-2005. Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.

УДК 681.5

А.В. ГАНОВСКИЙ, *магистрант 1-го курса гр. АиУ-16-2М,*
Карагандинский государственный технический университет

Стенд частотно-регулируемого электропривода подъемно-транспортных установок

Ключевые слова: *промышленная установка, электропривод, преобразователь частоты, асинхронный двигатель, настройка, конфигурирование, стенд-имитатор, механическая характеристика, векторное управление, регулирование момента, имитационная модель, моделирование.*

Актуальность разработки стенда

В настоящее время всё большее распространение получает частотно-регулируемый электропривод (ЧР ЭП) на основе статического преобразователя частоты (ПЧ) с промежуточным звеном постоянного тока и асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором. Это, как известно, связано с простотой, надёжностью и невысокой ценой АД, с прогрессом в области силовой электроники и микропроцессорной техники, а в последнее время – с увеличением массового производства интегральных силовых (IGBT-диодных и др.) модулей, и, как следствие, снижением цен на ПЧ.

Современные ПЧ способны обеспечить широкий диапазон регулирования скорости, множество режимов работы, высокие показатели точности и экономичности приводов. Внедрение ЧР ЭП является одним из наиболее эффективных решений при разработке новых и модернизации существующих промышленных установок.

Для эффективного внедрения ЧР ЭП на реальных объектах, необходимо наличие высококвалифицированных специалистов, способных произвести их качественную установку, настройку и наладку.

С целью подготовки студентов магистрантов и докторантов электротехнических специальностей на кафедре АПП КарГТУ, совместно с фирмой «АСЭП» (Автоматизированные системы и электропривод – Казахстан, г. Караганда) разрабатывается современный лабораторный стенд-имитатор «Частотно-регулируемый электропривод подъёмно-транспортных установок» («ЧР ЭП ПТУ»).

Оборудование стенда «Частотно-регулируемый электропривод подъёмно-транспортных установок»

Для реализации проекта, компанией «АСЭП» выделен комплект оборудования производства LSIS (LS industrial Systems – Южная Корея), в состав которого входят:

- два ПЧ серии IS7 (LSLV IS7, 1,5kW);
- один ПЧ серии S100 (LSLV S100, 1,5kW);
- опциональные платы для ПЧ IS7 (платы энкодера, синхронизации, встраиваемого ПЛК, позиционирования, коммуникации и т. д.);
- программируемый логический контроллер (ПЛК) XEC-DR28U (16 цифровых входов, 12 цифровых выходов, 24V);
- модули расширения для ПЛК (интерфейсные, измерительные, ввода-вывода аналоговых сигналов, ввода-вывода цифровых сигналов и др.);
- панель оперативного контроля (HMI) и управления XP30-TTA/DC;
- дополнительное оборудование (элементы ручного управления, силовые коммутационные устройства, датчики, измерительные приборы и др.).

Концепция и функциональная структура стенда

Концепция стенда, во многом аналогична реализованной в стенде-имитаторе, описанном в работе [1]. Отличие в основном состоит в том, что разрабатываемый стенд предназначен для обучения конфигурированию и наладке ЭП подъёмно-транспортных установок, т. е. лифтов, подъёмников, кранов, лебёдок и т. д. Кроме того, разработка привязана к оборудованию конкретного производителя, т. е. компании LSIS.

Суть работы со стендом при обучении заключается в конфигурировании параметров ЧР ЭП, моделировании его работы в различных режимах, настройке и оптимизации этих параметров в соответствии с решаемой задачей, на основе снятия и анализа статических и динамических характеристик электроприводов. При этом момент нагрузки предполагаемого механизма, с которым работает ЭП, обеспечивается посредством другого аналогичного ЭП.

Функционально стенд состоит из 3-х основных блоков:

1 – электрический блок (система управления);

2 – электромеханический блок (механическая спарка двух АД).

3 – пульт управления (для прямой подачи сигналов управления).

Функциональная схема стенда в упрощённом виде приведена на рисунке 1, где пунктиром выде-

лен электрический блок, в который входят:

1, 2 – ПЧ, играющие роль преобразователей конфигурируемого (настраиваемого) ЭП какой-либо подъёмно-транспортной установки;

3 – ПЧ ЭП, создающего момент нагрузки для конфигурируемого ЭП;

4 – HMI панель оператора, обеспечивающая визуализацию работы стенда, вывод измерительной информации, выбор режимов работы ЭП;

5 – ПЛК, непосредственно выполняющий функции системы управления стенда: сбор данных от всех элементов системы, выработку управляющих команд для ПЧ и обеспечение управления работой стенда в целом.

На рисунке 1 показан электромеханический блок, состоящий из соединительной муфты (6), АД (8) с датчиком скорости вращения (7) конфигурируемого ЭП подъёмно-транспортной установки и АД (9) с датчиком скорости вращения (10) ЭП. АД (9) используется для создания нагрузки на АД (8) ПТУ.

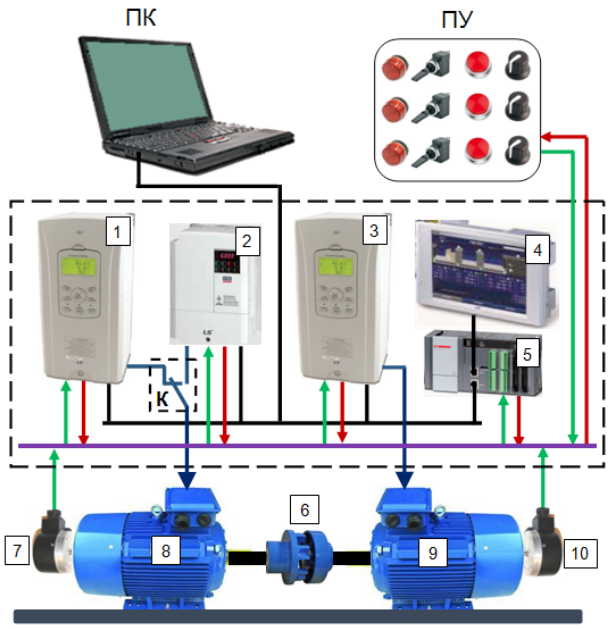


Рисунок 1 – Функциональная схема разрабатываемого стенда

Персональный компьютер (ПК) и пульт управления (ПУ) предназначены для выполнения основной работы со стендом. С помощью ПК осуществляется конфигурирование и настройка ПЧ, а также программирование ПЛК и панели оператора. ПУ служит для ручной подачи сигналов управления, задания уставок ПЧ и контроля состояния дискретных сигналов ПЛК и ПЧ, в нём установлены источники дискретных и аналоговых сигналов и устройства индикации (кнопки, тумблеры, потенциометры, светодиоды).

Переключатель *К* условно обозначает трёхполюсный контактор, предназначенный для подключения двигателя АД 8 к ПЧ 1 или ПЧ 2, в зависимости от выбранной подъёмно-транспортной установки и её механизма. Это сделано для расширения функциональных возможностей стенда.

ПЧ 2 (S100) имеет базовый набор функций, которых обычно достаточно для ЭП многих механизмов, не требующих диапазона регулирования скорости более 100:1 и точного позиционирования. ПЧ 2 достаточно прост в конфигурировании. ПЧ 1 (LSLV IS7) обладает более мощным потенциалом (поддерживает функции позиционирования и синхронизации, обеспечивает диапазон регулирования до 1000:1) и более сложен в настройке.

На схеме (рисунок 1) не показаны датчики температуры двигателей (типа PT100), встроенные в лобные части обмоток АД, тормозные резисторы, оснащённые такими же датчиками температуры, а также дополнительное оборудование, необходимое для работы стенда.

Создание момента нагрузки, соответствующего механизмам подъёмно-транспортных установок

Как известно, подъёмно-транспортные установки в основном имеют механизмы, создающие момент нагрузки, величина которого не зависит от скорости вращения привода, т.е. имеют абсолютно мягкие механические характеристики. Для имитации работы производственного механизма, являющегося нагрузкой для конфигурируемого ЭП, в стенде используется другой, аналогичный ЭП.

Для создания нагрузки в подобных стендах [1] обычно применяется ЭП на основе двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ), который имеет линейные механические характеристики, и менее сложные, чем АД, принципы управления, что позволяет относительно просто создавать характеристики нагрузки различного вида. Для создания абсолютно мягких характеристик ЭП должен работать в режиме регулирования момента, что в случае использования ДПТ НВ обеспечивается стабилизацией тока якоря при постоянном потоке возбуждения.

Кроме ДПТ НВ, для создания момента нагрузки может использоваться ЭП с вентильным двигателем или т. н. сервопривод, который состоит из высокомоментного синхронного двигателя (СД) или АД нового поколения со встроенным датчиком обратной связи, и сервопреобразователя. Такие приводы являются равноценной заменой ЭП постоянного тока [2].

Использование ДПТ и сервопривода является дорогостоящим решением. Поэтому для разрабатываемого стенда была поставлена и решена задача создания требуемого момента нагрузки посредством ЧР ЭП на основе ПЧ и АД. В этом случае существует три возможных способа реализации абсолютно мягких характеристик:

1 – использование частотно-токового управления в замкнутой скалярной системе автоматического управления (САУ);

2 – регулирование момента в замкнутой векторной системе управления;

3 – использование прямого управления моментом (DTC).

В любом случае система должна быть замкнута по отклонению для контроля мгновенного значения скорости или углового положения вала АД.

Возможности ПЧ, предназначенных для стенда, позволяют реализовать первые два способа. Для третьего случая необходимо наличие специального ПЧ, поэтому далее он не рассматривается.

Скалярная система управления проста в реализации, обеспечивает высокую перегрузочную способность АД по моменту и потери энергии на уровне номинальных. Однако в переходных режимах в такой системе могут появляться колебания момента и потока [3]. Для лабораторного стенда-имитатора этот факт является неприемлемым, так как ЭП нагрузки должен обеспечивать стабильность момента нагрузки как в статических, так и в динамических режимах работы электропривода.

Поэтому в стенде «ЧР ЭП ПТУ» целесообразно использовать векторное управление моментом. Причём, несмотря на то, что в современных ПЧ, встроены алгоритмы бездатчикового векторного управления, для работы в режиме регулирования момента, наличие физического датчика скорости или положения вала является обязательным условием. При бездатчиковом управлении на скоростях близких к нулю ЧР ЭП не способен поддерживать как момент, так и скорость, из-за неточности расчёта скорости, основанного на математический модели АД, что связано с изменением параметров машины вследствие изменения температуры обмоток двигателя.

Для создания нагрузки в стенде «ЧР ЭП ПТУ» использовано векторное управление моментом с датчиком обратной связи. АД оборудуется инкрементальным оптическим энкодером. Так как имеющиеся ПЧ, предназначенные для стенда, поддерживают функции позиционирования и, по данным производителя, обеспечивают диапазон регулирования скорости 1000:1, можно полагать, что такой ЧР ЭП должен обеспечить приемлемую динамику и точность поддержания момента.

Помимо датчиков скорости АД оснащены датчиками температуры и вентиляторами независимого охлаждения. Это связано с тем, что при работе стенда в некоторых режимах существует вероятность перегрева АД, например, при работе ЭП механизма подъёма крана в режиме удержания груза. В этом режиме скорость вращения равна нулю, а момент, развиваемый двигателем (значит, и ток статора), может достигать номинального значения.

Модель системы электроприводов стенда «Частотно-регулируемый электропривод подъёмно-транспортных установок»

Для определения предварительных значений настроечных параметров регуляторов тока и скорости испытуемого ЭП и регулятора тока ЭП, создающего нагрузку, в ППП MATLAB-Simulink построена модель САУ взаимосвязанных электроприводов стенда, представленная на рисунке 2.

В качестве моделей электроприводов использованы стандартные блоки из библиотеки SimPowerSystems, которые обозначаются как AC3 и являются комплектными асинхронными ЧР ЭП

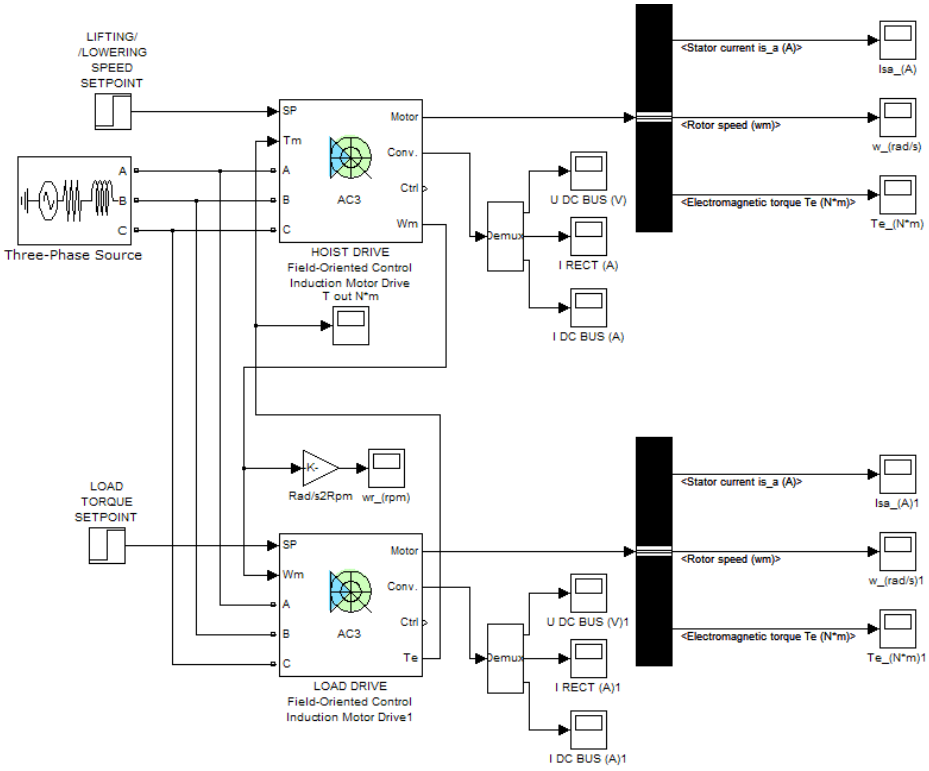


Рисунок 2 – Имитационная модель САУ ЭП стенда «ЧР ЭП ПТУ»

с векторным управлением, ориентированным по потоку ротора (Field-Oriented Control Induction Motor Drive). В моделях АД, встроенных в данные блоки, установлены параметры используемых в стенде двигателей.

Верхний (по схеме рис. 2) блок АС3 (HOIST DRIVE) выполняет функцию испытуемого ЭП (в данном случае ЭП механизма подъёма) и работает в режиме регулирования скорости. Нижний блок АС3 (LOAD DRIVE) является приводом нагрузки и работает в режиме регулирования момента.

Управляющим воздействием для блока HOIST DRIVE является сигнал задания скорости подъёма/спуска предполагаемого «груза» с выхода блока LIFTING/LOWERING SPEED SETPOINT, управляемой величиной – скорость вращения ротора АД, а возмущающим воздействием – момент нагрузки, создаваемый блоком LOAD DRIVE и эквивалентный весу груза.

Для блока LOAD DRIVE задающим воздействием является задание момента с выхода блока LOAD TORQUE SETPOINT, а управляемой величиной – электромагнитный момент, развиваемый АД.

С помощью осциллографов снимаются графики переходных процессов необходимых переменных (статорные токи, моменты, скорости, напряжения и токи промежуточных звеньев постоянного тока инверторов и др.)

Внутренняя схемотехника блока АС3 показана на рисунке 3.

Описание элементов и принципов работы блока АС3 имеется в интерактивной справке пакета MATLAB Simulink.

Заключение

Концепция построения стенда «ЧР ЭП ПТУ», конфигурация оборудования, функциональная структура системы управления и конструктивное исполнение основных функциональных блоков учитывают тенденции развития современных ЭП промышленных установок. Стенд является перспективным в отношении обучения студентов, магистрантов и докторантов электротехнических специальностей, а также повышения квалификации инженеров, обслуживающих ЭП ПТУ.

Модели взаимосвязанных САУ электроприводов стенда созданные в пакете MATLAB Simulink, позволяют выполнить имитационные исследования по настройке САУ «ЧР ЭП ПТУ» с последующей проверкой в режиме реального времени на стенде–имитаторе.

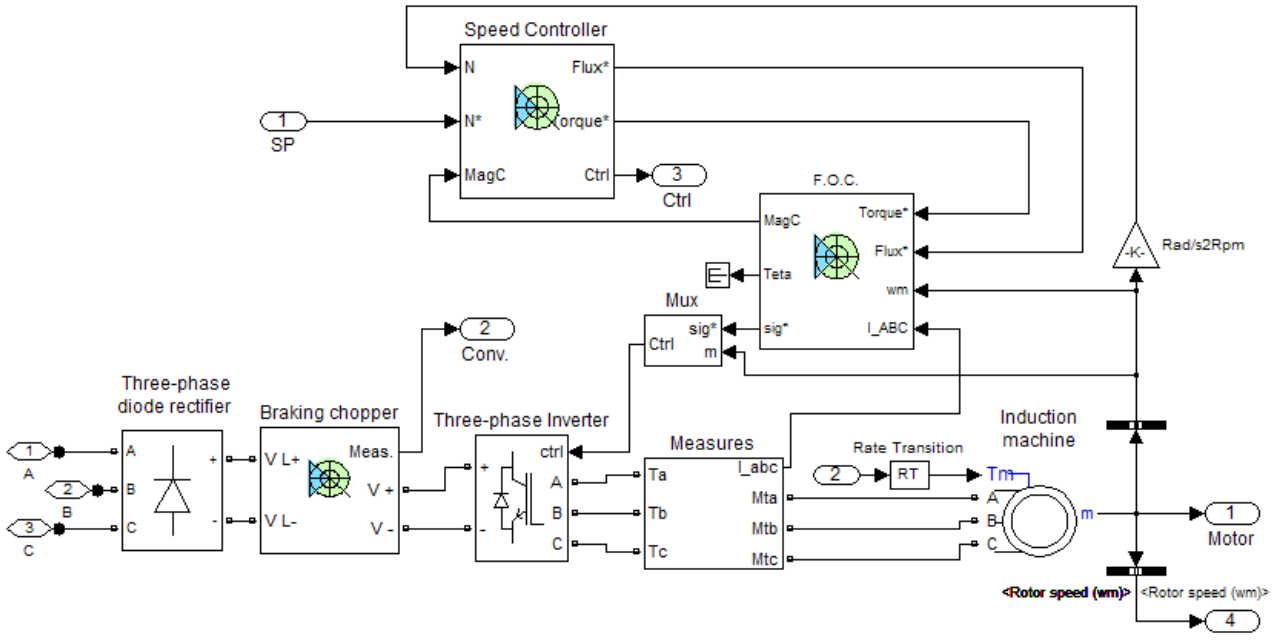


Рисунок 3 – Схемотехника блока АС3 в среде Simulink

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брейдо И.В., Зюзев А.М., Фешин Б.Н. Новые технологии настройки и наладки автоматизированных электроприводов // Журнал «АВТОМАТИКА • ИНФОРМАТИКА». – 2016. – №2 (39) – С. 72-83.
2. Абдураманов Д. Держать момент! // Журнал «Мир Автоматизации». – 2005. – №11 – С. 24-25.
3. Егоров Ю. Н., Семёнов И. М. Приводы автоматизированных систем. Электроприводы и управление в технологических машинах: Учебное пособие. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2009. – 342 с.

УДК 620.91(574)

Т.Е. АЛТАЙБАЕВ, *студент гр. ТЭ-13-2,*
Карагандинский государственный технический университет, кафедра ЭС

О внедрении новых энергосберегающих технологий с использованием возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан

Ключевые слова: *энергосберегающие технологии, геотермальная энергия, тепловой насос, Земля, оборудование.*

Геотермальная энергия – это энергия тепла, которое выделяется из внутренних зон Земли на протяжении сотен миллионов лет. По данным геолого-геофизических исследований, температура в ядре Земли достигает 3 000-6 000°С, постепенно снижаясь в направлении от центра планеты к ее поверхности. Извержение тысяч вулканов, движение блоков земной коры, землетрясения свидетельствуют о действии мощной внутренней энергии Земли. Ученые считают, что тепловое поле нашей планеты обусловлено радиоактивным распадом в ее недрах, а также гравитационной сепарацией вещества ядра.

Главными источниками разогрева недр планеты являются уран, торий и радиоактивный калий. Процессы радиоактивного распада на континентах происходят в основном в гранитном слое земной коры на глубине 20-30 и более км, в океанах – в верхней мантии. Предполагают, что в подошве земной коры на глубине 10-15 км вероятное значение температур на континентах составляет 600-800°С, а в океанах – 150-200°С.

Человек может использовать геотермальную энергию только там, где она проявляет себя близко к поверхности Земли, т.е. в районах вулканической и сейсмической активности. Сейчас геотермальную энергию эффективно используют такие страны, как США, Италия, Исландия, Мексика, Япония, Новая Зеландия, Россия, Филиппины, Венгрия, Сальвадор. Здесь внутреннее земное тепло поднимается к самой поверхности в виде горячей воды и пара с температурой до 300°С и часто вырывается наружу как тепло фонтанирующих источников (гейзеры), например, знаменитые гейзеры Йеллоустонского парка в США, гейзеры Камчатки, Исландии.

Геотермальные источники энергии подразделяют на сухой горячий пар, влажный горячий пар и горячую воду. Скважину, которая является важным источником энергии для электрической железной дороги в Италии (близ г. Лардерелло), с 1904 г. питает сухой горячий пар. Два другие известные в мире места с горячим сухим паром – поле Мацукава в Японии и поле гейзеров возле Сан-Франциско, где также давно и эффективно используют геотермальную энергию. Больше всего в мире влажного горячего пара находится в Новой Зеландии (Вайракей), геотермальные поля чуть меньшей мощности – в Мексике, Японии, Сальвадоре, Никарагуа, России.

Таким образом, можно выделить четыре основных типа ресурсов геотермальной энергии:

- поверхностное тепло земли, используемое тепловыми насосами;
- энергетические ресурсы пара, горячей и теплой воды у поверхности земли, которые сейчас используются в производстве электрической энергии;
- теплота, сосредоточенная глубоко под поверхностью земли (возможно, при отсутствии воды);
- энергия магмы и теплота, которая накапливается под вулканами.

Запасы геотермальной теплоты (~8*1030Дж) в 35 млрд раз превышают годовое мировое потребление энергии. Лишь 1% геотермальной энергии земной коры (глубина 10 км) может дать количество энергии, в 500 раз превышающее все мировые запасы нефти и газа. Однако сегодня может быть использована лишь незначительная часть этих ресурсов, и это обусловлено, прежде всего, экономическими причинами. Начало промышленному освоению геотермальных ресурсов (энергии горячих глубинных вод и пара) было положено в 1916 году, когда в Италии ввели в эксплуатацию первую геотермальную электростанцию мощностью 7,5 МВт. За прошедшее время накоплен немалый опыт в области практического освоения геотермальных энергоресурсов. Наибольшего прогресса в этом вопросе достигли США, Филиппины, Мексика, Италия, Япония.

