

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

2 * 2002

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

Мерзімділігі жылына 4 рет

Периодичность 4 раза в год

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

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

ҚҰРЫЛТАЙШЫСЫ

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

УЧРЕДИТЕЛЬ

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

Главный редактор

Г.Г. Пивень — ректор, академик МАН ВШ, д-р техн. наук, профессор

Редакционный совет

Пивень Г.Г.	ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф. (председатель)
Акимбеков А.К.	проректор по научной работе и международным связям, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя)
Исагулов А.З.	зав. кафедрой машин, технологии литейного производства и конструкционных материалов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный редактор)
Альтер И.М.	зав. кафедрой систем автоматизированного проектирования, академик МАИН, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
Ахметжанов Б.А.	зав. кафедрой экономики предприятий, д-р экон. наук, проф.
Бакиров Ж.Б.	зав. кафедрой прикладной механики, д-р техн. наук, проф.
Брейдо И.В.	зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, чл.-кор. АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
Гращенков Н.Ф.	профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, академик МАН ЭБ, д-р техн. наук
Ермеков М.А.	профессор кафедры геофизики и геологии, чл.-кор. НАН РК, д-р геол.-минер. наук
Жадрасинов Н.Т.	профессор кафедры прикладной механики, академик МАИН, чл.-кор. ИА РК, д-р техн. наук
Жумасултанов А.Ж.	профессор кафедры социально-гуманитарных дисциплин, д-р ист. наук
Кашиков Ш.К.	профессор кафедры экономической теории, академик МЭАЕ, чл.-кор. АСН РК, д-р экон. наук
Квон С.С.	профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, д-р техн. наук
Климов Ю.И.	зав. кафедрой горных машин и оборудования, академик МАИН, чл.-кор. АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
Колесникова Л.И.	зав. кафедрой экономической теории, канд. экон. наук, доц.
Малыбаев С.К.	зав. кафедрой промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.
Низаметдинов Ф.К.	зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, д-р техн. наук, проф.
Нургужин М.Р.	первый проректор, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
Пак Ю.Н.	проректор по учебно-методической работе, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
Палев П.П.	профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов, д-р техн. наук
Сагинов А.С.	академик НАН РК, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
Сагинтаев С.С.	зав. кафедрой высшей математики, чл.-кор. МАИН, канд. техн. наук, проф.
Смирнов Ю.М.	зав. кафедрой физики, д-р техн. наук, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ	5
БРЕЙДО И.В., САГИТОВ П.И., ФЕШИН Б.Н. Некоторые проблемы подготовки инженеров-электромехаников на базе профессионального среднего и высшего образования с сокращенными сроками обучения	5
САГИНТАЕВ С.С. Пути совершенствования изучения высшей математики в условиях технического университета.....	7
ОРЛОВА Е.Ф., ФАРХУТДИНОВ Э.В., НЕПОМНЯЩИХ Ю.А., НАМАЗБАЕВ А.Т. Виртуальная лабораторная работа по физике с использованием средств мультимедиа.....	8
БРЕЙДО И.В., ФЕШИН Б.Н., ШАПОРОВА Л.С. Об оценке итогов успеваемости студентов на ежегодных учебно-методических конференциях факультетов	9
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	12
ПИВЕНЬ Г.Г., ПАДИАРОВА И.П., ЕРАХТИНА И.И. Системы менеджмента качества на основе процессного подхода.....	12
ЧУРИКОВ А.П., ТРИШИН В.М., ЯЩЕНКО В.З. Влияние разноразмерности и расстояния между зернами на текущую толщину сечения среза при шлифовании.....	14
ИСАГУЛОВ А.З. Импульсно-прессовый процесс изготовления отливок	16
ЕФИМЕЦ А.М., КИМ А.С., АКБЕРДИН А.А. Влияние B_2O_3 на кинетику взаимодействия карбида кремния с силикатными расплавами системы $CaO - SiO_2 - Al_2O_3$	19
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ	24
АРЫСТАН И.Д., АУКЕШЕВ Г.А., АРЫСТАНОВ А.И. Управление состоянием очистного пространства жилых месторождений сложного строения на глубоких горизонтах	24
САМАРЦЕВ Г.И. К определению величины угла внутреннего трения горных пород.....	26
БЕРКАЛИЕВ Б.Т., НУРПЕИСОВА А.М. О рациональной технологии подземной разработки месторождения Ушкатын-III	28
САМАРЦЕВ Г.И., НУРГУЖИН М.Р., КАЦАГА Т.Я., САМАРЦЕВ М.Г. Перераспределение напряжений и смещений вокруг выработанного пространства под влиянием гидростатического давления.....	31
НЕФЁДОВ П.П. К прогнозу эмиссии метана ликвидируемых угольных шахт	33
ЦАЙ Б.Н., БОНДАРЕНКО Т.Т. Исследование кинетических параметров горных пород	35
РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТ. АВТОМАТИКА	39
ИБАТОВ М.К., ПОПОВИЧЕНКО Р.М. Сравнительная оценка каталитических нейтрализаторов отработавших газов дизельных двигателей	39
КУАНЫШБАЕВ Ж.М. Определение перераспределения усилий в двухцепном пластинчатом конвейере	41
ИБАТОВ М.К., ПОПОВИЧЕНКО Р.М. Программа и методика промышленных испытаний систем нейтрализации отработавших газов большегрузных карьерных автотранспортных средств	43
ИБАТОВ М.К., ПОПОВИЧЕНКО Р.М., ПИВЕНЬ Георг. Г. Исследование систем нейтрализации отработавших газов дизельных двигателей на проходке тоннелей	45

ФЕДОРАШКО И.Н. Автоматический выбор цифровых каналов передачи информации в присутствии импульсных помех от тиристорного электропривода	47
ОДИНЕЦ А.И., АЛТЫНЦЕВ М.П., НИКИТЕНКО Б.Ф. Новый метод автоматизированной обработки спектрограмм при эмиссионном спектральном анализе	49
РАЗДЕЛ 5. СТРОИТЕЛЬСТВО	51
БАКИРОВ Ж.Б. Статистическое обоснование коэффициента запаса	51
ЖАДРАСИНОВ Н.Т., КОЖАМЖАРОВА Т.К., КОПБАЛА С.С., ХАСЕНОВА А.Б. Резервуары высокого давления с тороконическими крышками	53
БАЙДЖАНОВ Д.О. Свойства жестких бетонов в экструзионной технологии	55
УНАЙБАЕВ Б.Ж., ЭПОВ Г.К., КОРОБОВА О.А. Анизотропная модель деформируемости грунта	57
АЛЬМЕНОВ К.С. Напряженное состояние опорной части стальной балки	60
РАЗДЕЛ 6. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ	62
КАЦАГА Т.Я. Особенности программной реализации системы автоматизированного анализа и прогнозирования прочности сварных конструкций.....	62
ЗАРТЕНОВА Л.Г. Принятие оптимальных решений в условиях многокритериальности горнорудного предприятия.....	66
МӘЛІБЕКОВА М.С. Тәлімгерлердің кәсіптік-ақпараттық бағыттылығын қалыптастырудағы жүйелі білім беру	67
ЯВОРСКИЙ В.В., ШАПОРОВ И.В. Применение нейросети для адаптации тестирующих программ.....	69
РАЗДЕЛ 7. ЭКОНОМИКА	72
ШЕВЯКОВА А.Л. Приоритеты стратегического развития Республики Казахстан	72
НИКИТИНА О.Е., ГОРШКОВА М.А. Методика экономической оценки использования шахтного газа метана на примере шахты им. Ленина	74
ПРИТВОРОВА Т.П. Совершенствование института коллективного договора в условиях либерального рынка труда	78
АУБАКИРОВА Г.М. Роль структурных преобразований предприятий в обеспечении конкурентоспособности продукции.....	81
МАХМЕТОВА Г.Б. О взаимоотношениях в составе интегрированных корпоративных структур	84
РЕЗЮМЕ	88

Раздел 1

Проблемы высшей школы

УДК 378.018:001.891

*И.В. БРЕЙДО
П.И. САГИТОВ
Б.Н. ФЕШИН*

Некоторые проблемы подготовки инженеров-электромехаников на базе профессионального среднего и высшего образования с сокращенными сроками обучения

Рост экономических показателей в Республике Казахстан, обусловленный, в первую очередь, бурным прогрессом нефтегазовой промышленности, развитием горнодобывающего комплекса, подъемом черной и цветной металлургии и возрождением машиностроения, инициировал спрос на специалистов с высшим инженерным образованием. Не в последнюю очередь этому способствует и кадровая политика крупных производителей, направленная на повышение квалификации персонала и ее соответствие занимаемым должностям.