Что такое геотермальные тепловые насосы?

Геотермальный тепловой насос (в английском варианте Geothermal Heat Pump – GHP) объединяет в себе возможности отопления и кондиционирования. Как и любые другие виды кольцевых теплонасосных систем, геотермальные используются как в коттеджном строительстве, так и для оборудования крупных объектов: офисных и гостиничных центров, административных зданий,

многоэтажных жилых домов, промышленных цехов.

Исторически геотермальные тепловые насосы начали активно использоваться в 70-х годах прошлого века, когда мир ощутил первый серьезный энергетический кризис. Как и любые передовые системы в тот момент, GHP появились первым делом в домах высшей ценовой категории. Постепенное удешевление технологии привело к тому, что геотермальные тепловые насосы стали массово применяться в США при строительстве. Их также стали использовать при модернизации климатических и отопительных систем.

Геотермальные тепловые насосы установлены в крупнейших зданиях мира – в небоскребах и супермоллах. Самый известный пример – нью-йоркская высотка The Empire State Building. Сегодня в мире использование геотермальных тепловых насосов достигло огромных масштабов. В ряде стран (например, в США) применение подобных систем в общественных зданиях закреплено законодательством. Специалисты утверждают, что только в США ежегодно производится 1-1,2 млн геотермальных тепловых насосов.

Шведы заявляют, что 60% всего тепла в стране вырабатывается геотермальными тепловыми насосами. Большую долю потребности в тепловой энергии Стокгольма (320 МВт) обеспечивает геотермальная станция, перекачивающая тепло из Балтийского моря, температура воды в котором +8°С. Во многих других европейских странах (Великобритании, Германии) государство дотирует установку GHP гражданами в своих квартирах и домах.

Как это работает?

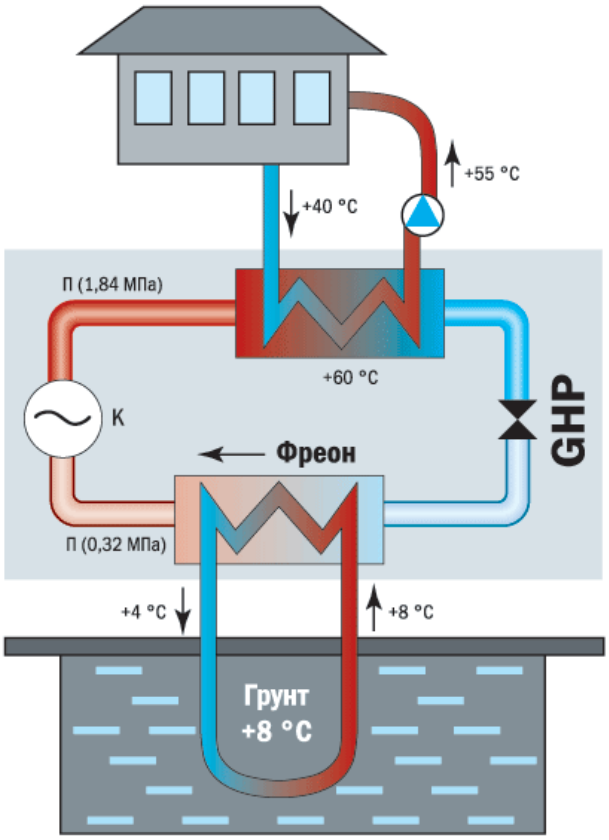
Принцип действия теплового насоса вообще и геотермального в частности относительно прост. По сути, это обычная установка, напоминающая бытовой холодильник.

Хладагент проходит через испаритель (теплообменник), нагревается до температуры окружающей среды, закипает и испаряется. Далее компрессор сжимает полученный пар, что позволяет нагревать воздух или рабочую жидкость отопительного контура, проходящую через другой теплообменник, до 30-65°С. Затем давление сбрасывается и хладагент вновь поступает в испаритель.

Эффективность использования геотермальных тепловых насосов основана на том, что испарение хладагента производится с помощью низкопотенциальных источников тепловой энергии. Для того чтобы геотермальный тепловой насос работал эффективно, достаточно внешней температуры теплоносителя –4°С. Такой температурой почти всегда обладают естественные источники: земля (на определенной глубине), водоемы, которые не промерзают зимой до дна, родники и грунтовые воды, моря. Дешевое тепло можно забирать от технологических и промышленных объектов: теплосточных и промышленных сбросов, силовых установок, трансформаторов.

Таким образом, установка затрачивает только электрическую энергию на работу циркуляционного насоса контура и на работу компрессоров тепловых насосов для перекачки тепла. Поэтому нет ничего удивительного в высокой эффективности работы GHP – система использует тепло, уже накопленное ранее.

Благодаря высокому КПД и коэффициенту использования первичной энергии на 1 кВт затраченной электрической энергии тепловой насос вырабатывает от 3 до 7 кВт тепловой.



Типовая схема геотермальной системы

Компоновка и организация

Классическая геотермальная система может быть организована четырьмя способами:

- с открытым контуром (open loop);
- с водоемным контуром (pond loop);
- с вертикальным теплообменником (vertical loop);
- с горизонтальным теплообменником (horizontal loop).

При открытом контуре на теплообменник подается неподготовленная вода из водоема или скважины. Вода проходит через испаритель, после чего возвращается обратно в водоем. Данный тип геотермальной системы считается наиболее экономичным как в монтаже, так и в эксплуатации.

Водоемный цикл возможен, если в непосредственной близости от здания имеется озеро, река

или другой непромерзающий водоем. Контур укладывается на дно и протягивается до дома. Внутри контура циркулирует по закрытому циклу подготовленная вода либо антифриз. Этот вид системы хорош тем, что требует минимума земляных работ, благодаря чему является достаточно экономичным при монтаже. Вертикальный теплообменник – это система труб, интегрированная в скважину. Глубина скважины может варьироваться в пределах 20-120 м. По трубам циркулируют вода или антифриз, которые переносят тепло с глубины, где температура всегда постоянна и находится на уровне 8-10°С. Достоинство такой системы в том, что она не занимает много места, а бурение скважины – относительно недорогая и быстрая процедура.

Горизонтальный теплообменник закладывается в том случае, если есть достаточные площади. Замкнутый контур укладывается кольцами в траншеи. Общая протяженность такого контура варьируется от 30 до 120 м.

Преимущества и недостатки

Как уже говорилось, ТНУ – это реальная замена котлу на жидком топливе, а также электрическому отоплению. В таблице приведены некоторые сравнительные характеристики.

Главный недостаток системы – в ее дороговизне в сравнении с остальными типами отопительного оборудования. Однако считается, что геотермальная система уникальна тем, что способна себя окупать, так как она экономичнее любой другой. При условии, что КПД системы от 350% и нет необходимости закупать и транспортировать топливо, система окупается за 2-3 года эксплуатации даже при нынешних ценах на энергоносители. Нужно учитывать, что, как любая теплонасосная система, GHP исключительно долговечна и служит 25-50 лет.

Технико-экономические параметры ГеоТЭС изменяются в довольно широких пределах и зависят от геологических характеристик местности (глубины залегания, параметров рабочего тела, его состав и т.д.). Для большинства введенных в эксплуатацию ГеоТЭС себестоимость электроэнергии является подобной себестоимости электроэнергии, получаемой на угольных ТЭС, и составляет 1200 ... 2000 долл. США / МВт.

В Исландии 80% жилых домов обогревается с помощью горячей воды, добытой из геотермальных скважин под городом Рейкьявик. На западе США за счет геотермальных горячих вод обогревают около 180 домов и ферм. По мнению специалистов, между 1993 и 2000 гг. глобальное выработка электричества с помощью геотермальной энергии выросла более чем вдвое. Запасов геотермального тепла в США существует так много, что оно может, теоретически, давать в 30 раз больше энергии, чем ее сейчас потребляет государство.

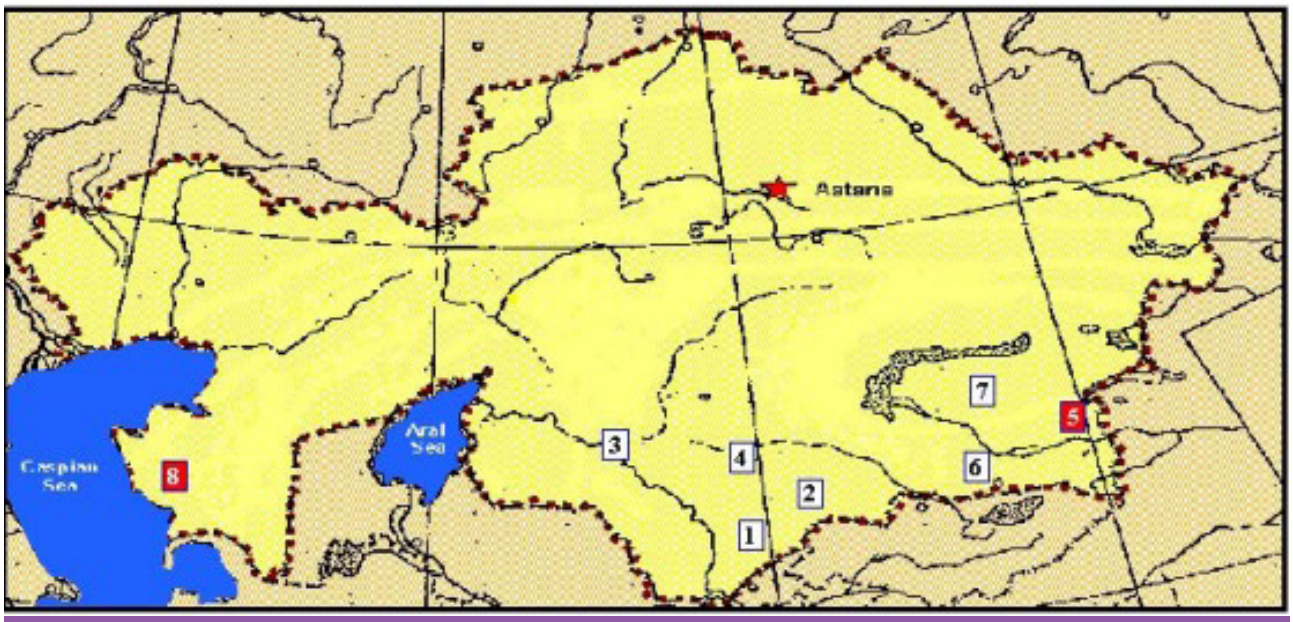
В перспективе возможно использование тепла магмы в тех районах, где она расположена близко к поверхности Земли, а также сухого тепла разогретых кристаллических пород. В последнем случае скважины бурят на несколько километров, закачивают вниз холодную воду, а обратно получают горячую.

Потенциал геотермальной энергетики в Казахстане

Казахстан обладает значительными ресурсами геотермальной воды со средней и низкой температурой (см. рисунок). Геотермальное месторождение Капланбек (недалеко от города Шымкент), с температурой воды 80°С, использу-

Сравнительные характеристики для оборудования различных типов

Технические характеристики	Тип оборудования		
	Газовый котел или котел на жидком топливе	Электрический котел	ТНУ
Стоимость	Средняя	Низкая	Высокая
Коэффициент использования первичной энергии	0,75-0,85	0,27-0,34	>1
Стоимость сервисного обслуживания	100%	100%	50%
Потребляемые энергоносители	Газ, дизельное топливо	Электрический ток	Тепло земли, электрический ток
Срок службы	15-20 лет	3-8 лет	25-50 лет
Пожароопасность	Опасен (постоянный огонь)	Опасен	Безопасен
Взрывоопасность	Опасен	Опасен	Безопасен
Экологическая безопасность	Вреден, необходима вентиляция	Безвреден	Безвреден
Автономность	Требует наличия топлива в полном объеме	Требует электроэнергию в полном объеме; автономное питание не обеспечивает достаточной выработки	Может автономно работать при наличии резервного электроснабжения от 2 кВт
Возможность кондиционирования	Не обеспечивает	Не обеспечивает	Обеспечивает



Основные геотермальные районы Казахстана

ется для теплоснабжения жилых домов. Рядом с городом Алматы геотермальный источник с температурой 80-120°С используется для отопления теплиц зимой и кондиционирования летом.

Оценка геотермальных ресурсов была проведена на основании изучения многочисленных скважин, пробуренных для разведки и добычи нефти и газа. Наиболее перспективные геотермальные резервуары были обнаружены в меловых образованиях на юге и юго-западе Казахстана. Основные геотермальные районы:

Вблизи городов Шымкент, Тараз, Кызылорда, глубина 1200-2100 м, температура 45-80°С, общая минерализация 1 г/л.

Долина реки Чу и север пустыни Кызыл-Кум; геотермальный градиент 35°/км, температура 80-90°С, общая минерализация 1,5 г/л.

Долина реки Или (Панфиловское поле); меловые водоносные горизонты – глубина 2000-3500 м, температура 90-115°С, общая минерализация 1,5 г/л, расход 20-90 л/с; более глубокий (4500 м) водоносный горизонт был определен рассолом температурой 170°С.

Окрестности города Алматы; глубина 2500-3500 м, температура 80-120°С.

Талдыкорганская область; были обнаружены значительные ресурсы горячей (90°С) воды.

Плато Устюрт (около побережья Каспийского моря); данные от нефтяных скважин указали на значительные ресурсы горячей воды (> 120°С).

Потенциал тепловых водных ресурсов Казахстана оценивается в 520 МВт (без использования насосов) или 4300 МВт (при использовании насосов). Доказанные ресурсы, пригодные для производства электроэнергии (Панфиловское поле), составляют 12 МВт для мелового водоносного горизонта, а для более глубоких водоносных горизонтов существует необходимость в дальнейшем исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амелин, А. Экономика и ТЭК сегодня / А. Амелин // Энергоэффективность и энергоснабжение. – М., 2009.
2. Тепло Земли: Из доклада «Перспективы развития геотермальных технологий» // Экология и жизнь. – 2001. – №6. – С. 49-52.
3. Алхасов А.Б. «Повышение эффективности использования геотермального тепла» // Теплоэнергетика. – 2003. – №3. С. 52-54.

УДК 662.7:669.053

А.А. МУХТАР, *к.т.н., асс.проф. заведующий лабораторией Обогащения руд,*
М.К. МУХЫМБЕКОВА, *к.т.н., ведущий научный сотрудник,*
А.С. МАКАШЕВ, *старший научный сотрудник,*
А.Д. МОМЫНБЕКОВ, *ведущий инженер, магистр,*
Б.К. КАСЫМОВА, *инженер,*
Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева

Изучение особенностей процесса обескремнивания гидрогетитовой бурожелезняковой руды

Ключевые слова: *гидрогетитовая руда, оксид кремния, обжиг, водносолевая угольная суспензия, магнитная сепарация, выщелачивание, серная кислота.*

Высокие темпы развития черной металлургии вызывают необходимость в непрерывном расширении сырьевой базы.

Основным сырьем для производства железосодержащих материалов в отечественной практике по-прежнему остаются низкокачественные руды с пониженным содержанием железа и повышенным содержанием диоксида кремния [1-2]. Известно, что около 67% учтенных запасов железорудного сырья Казахстана представлены бурожелезняковыми рудами. В основном Лисаковского, Аятского и Приаральского месторождений. Вовлечение в сферу производства труднообогатимого гидрогетитового железорудного сырья для решения проблем развития отечественной минерально-сырьевой базы черной металлургии представляется актуальным.

Одним из резервов дальнейшего повышения эффективности кислородно-конверторного производства стали на АО «АрселорМиттал Темиртау» является снижение содержания кремния в передельном чугуне. Проблема получения чугуна с низким содержанием кремния приобретет еще большую актуальность в будущем, когда основной долей железорудного сырья доменных печей будет магнитный концентрат, полученный из бурожелезняковой руды с повышенным содержанием железа и кремния [3]. Ряд вопросов, относящихся к процессам растворения силикатных соединений, получены в результате исследования авторов [4-6]. Однако процессы термического превращения диоксида кремния в растворимую форму в условиях обжигмагнитного обогащения руд, в присутствии водносолевой угольной суспензии, не изучены.

Способ обескремнивания гидрогетитовых руд с получением кондиционного по содержанию железа и кремния магнитного промпродукта является актуальным. Эксперименты по обескремниванию проводили на гидрогетитовом

сырье, с содержанием основных компонентов, %: Fe – 48,16%; SiO_2 – 9,29%; Al_2O_3 - 4,62%; P – 0,92%; CaO – 3,25%).

Для проведения термической обработки руды, последнюю обрабатывали в водносолевой угольной суспензии (5%). Приготовленные образцы подвергали обжигу при различных температурах 650-850°С и продолжительности 60 минут. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 1.

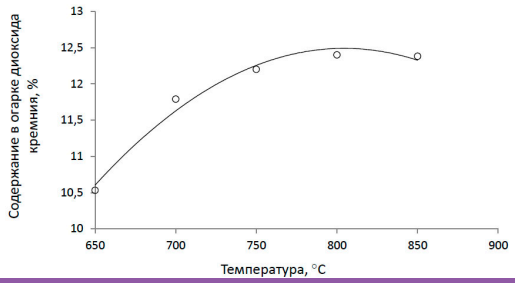


Рисунок 1 – Кривые изменения содержания диоксида кремния в огарках, полученных из гидрогетитовой руды в зависимости от температуры

Из данных рисунка 1 видно, что использование водносолевой угольной суспензии в процессе термической обработки гидрогетитовой руды позволяет значительно снизить температуру процесса разложения кремний и железосодержащих соединений за счет дегидратации и химических превращений основных и сопутствующих минералов, что в связи с этим в промпродуктах содержание диоксида кремния с повышением температуры увеличивается.

Полученные огарки охлаждались до комнатной температуры, затем подвергались мокрой магнитной сепарации при оптимальных условиях магнитного обогащения (крупность пробы – 0,07мм; не менее 90%; напряженность магнитного поля – 2000 эрстед).

Мокрая магнитная сепарация осуществлялась на роликовом сепараторе типа 25Т. Размол огарков в мельнице производился до крупности – 0,071 мм.

Результаты исследования по обескремниванию гидрогетитовой руды в зависимости от температуры обжига и магнитного обогащения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Степень извлечения диоксида кремния в магнитную фракцию в зависимости от температуры при мокрой магнитной сепарации

Температура, °С	Огарок, %			Магнитная фракция, %				
	Выход	Fe	SiO_2	Выход	Fe		SiO_2	
		Сод.	Сод.		Сод.	Извл.	Сод.	Извл.
650	85,60	55,35	10,70	79,15	58,02	82,96	7,70	43,04
700	83,30	56,01	11,04	79,40	60,59	85,79	5,25	37,75
750	82,20	56,47	11,98	79,07	63,40	88,77	3,70	24,42
800	81,13	57,98	12,05	79,89	63,83	88,05	3,82	25,15
850	80,85	58,35	12,10	78,03	61,92	82,80	3,90	25,32

Из данных таблицы 1 видно, что с повышением температуры обжига до 750-850°С, извлечение диоксида кремния в магнитную фракцию снижается до 24,42-25,32% при содержании диоксида кремния – 3,70-3,90%.

Изучено влияние расхода водносолевой угольной суспензии на извлечение диоксида кремния в магнитную фракцию при оптимальной температуре обжига 750°С и продолжительности 60 минут (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость извлечения диоксида кремния в магнитную фракцию в зависимости от расхода водносолевой угольной суспензии при мокрой магнитной сепарации

Расход восстановителя, %	Магнитная фракция				
	Выход, %	Fe, %		SiO_2, %	
		Сод.	Извл.	Сод.	Извл.
2	74,05	59,81	77,97	7,05	43,32
3	76,15	60,94	81,70	6,67	42,15
4	78,30	61,25	84,43	4,74	31,02
5	79,87	63,80	89,71	3,60	25,19
6	79,45	63,49	88,75	3,75	24,73

Согласным данным таблицы 2 видно, что оптимальным количеством расхода водносолевой угольной суспензии является 5-6%.

Степень обескремнивания магнитных промпродуктов, полученных в зависимости от температуры при мокрой магнитной сепарации, представлена на рисунке 2.

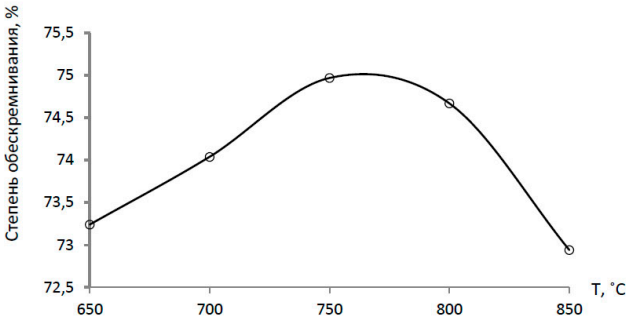


Рисунок 2 – Зависимости степени обескремнивания обожженных промпродуктов от температуры обжига при мокрой магнитной сепарации

Из данных рисунка 2 видно, что при мокрой магнитной сепарации обожженных промпродуктов максимальное извлечение диоксида кремния (степень обескремнивания) в немагнитную фракцию составляет 75,58% при температуре обжига 750°С и продолжительности 60 минут.

Изучена возможность доизвлечения диоксида кремния из магнитного промпродукта в разбавленных растворах серной кислоты.

Известно исследование процесса выщелачивания диоксида кремния из железной руды водными растворами едкого натрия. При этом, при оптимальных условиях достигнуто извлечение из руды 41% диоксида кремния. Однако, ввиду трудности очистки раствора от примесей, щелочные

способы не нашли промышленного применения.

Необходимые для выщелачивания магнитные промпродукты получены из руды путем дробления, измельчения, термической и магнитной обработки (таблица 1). На основании проведенных исследований найдены оптимальные условия обжига в присутствии водносолевой угольной суспензии (6%): температура обжига 750°С, продолжительность обжига 60 минут.

Выщелачивание полученного магнитного промпродукта (крупность фракции промпродуктов – 0,16мм не менее 90,7% при мокрой магнитной сепарации) проводилось с водным раствором серной кислоты. Перемешивание раствора проводилось мешалкой со скоростью вращения 40 об/мин. По окончании выщелачивания пульпа разгружалась в фильтровальную воронку, промывалась водой для отделения кека от раствора.

Выщелачивание производилось при комнатной температуре. Слабый раствор серной кислоты для выщелачивания проб готовился из концентрированной серной кислоты. Для проведения опытов раствор серной кислоты для выщелачивания брали в различных концентрациях: 30, 50, 70, 90 и 110 г/л.

Степень обескремнивания магнитного промпродукта, в зависимости от концентрации серной кислоты, приведена на рисунке 3.

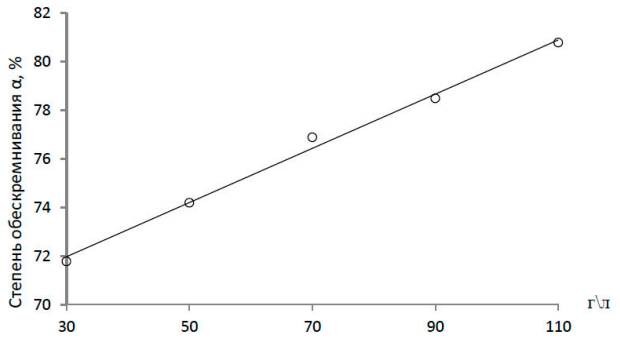


Рисунок 3 – Зависимость степени обескремнивания промпродуктов от концентрации серной кислоты при выщелачивании

Как следует из данных рисунка 3, при повышении концентрации серной кислоты до 110 г/л извлечение диоксида кремния в раствор, возрастает до 80,80%, при этом содержание диоксида кремния составляет 2,91%.

Дифрактограмма обескремненного магнитного промпродукта, полученного после выщелачивания, приведена на рисунке 4.

Из данных рисунка 4 видно, что на дифрактограмме в обескремненном магнитном промпродукте имеются дифракционные максимумы, характерные для магнетита (d/n: A° 4,86; 2,95; 2,52; 2,09; 1,71; 1,61; 1,48), а максимумы, характерные для кварца, исчезают.

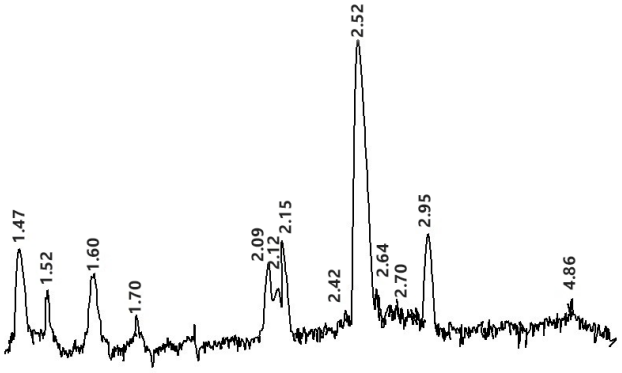


Рисунок 4 – Дифрактограмма обескремненного магнитного промпродукта

Схема обескремнивания гидрогетитовой бурожелезняковой руды приведена на рисунке 5.

Схема обескремнивания включает: предварительный обжиг в присутствии водносолевой угольной суспензии, мокрую магнитную сепарацию с последующим сернокислотным выщелачиванием магнитного промпродукта. При этом получен обескремненный магнитный промпродукт с содержанием железа 65,03% и диоксида кремния 2,91%. Состав полученных промпродуктов определен с привлечением химического, магнитного и рентгенофазового методов анализа.

Выявлено, что снижение содержания диоксида кремния одновременно способствует увеличению содержания магнетита в обескремненном промпродукте, тем самым улучшается качество получаемого магнитного промпродукта.

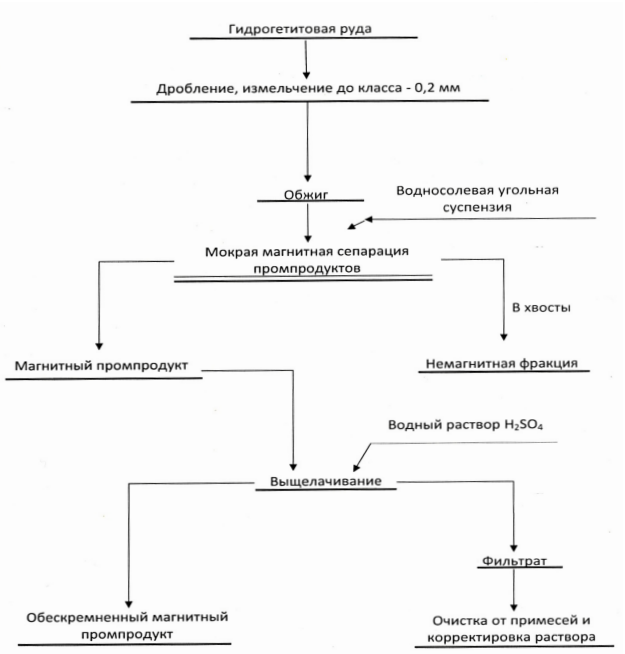


Рисунок 5 – Схема обескремнивания гидрогетитовой руды

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mukhtar A.A., Muhymbekova M.K., Nurumgaliev A.H., Momynbekov A.D., Nuskabekov J.S. Investigation of magnetic roasting process of Ayatsk limonite ore with water-oil emulsion // XVI Balkan Mineral Processing Congress, Belgrade – Serbia, 2015. – P. 269-271.
2. Епишин А.Ю. Карелин В.Г., Зайнуллин Л.А. Изменение структуры частиц лисаковского железорудного концентрата под влиянием высоких температур // Сборник докл. II Всероссийской науч.-практ. конф. (ТМИМ -2013). - Екатеринбург, 2013. – С. 54-58.
3. Кармазин В.В., Татауров С.Б., Синельникова Н.Г., Гзогян Т.Н., Жилин С.Н., Логинова Л.А. Теоретические и экспериментальные исследования путей снижения серы и кремнезема в высококачественных концентратах ОФ ЛГОКа сырья для бездоменного производства стали // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – №10. – С.271-278.
4. Копейкин В.А., Михайлов А.С. Растворимости и формы кремнезема в разбавленных растворах при нормальных условиях // Доклады Академии наук СССР – М., 1970. – Т.191. №4. – С. 917-920.
5. Плицын В.Т., Линник А.И., Куликова А.В. Автоклавное обескремнивание железорудных концентратов для их комплексного использования // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. Т.2. – С. 124.
6. Патент РФ № 2317252. Способ обескремнивания минерального сырья / Мельниченко Е. И. Эпов Д. Г.; Опубл. 20.02.2008.

UDC 004.932

B.D. ISSIN[1], *doctoral candidate,*
A.M. NEDZVED[2], *Doc. Eng.,*
V.V. STAROVOITOV[3], *Doc. Eng., professor,*
K.T. ISKAKOV[1], *Doc.Eng.,professor,*
[1]Eurasian National University n.a. L.N. Gumilyov (ENU),
[2]Belorussian State University,
[3]United Institute of Informatics Problems of the Belorussian NAS

Studying Methods of Image Threshold Segmentation

Keywords: *segmentation, threshold, image, histogram, dispersion, objects, brightness, fibers, algorithms, texture, binarization, pixel, analysis, cell.*

The main problem of obtaining a binary or a multiphase image often consists in selecting the threshold that defines the brightness function splitting into two levels. The rational selection of the threshold permits to reduce the noise and disturbances arising in actual practice to the minimum. The threshold can be constant and adaptive. In the first case it is established in advance in the form of some certain value which does not depend on the properties of the analyzed image and can be constant for the entire image or change in a set way for the entire coordinate field.

In the second case the threshold is formed as a result of some processing of the initial image. The threshold that is constant for the entire image is obtained from the histogram of the brightness levels (the histogram of half tones). It is convenient if the object and the noise have different intensity. For obtaining a binary image there can be used several thresholds. Thresholds can be total for the entire image and local, i.e. they depend on coordinates of the processed pixel. Generally the expression for the image segmentation into two thresholds can be written down in the following form:

For the total thresholds:

$$B(x,y)=\begin{cases}1, \text{at } T_1 < S(x,y) < T_2;\\ 0, \text{in all the other cases.}\end{cases}$$

For the local thresholds:

$$B(x,y)=\begin{cases}1, \text{at } S_1(x,y) < S(x,y) < S_2(x,y);\\ 0, \text{in all the other cases,}\end{cases}$$

whereand T_2, S_1 (x,y) and S_2 (x,y) are total and local thresholds values, B (x,y) is the resulting image pixel, S (x,y) is the initial image pixel.

When using no more than two thresholds the result of segmentation is convenient to be expressed in a binary image. When using more than two thresholds a binary image is not sufficient:

$$B(x,y)=\begin{cases}1, at\ S_1(x,y) < S(x,y) < S_2(x,y)\\ 2, at\ S_2(x,y) < S(x,y) < S_3(x,y)\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots..\\ n, at\ S_n(x,y) < S(x,y) < S_{n+1}(x,y)\\ 0, in\ all\ the\ other\ cases\end{cases}$$

In this case for presenting a result it is convenient to use a multiphase image.

Threshold values are defined using the analysis of the gray scale value histogram by the series of statistical method. For example, selecting threshold values by the average gray scale value and the standard deviation:

$$S = \begin{cases} 1, at(k_1\mu - k_2\sigma) < S(x,y) \le (k_1\mu + k_2\sigma) \\ 0, in\ the\ other\ cases \end{cases},$$

where μ is the average value, σ is dispersion, k_1, k_2 are correction coefficients.

Besides, there is a number of methods of selecting thresholds which depend on specific objectives of segmentation.

The most popular semi-automatic method is defining thresholds by the percentage ratio where the user sets the percent of the space occupied by the objects. The percent corresponds to the border of this area. There exist a number of automatic methods of segmentation which depend on specific objectives of segmentation. One extremely easy way of finding a suitable threshold consists in defining each of histogram peaks (local maxima), and then finding the valley (the minimum) between them. This method is calleda watershed, or allocation of valleys, and permits to define several thresholds without special modification of the segmentation algorithm.

Methods of searching for thresholds in which there is determined the optimum by certain conditions are very widespread. The most widespread among them is the Otsu's method. The purpose of this method consists in selecting the threshold that minimizes the ratio of the joint dispersion to the dispersion between the classes determined by splitting the histogram into thresholds.

The total dispersion is defined as

$$\sigma^2_{Within}(T) = n_B(T) \cdot \sigma^2_B(T) + n_O(T) \cdot \sigma^2_O(T),$$

where $n_B(T) = \sum_{i-0}^{T-1} p(i)$, $n_O(T) = \sum_{i=T}^{N-1} p(i)$, the number of elements in classes;

$\sigma^2_B(T), \sigma^2_O(T)$ is dispersion inside classes;

T is the threshold.

Dispersion between classes is defined as

$$\sigma^2_{Between}(T) = n_B(T) \cdot n_O(T) \cdot [\mu_B(T) - \mu_O(T)]^2,$$

where μ is the average value in the class.

Owing to the fact that searching for thresholds is made through the unit, the calculation of the elements number in the class and the average value can be optimized:

$$n_B(T+1) = n_B(T) + n_T\ ,$$

$$n_O(T+1) = n_O(T) - n_T\ ,$$

$$\mu_B(T+1) = \frac{\mu_B(T) \cdot n_B(T) + n_T \cdot T}{n_B(T+1)},$$

$$\mu_O(T+1) = \frac{\mu_O(T) \cdot n_O(T) + n_T \cdot T}{n_O(T+1)}.$$

There still exists the whole class of methods of automatic detecting thresholds having the name of multispectral. Splitting the histogram into a number of distributions with the form defined in advanceis its cornerstone. Decomposition of the histogram into the Gaussian distributions is the most popular. The threshold is defined at the points of intersection of these distributions.

One of the causes of existence for the brightness histogram of statistical asymmetry and the excess is heterogeneity of the set. It means that in one set there are reduced all the pixels of two and more normal sets (for example, for the background and objects) each of which is characterized by a set of parameters and borders. In some cases it is possible to calculate the parameters of the set components for the background and for objects. On the basis of decomposition into two Gaussian distributions there is selected the binary threshold.

Results of threshold segmentation for studying cells among binary objects

For defining a cell it is necessary to set threshold values of the following parameters: the area, the diameter, the nuclear and cytoplasmic ratio. The existence of a nucleus, nucleoles, as well as the possibility of existence of cell inclusions is obligatory for the cell existence. For defining these characteristics within identification there are carried out special measurements. The area is defined as the sum of all pixels of an object excepting for the boundary ones.

For geometrical measurements there are distinguished three types of boundary pixels giving a certain contribution to the value of the area or perimeter:

- vertical if there is a neighbor in vertical, at this the contribution corresponds to the scale value of pixel, i.e. in real units of measure;
- horizontal if there is a neighbor in horizontal, at this the contribution corresponds to the scale value of pixel;
- diagonal if there is a neighbor in diagonal, at this the contribution corresponds to √2 from the scale value of pixel.

Using the large-scale value of pixel is necessary for obtaining a result in real units of measure.

As a result we obtain the formula

$$AREA = \sum_{\text{объект}} \begin{cases} \sqrt{2} \cdot unit & for\ diagonal\ pixels \\ unit, & otherwise \end{cases},$$

whereAREA is the area of the cell, unit is the scale value of the pixel.

The diameter is determined by the formula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot AREA}{\pi}}.$$

Ideally the cell shall differ by the existence of a nucleus and nucleoles. For obtaining topological characteristics a cell (Figure 1) is convenient to be presentedin the form of a hierarchy of bitmaps (Figure 5) where in the root of the graph there lies the bit-

map of the cell (Figure 2), at the following level there is the image of the nucleus (Figure 3), in the graph branches there are nucleoles and various cell inclusions (Figure 4).

The idea of hierarchy of the areas is easily implemented in computer facilities by means of bits (Table). For analyzing different cellular organelles this Table can be continued.

In computer engineering for representinga pixel there is most often used a byte consisting of eight bits. It is possible to allocate up to eight levels of hierarchy. The benefit of this method is that according to one multiphase image there can bedrawn conclusionsfor all the levels of classification and as result obtained the complete information of the cell.

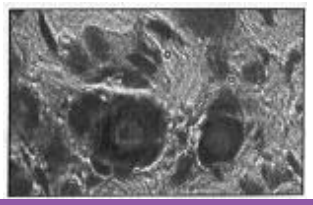


Figure 1 – Color image of the cells of sympathetic ganglia neurons

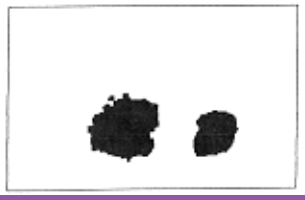


Figure 2 – Binary image of the cells of sympathetic ganglia neurons

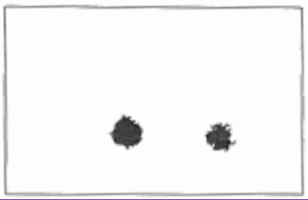


Figure 3 – Binary image of the cell nuclei of sympathetic ganglia neurons

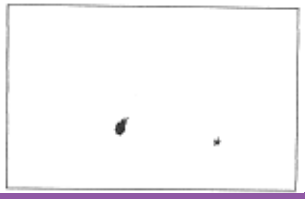


Figure 4 – Binary image of the cell nucleoles of sympathetic ganglia neurons

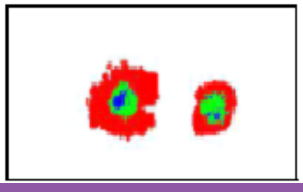


Figure 5 – Hierarchic image of the cells of sympathetic ganglia neurons

Thus, if in a cell there is a nucleus, then the pixel value at this point will correspond to 3. If in the nucleus there is a nucleole, then the pixel will be equal to 7. In case of the inclusion existence that does not lie in the nucleus, the pixel value will be 5. In such an organization of the image it is possible to operate easily with various cellular components and to analyze them.

The flow-graph of the algorithm permitting to obtain such an image is presented in Figure 6. First of all, for dividing the merged close lying objects there is performed the operation of unlocking.

The algorithm consists of two branches. The first is for the cells with the uncolored nucleus, the oth-

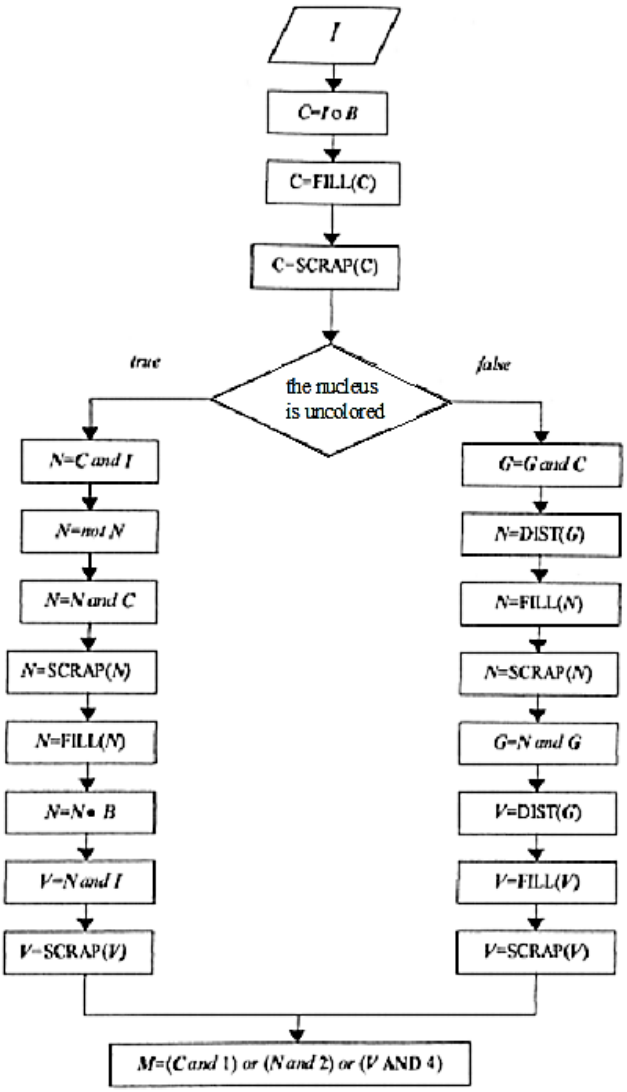


Figure 6 – Flow diagram of the algorithm of building a hierarchic image of the binary image cells (the nucleus is uncolored) where I is the binary image; G is the gray scale image; C is the cell binary image; N is nucleus binary image; V is the nucleoles and inclusions binary image; B is the morphological structural element; SCRAP(X) is the function of the objects deleting by the area dimensions and diameter in the X image; FILL(X) is the function of filling in the openings in the objects in the X image; DIST(G) is the adaptive threshold segmentation of the G image

Pixel values for various elements in the cell structure

Object	Operation	Separate value	Uniting result
Cell	1«0	1	1
Nucleus	1«1	2	3
Nucleoles and inclusions	1«2	4	7

er is for the colored nucleus. There are consistently formed bitmaps of cell in them (Figure 2), of nuclei (Figure 3), of nucleoles and inclusions (Figure 4). Obtaining each image is followed by operations of filling in the openings in the objects and controlling the area and the diameter.

Conclusions

There are presented the basic concepts and definitions for describing histologic preparationsand there is given a general description of histologic objects images, as well as there are considered and analyzed the main methods and means of images segmentation.

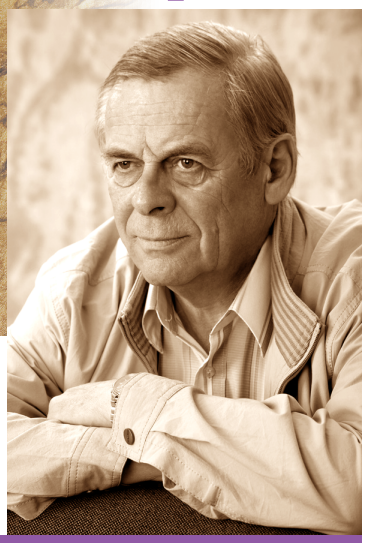
An important characteristic of cells, fibers and vessels in cross section is their topological structure. The algorithm of defining cells among the binary images obtained by threshold segmentation is based on this property. It permits to modify the result having removed the objects which do not belong to cells and to construct a multiphase image in which the hierarchy of cellular structures is reflected.

For obtaining topological characteristics a cell is convenient to be presented in the form of hierarchy of bitmaps where in the root of the graph the lies a bitmap of the cell, at the following level there is an image of the nucleus, in branches of the graph there are nucleoles and various cell inclusions.

LITERATURE

1. Hardware and software Support of Processing System for Analyzing Images “Viewsup-AT” / B.A. Ialibotsky, A.M. Nedzved, A.Ya. Rubenchik, et al.. // Thes. Of sci.-tech. conf. on computer graphics and animation. – Mn., 1993. – 126 p.
2. Prett, U. Digital Image Processing: In 2 books M: Mir, 1982. – 1 book 312 p., 2 book. – 480 p.
3. Sakhu, P.K., Soltani S., Wong F.L. The Review on Threshold Methods // Cybernetic Collection / Under the editorship of O.B. Lupanov, O.M. Kasim-Zade. Issue 27. – M.: Mir, 1990. – P. 139-173.
4. Schlicht, G. Digital Processing of Color Images. – M.: EKOM, 1997. – 336 p.
5. Gonsalez, R. Digital Processing of Images: Transl. from English // R. Gonsalez, R. Woods. – M.: Technosphere, 2005. – 1072 p.
6. Methods of Computer Processing of Images // Under the Editorship of V.A. Soyfer. – M.: Fizmatlit, 2003. – 784 p.
7. Priorov, A.L. Digital Processing of Images: Tutorial / A.L. Priorov, I.V. Apalkov, V.V. Khryashchev. – Yaroslavl: YarSU, 2007. – 235 p.
8. Alekseyev S.K., Schlesinger M.I. High-speed Algorithm of Preliminary Image Processing // Cybernetics. – 1986. No 1. – P. 97-101.

Юбилей



70 лет
Брейдо Иосифу Вульфовичу

профессору, доктору технических наук, академику КазНАЕН, КазМАИН и Санкт-Петербургской инженерной академии, заведующему кафедрой автоматизации производственных процессов КарГТУ

Брейдо Иосиф Вульфович родился в 1947 г. в Киргизии (село Тамга, на берегу озера Иссык-Куль) в семье военных врачей. Учился в школах г. Горького (Россия), г. Самарканда (Узбекистан). Одиннадцатый класс средней школы окончил с золотой медалью в г. Караганде. Высшее образование получил в Ленинградском электротехническом институте (ЛЭТИ) им. В.И. Ленина по специальности «Диэлектрики и полупроводники». Служил с 1971 г. в ВМФ на Дальнем Востоке. Закончил службу в звании старшего лейтенанта. В 1974 году Брейдо И.В. вернулся в г. Караганду и приступил к работе в должности научного сотрудника в лаборатории горношахтного электропривода Карагандинского филиала Института горного дела им. А.А. Скочинского (ИГД).