Возросла потребность и в выпускниках специальности «Электропривод и автоматизация технологических комплексов», имеющих квалификацию «инженер-электромеханик» и работающих во всех отраслях реального сектора экономики. Удовлетворению возросшего спроса, кроме подготовки специалистов по полному 5-6-летнему циклу, способствуют получившие развитие различные формы сокращенного и ускоренного обучения. На примере специальности 330840 «Электропривод и автоматизация технологических комплексов» определим круг типичных проблем, возникающих в процессе получения высшего образования выпускниками технических колледжей и второго высшего образования выпускниками высших учебных заведений.

Нормативными документами Министерства образования и науки (МОиН) установлены сроки обучения для выпускников технических колледжей — 3 года, а для лиц, имеющих высшее образование, — 2 года. По заочным формам обучения срок увеличивается еще на один год. Проведенный анализ показал, что наиболее востребованной является заочная ускоренная форма обучения. Так, в 2001 году в Карагандинском государственном техническом университете (КарГТУ) прием на специальность 330840 по сокращенным срокам обучения для выпускников колледжей составил 10 человек на дневное отделение и 35 — на заочное. В группу заочного ускоренного обучения для лиц, имеющих высшее образование, принято 6 студентов.

Важнейшим моментом в образовательном цикле рассматриваемых форм обучения является его начальный этап: отбор абитуриентов. До 2001 года прием выпускников колледжей осуществлялся в соответствии с перечнем родственных специальностей, определяемых непосредственно вузами. В ряде высших учебных заведений коммерческие соображения привели к неоправданному расширительному толкованию понятия «родственные специальности». В результате при приеме на сокращенные формы обучения не учитывалась базовая подготовка абитуриентов, что фактически обусловило невозможность качественного

обучения и профанацию жизнеспособной идеи сокращенного обучения.

В 2001 году МОиН приняло нормативный документ, устанавливающий соответствие специальностей среднего и высшего профессионального образования для системы сокращенного обучения. Это, безусловно, положительное решение. Родственными считаются специальности, как правило, одной группы по классификаторам среднего и высшего профессионального образования. Однако такой подход является, по нашему мнению, не всегда корректным. В соответствии с перечнем соответствия к специальностям высшего профессионального образования направления 330000 «Электромеханика и электротехническое оборудование» соотнесены следующие направления подготовки специальностей среднего профессионального образования:

290000 «Технология машин и оборудования».

330000 «Электромашиностроение, электроэнергетика и оборудование».

В результате проделанного авторами анализа рабочих учебных планов и программ ряда специальностей среднего профессионального образования установлено, что родственными для специальности 330840 «Электропривод и автоматизация технологических комплексов» являются такие специальности направлений 2900000 и 3300000:

3301002 «Электрические машины и аппараты»;

3305002 «Транспортное электрооборудование»;

3306002 «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»;

3307002 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта)»;

3308002 «Электротехнологические установки и системы»;

309002 «Электропривод и автоматизация технологических комплексов по отраслям»;

3312002 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования предприятий и гражданских зданий»;

2921002 «Электромеханическое оборудование»;

2936002 «Механизация и автоматизация (по отраслям)».

Такие специальности 33 группы, как «Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника», «Электротехнические устройства» и «Светотехника и источники света» вряд ли можно признать соответствующими для специальности 330840. В направлении подготовки 29 из имеющихся 18 специальностей – 15 не соответствуют профилю специальности 330804. Это специальности – металлообрабатывающие станки, грузоподъемные машины и транспортеры, кузнечно-прессовое оборудование, техническое обслуживание и ремонт гидравлических машин, гидропривода и гидропневматики и т.д.

В то же время родственными для этой специальности можно считать специальности других направлений, не упомянутых в анализируемом документе:

3601002 «Автоматические системы управления»;

3603002 «Автоматизация технологических процессов и производств»;

3824002 «Промышленная электроника»;

3834002 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям)»;

2110012 «Монтаж и наладка электрических сетей и электрооборудования»;

2427002 «Техническое обслуживание электрооборудования металлургических предприятий»;

2424012 «Эксплуатация автоматизированных систем»;

2108002 «Электроснабжение (по отраслям)»;

2506012 «Контрольно-измерительные приборы и автоматика»;

2810012 «Техническое обслуживание и ремонт электрического транспорта»;

3012012 «Эксплуатация городского электротранспорта»;

3042012 «Эксплуатация транспортных энергетических установок (по видам транспорта)».

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что при определении соответствия специальностей необходимо учитывать не соответствие направлений подготовки, а соответствие специальностей, в том числе отнесенных к другим направлениям подготовки.

Одним из вариантов решения проблемы соответствия специальностей среднего специального и высшего профессионального образования при сокращенном обучении является создание колледжей в рамках высших учебных заведений и обучение по согласованным учебным планам. По такому пути пошел КарГТУ, создавший колледж информационных технологий и бизнеса. Обучение в колледже осуществляется по специальностям, соответствующим номенклатуре специальностей КарГТУ. В учебные планы колледжа введены дисциплины: математика, физика и информатика, что позволяет обеспечить обучение по сокращенной форме в КарГТУ в соответствии с требованиями Государственного общеобязательного стандарта за 3-4 года.

Определение родственных специальностей при получении второго высшего образования является также весьма актуальным вопросом. И здесь требуется принятие соответствующего нормативного документа. В стандартах высшего образования, введенных в действие в 2001 году, для технических специальностей практически унифицированы социально-гуманитарные (СГД) и естественно-научные (ЕНД) циклы. Следовательно, все технические специальности с пятилетним сроком обучения при получении второго высшего технического образования можно считать родственными. Получение второго высшего технического образования специалистами гуманитарного профиля за 3 года очного и 4 года заочного обучения весьма проблематично.

В самой технологии сокращенного обучения выпускников технических колледжей в вузах используются различные подходы. В ряде вузов, в целях экономии средств, вновь поступивших студентов дневного обучения включают в группы полного цикла

на 3-й курс, а при заочном обучении — на 4-й курс. С учетом того, что в технических колледжах такие дисциплины цикла ЕНД, как математика, физика, изучаются в объеме средней школы (для обучающихся после 9-го класса, а информатика изучается в недостаточном объеме, то фактически студенты с сокращенными сроками обучения не готовы к восприятию общепрофессиональных (ОПД) и специальных (СД) дисциплин.

В Алматинском институте энергетики и связи (АИЭС) вводится дополнительный семестр, в котором изучаются дисциплины цикла ЕНД, и лишь затем они обучаются в группах 3-го курса. В КарГТУ обучение производится независимо от других форм по отдельным учебным планам. Так, например, за счет некоторого сокращения объема дисциплин специальности 330840, ранее изучаемых в колледжах, в пределах допускаемых стандартом, удалось сохранить все дисциплины циклов ЕНД, ОПД и СД.

На базе государственного общеобразовательного стандарта по специальности 330840, разработанного совместно кафедрами электропривода и автоматизации промышленных установок АИЭС и автоматизации производственных процессов КарГТУ, создан также учебный рабочий план заочного сокращенного обучения на базе высшего профессионального образования. С учетом того, что инженеры ранее изучали циклы СГД и ЕНД в тех же объемах, трех лет обучения по заочной форме достаточно для выполнения требований стандарта в части циклов ОПД и СД в полной мере.

Таким образом, установленные сроки сокращенного обучения для выпускников технических колледжей с родственными специальностями и для инженеров обеспечивают выполнение Государственного стандарта по специальности 330840.

УДК 378.147:51

С.С. САГИНТАЕВ

Пути совершенствования изучения высшей математики в условиях технического университета

Использование математики в инженерных, экономических и естественно-научных исследованиях не всегда проходит гладко: не сразу удается найти необходимый математический аппарат исследования, найти или создать заново модель изучаемого процесса, достаточно точно количественно и качественно передающую его существенные особенности. Для этого необходимо постоянно и последовательно улучшать математическое образование студентов технического вуза, добиваясь, чтобы они овладевали современными математическими методами и теориями и умели применять их к своему делу.

Для более успешного усвоения высшей математики учебный материал разбит по модулям, и по каждой теме проводится либо контрольная работа, либо типовой расчет, либо коллоквиум. При получении студентами оценок «хорошо» или «отлично» на всех промежуточных этапах и при стопроцентной посещаемости студент получает зачет или экзаменационную оценку «автоматом», хотя рейтинговая система имеет место для студентов факультета информационных технологий.