Выдающийся ученый и конструктор систем автоматизации и электропривода горных машин, начальник лаборатории к.т.н. Краус Эрих Генрихович определил научно-инженерное направление интересов Брейдо И.В. и стал его первым научным руководителем. В лаборатории были созданы автоматизированные электроприводы постоянного тока для угледобывающих комбайнов и скребковых конвейеров. Был разработан, сконструирован и испытан в шахте первый в мире угледобывающий комплекс КМ-128П с радиоуправляемым многодвигательным, взаимосвязанным, взрывозащищенным электроприводом постоянного тока. В 1975 году комплекс КМ-128П успешно экспонировался на всемирной выставке «Уголь-75» в г. Донецке.

Родные просторы.
Село Тамга, близ берега
озера Иссык-Куль.

Годы учебы.
Ленинградский
электротехнический
институт.

Служба в ВМФ
на Дальнем Востоке.
1971-1974 гг.

Путь к успеху.
Карагандинский
Государственный
технический университет.

Комбайн комплекса КМ-128П стал прародителем угольных комбайнов «Эйкгофф», «Джой», SL-300, которые через несколько лет стали выпускать зарубежные фирмы. SL-300 и в настоящее время является основным средством добычи угля из пологих пластов средней и выше средней мощности в Карагандинском угольном бассейне.

Исследования, проведенные И.В. Брейдо в лаборатории электропривода горных машин, легли в основу диссертационной работы «Установление оптимальных режимов работы регулируемого тиристорного электропривода скребковых конвейеров угольных шахт», которая была успешно защищена в 1982 году в ИГД им. А.А. Скочинского.

В 1988 году, по приглашению профессора, заведующего кафедрой автоматизации производственных процессов (АПП) Карагандинского политехнического института (КарПТИ) Бырьки Владимира Филипповича, Брейдо И.В. перешел на должность доцента кафедры АПП.

Становление Брейдо Иосифа Вульфовича как ведущего преподавателя и ученого кафедры АПП происходило под мудрым руководством профессора Бырьки Владимира Филипповича и закономерно подтвердилось назначением в 1994 г. заведующим кафедрой АПП Карагандинского государственного технического университета (ранее КарПТИ), а в 1996 г. – защитой докторской диссертации на тему «Структурно-параметрическая оптимизация управляемых подземных передвижных машин» на Совете Уральской горно-геологической академии (г. Екатеринбург).

Важным фактом научной жизни КарГТУ и электротехнической науки в Центральном Казахстане явилось утверждение докторской степени Брейдо И.В. по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы, включая их управление и регулирование» сначала в РФ, а затем и в РК.

В период становления независимой Республики Казахстан, сопровождающегося финансово-материальными осложнениями и непрерывным потоком реформ в системе высшего образования Казахстана, кафедра АПП под руководством Брейдо И.В. достойно и практически без потерь преодолела трудности и добилась существенных положительных результатов, среди которых следует отметить:

- создание и развитие инновационной фирмы по разработке и внедрению электроприводов, автоматизированных систем управления, электротехнических средств и программного обеспечения для технологических процессов – ЭЛАТ (инициатор, учредитель и директор Брейдо И.В.);

- разработку государственных стандартов и новых учебно-методических комплексов по специальностям и специализациям инженерных специальностей «Электропривод и автоматизация технологических комплексов», «Мехатроника и робототехника», «Автоматизация производственных процессов»;
- создание первого среди технических ВУЗов Центрального Казахстана лабораторного комплекса компьютерных систем технологического контроля и управления – ЛККС;
- внедрение Болонской системы обучения по схеме: «бакалавр-магистр-докторантура» по специальностям «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика»;
- создание авторизованного учебного центра «КарГТУ – SchneiderElectric»;
- создание учебного центра «КарГТУ – MitsubishiElectric – Казпромавтоматика»;
- внедрение технологии двудипломного образования магистров специальностей «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика» совместно с ведущими техническими ВУЗами РФ;
- создание центра международного дистанционного обучения магистрантов специальности «Автоматизация и управление» по программе «Синергия» (2008-2017 гг.);
- подготовку научно-педагогических кадров для кафедры АПП, КарГТУ и РК.

Профессор Брейдо И.В. является двухкратным обладателем Государственного гранта «Лучший преподаватель вуза»; обладателем Государственной научной стипендии для учёных и специалистов, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники; награжден Почетными знаками «За развитие науки в РК» и «Почетный работник образования РК»; медалями «20 лет Независимости Казахстана» и «20 лет Ассамблеи народа Казахстана». Брейдо И.В. является членом Ассамблеи народа Казахстана.

Иосиф Вульфович с 2002 г. состоит в Союзе писателей РК. За период с 2002 по 2017 гг. стихи Брейдо И.В. печатались в литературных журналах Казахстана и России: «Простор», «Нива», «Сибирские огни», в республиканских, областных и ведомственных периодических изданиях, в Интернете.

Преподаватели и сотрудники КарГТУ сердечно поздравляют Брейдо Иосифа Вульфовича с юбилеем! Желают крепкого здоровья, успехов в деле подготовки высококвалифицированных специалистов на основе интеграции науки, образования и производства для воплощения инновационно-индустриального развития нашего государства.

РЕЗЮМЕ

УДК 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., ПАК Д.Ю., ШИЛЬНИКОВА И.О. **Роль преподавателей и студентов в контексте компетентностного подхода в образовательном процессе вуза.**

Представлен сопоставительный анализ знаниево-квалификационного и компетентностного подходов в высшем образовании в части цели и результатов обучения, роли преподавателя и обучающегося. Актуализируется ведущая роль преподавателя в практической реализации компетентностного подхода. Профессиональная компетентность преподавателя рассматривается как совокупность знаний, умений и способности осуществлять профессиональную преподавательскую деятельность в формате компетенций. Обозначены ключевые обязанности современного преподавателя в соответствии с Международной стандартной классификацией занятости. Представлена концепция пирамиды обучения, демонстрирующая зависимость между методами обучения и уровнем усвоения учебного материала. Предложены инновационные методы и приемы активного обучения в логике компетентностного подхода. Констатируется актуальность повышения эффективности самообразовательной деятельности студентов в условиях реализации компетентностной модели выпускника вуза.

ӘОЖ 378.014.24(1-87). ПАК Ю.Н., ПАК Д.Ю., ШИЛЬНИКОВА И.О. **ЖОО білім беру процесінде оқытушылар мен студенттердің жетік тәсіл шеңберіндегі рөлі.**

Оқытудың мақсаттары мен нәтижелеріне, оқытушы мен оқушының рөліне қатысты жоғары білім берудегі жетік және білікілік тәсілдерінің салыстырмалы талдауы ұсынылды. Оқытушының жетік тәсілді тәжірибелік түрде жүзеге асырудағы жетекші рөлінің өзектілігі артады. Оқытушының кәсіби құзыреттілігі құзыреттіліктер форматындағы кәсіби педагогикалық қызметті жүзеге асыру қабілеттілігінің, білімдер мен икемділіктердің жиынтығы ретінде қарастырылады. Жұмыспен қамтудың халықаралық стандарт жіктеліміне сәйкес заманауи оқытушының негізгі міндеттері көрсетілген. Оқыту әдістері мен оқу материалын меңгеру деңгейінің арасындағы тәуелділікті көрсететін оқыту пирамидасының тұжырымдамасы ұсынылған. Жетік тәсіл логикасында белсенді оқудың инновациялық әдістері мен тәсілдері ұсынылды. Жоғары оқу орны түлегінің жетік моделін жүзеге асыру жағдайында студенттердің өз бетінше білім алу қызметінің тиімділігін арттырудың өзектілігі анықталды.

UDC 378.014.24(1-87). PAK Yu.N., PAK D.Yu., SHILNIKOVA I.O. **Role of Teachers and Students in the Context of Competence-based Approach in Educational Process of Higher Education Institution.**

There is presented the comparative analysis of the knowledge-qualification and competence-based approaches in higher education regarding the purpose and results of training, the role of a teacher and a studentd. The leading role of the teacher in practical realization of the competence-based approach is staticized. Professional competence of a teacher is considered as a set of knowledge and abilities to carry out professional teaching activity in the format of competences. There are designated the key duties of the modern teacher according to the International standard classification of employment. There is proposed a concept of the pyramid of training showing the dependence between the methods of training and the level of assimilation of the training material, as well as innovative methods and methods of active training in logic of the competence-based approach. There is shown the relevance of increasing the efficiency of sekf-education activity of students in conditions of realizing the competence-based model of a university graduate.

УДК 378.1+74.58. ИЛЬКУН В.И. **Назначение, содержание и взаимосвязь аудиторных видов занятий в техническом вузе.**

Дана характеристика аудиторных видов учебных занятий: лекций (Л), практических занятий (ПЗ), семинарских (С) и лабораторных работ (ЛР). Рассмотрены особенности каждого из них. Охарактеризованы внутрипредметные связи, существующие в трёхвидовых (триада) и двухвидовых (диада) учебных дисциплинах и объединяющие их в единые учебно-методические комплексы. Отмечена специфика проведения каждого вида занятий. Обращено внимание на низкую эффективность проведения практических и особенно лабораторных работ после введения кредитной системы обучения в вузах. Акцентированы особенности проведения лабораторных занятий в производственных условиях (по расписанию), что может быть использовано при дуальном обучении. Рекомендованы направления оптимизации учебного процесса с учётом взаимодействия Л, ЛР и ПЗ через внутрипредметные связи.

ӘОЖ 378.1+74.58. ИЛЬКУН В.И. **Техникалық ЖОО-дағы аудиториялық оқу түрлерінің мақсаты, мазмұны және өзара байланысы.**

Оқу сабақтарының аудиториялық түрлеріне сипаттама берілген: дәрістер (Д), практикалық (ПО), семинар (С) және зертханалық (З). Олардың әрқайсысына тән ерекшеліктер қарастырылған. Үш түрлі (триадалық) және екі түрлі (диадалық) оқу пәндерінде қамтылған және оларды бірыңғай оқу-әдістемелік кешендерге біріктіретін пәнаралық байланыстар сипатталған. Әр оқу түрін өткізудің қыр-сыры атап айтылған. ЖОО-да оқытуға кредиттік жүйені енгізгеннен кейін практикалық және әсіресе зертханалық жұмыстарды өткізудің төмен тиімділігіне көңіл бөлінген. Зертханалық оқуларды өндірістік жағдайларда (кесте бойынша) өткізу ерекшеліктеріне айқын мән берілген және оларды қосарлы оқытуда пайдалануға болады. Пәнаралық байланыстар арқылы Д, ЗЖ және ПО өзара әрекеттестігі есепке алына отырып, оқу процесін оңтайландыру бағыттары ұсынылды.

UDC 378.1+74.58. ILKUN V.I. **Purpose, Content and Interrelation of Classroom Types of Studies at Technical College.**

There is presented characteristic of classroom types of educational studies: lectures (L), practical (PC), seminar (S) and laboratory (LW). There are considered the features of each type. There are characterized intra subject links existing in three-specific (triad) and two-specific (dyad) subject matters uniting them in uniform educational and methodological complexes. There are noted the specifics of conducting each type of classes. There is paid attention to the low efficiency of conducting practical and especially laboratory works after introducing the credit system of training at higher education institutions. There are emphasized the features of conducting laboratory studies under production conditions (according to the schedule) that can be used in dual training. There are recommended directions of optimizing the educational process taking into account interaction of the L, LW and PC through intra subject links.

УДК 37.037.5. ГОЛОВИН И.Л., СТЕБЛЯКОВА Л.П. **Сущность и роль профессионального самовоспитания студентов технических вузов в учебно-воспитательном процессе.**

В рамках исследований самовоспитания в высшей школе сформировалось понятие так называемого профессионального самовоспитания. Применительно к студентам, а также преподавателям технических вузов авторами дано его определение. Выявлено, что основным результатом профессионального самовоспитания будущего специалиста является оптимальное соответствие между его личностными качествами и выполняемой профессиональной

ӘОЖ 37.037.5. ГОЛОВИН И.Л., СТЕБЛЯКОВА Л.П. **Оқу-тәрбие беру процесінде техникалық ЖОО студенттерінің кәсіптік өзін-өзі тәрбиелеуінің маңызы мен ролі.**

Жоғары мектепте өзін-өзі тәрбиелеуді зерттеу аясында кәсіптік өзін-өзі тәрбиелеу деген ұғым қалыптасқан. Авторлар оған техникалық ЖОО студенттеріне, сонымен қатар оқытушыларына үйлестіре анықтама берген. Болашақ маманның кәсіптік өзін-өзі тәрбиелеуінің негізгі нәтижесі оның жеке бас сапалары мен атқаратын кәсіптік қызметі арасындағы оңтайлы сәйкестік болып табылатыны анықталды. Болашақ кәсіптік қызметтің ерекшеліктері, сонымен қатар, инженер кадрларды даяр-

UDC 37.037.5. GOLOVIN I.L., STEBLYAKOVA L.P. **Essence and Role of Professional Self-education of Technical Students in Teaching and Educational Process.**

Within the self-education studies at the higher school there has been formed the concept of so-called professional self-education. In relation to students and to teachers of technical colleges the authors gives its definition. It has been revealed that the main result of professional self-education of a future expert is optimum compliance between the personal qualities and the executed professional activity. There is defined the essence, the role and the place of professional self-education of students in the teaching and

деятельностью. Определены сущность, роль и место профессионального самовоспитания студентов в учебно-воспитательном процессе технического вуза с учетом специфики будущей профессиональной деятельности, а также содержания и форм подготовки инженерных кадров. На основании изученной литературы дана оценка профессионального самовоспитания в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов технических профессий. Показана взаимосвязь между профессиональным самообразованием студентов технических вузов и профессионально-педагогическими умениями. Выявлено, что для студентов, занимающихся профессиональным самообразованием, характерен высокий уровень сформированности профессиональных умений.

лау формасы мен мазмұны ескеріле отырып, техникалық ЖОО-дағы оқу-тәрбие беру процесінде студенттердің кәсіптік өзін-өзі тәрбиелеуінің мәні, ролі және орны анықталды. Зерделенген әдебиеттер негізінде техникалық кәсіптердің болашақ мамандарын кәсіби даярлау процесіндегі студенттердің өзін-өзі тәрбиелеуіне баға берілді. Техникалық ЖОО студенттерінің кәсіптік өз бетінше білім алуы мен кәсіптік-педагогикалық ептіліктері арасындағы өзара байланыс көрсетілген. Кәсіптік өз бетінше білім алумен айналысатын студенттер үшін кәсіптік ептіліктерді қалыптастырудың жоғары деңгейі сипатты екені анықталды.

educational process at a technical college taking into account specifics of the future professional activity, as well as the contents and forms of training engineering staffs. Based on the studied literature there is given the assessment of professional self-education in the course of vocational training of future experts of technical professions. There is shown the correlation between professional self-education of technical students and their professional–and-pedagogical abilities. It has been revealed that the high level of forming professional abilities is characteristic of students who are engaged in professional self-education.

УДК 811.512.122:621.31. АБИЛКАСОВ Г.М., БАЙПЕЛОВА Г.С. **Обучение профессиональному казахскому языку студентов специальности «Электроэнергетика».**

Рассмотрена эффективность применения новой инновационной технологии обучения профессиональному казахскому языку студентов инженерно-технических, а также электроэнергетических специальностей с русским языком обучения. Для создания новой технологии, наряду с опытом других стран, за основу берут научные заключения и методические комплексы казахстанских ученых об обучении и воспитании. Цель национальной технологии – сформировать образованную, разносторонне развитую личность, умеющую излагать свое мнение на государственном языке, а также претворять в жизнь поставленные перед собой цели. Для выполнения этой цели руководствуются следующими задачами: сформировать познавательную деятельность студента с помощью освоения им технического профессионального казахского языка и усвоения значения и особенностей применения каждого слова. Таким образом, нужно развивать умение студента понимать содержание профессионально-технического текста и грамотно выполнять письменные работы. Главным средством для развития сознательного понимания должно стать усвоение предметов на профессиональном казахском языке. С проведением различных творческих работ.

ӘОЖ 811.512.122:621.31. ӘБІЛҚАСОВ Г.М., БАЙПЕЛОВА Г.С. **«Электрэнергетика» мамандығының студенттеріне кәсіби қазақ тілін оқыту.**

Берілген мақалада болашақ инженерлік - техникалық, сонымен қатар, «Электрэнергетика» мамандығының орыс тілді аудиториясының студенттеріне кәсіби қазақ тілін оқытудың инновациялық төл технологиясын пайдаланудың тиімділігі сөз етіледі. Төл технологияны жасауға өзге елдің ой-пікірлерімен қатар, көрнекті қазақстандық ғалымдардың оқыту, тәрбие туралы жасаған ғылыми тұжырымдары, әдістемелік кешендері негіз етіп алынады. Ұлттық технологияның мақсаты-қазақ тілінде ойын жеткізе алатын, өз ана тілінде ойлаған мақсатын орындата алатын, жан-жақты білімді, ұлттық тұлға қалыптастыру. Бұл мақсаттың орындалуы үшін мына төмендегідей міндеттер басшылыққа алынады. Оларға техникалық кәсіби қазақ тілін игерту және әр сөздің мағынасы мен қолданыстағы ерекшелігін меңгерту арқылы студенттің танымдық дүниесін қалыптастыру. Сол арқылы әр студентті кәсіби техникалық мәтіндердің мазмұнын түсіне білуге және жазба жұмыстарын сауатты, қалыпты деңгейде орындай білуге төселдіру. Кәсіби қазақ тілін оқыта отырып, өзге де пәндердің негізін түсініп, меңгеруге басты құрал екенін саналы түрде түсінуге бағыт-бағдар беру, түрлі шығармашылық жұмыстар жүргізу арқылы студенттерді іскерлікке, тапқырлыққа баулу.

UDC 811.512.122:621.31. ABILKASSOV G.M., BAIPELOVA G.S. **Teaching Professional Kazakh Students of Specialty «Power Engineering».**

There is considered the efficiency of using original innovative technology when teaching Kazakh the students of Russian-speaking group of future technical specialties, as well as specialty «Power Engineering». For preparing an original technology alongside with judgments of other countries there have been taken as the basis scientific formulations, methodological complexes of Kazakhstan scientists regarding training and education. The purpose of the national technology is forming a comprehensive, educated, national personality capable to bring the thoughts in Kazakh, to achieve the objectives conceived in the native language. For achieving this purpose the following tasks have been accepted for the guidelines. Students' mMastering technical professional Kazakh, assimilation of each word meaning and their features in use, thus, forming the informative world of students concern, by means of what to train students in skills of the congnitive sense of professional technical texts, as well as competent performing of written works at the usual level. When teaching professional Kazakh, to channelize students' conscious understanding that this is the main instrument to assimilation and development of the other objects bases, by means of carrying out various creative works to accustom students to working capacity and resourcefulness.

УДК 621.9.07. ТУТАЕВ Д.Е., МУРАВЬЕВ О.П., НИКОНОВА Т.Ю. **Надежность инструмента для поверхностного пластического деформирования.**

Рассмотрены некоторые принципы надежности, применимые к инструменту для обработки деталей поверхностным пластическим деформированием (ППД). Рассматриваются методы отделочно-упрочняющей обработки с использованием ППД. Определяются достоинства и недостатки методов обработки ППД. С точки зрения простоты конструкции и ремонтопригодности элементов системы рассматривается инструмент для обкатки. Анализируются принципы надежности, присущие методу обкатки. Ведется изучение основных представлений о контактных явлениях в инструментах для обработки ППД. Анализируются условия, способствующие долговечности инструмента для поверхностного пластического деформирования.

ӘОЖ 621.9.07. ТУТАЕВ Д.Е., МУРАВЬЕВ О.П., НИКОНОВА Т.Ю. **Беттік пластикалық деформациялау үшін құрал сенімділігі.**

Беттік пластикалық деформациялаумен (БПД) бөлшектерді өңдеу үшін құралда қолданылатын кейбір сенімділік принциптері қарастырылды. БПД қолданатын әрлеу-беріктендіруші өңдеу әдістері қарастырылады. БПД өңдеу әдістерінің кемшіліктері мен артықшылықтары анықталады. Конструкциясының қарапайымдылығы мен жүйе элементтерінің жөндеуге жарамдылығы тұрғысынан сынауға арналған құрал қаралады. Сынау әдісіне тән сенімділік принциптері талданады. БПД өңдеуге арналған құралдардағы байланыс құбылыстары туралы негізгі түсініктерді зерделеу жүргізіледі. Беттік пластикалық деформациялауға арналған құралдың ұзақ мерзімділігіне ықпал ететін жағдайлар талданады.

UDC 621.9.07. TUTAYEV D.E., MURAVYOV O.P., NIKONOVA T.Yu. **Tool Reliability for Superficial Plastic Deformation.**

There are considered some principles of reliability applicable to the tool for machining parts by superficial plastic deformation (SPD), as well as methods of the finishing strengthening machining with the use of SPD. There are shown merits and demerits of methods of SPD machining. From the point of view of the design simplicity and maintainability of the system elements there is considered the tool for running. There are analyzed the principles of reliability inherent in running in the method and studying the main ideas of the contact phenomena in tools for SPD machining. There are analyzed the conditions promoting durability of the tool for superficial plastic deformation.

УДК 621.0:62-192. ГУЛЯРЕНКО А.А., ЖУСИН Б.Т. **Оценка и прогнозирование надёжности в машиностроении.**

Повышение надёжности современных машин требует повышения точности оценки и увеличения периода прогнозирования. При этом повышение точности оценки надёжности требует увеличения продолжительности испытаний. Это противоречит обязательной необходимости ускорения испытаний. При этом стоимость испытаний весьма велика, а процесс испытаний неизбежно ведет к полному

ӘОЖ 621.0:62-192. ГУЛЯРЕНКО А.А., ЖУСИН Б.Т. **Машинажасаудағы сенімділікті болжау және бағалау.**

Заманауи машиналардың сенімділігін арттыру болжамның кезеңін арттыруды және бағалаудың дәлдігін жоғарылатуды талап етеді. Сонымен қатар, сенімділікті бағалаудың нақтылығын жоғарылату сынау ұзақтығын арттыруды талап етеді. Бұл сынақты жылдамдатудың міндетті қажеттілігіне қайшы келеді. Сонымен қатар, сынау құны өте жоғары, ал сынау процесі машинаның жұмыс қабілетінің

UDC 621.0:62-192. GULYARENKO A.A., ZHUSSIN B.T. **Assessing and Forecasting Reliability in Mechanical Engineering.**

Increasing reliability of present day machines require increasing the accuracy of assessing and increasing the period of forecasting. At this increasing the accuracy of assessing reliability requires increasing the duration of tests. It contradicts the obligatory need of tests acceleration. At the same time the cost of tests is very highg, and the process of testing inevitably leads to full or partial destruction of the macjine operability. It is possi-

или частичному уничтожению работоспособности машины. Преодолеть это противоречие можно сочетанием оценки и прогнозирования.