Большую роль в улучшении математической подготовки студентов играет организация их повседневной самостоятельной работы. Принята система отработок, которая проводится на еженедельных консультациях и практических занятиях. В это время студенты получают консультацию по всем вопросам: теории, не усвоенным на практике методам решения примеров, индивидуальным или домашним заданиям.

На кафедре создан банк тестовых заданий для контроля на ПЭВМ, тесты составляются каждым преподавателем в соответствии с тематикой, утвержденной на заседании кафедры. В предыдущие годы банк заданий использовался при приеме

экзаменов. В настоящее время на ПЭВМ идет прием экзаменов у студентов заочного отделения специальностей АИС и ИСБ.

На практических занятиях применяется трехуровневое проведение занятий (для слабых, средних и сильных студентов). Это достигается подбором задач, их классификацией по степени трудности, а также учитываются уровень базовой подготовленности студента и профессиональная ориентация. Теоретические вопросы и подбор примеров и задач для экзаменационных билетов, их количество и тематика также обсуждаются на заседаниях кафедры.

Требования, предъявляемые к оценке знаний, традиционные: за правильные ответы от 60 до 70 % выставляется «удовлетворительно», от 70 до 80 % — «хорошо», от 90 до 100 % — «отлично». Успеваемость по высшей математике по результатам зимней экзаменационной сессии по I и II курсам следующая: ГФ — 88,93%; ЭМФ — 81,7%; ФЭМ — 90,6%; ТДФ — 89,3%; ГЭФ — 88,89%; ИСФ — 79,8%; МФ — 86,8%; ФИТ — 84,9%.

Общая успеваемость по высшей математике составляет по двум курсам 86,1%. Повышение успеваемости по сравнению с прошлым годом достигнуто путем проведения экзаменационной сессии классическим методом, который дает непосредственное общение преподавателя с обучающимися студентами, организацией дополнительных занятий и консультаций со слабоуспевающими студентами по результатам двух аттестаций. Кроме того, деканаты способствовали организации специальных групп по факультетам. Они дают значительный положительный эффект, если на дополнительных занятиях царит атмосфера доброжелательности и взаимопонимания, если студенты находятся в состоянии духовной раскрепощенности и не стесняются ни преподавателя,

ни своих одноклассников, спрашивают то, что им неясно, открыто делятся с преподавателем и товарищами своими соображениями.

Большое распространение, как одна из форм активизации научного творчества студентов, получили студенческие олимпиады и кружки. Привлекаются к участию в олимпиаде учащиеся КИТ и технического лица. Численность участников от 80 до 100 человек. Предлагаемые при этом задачи носят нестандартный характер и требуют от студента не только прочных знаний по программе, но и изобретательности, творческого подхода, что, в свою очередь, достигается индивидуальной работой преподавателей с сильными студентами. Таким

образом, для повышения успеваемости и роли изучаемого раздела высшей математики мы опираемся на следующие положения.

Большой контингент выпускников КарГТУ работает в научно-исследовательских и проектных институтах, различных отраслях экономики. Поэтому пути совершенствования математической подготовки студентов нашего вуза являются не только задачами одной кафедры высшей математики, но и специальных кафедр университета, которые должны внедрять в учебный процесс специальные главы высшей математики, ориентированные на конкретные направления.

УДК 537.226

**Е.Ф. ОРЛОВА
Э.В. ФАРХУТДИНОВ
Ю.А. НЕПОМНЯЩИХ
А.Т. НАМАЗБАЕВ**

Виртуальная лабораторная работа по физике с использованием средств мультимедиа

В настоящее время становится актуальным внедрение новейших информационных технологий в различные сферы деятельности, такие как научная, производственная, образовательная. Внедрение информационных технологий в образовательный процесс позволяет значительно повысить качество обучения студентов. Одним из перспективных видов применения информационных технологий в образовании является компьютерное моделирование. Применимо к физике компьютерные модели помогают понять сущность физических процессов почти с той же степенью наглядности, что и в лаборатории, хотя стоят дешевле, чем лабораторное оборудование, кроме того, такие модели могут быть применены в дистанционном образовании благодаря всемирной сети Internet.

На компьютере модель оформляется в виде отдельного видеоролика, пишется программно или встраивается в обучающую систему и может быть просмотрена на компьютере. Обучающая система выполнена в виде нескольких Web-страниц, написанных на языке HTML. HTML — язык разметки — является одним из основных инструментов создания электронных страниц в глобальной сети Internet [1,2]. Это дает возможность без особых сложностей и переработки материала внедрить данную обучающую систему в сеть и использовать как методическое пособие по выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся дистанционно. Все видеоматериалы, используемые в программе, записаны в формате ASF и MPEG-4 [1]. Такие форматы видеосжатия были выбраны не случайно, так как обеспечивают очень хорошее качество изображения и при этом имеют минимальный размер, что тоже играет немаловажную роль при внедрении системы в Internet.

В работе [6] также была предпринята попытка создания виртуальных моделей. В этой работе была создана модель, в которой есть возможность изменять входные параметры, с тем чтобы увидеть, как меняются выходные параметры, т.е. «пощупать» физическое явление изнутри. Но работа выполнена на

базе устаревшей операционной системы MS DOS. Средой работы нашей системы является Windows 9x. В ней сделан акцент на наглядность и качество моделей «виртуального» оборудования, созданы ролики, которые очень наглядно представляют происходящие физические процессы. В работе сделана попытка максимально приблизить электронную модель к реальной, с привлечением таких серьезных пакетов создания и редактирования трехмерной графики и анимации, как 3D Studio MAX v.3.01 [1,4]. Это дает такой обучающей системе несомненные преимущества перед аналогичными работами, в которых моделирование происходило посредством иных видов моделирования (например, программного).

Кроме того, система имеет дружелюбный интерфейс, все кнопки снабжены всплывающими подсказками. Это чрезвычайно упрощает работу с ней и понятно даже начинающему пользователю. Стоит заметить, что система адекватно реагирует на ошибочные действия пользователя, обладает надежностью и не вызывает «зависания» компьютера. Все эти положения учтены и реализованы на примере лабораторной работы «Электрический разряд в газе». Система может быть справочным руководством, в котором освещены главные законы электромагнетизма [5]. Кроме того, у нее есть возможность виртуально снять данные с приборов, которые впоследствии можно распечатать. Встроенные в систему видеоролики дают хороший эффект присутствия в физической лаборатории, позволяют студентам рассмотреть прибор.

В данной работе также существует возможность проверить полученные студентом знания по теме лабораторной работы [3]. Тестирование осуществляется в двух режимах: обучения и контроля. В режиме обучения система тестирует студента и в случае неверного ответа, подсказывает правильный ответ и сообщает, какой из разделов теории следует повторить. В режиме контроля студент тестируется и в конце получает количество правильно отвеченных вопросов в процентах. Исходя из этого, он сам уже

может решить, стоит ли ему еще раз просматривать теорию. Также одним из значимых моментов является то, что работа системы озвучена. Диктор освещает основные моменты при работе с программой, поясняет теорию и т.д. Для наглядности систему можно представить в виде схемы.



После работы с данной системой, просмотра фильмов студенты будут подходить к выполнению лабораторной работы более осознанно.

Список литературы

1. Маров М. 3D-Studio MAX 3: Учебный курс. СПб: Питер, 2000.
2. Хольцнер Стивен. Dynamic HTML: Руководство разработчика / Пер. с англ. С.А. Бойко; под ред. А.А. Кудряшовой. Киев: BNV, 2000.
3. Фаронов В.В. Delphi 4: Учебный курс. М.: Нолидж, 1999.
4. Петерсон Майкл Тодд. Эффективная работа с 3D Studio MAX v.2.0. СПб: Питер, 1999.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1985.
6. Кунакбаев Т.Ж., Ясинский В.Б. Применение компьютерного моделирования в лабораторном физическом практикуме // Вест. КазГУ. Сер. физ. Вып. 6. Алматы, 1999. С.185-186.

УДК 378.141.4.004.12

**И.В. БРЕЙДО
Б.Н. ФЕШИН
Л.С. ШАПОРОВА**

Об оценке итогов успеваемости студентов на ежегодных учебно-методических конференциях факультетов

Учебно-методическим отделом КарГТУ было предложено выявить корреляционные связи итогов осенней экзаменационной сессии с итогами двух аттестаций и посещаемостью студентами занятий в течение семестра. К учебно-методической конференции в деканате электромеханического факультета проведен эвристический анализ, который позволил выявить некоторые, не всегда очевидные закономерности.