толықтай немесе жартылай жойылуына шарасыз алып келеді. Бұл қайшылықты болжау мен бағалауды үйлестіре отырып еңсеруге болады.

ble to overcome this contradiction combining the assessment and forecasting.

УДК 669.15-198. ИСАГУЛОВ А.З., АХМЕТОВ А.Б., АЗОТТЕ А., АКИМБЕКОВА А.А. **Исследование процесса выплавки стали Гадфильда при модифицировании комплексным сплавом ФАСК (Al-Si-Ca).**

Рассматривается процесс модифицирования высокомарганцовистой стали Гадфильда. Это значительно увеличит выход годного литья на стадии выплавки и разливки данной стали. Модифицирование стали проводили комплексным сплавом ФАСК в количестве 0,3-0,5 % от массы металла. Проведен сравнительный анализ модифицирования. Применение комплексного сплава, в отличие от традиционных методов, ведет к глобулизации и очищению стали от неметаллических включений. Это также способствует измельчению зерна аустенита и значительно повышает ее механические свойства.

ӘОЖ 669.15-198. ИСАҒҰЛОВ А.З., АХМЕТОВ А.Б., АЗОТТЕ А., ӘКІМБЕКОВА А.А. **ФАСК кешенді қорытпасымен (Al-Si-Ca) модификациялау кезінде Гадьфильд болатын қорыту процесін зерттеу.**

Мақалада жоғары марганецті Гадфильд болатты модификациялау әдісі қарастырылған. Бұл әдіс болаттан қорытпаны балқыту және құю сатысында жарамды құймаларды алуды жоғарылатады. Гадфильд болатын модификациялау металл массасынан мөлшері 0,3-0,5% ФАСК құрайтын кешенді қорытпамен жүргізілді. Модификациялаудың салыстырмалы талдауы жүргізілді. Бұл әдісті қолдану дәстүрлі әдіспен салыстырғанда, болатты металл емес қорытпалардан тазартады. Сонымен қоса, аустенит дәндерін ұсақтауын қамтамасыз етеді. Осылайша, оның механикалық қасиетін арттырады.

UDC 669.15-198. ISSAGULOV A.Z., AKHMETOV A.B., AZOTTE A., AKIMBEKOVA A.A. **Studying Process of Gadfild Steel Smelting Modified with FASK Complex Alloy (Al-Si-Ca).**

There is considered the process of modifying highly manganic Gadfild steel. It will considerably increase the yield of suitable casting at the stage of smelting and pouring this steel. Steel modifying has been carried out by the FASK complex alloy in the amount of 0.3-0.5% of the metal mass. There has been carried out a comparative analysis of modifying. Using the complex alloy unlike traditional methods leads to globulization and clarification of steel from nonmetallic inclusions. It also promotes austenite grain crushing. All abovementioned considerably increases its mechanical properties.

УДК 622.765.06. ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., ОМАРОВА Н.К., ЦЕШКОВСКАЯ Е.А. **Использование фосфорсодержащего реагента при флотации медных руд.**

Рассмотрено взаимодействие реагента-собирателя анабазиния с поверхностью сульфидных медных минералов борнита и халькопирита. Методами дифференциально-термического анализа, беспенной флотации и ИК-спектроскопии выявлены особенности действия реагента-собирателя при обработке сульфидных минералов меди. Уменьшение количества сорбированной воды вследствие уменьшения поверхностных реакционных центров за счет сорбции на них собирателя, на которых ранее сорбировалась вода, подтверждается результатами дифференциально термического анализа. Из опытов беспенной флотации следует, что максимальное извлечение 92,55% достигается при флотации халькопирита, обработанного анабазиний-О,О-диметилтиофосфатом. Характер взаимодействия собирателей с поверхностью борнита и халькопирита подтверждают результаты ИК-спектроскопии. В опытах по флотации в открытом цикле наиболее эффективные технологические показатели достигаются в щелочной среде. С целью определения оптимального расхода реагентов проведены опыты по флотации в замкнутом цикле, согласно схеме, действующей на обогатительной фабрике.

ӘОЖ 622.765.06. ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., ОМАРОВА Н.К., ЦЕШКОВСКАЯ Е.А. **Мыс кендерін флотациялау кезінде фосфоры бар реагентті пайдалану.**

Халькопирит пен борниттің мыс - сульфидті минералдарының беткі қабатымен жинағыш реагент анабазинияның әрекеті қарастырылған. Дифференциальды – термиялық әдістерді талдау, көпіршіксіз флотация және ИК спектроскопиямен мыстың сульфидті минералдарын өңдеу кезінде жинағыш реагенттердің әрекетінің ерекшеліктері байқалған. Дифференциальды – термиялық талдау нәтижесінде сорбциялық судың сорбцияның қатысымен беткі реакциялық ортаның кішіреюі арқылы көлемінің азаюы расталады. Көбіксіз флотацияның нәтижесінен өңделген анабазиния-О,О-диметилфосфаты халькопирит флотациясы кезінде максимальды алу 92,55%-ға жетеді. Борнит пен халькопириттің бетімен жинағыштар әсерінің сипаттамасы ИК спектроскопия нәтижесімен анықталады. Флотацияның ашық жүйедегі тәжірибесі сілтілік ортада көбінесе тиімді технологиялық көрсеткіштерге жетеді. Байыту фабрикасындағы жүргізілетін сызбасына сәйкес флотацияның жабық жүйедегі тәжірибесі реагенттердің оптимальды шығынын анықтау мақсатымен жүргізілді.

UDC 622.765.06. SHEREMBAYEVA R.T., OMAROVA N.K., TSESHKOVSKAYA Ye.A. **Using Phosphorus-containing Reagent in Copper Ore Flotation.**

There is considered interaction between the reagent collector of anabasinium from the surface of sulphidic copper minerals of bornite and chalcopyrite. By methods of the differential-thermal analysis, non-foam flotation and IR-spectroscopy there have been revealed the features of the reagent collector effect when processing sulphidic minerals of copper. Reducing the amount of sorbed water owing to reducing the superficial reactionary centers due to sorption of the collector on them where water was earlier sorbed is confirmed by the results differentsialno of the thermal analysis.Follows from experiences of bespenny flotation that the maximum extraction of 92,55% is reached at flotation of the chalcopyrite processed anabaziniya-O,O-dimetiltiofosfatom. The nature of interaction of collectors with the surface of bornite and chalcopyrite is confirmed by the results of IR-spectroscopy. In experiments on flotation in the open cycle the most effective technological indicators are reached in the alkaline environment. For the purpose of defining the optimum consumption of reagents there have been carried out experiments on flotation in the closed cycle, according to the scheme existing at the concentrating factory.

УДК 621:631.3. КУЗНЕЦОВА Ю.И., НИКОНОВА Т.Ю. **Качественные характеристики рабочей жидкости гидросистем сельскохозяйственных машин.**

Рассмотрены показатели качества рабочей жидкости гидросистем сельскохозяйственной техники. Представлена их классификация. Произведен анализ причин износа и старения рабочей жидкости, а также предъявляемых к ней требований. Рассмотрен вопрос промышленной чистоты рабочей жидкости. Особое внимание уделено ее физико-химическим свойствам. Функции, выполняемые рабочей жидкостью, обеспечивают работоспособность гидропривода, его надежность, а также увеличивают срок службы гидравлических устройств. Поэтому необходимо с особым вниманием подходить к выбору рабочей жидкости и контролю ее показателей на протяжении всего срока эксплуатации.

ӘОЖ 621:631.3. КУЗНЕЦОВА Ю.И., НИКОНОВА Т.Ю. **Ауылшаруашылық машиналарының гидрожүйелеріндегі жұмыс сұйықтықтарының сапалық сипаттамалары.**

Мақалада гидравлика жұмыс сұйықтығының сапа көрсеткіштері қарастырылды. Жұмыс сұйықтығының жіктелуі берілген. Жұмыс сұйықтығының тозу және қартаю себептерінің, сондай-ақ, оған ұсынылатын талаптарының талдауы берілген. Жұмыс сұйықтығының өнеркәсіптік тазалық сұрақтары қарастырылды. Жұмыс сұйықтығының физикалық-химиялық қасиеттеріне ерекше көңіл аударылды. Жұмыс сұйықтығының орындауындағы функциялар гидравликалық жетегінің тиімділігін, оның сенімділігін қамтамасыз етеді, сондай-ақ, гидравликалық құрылғылардың қызмет ету мерзімін ұзартады. Сондықтан, жұмыс сұйықтығын таңдауға ерекше назар аудару және оның бүкіл өмір бойы жұмысындағы көрсеткіштерін бақылау қажет.

UDC 621:631.3. KUZNETSOVA Yu.I., NIKONOVA T.Yu. **Qualitative Characteristics of Agricultural Machines Hydraulic Systems Working Liquid.**

There are considered the indicators of the working liquid quality of hydraulic systems of agricultural machinery. Their classification is presented. There is carried out the analysis of causes of the working liquid wear and aging, as well as the requirements imposed to it. There is considered the issue of industrial purity of the working liquid. Special attention is paid to its physical and chemical properties. The functions which are carried out by the working liquid, provide operability of the hydraulic actuator, its reliability, as well as increasing the service life of hydraulic devices. Therefore it is necessary to approach with special attention the selecting of the working liquid and controling its indicators throughout thel term of operation.

УДК 553.411:669.046.42. ИСАБАЕВ С.М., КУЗГИБЕКОВА Х.М., ЖИНОВА Е.В., ЗИКАНОВА Т.А., ТАНАТАРОВА Р.Т. **Определение оптимальных параметров деарсенизирующего обжига золотомышьяковистого концентрата.**

В современной золотодобывающей промышленности проявились технологические проблемы, связанные с переработкой упорных

ӘОЖ 553.411:669.046.42. ИСАБАЕВ С.М., КУЗГИБЕКОВА Х.М., ЖИНОВА Е.В., ЗИКАНОВА Т.А., ТАҢАТАРОВА Р.Т. **Құрамында алтын мен мышьяк бар концентратты деарсенизациялық қыздырудың оңтайлы параметрлерін анықтау.**

Қазіргі алтын өндіру өнеркәсібінде оның әлемдегі жалпы қорының 30%-дан аса үлесін құрайтын құрамында алтыны бар тіректі кен-

UDC 553.411:669.046.42. ISSABAYEV S.M., KYZGIBEKOVA H.M., GINOVA Ye.V., ZIKANOVA T.A., TANATAROVA R.T. **Determining Optimal Parameters of Dearsenizing Firing of Gold-bearing Concentrate.**

In present day gold mining industry there arise technological problems associated with the processing of persistent gold-bearing ores, the share of which is more than 30% of its total reserves

золотосодержащих руд, доля которых составляет более 30% от его общих запасов в мире. Стандартным методом вскрытия дисперсного золота, ассоциированного с пиритом и арсенопиритом, является термообработка, к разновидностям которой относятся окислительный и диссоциирующий обжиг. При нагревании золотосодержащих сульфидов в нейтральной или окислительной среде происходит резкое изменение физической структуры минералов, т.е. образуются микротрещины и поры, которые позволяют растворителю золота проникать внутрь зерен и растворять тонкие включения золота. Приведены результаты исследований влияния различных факторов окислительного обжига на вывод мышьяка с получением огарка, пригодного для цианирования. В ходе исследования было установлено, что достаточно высокой степени удаления мышьяка (97%) можно достичь в процессе обжига концентрата с добавлением 3,0% шубаркольского угля и 10% пирита от веса исходного материала при следующих условиях: температура обжига - 6000С; расход подаваемого воздуха - 4,0-8,0 л/мин; время обжига - 15-30 мин.

дерді қайта өңдеумен байланысты технологиялық проблемалар пайда болды. Пирит және арсенопиритпен ассоциацияланған дисперстік алтынды ашудың стандартты әдісі - ол жылулық өңдеу, оның әртүрлілігіне тотыққан және диссоциацияланатын күйдіру жатады. Бейтарап немесе тотыққан ортада құрамында алтыны бар сульфидтерді жылытуда минералдардың физикалық құрылымы күрт өзгереді, яғни алтынның жете қосылуын ерітеді және алтынды ерітушінің түйір ішіне енуіне рұқсат ететін микросызаттар мен тесіктер пайда болады. Мақалада циандау үшін жарамды күйікті алу арқылы күшәнді шығаруға тотыққан күйдірудің әртүрлі факторларының әсер етуінің зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу кезінде күшәнді (97%) жоюдың жоғарғы деңгейіне жету үшін күйдіру үрдісінде концентратқа шығыс материалдарының салмағына қарай 3,0% шұбаркөл көмірін және 10% пиритті қосқанда келесі жағдайларға жетуге болатыны анықталған: күйдіру температурасы - 6000С; берілетін ауа шығыны - 4,0-8,0 л/мин; күйдіру уақыты- 15-30 мин.

in the world. The standard method of opening disperse gold associated with pyrite and arsenopyrite is heat treatment, which varieties include oxidative and dissociating firing. When gold-containing sulfides are heated in the neutral or oxidizing environment, the physical structure of minerals changes abruptly, i.e. microcracks and pores are formed which permit the gold solvent to penetrate into the grains and dissolve the fine inclusions of gold. There are presented the results of studying the influence of various factors of oxidative firing on the arsenic output to produce cinder suitable for cyanidation. The study found that a sufficiently high degree of arsenic removal (97%) can be achieved during calcination of the concentrate with 3.0% of Shubarkol coal and 10% pyrite of the weight of the starting material under the following conditions: firing temperature: 6000C; the flow rate of the supplied air: 4.0-8.0 l / min; the firing time: 15-30 minutes.

УДК 621.928.235. ДУДКИН М.В., ВАВИЛОВ А.В., ГУРЬЯНОВ Г.А., КИМ А.И. **Способ интенсификации процесса грохочения сыпучих материалов.**

Представлены результаты исследований процесса грохочения сыпучих материалов при помощи новой конструкции вибрационного грохота с дополнительными возбуждающими элементами. Указаны изменения в конструкции традиционного грохота, применение которых повышает эффективность процесса грохочения и интенсивность прохождения нижнего класса сыпучего материала к ситу. Установлено, что наиболее простым, доступным, эффективным и рациональным способом повышения эффективности грохочения является дополнительное возбуждение грохочимого сыпучего материала. По разработанной математической модели ячеечного грохочения выполнены численные исследования по выявлению влияния параметров процесса на кинетику грохочения и эволюцию состояния проходовых частиц в сыпучем слое. Доказано, что применение дополнительных возбуждающих элементов приводит к повышению эффективности грохочения за счет улучшения заполняемости сита и снижения времени грохочения. Доказана работоспособность, возможность использования, преимущества, эффективность и перспективность дальнейших исследований новой схемы виброгрохота с возбуждающими элементами. Приведены описание и результаты теоретических исследований виброгрохотов с различными вариантами дополнительного возбуждения сыпучего материала.

ӘОЖ 621.928.235. ДУДКИН М.В., ВАВИЛОВ А.В., ГУРЬЯНОВ Г.А., КИМ А.И. **Сусымалы материалдарды елеу процесін жеделдету.**

Мақалада қосымша қоздыру элементтері бар діріл елегінің жаңа құрылысының көмегі арқылы сусымалы материалдарды електен өту үрдісінің нәтижесі көрсетілген. Дәстүрлі елек құрылысында енгізілген өзгерістерді қолдану сусымалы материалдардың төменгі деңгейін елек арқылы өту қарқындылығы мен електен өткізу үрдісінің тиімділігін арттыратындығы көрсетілген. Елеудің тиімділігін арттырудың қарапайым, қолжетімді, тиімді және рационалды тәсілі еленетін сусымалы материалдарды қосымша қоздыру екені анықталды. Жасалған ұяшықты елеудің математикалық үлгісі бойынша сусымалы қабатта өтетін бөлшектердің жағдайының дамуы және елек кинетикасына параметрлердің әсер етуін анықтау үшін сандық зерттеу жүргізілді. Қосымша қоздырғыш элементтерін қолдану елеу кинетика үрдісі мен сусымалы қабаттағы бөлшектердің жағдайының дамуына әсер ететіні; елеудің жақсы толтырылуы және елеу уақытының азаю есебінен елеу тиімділігінің арттыруына алып келетіні дәлелденді. Қоздырғыш элементтері бар дірілді електің жаңа сызбасын ары қарай зерттеуде жұмысқа қабілеттілігі, қолдану мүмкіндігі, артықшылығы, тиімділігі және дамуы дәлелденді. Сусымалы материалдарды қосымша қоздырудың түрлі нұсқаларымен дірілді електердің теориялық зерттеулерінің сипаттамасы мен нәтижелері ұсынылды.

UDC 621.928.235. DOUDKIN M.V., VAVILOV A.V., GURIYANOV G.A., KIM A.I. **Method of Screening Process Intensification of Bulk Material.**

The article presents the results of studying the screening process of bulk materials with a new vibroscreen design with additional feed elements. There are shown changes of the traditional screen structure, their use increases the screening process efficiency and passage intensity of a lower grade of bulk material to the sieve. It is established that the most simple, accessible, effective and efficient way to increase the effectiveness of screening is the use of additional feed elements. According to the developed mathematical model of the cell screening process, there are carried out numerical studies to identify the effect of process parameters on the screening kinetics. It is proved that the use of additional feed elements has a significant effect on the screening process kinetics and the state evolution of fine particle concentration in the bulk layer. It increases the screening effectiveness by improving the sieve filling and reduces the screening time. There is proved the performance, the possibility of using, benefits, efficiency, and prospects for the further research of the new vibroscreen scheme with feed elements. There is presented a description and the results of theoretical studies of vibroscreens with different variants of additional bulk material excitation.

УДК 622.2. ДРИЖД Н.А., ЗАМАЛИЕВ Н.М., ШМИДТ-ФЕДОТОВА И.М., АХМАТНУРОВ Д.Р., МУСИН Р.А. **Исследование гидропроницаемости и газопроницаемости угольных кернов.**

Статья посвящена вопросам исследований проницаемости угля. Экспериментально установлено, что гидропроницаемость угля выше величины его газопроницаемости. Результаты также показали, что газопроницаемость и эффективную пористость угольных пластов можно рассчитывать на основании данных лабораторных и натурных экспериментов. Опыты по обработке угольных кернов твердеющими растворами синтетических смол показали, что остаточная газопроницаемость зависит от коэффициента заполнения. Обработка данных по пористости и проницаемости углей показала, что между этими параметрами существует корреляционная связь. Анализ данных по микротрещиноватости, проницаемости и их усреднение позволили установить математические ожидания величин коэффициентов заполнения и проницаемости.

ӘОЖ 622.2. ДРИЖД Н.А., ЗАМАЛИЕВ Н.М., ШМИДТ-ФЕДОТОВА И.М., АХМАТНУРОВ Д.Р., МУСИН Р.А. **Көмір кендерінің газ өткізгіштігін және гидро өткізгіштігін зерттеу.**

Мақала көмір өткізгіштігін зерттеу мәселелеріне арналған. Эксперимент ретінде көмірдің гидро өткізгіштігі көмірдің газ өткізгіштік шамаларынан жоғары екендігі бекітілген. Сондай-ақ, нәтижелер көрсеткендей, көмір қабаттарының газ өткізгіштігін және тиімді кеуектілігін зертханалық және заттай эксперимент мәліметтері негізінде есептеуге болады. Көмір керндерін синтетикалық шайырлардың қатайғыш ерітінділерімен өңдеу бойынша тәжірибелер көрсеткендей, қалдық газ өткізгіштік толтыру коэффициентіне тәуелді. Көмірлердің кеуектілігі және өткізгіштігі бойынша мәліметтерді өңдеу көрсеткендей, осы параметрлер арасында корреляциялық байланыс бар. Микрокеуектілік, өткізгіштік және оларды орташалау бойынша мәліметтер талдауы өткізгіштік және толтыру коэффициенттері шамаларының математикалық болжамын анықтауға мүмкіндік берді.

UDC 622.2. DRIZHD N.A., ZAMALIYEV N.M., SHMIDT-FEDOTOVA I.M., AKHMATNUROV D.R., MUSSIN R.A. **Studying Hydropermeability and Gas Permeability of Coal Cores.**

The article deals with the issues of studying permeability of coal. It has been experimentally established that hydropermeability of coal is higher than the value of gas permeability of coal. The results have also shown that gas permeability and effective porosity of coal layers can be counted on the basis of these laboratory and natural experiments. The experiments on processing of coal cores with hardening solutions of synthetic pitches have shown that residual gas permeability depends on the filling coefficient. The data processing on porosity and permeability of coals has shown that between these parameters there is a correlation. The analysis of the data of microjointing, permeability and their averaging have permitted to establish mathematical expectation values of coefficients of filling and permeability.

УДК 538.95.405. ПОРТНОВ В.С., МАКАТ Д.К., БАЙЖАНОВА А.Р., БЛЯЛОВА Г.Г., МАУСЫМБАЕВА А.Д. **Дробление пород и руд меднопорфировых месторождений.**

На основании исследования поверхностной энергии руд и минералов Западного участка месторождения Нурказган установлен принцип дезинтеграции руд и их обогащения. Приведен расчет поверхностной энергии минералов. Показаны средний химический состав и работа разрушения магматических пород. Приведенные данные о величине поверхностной энергии минералов месторождения Нурказган позволили оценить удельные энергозатраты при дроблении. Принципом дробления является «не дробить ничего лишнего». Соблюдение этого принципа обеспечивает экономию энергии, увеличение производительности установки, снижение потерь полезного минерала и уменьшение изнашивания рабочих частей дробилок. Также для снижения затрат на дробление руд Западного участка месторождения перспективно использование электроимпульсной технологии.

ӘОЖ 538.95.405. ПОРТНОВ В.С., МАҚАТ Д.К., БАЙЖАНОВА А.Р., БІЛӘЛОВА Г.Г., МАУСЫМБАЕВА А.Д. **Мыс-порфирлік кен орындарының жыныстары мен рудаларын ұсату.**

Нұрқазған батыс бөлімінің кендер мен пайдалы қазбалар кен орындарының беттік энергиясын зерделеу негізінде кендерді ыдырату және байыту принципі бекітілді. Магмалық тау жыныстарының бұзылу жұмысы және орташа химиялық құрамы, минералдардың беттік энергиясы есебі көрсетілген. Нұрқазған кен орнының минералдар беттік энергиясының келтірілген нақты мәліметтері ұсату үрдісінде кететін үлесті энергия шығындарын бағалауға мүмкіндік берді. Ұсату принципі «артық ештеңе ұсатпау» қолданылған. Бұл принципті қолдану энергия үнемділігін, құрылғы өнімділігін арттыруға, пайдалы минерал шығынын азайтуға және уатқыштардың жұмыс бөліктерінің тозуын азайтуға мүмкіндік береді. Нұрқазған кен орнының батыс бөлігінде кенді ыдырату үрдісінде шығындарды азайту үшін электроимпульстік технологияны қолдану тиімдірек.