Корреляция итогов экзаменов с итогами аттестаций и посещаемостью

Анализ корреляционных связей итогов экзаменов и движения контингента студентов с итогами двух аттестаций и посещаемостью занятий показал их наличие и тесную связь.

Так, студент гр. АТП-01-2 С. (коммерческая форма обучения) был отчислен из университета за нарушение учебной дисциплины, выразившееся в невыполнении учебного плана и неаттестациях по 8 дисциплинам, а также систематических пропусках занятий по неуважительным причинам. С той же причиной были отчислены следующие студенты: Б. (гр. ЭМФ-00-1), Ш. (гр. ГМ-99), Ц. (гр. ЭП-99-3).

Фактически пропуски занятий и большое количество неаттестаций послужили причиной отчисления студентов Г. (гр. ЭП-00-3), З. (гр. ГМ-99), Е. (гр. ГЭ-97-1), Б. (гр. ГМ-99-2).

Корреляционная связь существует между результатами приемных вступительных экзаменов, текущими аттестациями и экзаменационными сессиями. Например, по результатам сессии на первом курсе в группах, обучающихся на русском языке, из

117 человек не сдали высшую математику 31 человек, причем среди 15, не сдавших в группах ЭА-01-3 и АТП-01-2, было 13 человек с коммерческой формой обучения. В основном в группах ГП-01-2, ЭП-01-2, ЭМФ-01-2 эта корреляционная связь плохо подтверждается, так как среди 21, не сдавших математику, 13 человек обучаются на государственном образовательном кредите, 6 человек — на государственном образовательном гранте, 2 человека обучаются на коммерческой основе. Ослабление корреляционной связи объясняется более низким конкурсом на специальностях ЭП, ГП, ГМ, ЭАС, чем на ЭА и АТП.

На последующих курсах (2, 3, 4, 5) корреляционная связь между итогами аттестаций, результатами первой сдачи экзаменов и посещаемостью занятий проявляется однозначно. Множество примеров можно привести по дисциплинам: ТОЭ в группах ЭА и ЭП; сопромат и ТММ в группах ГМ и ГП; иностранный язык; начертательная геометрия и инженерная графика; химия; преобразовательная техника; электроника.

Причины низкой успеваемости по отдельным дисциплинам

В осенней сессии на ЭМФ низкая успеваемость по результатам первой сдачи была по следующим дисциплинам:

На 1 курсе — высшая математика (35 неуспевающих из 127 чел.), начертательная геометрия (15 неуспевающих из 127 чел.)

На 2 курсе — физика (30 неуспевающих из 119 чел.), высшая математика (18 неуспевающих из 119

чел.), иностранный язык (17 неуспевающих из 119 чел.), философия (15 неуспевающих из 119 чел.), ТММ (16 неуспевающих из 119 чел.).

На 3 курсе – ТОЭ в гр. ЭА (17экз.+17к.п. неуспевающих из 32 чел.), ТОЭ в гр. ЭП (12экз.+16к.п. неуспевающих из 44 чел.), электроника в гр. ЭП (15к.п.+3экз. неуспевающих из 44 чел.), сопромат в гр. ГМ-99 (9 неуспевающих из 15 чел.), ТММ в гр. ГМ-99 (6 неуспевающих из 15 чел.), электроника в гр. ГМ-99 (5 неуспевающих из 15 чел.).

На 4 курсе – политология (20 неуспевающих из 81 чел.).

Причиной низкой успеваемости по дисциплине «Высшая математика» на 1 курсе является отсутствие базовой школьной подготовки у студентов с коммерческой формой обучения в группах ЭА, ЭП и АТП, а в группах ЭМФ, ГМ и ГП — у обучающихся на грантах, кредитах и коммерческих. Последнее очевидно, так как проходной балл на вступительных экзаменах по специальностям ГМ, ГП был ниже, чем на ЭА, АТП, ЭП.

На 2 курсе основной причиной низкой успеваемости по дисциплинам: физика, иностранный язык, высшая математика, философия и ТММ были пропуски занятий и невозможность в последующем освоить большой объем лабораторных, практических и лекционных занятий.

На 3 курсе причиной низкой успеваемости по ТОЭ у студентов с коммерческой основой обучения на специальностях ЭА являются, в первую очередь, отсутствие базовой подготовки по физике и высшей математике, во-вторых — пропуски занятий. Аналогичными причинами объясняется низкая успеваемость по дисциплине «Электронные и микропроцессорные устройства» в коммерческих группах специальностей ЭА и ЭП, по дисциплинам «Сопромат», «ТММ» и «Электроника» в гр. ГМ-99.

Из вышеизложенного следует, что основная учебно-воспитательная работа ППС должна быть сконцентрирована на 1, 2, 3 курсах.

Анализ результатов действия рейтинговой и блочно-модульной систем

На факультете по рейтинговой системе обучаются студенты 3,4,5 курсов.

Результаты рейтинговой системы в осеннем семестре 2001/02 уч.г., в сравнении с результатами в осеннем семестре 2000/01 уч.г., приведены в таблице 1.

Исходя из приведенных данных можно сделать следующие выводы:

– количество студентов, освобожденных от сдачи экзаменов в сессию по результатам рейтинга, в сравнении с 2000/01 уч. г., в 2001/02 уч. г., уменьшилось на 12,6%. Возросла ответственность со стороны преподавателей к сдаче студентами контрольных точек (РГР, лабораторных работ и т.д.);

– при рассмотрении результатов рейтинга по курсам видно, что на пятых курсах количество студентов, прошедших по рейтингу, примерно сохранилось (45,3% и 41,7%);

– по всем специальностям, кроме 2506–ГП, произошло снижение количества студентов, прошедших по рейтингу, причем по специальности 1905–ГМ процент уменьшился более чем в 2 раза (с 57,9 до 24,7%). Практически все студенты, успешно прошедшие рейтинг, получили по результатам сессии оценки «отлично»;

– если в итоги аттестаций включить данные по посещаемости студентов в период между контрольными датами, то от эвристической корреляционной оценки можно перейти к численным коэффициентам корреляции, корреляционным, взаимокорреляционным и регрессионным зависимостям с оценкой их достоверности. Эту задачу можно решить средствами пакета прикладных программ (ППП) Statistica. Для примера в таблице и на рисунке приводятся некоторые результаты обработки с помощью ППП Statistica произвольного массива данных вычислительного центра КарГТУ по итогам аттестации в осеннем семестре 2001/02 учебного года.

По результатам учебно-методической конференции ЭМ факультета, часть которых представлена выше, а также по данным таблиц 1 и 2 сделаны следующие выводы:

– в объем текущей информации по аттестации студентов рекомендуется включить данные по посещаемости за рассматриваемый период;

– рекомендуется использовать ППП Statistica для получения количественных и качественных статистических и корреляционных оценок и зависимостей по успеваемости студентов за любые периоды наблюдения с оценкой достоверности получаемой информации;

– итоги вступительных тестовых экзаменов могут быть использованы для рейтингового обучения на I курсе в осеннем семестре с целью повышения базового образовательного уровня «слабых» студентов;

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ НА ЭМФ В 2000/01 ГГ. И 2001/02 ГГ.