UDC 538.95.405. PORTNOV V.S., MAKAT D.K., BAIZHANOVA A.R., BLYALOVA G.G., MAUSSYMBAYEVA A.D. **Crushing Rocks and Ores of Copper-Porphyritic Depositss.**

Based on studying the superficial energy of ores and minerals of the Western site of the Nurkazgan field there has been established the principle of disintegration of ores and their enrichment. There is presented the calculation of superficial energy of minerals. The average chemical composition and work of destruction of magmatic rocks are shown. The provided data on the value of superficial energy of minerals of the Nurkazgan field have permitted to estimate specific energy consumption when crushing. The principle of crushing is «not to split up anything superfluous». Observing this principle provides energy economy, increasing the set productivity, decreasing losses of useful mineral and reducing the wear of the crushers working parts. For decreasing expenses the crushing of ores of the Western site of the field the use of electropulse technology is prospective.

УДК 622.807(043.3)=512.122. ЖОЛМАГАМБЕТОВ Н.Р., МЕДЕУБАЕВ Н.Ә., АКИМБЕКОВА Н.Н., САПАРОВА Г.К., ЖОЛМАГАМБЕТОВ С.Р. **Силы, влияющие на осадку пылевых частиц на стенки воздухопровода.**

На сегодняшний день борьба с оседанием частиц пыли в воздуховодах аспирационной системы является одной из актуальных проблем. Причиной этому являются большая трата времени для очистки воздуховодов от оседшей пыли путем деления на части особо запыленных зон, для чего требуется полная остановка аспирационной системы, и опасность выполнения очистных работ в связи со смешанным расположением трубопроводов и производственных устройств. Учитывая необходимость полной остановки всех технологических процессов до конца очистных работ, становится очевидным, насколько негативно влияют данные работы на производительность промышленности. Наряду с этим очистные работы могут привести к быстрому износу системы и уменьшить эффективность работ пылеулавливаемых устройств.

ӘОЖ 622.807(043.3)=512.122. ЖОЛМАҒАМБЕТОВ Н.Р., МЕДЕУБАЕВ Н.Ә., ӘКІМБЕКОВА Н.Н., САПАРОВА Г.К., ЖОЛМАҒАМБЕТОВ С.Р. **Шаңбөлшектерінің ауақұбыры қабырғасына шөгіп қалуына әсер ететін күштер.**

Аспирациялық жүйенің атқаратын қызметі, өндіріс бөлмесінде пайда болған шаңды сорып, ауақұбырлары арқылы шаң тазалағыш құрылғыларға тасымалдап жеткізу. Өндірісте аспирациялық жүйелерді қолдану барысында жиі кездесетін проблемалардың бірі-ауақұбыры арқылы тасымалданатын шаңбөлшектерінің, құбырдың белгілі бір бөліктерінде отырып қалып, құбырды жартылай немесе толықтай бітеп тастауы. Мұның нәтижесінде құбыр бойының кедергісі жоғарылап, үйкеліске жұмсалатын қысым көбейіп, қалыпты жұмыс режимі бұзылады. Тасымалданатын шаңбөлшектерінің жану-жарылу қауіптілігіне байланысты, шаңқабаты пайда болған ауақұбыры бөліктерінде, құбырдың көлденең қимасы ауданының азаюына байланысты, ауа ағыны жылдамдығының күрт жоғарылауынан және отырып қалған шаңқабатымен тасымалданатын шаңбөлшектерінің өзара соқтығысуы салдарынан жану немесе жарылу қауіптілігі туындайды. Сонымен қатар, өндіріс бөлмелеріндегі шаңдылық мөлшерінің шектен тыс көбеюі, жұмыскерлердің зақымдануы мен өндірістік құрал-жабдықтардың, техникалық қондырғылардың уақытынан бұрын істен шығуына әкелуі мүмкін.

UDC 622.807(043.3)=512.122. ZHOLMAGAMBETOV N.R., MEDEUBAYEV N.A., AKIMBEKOVA N.N., SAPAROVA G.K., ZHOLMAGAMBETOV S.R. **Forces Effecting Dust Particles Sedimentation on Air Duct Walls.**

Today the fight agaist sedimentation of dust particles in the air ducts of the aspiration system is one of the topical problems. The cause of this is a large waste of time for cleaning the air ducts from the sediment dust by means of dividing into parts especially dusty zones that requires a full stop of the aspiration system; and the danger of performing the clearing works in connection with the mixed arrangement of pipelines and products devices. Considering the need of a full stop of all the technological processes until the end of clearing works it becomes obvious that these works negatively influence the productivity of industry. Alongside with it, clearing works can result in the fast wear of the system and reduce the efficiency of the dust-arresting devices work.

УДК 622.45.001.5. АСАИНОВ С.Т., АМАНЖОЛОВ Ж.К., НУРГАЛИЕВА А.Д., ХАЛИКОВА Э.Р. **Исследование состояния вентиляции подземного рудника «Ушкатын-3» в условиях глубоких горизонтов.**

Изложены результаты расчетов естественного распределения воздуха в шахтной вентиляционной сети, проведенные с помощью прикладной программы «Воздухораспределение в ШВС». Математическая модель шахтной вентиляционной сети (ШВС) разработана на основе схемы вентиляционных соединений и по результатам воздушно-депрессионной съемки на руднике, что позволило получить массив аэродинамических сопротивлений ветвей вентиляционной сети. Установлено, что основной причиной, негативно влияющей на состояние проветривания рудника, является фактор использования в качестве основных воздухоподающих и вентиляционных выработок вентиляционных восстающих с большим аэродинамическим сопротивлением. На его преодоление расходуется значительная часть депрессии ГВУ, поэтому в первую очередь необходимо предпринять меры по улучшению аэродинамических характеристик вентиляционной сети. На основании анализа результатов выполненных расчетов естественного распределения воздуха, данных по фактиче-

ӘОЖ 622.45.001.5. АСАИНОВ С.Т., АМАНЖОЛОВ Ж.К., НҰРҒАЛИЕВА А.Д., ХАЛИКОВА Э.Р. **Терең қабаттар жағдайындағы «Үшқатын-3» жерасты кенішінің вентиляция күйін зерттеу.**

«ШВЖ ауаны бөлу» қолданбалы бағдарламаның көмегімен жүргізілген шахтаның вентиляциялық желісіндегі ауаның табиғи бөлінісін ДЭЕМ-нда есептеу нәтижелері баяндалған. Шахталық вентиляциялық желінің (ШВЖ) математикалық моделі вентиляциялық қосылыстардың сұлбасы негізінде және кеніштегі ауа-депрессиялық түсірілімдер нәтижесі бойынша әзірленген, ол вентиляциялық желі салаларының аэродинамикалық кедергісінің массивін алуға мүмкіндік берді. Кенішті желдету жағдайына кері әсер ететін негізгі себеп негізгі ауа беру мен вентиляция өнімділігі ретінде вентиляциялық өрлеменің үлкен аэродинамикалық кедергілерін пайдалану факторы болып табылады. Оны меңгеру үшін ЖДТ депрессиясының маңызды бөлігі шығындалады, сондықтан бірінші кезекте вентиляциялық желідегі аэродинамикалық сипаттамаларды жақсарту бойынша шаралар қолдану қажет. Ауаны табиғи бөлудің есептеу нәтижесін талдау негізінде, ауа шығынын нақты өлшеу мәліметтері мен басты желдеткіш қондырғыларының жұмыс режимі бойынша, сонымен

UDC 622.45.001.5. ASSAINOV S.T., AMANZHOLOV Zh.K., NURGALIYEVA A.D., KHALIKOVA E.R. **Studying Condition of Underground Ushkatyn-3 Mine Ventilation in Conditions of Deep Workings.**

There are presented the results of PC calculations of the air natural distribution in the mine ventilating network which have been carried out by means of the "Vozdukhoraspredeleniye in ShVS" application program. The mathematical model of the mine ventilating network (MVN) has been developed on the basis of the diagram of ventilating connections and by the results of the air depression survey in the mine that permitted to obtain an array of aerodynamic resistances of theventilating network branches. It has been established that the basic reason negatively influencing the condition of the mine airing is the using factor as the main airgiving and ventilating framings ventilating rising with large aerodynamic resistance. A considerable part of the MVN depression is spent for its overcoming, therefore first of all it is necessary to take measures for improving aerodynamic characteristics of the ventilating network. Based on the analysis of the results of the performed calculations of the air natural distribution, the data of the actual samplings of the air consumptionr and operation modes of the principal ventilatory sets, as well as considering

ским замерам расходов воздуха и режимам работы главных вентиляторных установок, а также учитывая перспективу развития горных работ, был проработан ряд вариантов по оптимизации проветривания рудника. Разработаны рекомендации по блокированию влияния естественной тяги на проветривание рудника и обеспечение температурного режима в зимний период года.

бірге, тау-кен жұмыстарын дамытудың перспективаларын есепке ала отырып, кеніште желдетудің бірқатар нұсқалары жасалды. Кеніште желдетуде табиғи сорғының әсерін блоктау және жылдың қысқы мезгілінде температуралық режимді қамтамасыз ету бойынша ұсыныстар әзірленді.

perspective of developing mining operations, there has been developed a number of options of optimizing airing of the mine. There have been developed recommendations on blocking the influence of the natural draughtl on the mine airing and supporting the temperature condition within the winter period of year.

УДК 624.012:624.072. НУГУЖИНОВ Ж.С. **Научные аспекты развития методов расчета железобетонных конструкций.**

Рассмотрены методы расчета железобетонных конструкций, их моделирование в различных программных комплексах, основанных на методе конечных или граничных элементов. Самым популярным из них является комплекс Ansys. Эта программа включает в себя возможность моделирования стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций, а также нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций. Программа позволяет решить задачи механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Дается оценка современным методам расчета железобетонных и не только конструкций, которая позволит поддерживать нормативно-техническую доказательную базу в строительстве в актуальном состоянии и обеспечить выход новых отечественных современных материалов на строительный рынок.

ӘОЖ 624.012:624.072. НУГУЖИНОВ Ж.С. **Темірбетонды құрылмаларды есептеу әдісін дамытудың ғылыми аспектілері.**

Темірбетонды құрылымдарды есептеу әдістері, олардың соңғы немесе шектес элементтер әдісі негізінде әртүрлі бағдарламалық жиынтықтардағы модельдеуі қарастырылды. Олардың ішіндегі ең танымалы Ansys кешені болып табылады. Бұл бағдарламада деформацияланатын қатты дене механикасы мен құрылым механикасының стационарлы және стационарлы емес кеңістіктік міндеттерінің модельдеу мүмкіндіктері, сонымен бірге, құрылым элементтерінің бір-бірімен түйісудің тұрақсыз геометриялық және физикалық сызықтық емес міндеттері жатады. Бағдарлама сұйықтық пен газдың, жылу берілісі мен жылу алмасудың, электр динамикасының, акустиканың, сонымен бірге, байланысқын әрістің механикаларының міндетін шешуге мүмкіндік береді. Құрылыстың актуалды күйінің нормативті-техникалық дәлелдік қорымен қатар жүретін құрылымға ғана емес, темір бетонды есептеудің заманауи әдісінің бағасын береді және құрылыс нарығына жаңа отандық заманауи материалдардың шығуын қамтамасыз етеді.

UDC 624.012:624.072. NUGUZHINOV Zh.S. **Scientific Aspects of Developing Methods of Calculating Reinforced Concrete Structures.**

There are considered methods of calculating reinforced concrete structures, their modeling in various program complexes based on the method of finite or boundary elements. The most popular of them is the Ansys complex. This program includes the possibility of modeling stationary and non-stationary spatial problems of mechanics of the deformable solid body and mechanics of structures, as well as non-stationary geometrically and physically nonlinear problems of contact interaction of elements of designs. The program permits to solve the problems of mechanics of liquid and gas, heat transfer and heat exchange, electrodynamics, acoustics, as well as mechanics of the connected fields. There is given an assessment to the modern methods of calculating reinforced concrete, not only structures that will permit to support normative and technical evidential base in construction in the urgent state and to provide new domestic modern materials entry into the construction market.

УДК 539.3. БАКИРОВ Ж.Б., БАКИРОВ М.Ж. **Надежность конструкции при комбинированном случайном нагружении.**

Решена задача об определении прочностной надежности конструкции при напряжениях, представляющих собой линейную комбинацию двух независимых случайных величин. При этом предельное напряжение также является случайной величиной. Задача решается с применением теории вероятности с широким использованием специальных функций. Сначала преобразованием плотностей вероятностей определяется плотность распределения расчетного напряжения. Надежность конструкции определяется как вероятность непревышения расчетным напряжением случайного предельного уровня. Рассмотрены различные сочетания нормального закона и гамма-распределения для нагрузок и предельных напряжений. Расчетные зависимости представлены как в замкнутом виде, так и в виде, требующем численного интегрирования.

ӘОЖ 539.3. БӘКІРОВ Ж.Б., БӘКІРОВ М.Ж. **Құрамдастырылған кездейсоқ жүктеу кезіндегі құрылымның сенімділігі.**

Құрамдастырылған кездейсоқ жүктеу кезіндегі құрылымның сенімділігінің беріктігін анықтау туралы мәселенің шешімін тапты, ол екі кездейсоқ тәуелсіз шаманың сызықтық комбинациясын білдіреді. Сонымен бірге, шектік кернеуі кездейсоқ шама болып табылады. Мәселе арнайы функцияларды кеңінен пайдалана отырып, ықтималдық теориясын қолданумен шешіледі. Ең алдымен ықтималдылық тығыздығын түрлендірумен есептік кернеуді тарату тығыздығы анықталады. Құрылымдық сенімділігі кездейсоқ шектік деңгейдегі есептік кернеуден асып кетпеу ықтималдылығы сияқты анықталады. Жүктеуі және шектік кернеу үшін таратылған қалыпты заң мен гамманың әртүрлі үйлесімділігі қарастырылған. Есептік тәуелділігі түйық түрінде де, сандық интегралдау талабы түрінде де ұсынылған.

UDC 539.3. BAKIROV Zh.B., BAKIROV M.Zh. **Structure Reliability under Combined Casual Loading.**

There is solved the problem of defining strength reliability of a structure under stresses representing a linear combination of two independent random variables. At this extreme stress is also a random variable. The problem is solved with the use of probability theory with wide use of special functions. At first by means of density transformation there is defined the distribution density the design stress. Reliability of the structure is defined as the probability of not exceeding the design stress of the casual level. There are considered various combinations of the normal law and gamma distribution for loadings and extreme stresses. Design dependences are presented both in the closed form and in the form requiring numerical integration.

УДК 624.159.14.001.24. БАЗАРОВ Б.А., ИМАНОВ М.О., КОНАКБАЕВА А.Н., ИМАНОВ Е.К. **Модельные исследования работы одиночных свай в условиях подработки угольных месторождений.**

Рассматриваются модельные исследования одиночных свай в лабораторных условиях при подработке угольных месторождений Карагандинского региона. Моделирование проводилось на специальном объемном стенде, моделирующем горизонтальные деформации растяжения. Экспериментальным путем были исследованы особенности работы одиночных свай при действии вертикальной нагрузки на неподрабатываемых и подрабатываемых основаниях. Изучена закономерность влияния изменения относительной деформации грунтов основания на сопротивление действию вертикальных усилий. Получена аналитическая зависимость для определения коэффициента относительной деформации, учитывающего длину сваи, диаметр сваи и относительную деформацию грунта. Анализ графиков модельных испытаний свай с различным поперечным сечением и длиной показал, что степень снижения несущей спо-

ӘОЖ 624.159.14.001.24. БАЗАРОВ Б.А., ИМАНОВ М.О., КОНАҚБАЕВА А.Н., ИМАНОВ Е.К. **Көмір кен орындарының өңдеу жағдайындағы жеке қадалардың жұмыс істеуін модельді зерттеу.**

Бұл мақалада Қарағанды аймағындағы көмір кен орындарын өңдеудегі зертханалық жағдайдағы жеке қадалардың модельді зерттеулері қарастырылады. Модельдеу көлденең созылып пішін өзгертуші көлемді стендінде жүргізілді. Дайындалған және дайындалмаған негізге тігінен күш түсіру арқылы жеке қадалардың жұмыс ерекшелігі тәжірибелік жолмен зерттелінді. Тігінен түсірілген күш жағдайына төтеп беру арқылы жер жабынның бұзылып өзгеруінің заңдылығы зерттелді. Қаданың ұзындығы мен диаметрін ескеретін және жер жабынның салыстырмалы бұзылуын, салыстырмалы бұзылу коэффициентін анықтайтын аналитикалық тәуелділік алынды. Қаданы әртүрлі көлденең қимада және ұзыннан модельді сынаудың сызбасын талдау кезіндегі, яғни салмақ көтеру әсерінің төмендеу дәрежесі жер жабынының көлденең салыстырмалы бұзылуының белгілі бір тұрақты мәні бар екендігі анықталды. Жүргізілген тәжірибелік

UDC 624.159.14.001.24. BAZAROV B.A., IMANOV M.O., KONAKBAYEVA A.N., IMANOV E.K. **Model Studies of Single Piles in Conditions of Coal Mining.**

There are considered model studies of single piles in laboratory conditions when working off coal deposits in the Karaganda region. The simulation was carried out on a special volumetric bench simulating horizontal deformation strains. Experimentally, the peculiarities of the operation of single piles were investigated under the action of a vertical load on unprocessed and underworked bases. The regularity of the influence of the change in the relative deformation of the soil of the base, on the resistance to the action of vertical forces is studied. An analytical dependence is obtained to determine the coefficient of relative deformation, taking into account the length of the pile, the diameter of the pile and the relative deformation of the soil. The analysis of the curves of model tests of piles with different cross-section and length showed that the degree of reduction in load-bearing capacity has a certain quantitative value for fixed relative horizontal deformations of the soil. On the basis of the experimental studies, an engineering method for

собности имеет определенное количественное значение для фиксированных относительных горизонтальных деформаций грунта. На основании проведенных экспериментальных исследований разработан инженерный метод расчета вертикально нагруженных свай на подрабатываемых территориях, учитывающий как фактор изменения относительной деформации грунта, так и фактор геометрических изменений конструкций свай по результатам испытания одиночной сваи на неподрабатываемых территориях.

жұмыстар нәтижесінде дайындалған аймақтағы қадаға тік күш әсер етуін есептеудің инженерлік әдісі дайындалды, сонымен қоса, кейбір ықпалдарды ескере отырып, яғни жер жабынының салыстырмалы өзгерісі және де жеке қаданың дайындалмаған аймақтағы жүргізілген сынақтар нәтижесі бойынша қаданың құрылымының геометриялық өзгерісін бақылау.

calculating vertically loaded piles in the territories under cultivation is developed, taking into account both the factor of change in the relative deformation of the soil and the factor of geometric changes in the structure of piles as a result of testing a single pile in unprocessed areas.

УДК 624.159.5. ЖАКУЛИНА А.А., АБДРАХМАНОВА К.А., НАСРАТ Н. **Исследования длительной прочности грунтов.**

Исследованы реологические свойства грунтов оснований фундаментов и на основе экспериментальных опытов установлена их затухающая ползучесть. Испытывали образцы глинистых грунтов территории Казахстана. Приведены характерные кривые ползучести по результатам экспериментальных данных, свидетельствующие о новизне метода. Зависимость интенсивности деформаций от интенсивности напряжений показывает подобие кривых ползучести при различных значениях среднего нормального напряжения и достаточна для выбора расчетной модели с учетом параметров ползучести. Грунты в основаниях фундаментов зданий и сооружений всегда находятся в условиях сложного напряженного состояния. Поэтому расчетные прочностные и характеристики сдвиговой ползучести глинистых грунтов принимают по результатам опытов на приборах трехосного сжатия, с достаточной для практических целей точностью, позволяющей смоделировать натурные условия. Исследования и анализ реологических свойств глинистых грунтов показывает, что они носят ярко выраженный затухающий характер.

ӘОЖ 624.159.5. ЖАКУЛИНА А.А., ӘБДРАХМАНОВА К.А., НАСРАТ Н. **Топырақтардың ұзақ уақыттық беріктілігін зерттеу.**

Мақалада ғимарат негіздері топырақтарының қасиеттері әдістемелі түрде зерттеліп, сөнгіш серпімділігі анықталған. Қазақстан аймағының табиғи топырақтары қарастырылған. Ғимараттар негіздерінің топырақтары жүк әсерлерінен күрделі жағдайда болады. Сондықтан, есептелген ығысу күші мен саз топырақ сипаттамаларының табиғи қасиеттерін модельдеуге мүмкіндік беретін, практикалық мақсаттар үшін жеткілікті дәлдікпен үшосьті құрылғыларда зерттеулер нәтижелері арқылы анықталады. Саз топырақтың реологиялық қасиеттерін зерттеу және талдау олардың олқылығын көрсетеді. Серпімділік қасиеттерінің әдістемелік сызбалары табылған. Іргетастар жобалау сатыларындағы есептеу барысында топырақтардың серпімділік қасиеттері ғимараттың тыс шөгуіне әсер тигізеді.

UDC 624.159.5. ZHAKULINA A.A., ABDRAKHMANOVA K.A., NASRAT N. **Studying Long Durability of Soil.**

There are studied rheological properties of soil of foundations of bases and on the basis of experiments their fading creep is established. At this there have been tested samples of clay soil of the territory of Kazakhstan. The characteristic curves of creep by the results of experimental data testifying to the novelty of the method are given. The dependence of intensity of deformations on intensity of stresses shows similarity of the creep curves at various values of average normal stress and is sufficient for selecting a design model taking into account creep parameters. Soil in foundations of the building bases and constructions is always in the complex stressed state. Therefore the design strength characteristics and those of the shift creep of clay soil are accepted by the results of experiences on the instruments of three-axis compression, with an accuracy sufficient for practical purposes permitting to simulate natural conditions. The stuies and analysis of rheological properties of clay soil show that they have the pronounced fading character.

УДК 624.072.7. ЖОЛМАГАМБЕТОВ С.Р., ҚОЖАС А.К., КАСИМОВ А.Т., КАЛАЧЕВА С.А., МУХАМЕДЖАНОВА А.Т. **Оценка теплопроводности наружных стен многоквартирного жилого комплекса в г. Астане.**

Сотрудниками Казахстанского Многопрофильного института Реконструкции и Развития проведено экспертное обследование и оценка технического состояния строительных конструкций объекта «Многоквартирный жилой комплекс в районе индивидуальной жилой застройки «ЮГО-ВОСТОК» в г. Астане». Проектом предусматривается применение кирпича силикатного с толщиной стен 380 мм и облицовкой керамическим кирпичом. В наружных стенах 1 этажа в качестве утеплителя между основной кирпичной кладкой и облицовочным кирпичом устроен слой керамзитобетона, типового этажа – утеплитель ППЖ-200. При обследовании несущих стен выявлены дефекты в виде: несоблюдения толщины вертикальных и горизонтальных швов в кирпичной кладке стен, применен утеплитель различного типа. С целью оценки теплопроводности наружных стен выполнен теплотехнический расчет с учетом образования «точки росы» кирпичных стен 1-го и типового этажа. По результатам теплотехнического расчета 1-го этажа установлено, что условие сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций наружной стены не обеспечено, типового этажа – обеспечено. Условие по необразованию «точки росы» не соблюдается, образуется зона конденсата. Для обеспечения теплотехнических свойств стеновых ограждающих конструкций объекта требуется проведение работ по утеплению наружных стен с внутренней стороны.