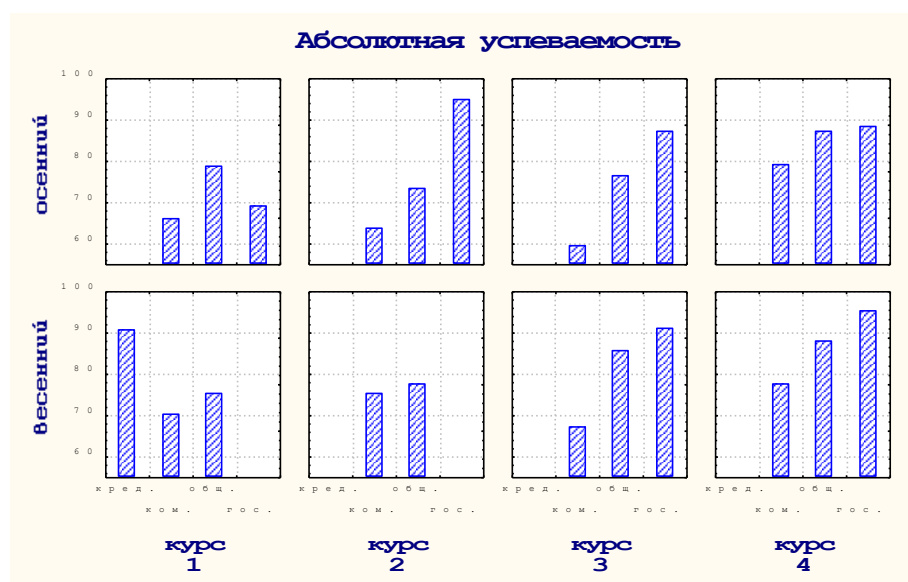
Спец. шифр	3 курс		4 курс		5 курс		Всего	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
2104 ЭП	12 из 30, 40%	5 из 47, 10,6%	21 из 39, 53,8%	14 из 28, 50%	11 из 26, 42,3%	16 из 37, 43,2%	45,3%	34,6%
3308 ЭА	0 из 37, 0%	10 из 30, 33,3%	13 из 20, 65%	2 из 26, 7,7%	13 из 26, 50%	9 из 20, 37,5%	38,3%	26,2%
1905	6 из 21, 28,6%	0 из 16, 0%	11 из 16, 68,8%	17 из 20, 85%	13 из 17, 76,5%	7 из 24, 29,2%	45,3%	24,7%

ГМ	28,6%	0%	68,7%	45%	76,5%	29,1%	57,9%	24,7%
2506 ГП	2 из 8, 25%	3 из 13, 23%	7 из 14, 50%	2 из 8, 25%	1 из 8, 12,5%	8 из 14, 57,1%	29,2%	35,0%
Итого по ЭМФ	23,4%	16,7%	59,3%	31,9%	45,3%	41,7%	42,7%	30,1%

Таблица 2

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ

Данные	Сдали все	Сдали отл.	Сдали хор.	Сдали удовл.	Один неуд.	Два неуд.	Три неуд.	Абсол. успеv.
Сдали все	1.00	.73*	.18	-.29	-.77*	-.42	-.27	1.00*
Сдали отл.	.73*	1.00	-.19	-.30	-.65*	-.36	-.21	.73*
Сдали хор.	.18	-.19	1.00	-.36	-.23	-.12	.02	.18
Сдали удовл.	-.29	-.30	-.36	1.00	.49	.31	.10	-.29
Один неуд.	-.77*	-.65*	-.23	.49	1.00	.87*	.73*	-.77*
Два неуд.	-.42	-.36	-.12	.31	.87*	1.00	.95*	-.42
Три неуд.	-.27	-.21	.02	.10	.73*	.95*	1.00	-.27
Абсол. успеv.	1.00*	.73*	.18	-.29	-.77*	-.42	-.27	1.00



– качественный скачок в обучении студентов электротехнических специальностей может быть достигнут на базе новых информационных технологий, современных компьютерных средств автоматизации, локальных и глобальных сетей ЭВМ, а также с помощью систем оперативной оценки, контроля и управления учебного процесса с помощью существующей системы аттестации, дополненной специализированными программными средствами, например ППП Statistica.

Раздел 2

Машиностроение. Металлургия

*УДК 658.5 (004.12)
Г.Г. ПИВЕНЬ
И.П. ПАДИАРОВА
И.И. ЕРАХТИНА*

Системы менеджмента качества на основе процессного подхода

Глубинный смысл систем менеджмента качества организаций – управление на основе качества всей производственно-хозяйственной деятельностью. Применение международных стандартов ИСО серии 9000 версии 2000 года в нашей стране у большинства руководителей и специалистов не сформировало современного предпринимательского мировоззрения, которое заключается в том, что главное назначение системы качества состоит в обеспечении качества продукции или услуги на основе процессного подхода к деятельности своих организаций. В этой работе многие предприятия отталкиваются от сложившихся стереотипов хозяйствования, и срабатывает феномен: «недостатки отцов превращаются в пороки детей».

В последнее десятилетие XX века в машиностроении Казахстана критическая ситуация сложилась не случайно. В значительной степени ее спровоцировала унаследованная совокупная бесхозяйственность. Руководители ищут пути выхода из кризиса, но при этом практически не используют такой важный резерв реанимации экономики, как снижение уровня дефектности и непроизводительных затрат за счет упорядочения процессов путем разработки и внедрения менеджмента качества функционирования предприятия.

Система менеджмента качества популярна в цивилизованном мире: она выгодна прежде всего с

экономической точки зрения. И если она функционирует, то реально приносит прибыль.

Любая деятельность, вовлеченная в реализацию продукции или обеспечивающая услуги, при которой входы конвертируются в выходы, может быть определена как процесс.

Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом – так гласит один из принципов менеджмента качества, который включает:

- определение процесса для достижения желаемого результата;
- идентификацию и измерение «входов» в процесс и его результатов;
- определение участия подразделений и должностных лиц в реализации процесса;
- оценку рисков, последствий и влияния процесса на потребителей и других заинтересованных сторон;
- учет при проектировании процесса всех влияющих на него факторов и элементов.

Жизненный цикл продукции состоит из многочисленных взаимосвязанных процессов. Часто выход одного процесса является входом в другой. Систематическая идентификация и менеджмент различных процессов в пределах организации и, частично, взаимодействие между такими процессами называется «процессным подходом» к менеджменту.

Процессный подход к менеджменту качества состоит: из определения процессов, необходимых для результативного функционирования системы менеджмента качества; понимания взаимодействия этих процессов; документирования процессов в объеме, необходимом для обеспечения функционирования и управления. Эти процессы включают менеджмент, ресурсы, производство продукции, процессы мониторинга и измерения.

Внедрение процессного подхода при формировании системы менеджмента качества (СМК) представляет на данный момент значительную проблему, решение которой требует использовать при описании процессов и их взаимодействии в СМК цикл Деминга-Шухарда PDCA (Р — планирование, D — выполнение, С — проверка, анализ, изучение, А — коррекция, улучшение) в сочетании с инструментами качества: контрольный листок; диаграмма Исикавы; диаграмма Парето; гистограммы; графики разброса; контрольные карты Шухарта; диаграмма сродства; блок-схема алгоритма (РДРС — Process Decision Program Chart — карта программирования решения процесса), древовидная диаграмма, «мозговой штурм»; бенчмаркинг. Для процессного подхода можно использовать и другие методы из «Семи новых инструментов качества», например, матричную диаграмму, методы Тагути, структурирование функций качества (QFD — Quality Function Deployment) и др. [1].

При проектировании моделей процессов организации для каждого из циклов PDCA необходимо:

- проанализировать требования внутренних и внешних потребителей и других заинтересованных сторон;
- определить: планируемые количественные требования к характеристикам (показателям качества); входные и выходные данные процесса, возмущающие

воздействия; предпосылки, конъюнктуру, результаты бенчмаркинга и т. д.; управляемые условия и ресурсы, включая законы и стандарты, документацию, средства на подготовку кадров, развитие положительной мотивации персонала к постоянному улучшению качества, материалы, оборудование, оснастку, производственную среду, методы контроля и мониторинга, в том числе точки измерения процесса; методы реализации каждого из этапов PDCA, технологию;

– назначить: владельца процесса, исполнителей, их ответственность, полномочия и взаимодействие на всех этапах PDCA с учетом компетенции, опыта и навыков; конкретное время начала и окончания работ на каждом из этапов PDCA и в целом всего процесса; место проведения работ на всех этапах PDCA, т. е. цех, участок и т. д.

На рисунке представлена выполненная авторами структурная модель типичных входных и выходных потоков процессов производственного подразделения организации. Аналогичные модели должны быть разработаны для всех видов процессов организации, например, процессы, связанные с персоналом (кадровые процессы), процессы руководства, процессы менеджмента ресурсов и т. д. Далее, каждый из элементов (входных и выходных потоков) модели должен быть структурирован на своем уровне. Такой подход позволит создать необходимый механизм процессоориентированной деятельности любой организации.

В существующей практике на машиностроительных предприятиях характеристики процессов не определяются. Термин «процесс» понимается лишь применительно к технологическому процессу изготовления конкретной модели изделия. Единая система технологической документации (ЕСТД) предусматривает



Структурная модель типичных потоков процессов производственного подразделения организации

требования стандартов на разработку всех видов технологических процессов машиностроительного производства, причем на каждую деталь каждой модели изделия. Такой подход к процессу изготовления изделий объединяет одно общее свойство: они разрабатываются для конкретной модели изделия, запускаемой в производство. Это некий уникальный набор операций, проводимых с тем или иным компонентом с помощью определенного инструментария. Такая логика построения процессов лежит в основе объектного подхода к построению производства.

В условиях рыночных отношений необходимо быстрое реагирование на удовлетворение потребностей заказчиков, а особенности развития машиностроительного комплекса Республики Казахстан обуславливают диверсификацию и репрофилирование предприятий. В этом случае применение объектного подхода построения производства не эффективно и необходимо использование практикуемого на развитых зарубежных предприятиях подхода, заключающегося в том, что изготовление изделия — это система связанных между собой процессов, каждый из которых может быть проанализирован и изменен независимо от модели изделия. На наших предприятиях характеристики процессов не определены, имея в виду, что изготовление изделия — это не только набор операций с компонентами изделия, а система взаимосвязанных процессов, существующих независимо от того, какая модель изделия изготавливается.

В научно-исследовательском центре по прогнозированию машиностроения создана система конструкторско-технологического обеспечения, в которой основой для реализации процессного подхода служит следующее предложенное методологическое положение: любая продукция машиностроения может быть представлена системой конструкторской и технологической сред описания деталей-аналогов.

Особенностью конструкторского описания деталей-аналогов является то, что детали-аналоги не должны относиться к конкретным изделиям, а их технологическое описание не должно учитывать определенные производственные условия. Реализация такого подхода выполнена на основании анализа существующих методов разработки технологий, систематизации процессов технологического проектирования с созданием схемы иерархической структуры и информационных связей. Разработанная система дает возможность выполнять прогнозные оценки возможностей машиностроительных предприятий и совершенствовать процессы технологической подготовки производства [2].

Выполненный анализ и исследования показали, что применение принципа процессоориентированного подхода к менеджменту качества требует для его реализации создание практических методик и алгоритмов для описания процессов и их взаимодействия в рамках СМК, что определяет необходимость выполнения дальнейших исследований.

$$\psi \left[\frac{S_{np}}{w} + \frac{R_1}{\cos \psi} \right] + \frac{S_{np}}{w} (i-1) \varphi' =$$

$$= \varphi \left(\frac{S_{np}}{w_K} + \frac{R_1}{\cos \psi} \right), \quad (17)$$

$$\varphi = \psi + \frac{S_{np}}{w} (i-1) \varphi' \frac{1}{\frac{S_{np}}{w} + \frac{R_1}{\cos \psi}}. \quad (18)$$

Отсюда после преобразования имеем:

$$\varphi = \psi + \frac{S_{np} \cos \psi}{S_{np} \cos \psi + R_1 w} (i-1) \varphi' \quad (19)$$

или

$$\varphi = \psi + \frac{\cos \psi}{\cos \psi + \frac{R_1 w}{S_{np}}} (i-1) \varphi'. \quad (20)$$

Толщина среза определяется с учетом (10) и (20):

$$Q_{Zi} = R_i - R_1 \frac{\cos \left[\psi + \frac{\cos \psi}{\cos \psi + \frac{R_1 w}{S_{np}}} (i-1) \varphi' \right]}{\cos \psi}. \quad (21)$$

Но из (1) $R_i = R_1 + \Delta R_i$, поэтому

$$Q_{Zi} = R_1 \left\{ 1 - \cos \left[\psi + \frac{\cos \psi}{\cos \psi + \frac{R_1 w}{S_{np}}} (i-1) \varphi' \right] \frac{1}{\cos \psi} \right\} + \Delta R_i. \quad (22)$$

Найдем отношение числителя в фигурных скобках выражения (22) и (13) [1]:

$$\frac{\cos \left[\psi + \frac{\cos \psi (i-1) \varphi'}{\cos \psi + \frac{R_1 w}{S_{np}}} \right]}{\cos \left[\psi + \frac{(i-1) \varphi'}{1 + \frac{R_1 w}{S_{np} \cos \psi}} \right]} = \frac{\cos \left[\psi + \frac{(i-1) \varphi'}{1 + \frac{R_1 w}{S_{np} \cos \psi}} \right]}{\cos \left[\psi + \frac{(i-1) \varphi'}{1 + \frac{R_1 w}{S_{np} \cos \psi}} \right]} = 1. \quad (23)$$

Отношения числителей выражений (22) и (13) [1] равны единице, следовательно, первый член выражения (22) равен выражению (13) при значениях $R = R_1$.

Сопоставляя выражения (22) и (13) [1], получим уравнение толщины сечения среза с учетом разноразности в виде:

$$Q_{Zi} = Q_{Zi}^{const} + \Delta R_i, \quad (24)$$

где Q_{Zi}^{const} — текущая величина сечения среза, полученная при условии, что $R = const$.

Из выражения (24) следует, что величина между зернами непосредственно входит в толщину сечения среза, увеличивая ее, если радиус предыдущего зерна меньше, и уменьшая, если радиус предыдущего зерна больше.

Так как толщина сечения среза (24), полученная с учетом разноразности, состоит из двух слагаемых, то, исходя из зависимости случайных функций Q_{Zi}^{const} и ΔR_i , получим математическое ожидание толщины сечения среза в виде:

$$M(Q_{Zi}) = M(Q_{Zi}^{const} + \Delta R_i) = M(Q_{Zi}^{const}) + M(\Delta R_i). \quad (25)$$

Первое слагаемое выражения (25) представляет собой величину сечения среза, полученную из кинематических соотношений для зерен круга, расположенных на одном радиусе от оси вращения и равномерно расположенных по окружности. Поэтому

$$M(Q_{Zi}^{const}) = Q_{Zi}^{const} =$$

$$= R \left\{ 1 - \cos \left[\psi + \frac{\cos \psi}{1 + \frac{R w}{S_{np} \cos \psi}} (i-1) \varphi' \right] \frac{1}{\cos \psi} \right\}. \quad (26)$$

Второе слагаемое выражения (25) для симметричного закона распределения

$$M(\Delta R_i) = 0, \quad (27)$$

то есть для симметричного закона распределения разноразности толщины сечения среза определяется только кинематическими соотношениями.

В выражениях (25) и (26), принимая $(i-1)$ как случайную, выражающую расстояние между зернами и задавая разноразность ΔR_i также как случайную величину, можно получить изменение толщины сечения среза по углу поворота зерна. На рис. 2 показаны сочетания случайных величин $(i-1)$ и ΔR_i , распределенных по нормальному закону с параметрами $6\sigma_{(i-1)} = 1$ и $6\sigma_{Ri} = 30$ мкм для трех реализаций профиля круга, состоящего из пяти зерен.

Моделирование профилей абразивных кругов, определение толщины сечения среза и числа режущих зерен с учетом случайного распределения зерен производилось на IBM PC. На основании расчетов было получено, что в пределах изменения параметров, оговоренных выше, для случайного распределения зерен круга процент режущих зерен составляет 6...35% от общего их числа. Ранее было получено, что для зерен круга, равномерно расположенных по окружности радиусом R , процент режущих зерен также составляет 6...35%, что подтверждает правильность выводов из выражений (25), (26) и (27) для симметричного закона распределения.

Исходя из выражений (25), (26) и (27) можно сделать вывод, что для увеличения толщины сечения среза, а следовательно, и производительности, необходимо, чтобы математическое ожидание второго слагаемого выражения (25) или было положительно постоянным, или являлось возрастающей функцией по углу поворота круга ψ , то есть:

$$M(\Delta R_i) = \text{const} = C \quad (28)$$

или

$$M(\Delta R_i) = f(\psi). \quad (29)$$

Тогда для выражения (24) будем иметь

$$Q_{Zi} = Q_{Zi}^{\text{const}} + C \quad (30)$$

или

$$Q_{Zi} = Q_{Zi}^{\text{const}} + f(\psi). \quad (31)$$

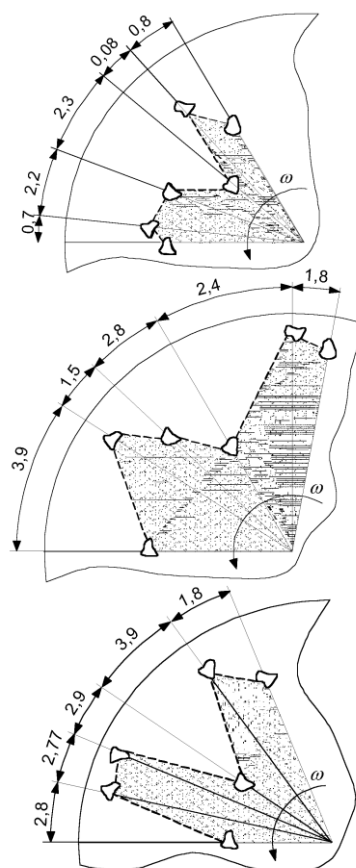


Рис. 2. Реализация случайных профилей круга

Из выражения (31) видно, что повышение производительности может быть достигнуто созданием закономерно возрастающей разнорысности по углу поворота круга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуриков А. П., Тришин В. М. Определение текущей толщины сечения среза и числа режущих зерен без учета разнорысности при шлифовании // Труды университета. Вып. 2. Караганда: КарГТУ, 2001.