ӘОЖ 624.072.7. ЖОЛМАҒАМБЕТОВ С.Р., ҚОЖАС А.К., ҚАСЫМОВ А.Т., КАЛАЧЕВА С.А., МҰХАМЕДЖАНОВА А.Т. **Астана қ. көп пәтерлі тұрғын үй кешенінің сыртқы қабырғаларының жылу өткізгіштігін бағалау.**

Қазақстан қайта инструкциялау және дамыту институтының қызметкерлерімен «Астана қаласынағы «ОҢТҮСТІК ШЫҒЫС» жеке тұрғын үй құрылысы аймағындағы көп пәтерлі тұрғын үй кешені» объектісінің құрылыстық құрылымының техникалық жағдайына сараптық тексеру және бағалау жүргізілді. Жобада қабырға қалыңдығына 380 мм силикат кірпіштерін қолданумен және қыш кірпіштермен қаптау қарастырылған. 1 қабаттың сыртқы қабырғаларындағы негізгі қаланған кірпіш пен қапталған кірпіш арасында жылытқыш ретінде керамзитбетон қабаты салынған, типтік қабаттарға ППЖ-200 жылытқыштары салынған. Салмақ түсетін қабырғаларын тексеру барысында мынадай түрдегі ақаулар табылды: қабырғаны кірпішпен қалауда вертикаль және көлденең жіктерінің қалыңдығы сақталмаған және жылытқыштардың әртүрлі типтері қолданылған. Сыртқы қабырғаларының жылу өткізгіштігін бағалау мақсатында 1-ші және типтік қабаттардың кірпішпен қаланған қабырғаларында «шық нүктесінің» пайда болуы есебімен жылутехникалық есебі орындалды. 1 қабаттың жылу техникалық есебінің нәтижелері бойынша сыртқы қабырғаларының қапталған құрылымдарының жылу берғіштігінің кедергілер жағдайы қамтамасыз етілмеген, ал типтік қабаттар қамтамасыз етілгендігі анықталды. «Шық нүктелерінің» пайда болмағандығы бойынша жағдай байқалмайды, конденсат аймағы пайда болады. Объектінің қабырғалық қоршама конструкциясының жылу-техникалық қасиеттерін қамтамасыз ету үшін сыртқы қабырғаларды ішкі жағынан жылытқыштармен қалау бойынша жұмыстар жүргізу талап етіледі.

UDC 624.072.7. ZHOLMAGAMBETOV S.R., KOZHAS A.K., KASSIMOV A.T., KALACHYOVA S.A., MUKHAMETZHANOVA A.T. **Assessment of External Walls Heat Conductivity of Apartment Housing Estate in Astana.**

The staff of the Kazakhstan Multidiscipline Institute of Reconstruction and Development has conducted expert examination and assessment of the technical condition of building constructions of the object «Multi-apartment housing estate near the individual housing estate «SOUTHEAST» in Astana». The project provides the use of brick silicate with the wall thickness 380 mm faced with ceramic brick. In external walls of the first floor there is used as a heater between the main bricklaying and the facing brick there is a layer of ke-ramzite concrete, the standard floor – PPZh-200 heater. At inspection of the bearing walls there have been revealed defects in the form of: non-compliance with the thickness of vertical and horizontal seams in the bricklaying of walls, the heater of various type is applied. For the purpose of assessing heat conductivity of external walls there has been performed heattechnical calculation taking into account forming a «dew point» of brick walls of the 1st and standard floor. By the results of heattechnical calculation of the 1st floor it has been established that there is not provided the condition of resistance to heat transfer of the protecting designs of the external wall, for the standard floor it is provided. The condition of not forming a «dew point» is not met, there is formed a condensate zone. For ensuring heattechnical properties of the wall protecting designs of the an object there is required work for warming external walls from the inside.

УДК 622.233. КАДЫРОВ Ә.С., ЖУНУСБЕКОВА Ж.Ж. **Методика расчета бурильных рабочих органов землеройных машин.**

Рассмотрена методика расчета бурильных рабочих органов. В разработанной методике определяются параметры, характеризующие транспортирование грунта и влияние на разрушение забоя. Установлены кинематические и конструктивные параметры транспортера. Для заданных и вычисленных значений конструктивных параметров рабочего органа бурильных машин рассчитаны удельные силы сопротивления подаче и вращению рабочего органа. Выявлены значения коэффициента взаимосвязи, угла резания и ширины вдавливания. Представлена блок-схема расчета бурильного рабочего органа.

ӘОЖ 622.233. ҚАДЫРОВ Ә.С., ЖҮНІСБЕКОВА Ж.Ж. **Жер қазатын машиналардың бұрғылау жұмыс мүшесін есептеу әдіснамасы.**

Мақалада бұрғылау жұмыс мүшелерін есептеу әдіснамасы қарастырылған. Әзірленген әдіснамада топырақты тасымалдауды және забойдың бұзылуының әсерін сипаттайтын параметрлер анықталады. Тасымалдауыштың кинематикалық және құрылымдық параметрлері орнатылған. Бұрғылау жұмыс мүшелерінің берілген және есептелген мәндері үшін жұмыс мүшесінің берілісі мен айналуына меншікті кедергі күштері табылған. Өзара байланыс коэффициенті, кесу бұрышы мен ендіру енінің мәндері айқындалған. Бұрғылау жұмыс мүшесін есептеудің блок-сұлбасы ұсынылған.

UDC 622.233. KADYROV A.S., ZHUNUSBEKOVA Zh.Zh. **Methods of Designing Earth-digging Machine Boring Working Bodies.**

There are considered methods of designing boring working bodies. In the developed technique there are defined parameters characterizing transportation of soil and impact on destruction of the face. There are established kinematic and design parameters of the conveyor. For the set and calculated values of design data of the working body of boring machines specific forces of resistance to giving and rotations of working body are calculated. The values of coefficient of interrelation, the angle of cutting and width of cave-in are revealed. The flowchart of calculation of boring working body is presented.

УДК 338.46. КУЗНЕЦОВА С.Э., МИНИШЕВА А.Р. **Направления формирования организационно-экономических методов регулирования инфокоммуникационных услуг.**

Стремительное развитие и распространение новых, ранее неизвестных образованию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) несет с собой кардинальные изменения в информационной форме. В последнее десятилетие формируется тенденция постоянного увеличения объемов различных услуг электронной медицины. Такая тенденция предполагает перевод организационного процесса в здравоохранении в цифровую форму; открывает новые возможности для взаимодействия и сотрудничества с прогрессивными медицинскими организациями. Велика важность в регулировании использования ИКТ в части обслуживания инвалидов, в создании их занятости и активного их участия в трудовой, творческой и интеллектуальной среде жизни общества. Важнейшей социальной целью государства является обеспечение всех членов общества доступным набором инфокоммуникационных услуг. Реализация государственных задач по развитию информационных и коммуникационных технологий сталкивается с объективным противоречием между ограниченностью средств государственного бюджета, направляемых на эти цели, и необходимостью достижения конкретных результатов. К числу задач регулирования относятся также вопросы информационного обеспечения процессов государственного управления.

ӘОЖ 338.46. КУЗНЕЦОВА С.Э., МИНИШЕВА А.Р. **Ақпараттық-коммуникациялық қызметтерді реттеудің ұйымдық-экономикалық әдістерді қалыптастыру бағыттары.**

Жаңа, бұрын білімге белгісіз болып келген ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың (АКТ) қарқынды дамуы мен таралуы ақпараттық түрде өзімен бірге түбегейлі өзгерістер алып келеді. Соңғы он жылдықта электронды медицинаның түрлі қызметтерінің тұрақты көлемін ұлғайту үрдісі қалыптасуда. Мұндай үрдіс денсаулық сақтаудағы ұйымдастыру процесін сандық түрге ауыстыруды көздейді; озық медициналық ұйымдармен өзара байланыс және ынтымақтастыққа жол ашады. АКТ қолдануды реттеуде мүгедектерге қызмет көрсету, жұмыспен қамту және олардың қоғам өмірінің еңбек, шығармашылық және зияткерлік орталарына белсенді қатысуы аса маңызды. Қоғамның барлық мүшелерін ақпараттық-коммуникациялық қызметтердің қолжетімді жиынтығымен қамтамасыз ету мемлекеттің маңызды әлеуметтік мақсаты болып табылады. Ақпараттық және коммуникациялық технологияларды дамыту бойынша мемлекеттік міндеттерді жүзеге асыруда, осы мақсаттарға бағытталған мемлекеттік бюджеттің шектеулі болуы мен нақты нәтижелерге қол жеткізу қажеттілігінің арасында объективті қарама-қайшылықтар пайда болады. Мемлекеттік басқару процестерін ақпараттық қамтамасыз ету сұрақтары да реттеу міндеттерінің қатарына жатады.

UDC 338.46. KUZNETSOVA S.E., MINISHEVA A.R. **Trends of Forming Organizational and Economic Methods of Regulating Infocommunication Services.**

Rapid development and distribution of new, unknown earlier information and communication technologies (ICT) brings cardinal changes in the information form. In the last decade the tendency of continuous increasing the volumes of various services of electronic medicine has been formed. Such a tendency assumes the transition of the organizational process in health care into the digital form; it opens new opportunities for interaction and cooperation with progressive medical organizations. The importance in regulation of using ICT regarding servicing disabled people, in creating their employment and their active participation in labor, creative and intellectual environment of the society life is great. The most important social purpose of the state is providing all the members of the society with an available set of infocommunication services. Realization of national objectives of developing information and communication technologies faces an objective contradiction between the limitation of the state budget funds allocated for these purposes and the need of achieving concrete results. The issues of information support of the public administration processes are among the problems of regulation.

УДК 338.1:553.04 (574). ЖАРЫЛКАСЫНОВА А.К. **Об экономико-экологических аспектах экономической деятельности в Казахстане.**

Государство, социальная и производственная сферы неразрывно связаны и представляют собой динамически развивающуюся систему, основанную на рыночных и социальных факторах. Сущность концепции оптимального управления отраслевой экономико-экологической системой состоит в повышении интенсивности использования природных ресурсов, а также в обеспечении максимальных темпов и пропорций развития производственного комплекса с учётом улучшения либо сохранения качества окружающей среды. Важное место в совершенствовании экономико-экологического управления отводится производственным объектам, где оптимальный подход позволяет сформировать устойчивый механизм предотвращения опасных экологических явлений. При этом повышение уровня экономико-экологического управления должно базироваться на двух взаимодополняющих и взаимоконкурирующих видах экологического воздействия: техногенного и технологического. Исследование экономико-экологических проблем в современном рыночном хозяйстве, его особенностей в структуре промышленного производства лежит на стыке ряда разделов экономической науки: теории управления производством, экономики природопользования, государственного регулирования, в том числе экономико-экологического. Таким образом,

ӘОЖ 338.1:553.04 (574). ЖАРЫЛҚАСЫНОВА А.К. **Қазақстандағы экономикалық қызметтің экономикалық-әлеуметтік аспектілері туралы.**

Мемлекет, әлеуметтік және шаруашылық салалар, нарықтық (қаржылық-шаруашылық) және әлеуметтік факторларға (еңбек ресурстарының ұдайы өндірісі, қоршаған орта, өмір сүру деңгейі және т.б.) негізделген және қарқынды дамушы жүйесін көрсетеді. Салалық экономикалық-экологиялық жүйені оңтайлы басқарудың концепциясының мәні табиғи ресурстарды пайдаланудың қарқындылығын жоғарылатудан тұрады, сонымен қатар, қоршаған орта сапасын сақтап немесе жақсартуды есепке ала отырып, максималды шапшаңдықты және өндірістік кешеннің дамуының үйлесімділігін қамтамасыз ету. Экономикалық-экологиялық басқаруды жетілдіруде қауіпті экологиялық құбылыстардан сақтап қалатын тұрақты механизм қалыптастыруға мүмкіндік беретін өндірістік объектілерге маңызды орын беріледі. Бұл ретте экономикалық-экологиялық басқару деңгейін жоғарылату өзара толықтырушы және өзара бәсекелесетін экологиялық әсер етуші түрлеріне негізделуі керек: техногендік және технологиялық. Қазіргі нарықтық шаруашылықтағы экономикалық-экологиялық мәселелерді зерттеу, өнеркәсіптік өндіріс құрылымындағы оның ерекшеліктері бірқатар экономикалық бөлімдердің жігінде жатыр: өндірісті басқару теориясы, табиғатты пайдалану экономикасы, мемлекеттік реттеу, сонымен қатар, экономикалық-экологиялық.

UDC 338.1:553.04 (574). ZHARYLKASSYNOVA A.K. **Economical and Ecological Aspects of Economic Activity in Kazakhstan.**

The state, the social and production spheres are inseparably linked and represent a dynamically developing system based on the market and social factors. The essence of the concept of optimum control of the branch economical and ecological system consists in increasing the intensity of using natural resources, as well as supporting the maximum rates and proportions of development of the industrial complex taking into account the quality improving or saving of the environment. The important place in enhancement of economical and ecological control is taken by production objects where the optimum approach permits to create the steady mechanism of preventing the dangerous ecological phenomena. At this increasing the level of economical and ecological control shall be based on two complementary and mutually competing types of ecological impact: anthropogenic and technological. Studying the economical environmental problems in the modern market economy, its features in the structure of industrial production lies on the joint of a number of economic science sections: theories of production management, economy of environmental management, state regulation including economical and ecological. Thus, the activities of a present day enterprise in the context of supporting sustainable development are accompanied, first of all, by economical environmental risks as the impact of the ecological factor on the economic growth of an industrial

деятельность современного предприятия в контексте обеспечения устойчивого развития сопряжена, прежде всего, с экономико-экологическими рисками, так как влияние экологического фактора на экономический рост промышленного предприятия проявляется в его воздействии на процессы воспроизводства и функционирования всех видов экономических ресурсов предприятия, которыми оно располагает, и его конкурентоспособность.

Осылайша, заманауи кәсіпорынның тұрақты дамуын қамтамасыз етуде ең алдымен экономикалық-экологиялық тәуекел түйінделеді, өнеркәсіптік кәсіпорынның экономикалық өсуіне экологиялық факторлардың, оның ұдайы өндіріс процесінің әсері және кәсіпорынның экономикалық ресурстарының барлық түрлерінің қызмет етуі оның бәсекеге қабілеттілігінде жатыр.

enterprise is shown in its impact on the processes of reproducing and functioning of all the types of economic resources of the enterprise which it arranges, and its competitiveness.

УДК 336.71.078.3. УМАРОВА К.А., ИДИРИСОВА А.Т. **Финансовый анализ коммерческих банков.**

Рассмотрены основные аспекты финансового анализа деятельности коммерческих банков. В условиях рыночной экономики, а также нестабильности экономической ситуации усиливается конкуренция между коммерческими банками и другими финансовыми институтами. Для выживания в этих условиях коммерческим банком необходимо постоянно проводить анализ своей деятельности, своевременно выявлять проблемы и принимать превентивные меры. Поскольку на данном этапе отсутствует усовершенствованная методика оценки деятельности банков, возникает необходимость в выработке стандартизированной системы анализа и оценки состояния как отдельных банков, так и банковской системы в целом. Оценить эффективность использования средств, прибыльность отдельных операций, качество работы сотрудников помогают приемы и инструменты анализа. Поэтому вопросы, раскрываемые в статье, приобретают особую актуальность.

ӘОЖ 336.71.078.3. УМАРОВА К.А., ЫДЫРЫСОВА А.Т. **Коммерциялық банктерге қаржылық талдау.**

Аталмыш мақалада коммерциялық банктер қызметіне қаржылық талдаудың негізгі аспектілері қарастырылған. Нарықтық экономика шарттарында, әрі экономиканың тұрақсыздық жағдайында коммерциялық банктер мен басқа да қаржылық институттар арасында бәсекелестік күрес күшейе түседі. Осындай шарттарда өз орнын сақтауда коммерциялық банктерге өз қызметіне үнемі сараптама және талдау жүргізуі, әрі уақытылы тиісті шараларды қолдануы қажет. Осындай кезеңдерде банк қызметін жетілдірудің бағалау әдістемелері жоқ болады. Нәтижесінде банк қызметіне және жалпы банк жүйесіне стандартталған талдау және бағалау жүйесін жасақтауда қажеттілік туындайды. Қаражаттардың тиімді қолдануын, жеке операцияларының пайдалылығын, қызметкерлердің жұмыс сапасын бағалауда әдіс-тәсілдер мен талдау құралдары көмегін береді.

UDC 336.71.078.3. UMAROVA K.A., IDIRISSOVA A.T. **Financial Analysis of Commercial Banks.**

There are considered the main aspects of the financial analysis of commercial banks. In the conditions of the market economy, as well as instability of the economic situation the competition between commercial banks and other financial institutions becomes stronger. To survive in these conditions a commercial bank is to carry out a constant analysis of the activity, to reveal in due time the problems and to take preventive measures. As at this stage there is no advanced technique of assessing the bank activity, there is the need for development of the standardized system of analyzing and assessing the condition of both separate banks, and the banking system on the whole. To estimate the efficiency of using funds, profitability of separate operations, the quality of the employees' work are assisted by the methods and instruments of the analysis. Therefore the qissues deakt with in the article acquire special relevance.

УДК 621.225. СМАГУЛОВА К.К., АБДЫКЕНОВ Е.К. **Разработка автоматизированной системы управления ультрафильтрационного блока водоочистного сооружения г. Приозерск Карагандинской области.**

Описывается система водоснабжения и водоочистного сооружения г. Приозерск Карагандинской области. Приводятся результаты сравнительного анализа показателей качества исходной воды с нормативными требованиями, в ходе которого выявлены существенные отклонения от норм по цветности, мутности, жесткости, содержанию железа, сульфатов, жесткости и общему солесодержанию. Даны описания схемы физико-химической очистки воды и схемы ультрафильтрационной очистки воды. Проведена сравнительная оценка технологических схем очистки воды, результат которой показал, что классические методы осветления исходной воды, основанные на реагентной обработке и последующей фильтрации через осветительные фильтры, обладают недостатками. Предлагается использовать схему очистки с применением ультрафильтрационных аппаратов. Разъяснен принцип работы установки на основе ультрафильтрации, преимущества данной установки. Описаны способы утилизации фильтрационных стоков.

ӘОЖ 621.225. СМАҒҰЛОВА Қ.Қ., ӘБДІКЕНОВ Е.К. **Қарағанды облысының Приозерск қаласының су тазалау ғимаратының ультрасүзгілейтін блогымен автоматтандырылған түрде басқаратын жүйесін жасау.**

Мақалада Қарағанды аймағында орналасқан Приозерск қаласын сумен қамтамасыз ету және су тазалау ғимаратының жұмысы қысқаша түрде баяндалған. Ішіп отырған судың және нормативтік талаптарға сай судың салыстырмалы талдауының нәтижелері көрсетілген, түбінде ішіп отырған судың көрсеткіштері нормативті талаптарға сай болмады, яғни келесі сипаттамалары бойынша: судың түсі, судың бұлдырлығы, қаттылығы, темір және сульфат қоспалар концентрациясы және жалпы тұздылығы дұрыс болмады. Соған байланысты суды тазартудың екі тәсілі ұсынылды, нақтырақ айтқанда, физикалық-химиялық тазарту және ультрасүзгілеп тазарту. Ұсынылған технологиялардың салыстырмалы талдауы келесі нәтижелерге жеткізді: реагенттік өңдеу және суды сәулелендіру сүзгілері арқылы жіберу кезінде кемшіліктер бар болып шықты. Мақалада суды ультрасүзгілеу құрылғыларын қолданып тазарту әдісі ұсынылады. Ультрасүзгілеу құрылғының жұмысы нақты түсіндіріледі, оның ерекшеліктері көрсетіледі. Судан шығатын түрлі қалдықтарды жою жолдары баяндалады.

UDK 621.225. SMAGULOVA K.K., ABDYKENOV E.K. **Developing Automated Control System for Ultrafiltrational Block of Water Treatment Plant in Priozersk of Karaganda Region.**

There is described the system of water supply and water treatment plant in Priozersk of the Karaganda region. There are presented the results of the comparative analysis of the quality indicators of the initial water with standard requirements in which course essential deviations from norms on chromaticity, turbidity, rigidity, content of iron, sulfates, rigidity and the general salinity have been revealed. There are given the descriptions of the scheme of physical and chemical water purification and the scheme of ultrafiltrational water purification. The comparative assessment of technological schemes of water purification results have shown that the classical methods of clarification of the initial water based on reagent processing and the subsequent filtration via lighting filters possess shortcomings. It is proposed to use the scheme of cleaning using ultrafiltrational devices. There is explained the principle of the set based on these devices and shown its advantages. There are described the methods of utilizing filtration sewage.

УДК 621.771.251. КРИВЦОВА О.Н., КУЗЬМИНОВА Н.Ю., ЦЫГАНОВА В.М. **Оценка стабильности качества арматурного проката посредством статистических методов контроля.**

С использованием комплексного параметра качества оценено качество процесса сортопрокатного производства АО «АрселорМиттал Темиртау». Проведена статистическая обработка выборочных данных по химическому составу стали марки 35ГС и механическим свойствам арматурного проката профилем 10-32. Для оценки технологического процесса и его возможной корректировки генеральную совокупность выборки разделили на четыре кластера по критериям размера. Полученные выборки статистически проверили. Результаты статистической обработки основных показа-

ӘОЖ 621.771.251. КРИВЦОВА О.Н., КУЗЬМИНОВА Н.Ю., ЦЫГАНОВА В.М. **Статистикалық бақылау әдістері көмегімен арматуралы таптаманың тұрақтылығы мен сапасын бағалау.**

«АрселорМиттал Теміртау» АҚ жағдайында сапаның кешенді параметрлерін пайдаланумен сорттытаптау өндірісінің сапа үдерісі бағаланды. Химиялық құрамы бойынша 35ГС болат маркасының таңдалған мәндерінің статистикалық өңдеуі және арматуралы таптаманың 10-30 профилі механикалық қасиетімен жүргізілді. Технологиялық үдерісті бағалау үшін және оның мүмкін болатын реттелулері өлшемдер критериясы бойынша төрт кластерға бөлінді. Алынған таңдалулар статистикалық тексерілді. Арматуралы таптаманың сапасының негізгі көрсеткіштерін статистикалық өңдеу нәтиже-

UDC 621.771.251. KRIVTSOVA O.N., KUZMINOVA N.Yu., TSYGANOVA V.M. **Evaluation of Reinforcing Bars Quality by Means of Statistical Control Methods.**

Using the complex parameter of quality there has been evaluated the quality of the rolling process of the ArcelorMittal Temirtau JSC. The statistical analysis of the sampled data for the chemical composition of grade 35GS steel and mechanical properties of reinforcing bars profile 10-32 have been conducted. To evaluate the process and its possible adjustment, the general population sample has been divided into four clusters according to the criteria of size. The obtained sample was statistically checked. The results of statistical processing of the main indicators of the reinforcing bar quality has confirmed the compliance of the technological process of the rolling production of

телей качества арматурного проката подтвердили соответствие технологического процесса сортопрокатного производства АО «Арселор-Миттал Темиртау» требованиям номенклатурной документации на поставку. Процесс производства арматурного проката на СПС320 АО «АрселорМиттал Темиртау» охарактеризован как стабильный и контролируемый. Получены результаты соответствия критериям оценки стабильности технологического процесса.