УДК 621.744.362

А.З. ИСАГУЛОВ

Импульсно-прессовый процесс
изготовления отливок

Импульсно-прессовый метод формообразования (Seiatsu-процесс) получил широкое распространение на промышленных предприятиях Республики Казахстан для изготовления стальных, чугунных и цветных отливок.

Данный процесс приобрел особенно большое значение для получения ребристых цилиндров – корпусов электродвигателей и других форм с высокой степенью сложности. Он используется как в автоматических формовочных линиях (АФЛ) массового производства, так и при конвейерном производстве отливок средней массы. При уплотнении воздушным потоком силы инерции незначительны, главный уплотняющий фактор — силы фильтрации. Этот процесс немыслим в чистом виде без допрессовки, в то время как импульсные процессы могут выступать как самостоятельный

процесс при условии срезки небольшого неуплотненного верхнего слоя смеси.

Сущность метода уплотнения следующая. Модельно-опочная оснастка 7, 9, наполнительная рамка 6 со смесью 8 прижимается к рабочему органу машины (ресиверу) 5 (рис. 1, а). Таким образом, весь объем форм герметично закрывается. Затем кратковременно открывается быстродействующий клапан 1 с электромагнитным приводом 2. Сжатый воздух проходит через формовочную смесь от ее верха до модельной плиты и выходит через венты 10 в модельной плите 11. Поток воздуха уплотняет каждую частицу смеси давлением, направленным вниз, и перемещает столб смеси. Смесь течет вместе с потоком воздуха в более глубокие промежутки модели. Полости формы равномерно заполняются частицами смеси. Осуществляется чистое прилегание

смеси к контурам моделей с четким очертанием. Прочность и плотность формовочной смеси повышаются в сторону модельной плиты 11. Поэтому наибольшее уплотнение достигается вблизи модели.

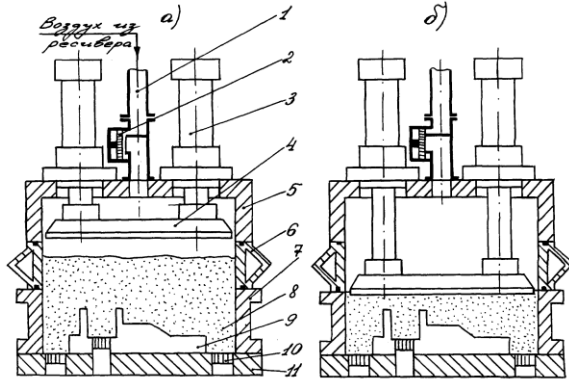


Рис. 1. Схема уплотнения смеси Seiatu-процессом

Окончательную прочность получает форма при последовательном прессовании плоской прессовой плитой 4 или прессовым устройством 3 с водяной подушкой (рис. 1, б). Высоту прессового хода, давление и продолжительность потока сжатого воздуха можно регулировать. Этим можно достигать оптимальной твердости формы для каждого случая применения. Распределение плотности смеси по высоте опоки показано на рис. 2. Кривая 1 характеризует распределение плотности смеси по высоте опоки при воздействии потока сжатого воздуха на формовочную смесь; кривая 2 — распределение смеси по высоте опоки при последующей допрессовке. Как видно из графика, на первом этапе уплотнения наибольшая плотность по ладу и не уплотнен контрлад. Последующая допрессовка выравнивает плотность смеси до технологически необходимой по всей высоте опоки. Для сравнения кривой 3 показана и плотность смеси при чистом прессовании.

Этот процесс позволяет увеличить соотношение высоты выступающих частей к их диаметру до 2:1. Это означает, что на многих участках стержни оказываются ненужными. При использовании встряхивающей формовочной машины с допрессовкой необходимо иметь угол наклона модели 1,5...2°, тогда как при Seiatu-процессе уменьшается угол наклона до 0,5° и менее. Поток сжатого воздуха, протекая через смесь по направлению к вентам, за счет трения увлекает ее части на своем пути. Создается направленный песчано-воздушный поток, обладающий значительной энергией. Встречая на своем пути венты, воздух уходит через них, а твердая основа потока тормозится и уплотняется. Время действия сил фильтрации составляет 0,3...0,5 с.

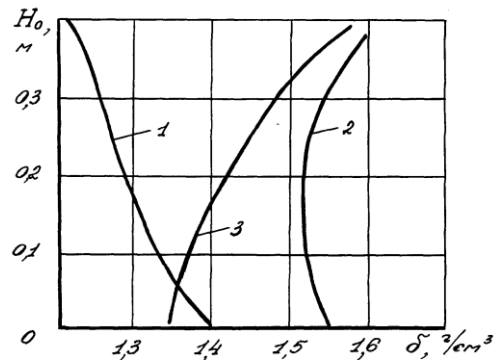


Рис. 2. Распределение плотности смеси по высоте опоки

Экспериментально определялись параметры воздействия потока воздуха на смесь. По высоте опоки устанавливались датчики давления. В смесь подавалась через промежуток 0,4...1,0 с порция сжатого воздуха давлением 0,5...1,0 МПа. Градиент давления изменялся от 0,3 до 1,8 МПа/с. После подъема давления от минимума до максимальной величины воздух еще в течение 1,0...2,0 с фильтруется через смесь. Давление падает от слоя к слою по параболическому закону, но величина потерь остается постоянной, а напряжение в смеси от контрлада к ладу увеличивается. Прессующее усилие (усилие уплотнения смеси) составляет потери давления в смеси минус потери на внутреннее трение.

В экспериментах также определялось влияние площади вент на твердость формы. Установлено, что увеличение площади вент повышает твердость формы. При любом давлении в ресивере потери давления больше при большей площади вент. Потери давления в смеси зависят от площади проходного сечения вент и от давления воздуха. Уменьшение потерь давления в смеси, вследствие уменьшения количества вент, приводит к снижению усилия уплотнения. Это происходит вследствие увеличения потерь давления в самих вентах, т. е. энергия сжатого воздуха расходуется на сопротивление проходного сечения вент меньшей площади. Поэтому требуется снижать потери в вентах.

По мере усложнения моделей требуется увеличивать количество вент до некоторого предельного значения, а потери в вентах снижать (см. табл.) Оптимальная величина площади вент $\approx 3,0\text{--}6,0\%$ от площади модельной плиты. Наибольшее число вент должно быть в карманах оснастки по периметру опоки. Колебание давления воздуха в сети может составлять одну и более атмосфер, особенно в зимнее время. Чем выше давление воздуха, тем эффективнее процесс уплотнения смеси, поскольку сила фильтрации прямо пропорциональна давлению. Для того чтобы процесс уплотнения был стабильным, давление воздуха в ресивере за цикл не должно падать более чем на 0,03...0,04 МПа. Чтобы пояснить удивительный эффект уплотнения по методу Seiatu, в форму были введены цветные слои, расположенные с интервалом 40 мм. После уплотнения сжатым воздухом это расстояние уменьшилось у модельной плиты до 20 мм, а в верхней части формы до 30 мм.

Маркировка	Давление в ресивере	Отношение вентиляционной зоны к опоке
	3 кг/см ²	3,2 %
	3 кг/см ²	1,6 %
	6 кг/см ²	3,2 %
	6 кг/см ²	1,6 %
	9 кг/см ²	3,2 %
	9 кг/см ²	1,6 %

Опыт показал, что внутри формы достигается равномерное уплотнение, которое не достигается никаким другим методом. В противоположность методу встряхивания слой смеси над моделью почти не уплотняется, при последующем прессовании он будет настолько сжат, что достигается дополнительное уплотнение и нижнего слоя.

Таким образом, в отличие от воздушно-импульсного процесса, где основным силовым уплотняющим фактором является большая сила инерции смеси, в этом процессе уплотняющим фактором являются силы фильтрации, которые зависят от давления воздуха, начальной плотности смеси и высоты опоки.