лері қоюға құжаттық номенклатура талабымен «АрселорМиттал Теміртау» АҚ сортты таптау өндірісінің технологиялық үдерісіне сәйкес бекітті. СПС320 «АрселорМиттал Теміртау» АҚ арматуралы таптаманы өндіру үдерісі тұрақты және бақылаулы деп сипатталды. Технологиялық үдерістің тұрақтылығының бағалау критериясына сәйкес нәтижелер алынды.

the ArcelorMittal Temirtau JSC with the requirements of the item of documentation for the delivery. The process of reinforcing bars production on SRM 320 of the ArcelorMittal Temirtau mill is characterized as stable and controlled. There have been obtained the results of the eligibility assessment of the process stability process.

УДК 658.562. ХАСЕНОВА З.Т., РАХМЕТУЛЛИНА С.Ж., ИСКАКОВ К.Т. **Результаты тестирования программного обеспечения «Система экологического мониторинга».**

С целью обнаружения ошибок разрабатываемой системы проведено тестирование программного обеспечения. Использовались следующие методы тестирования: тестирование, основанное на требованиях, интеграции ЭКПО/ЭКА (Элемент Конфигурации Программного Обеспечения/Элемент Конфигурации Аппаратуры); тестирование, основанное на требованиях, интеграции ЭКПО (Элемент Конфигурации Программного Обеспечения) и модульное тестирование, основанное на требованиях. Результаты каждого метода представлены в таблицах. Корректность работы основных функций программного интерфейса проведена путем тестирования функционального выбора параметров. Тестирование показало корректное построение графиков и отчетов. Приведены результаты защиты от некорректных параметров. Рассмотрены построение областей распространения загрязнений, визуальное отображение и построение графиков, а также отчетов.

ӘОЖ 658.562. ХАСЕНОВА З.Т., РАХМЕТУЛЛИНА С.Ж., ЫСҚАҚОВ Қ.Т. **«Экологиялық мониторингілеу жүйесі» бағдарламалық қамтаманы тестілеу нәтижелері.**

Әзірленіп жатқан жүйенің қателерін табу мақсатында бағдарламалық қамтаманы тестілеу жүргізілді. Тестілеудің келесі әдістері қолданылды: БҚКЭ/АКЭ (Бағдарламалық Қамтаманың Конфигурация Элементі/Аппаратура Конфигурациясының Элементі) біріктірілу талаптарына негізделген тестілеу, БҚКЭ (Бағдарламалық Қамтаманың Конфигурация Элементі) біріктірілу талаптарына негізделген тестілеу және талаптарға негізделген модульдік тестілеу. Әрбір әдістің нәтижелері кестелерде көрсетілген. Бағдарламалық интерфейстің негізгі функцияларының жұмыс істеуінің дұрыстылығы параметрлерді функционалдық таңдау тестілеуі арқылы жүргізілді. Тестілеу график пен есеп берудің дұрыс құрылғанын көрсетті. Дұрыс емес параметрлерден қорғау нәтижелері келтірілген. Ластанудың таралу облыстарын құру, графиктер, сонымен қатар, есеп беруді визуалды түрде көрсету және құру қарастырылған.

UDC 658.562. KHASSENOVA Z.T., RAKHMETULLINA S.Zh., ISKAKOV K.T. **Results of Testing Environmental Monitoring Software System.**

In order to detect errors of the developed system there has been conducted the software testing. There have been used the following methods: testing based on the requirements, ESC/EHC (Element of Software Configuration/ Element of Hardware Configuration) integration, testing based on the requirements, ESC (Element of Software Configuration) integration and unit testing based on the requirements. The results for each method are shown in the Tables. The correctness of the operation of the basic functions of the software interface is checked by testing the function selection parameter. Testing has shown the correct construction of charts and reports. There are giveb the results of protection from incorrect parameters. There is considered the construction of areas of distribution of pollution, visual display and creating, as well as reports.

УДК 681.5. ГАНОВСКИЙ А.В. **Стенд частотно-регулируемого электропривода подъемно-транспортных установок.**

В работе описывается процесс разработки стенда-имитатора для обучения студентов и магистрантов электротехнических специальностей. Дано обоснование актуальности разработки стенда. Приведён перечень используемого оборудования. Представлена концепция и функциональная структура стенда. Рассмотрены способы имитации момента нагрузки для электропривода механизмов подъёмно-транспортных установок. Описана имитационная модель системы управления электроприводов стенда.

ӘОЖ 681.5. ГАНОВСКИЙ А.В. **Көтергіш-көлік қондырғыларының жиліктік-реттелетін электр жетегінің стенді.**

Жұмыста электротехникалық мамандықтарда студенттер мен магистранттарды оқытуға арналған еліктегіш стендін әзірлеу процесі сипатталады. Стендті әзірлеу өзектілігіне дәйектеме берілді. Пайдаланылған жабдықтардың тізімі келтірілді. Стендтің тұжырымдамасы мен функционалдық құрылымы берілді. Көтергіш-көлік қондырғыларының механизмінің электр жетегіне жүктеме сәтіндегі имитация тәсілдері қаралды. Стенд электр жетегін басқару жүйесінің имитациялық моделі сипатталды.

UDC 681.5. GANOVSKI A.V. **Stand of Frequency Controlled Electric Drive of Hoisting Transport Sets.**

In the work there is described the process of developing a stand simulator for training students and undergraduates of electrotechnical specialties. There is given justification of relevance of developing the stand and provided a list of the used equipmen. There is presented concept and functional structure of the stand is submitted. There are considered the ways of imitating the moment of loading for the electric drive of mechanisms of hoisting transport sets and described the imitating model of the control system of electric drives of the stand

УДК 620.91(574). АЛТАЙБАЕВ Т.Е. **О внедрении новых энергосберегающих технологий с использованием возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан.**

Выполнен обзор различных видов и способов использования экологически чистой геотермальной энергии. Дана классификация источников геотермальной энергии. Проанализированы плюсы и минусы геотермальной энергетики. Показана перспективность использования энергии геотермальных источников. Рассмотрены основные геотермальные районы. Дан принцип работы геотермальных тепловых насосов.

ӘОЖ 620.91(574). АЛТАЙБАЕВ Т.Е. **Қазақстан Республикасында қалпына келетін энергия көздерін пайдалану арқылы жаңа энергия үнемдегіш технологияларды енгізу туралы.**

Экологиялық таза геотермалды энергияны пайдалану түрлері мен тәсілдеріне шолу жасалды. Геотермалды энергия көздері жіктелді. Геотермалды энергетиканың артықшылықтары мен кемшіліктері талданған. Геотермалды көздердің энергиясын пайдалану келешектері көрсетілген. Негізгі геотермалды аудандар қарастыралған. Геотермалды жылу сорғылары жұмыс принципі берілген.

UDC 620.91(574). ALTAIBAYEV T.E. **Introducing New Energy Saving Technologies Using Renewables in the Republic of Kazakhstan.**

There is presented the review of different types and ways of using environment friendly geothermal energy. There is given classification of sources of geothermal energy. There are analyzed pluses and minuses of geothermal power and shown the prospects of using energy of geothermal sources. There are considered the main geothermal regions and given the principle of geothermal pumps operation.

УДК 662.7:669.053. МУХТАР А.А., МУХЫМБЕКОВА М.К., МАКАШЕВ А.С., МОМЫНБЕКОВ А.Д., КАСЫМОВА Б.К. **Изучение особенностей процесса обескремнивания гидрогетитовой бурожелезняковой руды.**

Статья посвящена проблеме расширения сырьевой базы черной металлургии. Приведены исследования по обжигу гидрогетитовой руды в присутствии водносолевой угольной суспензии. Определены оптимальные условия обжига. Обнаружено, что процессы преобразования гидрогетита, гематита в магнитное состояние наиболее интенсивно протекают в интервале 750-800°С. Изучена возможность обескремнивания продуктов обжига при мокрой магнитной сепарации. Проведены исследования и определены оптимальные условия

ӘӨЖ 662.7:669.053. М¥ХТАР А.А., М¥ХЫМБЕКОВА М.К., МАКАШЕВ А.С., МОМЫНБЕКОВ А.Д., КАСЫМОВА Б.К. **Гидрогетиттік бұрыл темір кендерін кремнийызданыдру өндірістерін зерттеу.**

Мақала қара металлургияның шикізат қорының кеңейтілу мәселесіне арналған. Гидрогетит бұрыл темір кендеріне сулытұзды көмір суспензиясын қолданып күйдіру бойынша зерттеулер жасалды. Күйдірудің ең тиімді шарттары анықталды. Гидрогетит, гематиттің магниттік күйге ауысуы 750-800°С интенсифті өтетіні байқалды. Күйдірілген өнімді кремнийсіздендіру сулы магнитті сепарация арқылы өткізу кезінде мүмкін болатындығы зерттелді. Магнитті өнімді күкірт қышқылының ерітіндісімен шаймалау процесінің тиімді параметр-

UDC 662.7:669.053. MUKHTAR A.A., MUHYMBEKOVA M.K., MAKASHEV A.S., MOMYNBEKOV A.D., KASYMOVA B.K. **Study of the desiliconization process of hydrogoethite brown iron ore.**

The article is devoted to the expansion of the raw material base of ferrous metallurgy. Results of research on roasting the ore in the presence of water-salt-coal slurry. The optimal firing conditions. Found that processes gidrogetita conversion into hematite magnetic state occurs most intensively in the range 750-800°C. The possibility of roasting desilication intermediate products in the wet magnetic separation. Researches and the optimal magnetic products leach in dilute sulfuric acid. Obtained magnetic desilication product conditioned on the content of iron and silicon.

выщелачивания магнитных продуктов в разбавленных растворах серной кислоты. Получен магнитный обескремненный продукт, кондиционный по содержанию железа и кремния.

лері анықталып, зерттеулер жүргізілді. Темір мен кремнийдің шартқа сай мөлшері бар магниттік өнім алынды.

УДК 004.932. ИСИН Б.Д., НЕДЗЬВЕДЬ А.М., СТАРОВОЙТОВ В.В., ИСКАКОВ К.Т. **Исследование методов пороговой сегментации изображений.**

Существует несколько методик сегментации изображений, применяющихся в зависимости от типа и сложности изображений и характеристик объектов, которые необходимо выделить. Во многих случаях для получения более эффективного результата можно последовательно использовать разные методы сегментации. При наличии качественного, контрастного изображения клетки самым эффективным способом обработки является пороговая сегментация. Но при получении многих изображений с помощью светового микроскопа задать постоянный порог можно только для сильно контрастированных изображений. В связи с тем, что качественные изображения гистологического препарата отображают клетки на определённом фоне, более эффективно задавать порог яркости с помощью анализа гистограммы. Существуют еще методы автоматического определения порогов, носящих название мультиспектральных. В его основе лежит разбиение гистограммы на ряд распределений с заранее определенной формой.

ӘОЖ 004.932. ИСИН Б.Д., НЕДЗЬВЕДЬ А.М., СТАРОВОЙТОВ В.В., ЫСҚАҚОВ К.Т. **Кескіндерді шектік сегменттеу әдістерін зерттеу.**

Кескіндердің типі мен күрделілігіне және нысандардың сипаттамаларына байланысты қолданылатын кескіндерді сегменттеудің бірнеше түрлі әдістемелері бар, оларды бөліп қарау керек. Көптеген жағдайларда анағұрлым тиімді нәтиже алу үшін сегменттеудің түрлі әдістерін біртіндеп пайдалануға болады. Тордың сапалы, қарама-қарсы кескіні болған кезде өңдеудің ең тиімді тәсілі шектік сегменттеу болып табылады. Бірақ көптеген кескіндерді алған кезде жарық микроскопының көмегімен қатты қарама-қарсы болған кескіндер үшін ғана беруге болады. Гистологиялық препараттың сапалы кескіндері белгілі бір аяда торларды бейнелейді, гистограмманы талдау арқылы ашықтық шегін беру анағұрлым тиімді. Мультиспектрлік атауын алған шектерді автоматты анықтау әдістері де болады. Оның негізінде гистограмманы алдын ала анықталған пішіні бар үлестірімдер қатарына бөлу жатыр.

UDC 004.932. ISSIN B.D., NEDZVED A.M., STAROVOITOV V.V., ISKAKOV K.T. **Studying Methods of Image Threshold Segmentation.**

There are several different techniques of image segmentation that are used in dependence on the type and complexity of images and characteristics of the objects to be allocated. In a lot of cases for obtaining a more effective result it is possible to use consistently different methods of segmentation. In the presence of a high-quality, contrast image of a cellthe most efficient method of processing is threshold segmentation. But in case of obtaining a lot of images by means of the light microscope it is possible to set a fixed threshold only for strongly contrasted images. Owing to the fact that high-quality images of histologic preparations are displayed by the cells on a certain background, it is more effectively to set the brightness threshold by means of analyzing the histogram. There are still methods of automatic detection of thresholds called multispectral. Splitting the histogram into a number of distributions with a determined in advance form is its cornerstone.

Информационное сообщение

Республиканский научно-технический журнал «Университет еңбектері – Труды университета» Карагандинского государственного технического университета входит в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных результатов диссертаций.

Результаты реформы высшей школы и системы научной аттестации в Республике Казахстан, основанные на трехуровневой системе образования, в соответствии с принципами организации Болонского процесса: академической мобильностью, международным обменом, двудипломным образованием, множественностью траекторий обучения бакалавров, магистров и PhD-докторантов, развитием системы дистанционного образования, положительно влияют на все сферы жизни университета, в том числе и на содержание статей в журнале.

Проблемы высшей школы в рамках Болонского процесса, инновационное развитие профессионального образования на базе специализированных программно-аппаратных комплексов и телекоммуникационных средств, с последующим созданием систем дистанционного образования, не ограниченных в географических границах, стали платформой, объединяющей ученых и преподавателей высших учебных заведений Республики Казахстан, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Примерами являются международные контакты ученых, преподавателей, студентов, магистрантов и докторантов с коллегами из России, Германии, Чехии, Японии, Китая и других стран, участие КарГТУ в международных программах «Синергия», «ТЕМПУС», УШОС.

Практический опыт получения двудипломного образования в магистратуре КарГТУ и институте МЭИ-Festo (по специальности «Автоматизация и управление») получен в процессе реализации программы «Синергия». В Национальном исследовательском университете «МЭИ» и Уральском федеральном университете им. Первого Президента РФ Ельцина Б.Н. прошло семестровое обучение магистрантов кафедры АПП университета по программе УШОС.

Известные в Республике Казахстан, в СНГ и дальнем зарубежье ученые университета приступили к подготовке PhD-докторантов:

в области геотехнологий и безопасности жизнедеятельности – профессора: Дрижд Н.А., Портнов В.С., Низаметдинов Ф.К., Исабек Т.К., Ибраев М.К., Серых В.И.;

в области металлургии и машиностроения – профессора: Исагулов А.З., Жетесова Г.С., Глотов Б.Н., Николаев Ю.А.;

в области строительства, транспорта и экономики – профессора: Байджанов Д.О., Бакиров Ж.Б., Малыбаев С.К., Кадыров А.С., Ахметжанов Б.А., Стеблякова Л.П.;

в области автоматизации и электроэнергетики – профессора: Брейдо И.В., Фешин Б.Н.;

в области проблем высшей школы – профессор Пак Ю.Н.

Своими научными достижениями и публикациями, культурой и инновационной направленностью статей, публикуемых в журнале на момент его становления и в настоящее время, ученые университета помогли журналу приобрести новое качество.

АО «Национальный центр научно-технической информации» определил импакт-фактор научного журнала «Университет еңбектері – Труды университета» за 2013 г., который по казахстанской базе цитирования составил величину, равную 0,033. Для дальнейшего повышения рейтинга журнала выпускается англоязычная версия, доступная широкому кругу ученых в электронном, а в последующем и твердом вариантах.

В настоящее время не формально, а фактически существует триединая форма языка представляемых статей на казахском, русском или английском языках.

Основная тематическая направленность журнала определена в публикации материалов по следующим разделам:

1. Проблемы высшей школы.
2. Машиностроение. Металлургия.
3. Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности.
4. Строительство. Транспорт.
5. Автоматика. Энергетика. Информатика. Управление.
6. Экономика.
7. Научные сообщения.

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

Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны СНГ.

Почтовый адрес КарГТУ: 100027 г. Караганда, Бульвар Мира, 56.

Факс: (8-7212)-56-03-28.

Журнал выходит 4 раза в год – ежеквартально.

Адрес редакционно-издательского отдела (РИО):

100027, Караганда, Бульвар Мира, 56, IV корп., ауд. 208

E-mail: rio_kstu@mail.ru

Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакцию в двух экземплярах при наличии положительной рецензии, указывается индекс УДК, дополняется резюме на русском, казахском и английском языках, содержащим не менее 7 предложений, ключевыми словами – не более 15 слов и словосочетаний, сведениями об авторах. Распечатанные статьи не возвращаются. Все файлы записываются на CD-диск, прикладывается квитанция об оплате за статью (можно оплачивать сразу несколько статей) в банке ЦентрКредит, на счет КарГТУ, указанный ниже. Полный комплект сдаётся в Редакционно-издательский отдел КарГТУ (IV корп., ауд. 208). Объем статьи не должен быть менее 6-ти и не более 8 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через один интервал, с одной стороны бумаги форматом А4, поля со всех сторон по 2 см, страницы нумеруются. Текст необходимо набирать в редакторе Word 2003, 2007 шрифтом Times New Roman, размер шрифта (кегль) – 14. Все буквенные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в основном или подрисуночном тексте. Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в последующем изложении.

Рекомендуется компьютерная графика. Рисунки могут иметь расширения, совместимые с Word 97, Word 2003, Word 2007, т.е. CDR, JPG, PCD, TIF, BMP. Для рисунков должен применяться шрифт Arial. Размер шрифта (кегль) 14. Рисунки должны быть хорошего качества. Для таблиц рекомендуется шрифт Times New Roman, размер шрифта (кегль) 14.

Формулы должны быть набраны в формуляторе MathType или Equation. В статье не должно быть сложных и громоздких формул и уравнений, особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. Все сокращения и условные обозначения в формулах следует расшифровать, размерности физических величин давать в системе СИ, названия иностранных фирм, их продуктов и приборов – в транскрипции первоисточника с указанием страны.

Список литературы (только органически связанной со статьей, не более 7) составляется в порядке цитирования и дается в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно [1, 2]. Авторские свидетельства в списке литературы оформляются следующим образом: номер а.с., название, год и № «Бюллетеня изобретений».

В конце статьи следует указывать название организации, где выполнена работа, контактный телефон, факс и адрес электронной почты.

Статья должна быть подписана всеми авторами с указанием ученой степени, служебного и домашнего адресов и телефонов. Публикация неверно оформленных статей задерживается.

Статья должна носить авторский характер, т.е. принадлежать лично автору или группе авторов, причем количество последних не должно быть более пяти. В одном номере журнала может быть напечатано не более одной статьи одного автора. В исключительных случаях, по решению редакционного совета, может быть опубликовано более одной статьи одного автора.

Предпочтение отдается статьям, имеющим исследовательский характер и содержащим элементы научной новизны. Рекомендуется аналитические результаты научных исследований подтверждать экспериментальными данными или результатами имитационного моделирования.

Статья должна иметь законченный характер, то есть в ней рекомендуется отобразить кратко историю рассматриваемого вопроса, поставить задачу, определить методику ее решения, привести результаты решения задачи, сделать выводы и заключение, привести список литературы. Не допускается использование в статьях фрагментов текстов, рисунков или графиков из работ других авторов (или из Internet) без ссылки на них.

Статья направляется на рецензию одному из членов редакционного совета журнала и при положительном результате будет опубликована в порядке очереди (обычно в ближайшем или следующем номере журнала).

Для публикации статьи необходимо произвести оплату в сумме 1800 тг. с получением одного экземпляра. Если количество авторов в одной статье 2 и более человек, то оплата за публикацию производится не менее двух экземпляров номера. По электронной почте статьи не принимаются.

Адрес редакционно-издательского отдела (РИО):
100027, Караганда, Бульвар Мира, 56, IV корп., ауд. 208
E-mail: rio_kstu@mail.ru
Тел.: 8-7212-56-75-94 + 1057

Республиканское государственное предприятие на правах хозяйственного ведения «Карагандинский государственный технический университет» Министерства образования и науки Республики Казахстан
100027, Караганда, Бульвар Мира, 56
Тел.: 8-7212 (56-51-92), (56-88-95)
ИИК KZ638560000000147366
АО Банк ЦентрКредит
БИК KCJBKZKX
КБЕ 16
БИН 000240004524

республикалық журналы

республиканский журнал

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ • ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА
2017. № 2. 144 с.

№ 15375–ж тіркеу куәлігін 2015 жылдың 27 мамырында Қазақстан Республикасының Инвестициялар және даму министрлігінің жанындағы Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитеті берген

Регистрационное свидетельство № 15375–ж от 27 мая 2015 года выдано Комитетом связи, информатизации и информации при Министерстве по инвестициям и развитию Республики Казахстан

Әдеби редакторлар – Литературные редакторы
Р.С. Искакова, Г.К. Жакупканова
Аудармашылар – Переводчики
Г.Г. Нурсейтова, Н.М. Драк
Компьютерлік ажарлау және беттеу – Компьютерный дизайн и верстка
М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева

Жарыққа шыққан күні	30.06.2017	Дата выхода в свет
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	18,3	Объем, п.л.
Таралымы	300	Тираж
Тапсырыс	93	Заказ
Индексі	74379	Индекс

E-mail редакции: rio_kstu@mail.ru
Отпечатано в типографии Карагандинского государственного технического университета.
Адрес типографии и редакции: 100027, г. Караганда, б. Мира, 56.