В отличие от других способов предварительного уплотнения (встряхивание, вибрация и др.), способ уплотнения воздушным потоком имеет свои особенности, которые заключаются в следующем:

– во-первых, сопротивление потоку воздуха наименьшее вдоль поверхностей моделей, поскольку внешнее трение в этом случае меньше внутреннего. Это создает небольшой воздушный зазор между моделью и смесью, которая благодаря этому имеет меньшую когезию к поверхности, что облегчает протяжку модели;

– во-вторых, воздушный поток, двигаясь в направлении модели к вентам, создает большое количество микроканалов, тем самым общая площадь пор в смеси увеличивается. Этим объясняется повышенная газопроницаемость смеси при таком способе уплотнения при ее одинаковой сырой прочности $\sigma_{сж}$, чем при других. Поскольку время силового воздействия потока воздуха на смесь больше, чем время релаксации смеси, то упругие деформации практически отсутствуют, что также способствует улучшению протяжки модели.

Указанные особенности процесса уплотнения воздушным потоком позволяют уменьшить уклоны и повысить точность отливок как весовую, так и размерную.

Для расчета фильтрации газа через литейную форму можно применять те же зависимости, которые используются в механике жидкостей и газов для описания фильтрации в пористой среде [1,2].

Наиболее известным уравнением для изотермической фильтрации газа в пористом слое является уравнение Лейбензона [2].

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{K_e}{m} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(p \cdot \frac{\partial p}{\partial x} \right), \quad (1)$$

где ρ — плотность потока воздуха;
 K_e — коэффициент газопроницаемости слоя;
 m — пористость среды;
 p — давление воздуха;
 x — координата слоя в направлении фильтрации;
 t — текущее время.

При незначительных перепадах давления по толщине пористого слоя уравнение (1) имеет решение:

$$p = p_1 - \frac{p_1 - p_2}{H_0} x, \quad (2)$$

где p_1, p_2 — давление газа на входе и выходе из слоя соответственно;

H_0 — толщина уплотняемого слоя смеси.

Расход газа Q для данного случая (S — площадь поперечного сечения слоя):

$$Q = K_e \cdot \frac{\Delta p}{H_0} \cdot S. \quad (3)$$

С повышением перепада давлений (0,5–0,6 МПа) по толщине слоя смеси необходимо учитывать сжимаемость газа. Тогда решение уравнения (1) для этих условий имеет вид

$$p = p_1^2 - \frac{p_1^2 - p_2^2}{H} x, \quad (4)$$

а расход фильтрующегося через слой газа описывается уравнением:

$$Q = K_e \cdot \frac{p_1^2 - p_2^2}{2pl} \cdot S, \quad (5)$$

где $K_e = \frac{1}{270\mu} \cdot \frac{m^5 d^2}{(1-m)^4}$ — коэффициент

газопроницаемости; (для воздуха $K_e = 2 \cdot 10^{-6}$ м⁴/Нс);

μ — динамическая вязкость (для воздуха

$\mu = 0,0182$ МПа·с);

d — средний размер частиц твердой фазы.

Скорость воздуха при фильтрации, при которой наступает турбулентный режим, определяется из зависимости [3]:

$$v_{кр} = \frac{100 \cdot m \cdot v}{d_e}, \quad (6)$$

где v — кинематическая вязкость (при $t = 20^\circ\text{C}$,

$v = 2,2 \cdot 10^{-5}$ м/с);

d_e — эквивалентный аэродинамический диаметр.

$$d_e = \frac{4md}{6 \cdot (1-m)}.$$

Для наполнительной смеси из кварцевого песка 1КО2А и пористости $m = 0,5$ $d_e = 0,75 \cdot 10^{-3}$ м.

При подстановке в формулу (6) численных значений получим значение скорости, выше которой имеет место турбулентный режим — $v_{кр} > 14,6$ м/с.

Определим скорость фильтрации:

$$v_{\phi} = \frac{K_e}{m} \cdot \frac{(p_1^2 - p_2^2)}{2 p_2 H_0} \cdot x, [\text{м/с}], \quad (7)$$

где H_0 — высота уплотняемого столба смеси (опока с наполнительной рамкой).

Максимальная скорость фильтрации при значениях $K_e = 2 \cdot 10^{-6}$ [МПа·с], $p_1 = 6 \cdot 10^5$ Па; $p_2 = 1 \cdot 10^5$ Па; $H_0 = 0,4$ м; $m = 0,5$ составляет $v_{\phi} = 17,5$ м/с.

Формула (7) показывает, что скорость фильтрации изменяется по параболическому закону. Сила межфазного трения может быть найдена из следующих зависимостей:

$$F = \frac{(p_1^2 - p_2^2)}{2 p_2 H_0} = m \cdot \frac{v_{\phi}}{K_e}. \quad (8)$$

Максимальная сила межфазного трения получена из выражения (8) и равна $F = 4,3 \cdot 10^6$ Н/м³. Из выражений (4) и (7) видно, что давление сжатого воздуха p и скорость по высоте опоки изменяются по параболическому закону, что подтверждается экспериментально.

По ладу формы, как следовало ожидать, имеет место наибольшая потеря давления, а значит, большая часть энергии ушла на уплотнение, о чем свидетельствует наибольшее значение напряжения и, как следствие, плотности при любых значениях исходного давления. Окончательное уплотнение формы определяется давлением допрессовки. Предложенные зависимости и опытные данные позволили определить необходимые конструктивно-технологические параметры процесса.

Формовочная смесь для Seitsu-процесса наилучшим образом подходит, так же как и для импульсных процессов, высокопрочная $\sigma_{сж} = 0,12$ МПа и маловлажная $W = 3,2-3,6\%$. Это объясняется не только тем, что при такой влажности уплотнение идет более эффективно, но и тем, что с технологической точки зрения эта песчано-бентонитная смесь наилучшим образом подходит для крупносерийного и массового производства отливок на АФЛ.

В принципе же достаточно высокого качества отливки можно получить этим процессом и на низкопрочных смесях с повышенной влажностью. Для этого необходимо подобрать соответствующий режим машины: как давление прессования, так и количество вент, и топографию их расположения. На производи-

тельности, энергопотреблении и браке полученных форм это не отразится. К технологической оснастке этот процесс, как уже выше отмечалось, предъявляет повышенные требования. Опоки, наполнительные рамки и модельные плиты не испытывают больших напряжений, как при низком воздушном импульсе, поскольку давление в опоке не превышает сетевого.

Основные требования к конструкции модельной плиты и вентам

Модельные плиты выполняются, как правило, пустотелыми, состоящими из основной плиты-носителя и сменной плиты-вставки. Сменная вставка конструируется и оснащается вентами под каждый вид отливки. Именно наличие вент, их количество и место расположения – важнейшие условия реализации способа уплотнения воздушным потоком.

Основное количество вент располагают по внутреннему периметру опоки в модельной плите-носителе. Остальное же количество – в плите-вставке около моделей или углублениях моделей, которые обеспечивают оптимальное уплотнение отрицательных болванов и их нормальную протяжку. К конструкции вент предъявляют высокие требования: венты должны быть самоочищающимися, достаточно прочными, нержавеющими, легко и точно монтироваться и демонтироваться с плиты.

В работе предложено более 15 конструкций импульсных головок автоматических формовочных машин, которые работают в АО «Макинский завод поршневых колец», АО «Павлодартрактор», АО «Теплоприбор» (г. Караганда), на ГАЗе, МосавтоЗИЛе, на Карагандинском литейном заводе корпорации «Казахмыс» и др.

В АО «Теплоприбор» по импульсной технологии изготавливаются 2 млн. штук отопительных радиаторов общим весом 12600 тонн в год на одной автоматической формовочной машине Ф.109. Потребность импульсной техники — 12 машин. Оптимальные радиаторы МС-90-300 в импортном исполнении изготавливают на импульсных формовочных машинах для Болгарии и Турции. Для получения форм малогабаритных котлов изготовлена воздушно-импульсная формовочная машина. Готовый выпуск секции котлов — 980000 шт. В результате внедрения импульсной техники и технологии снизился вес отливок на 4 % за счет повышения размерной точности и уменьшился брак отливок на 20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лыков А. В. Тепломассообмен: Справочник. М.: Энергия, 1982. 560 с.
2. Лейбензон Л. С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. М. –Л.: Гостехиздат, 1967. 224 с.
3. Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов. М.: Машиностроение, 1997. 560 с.

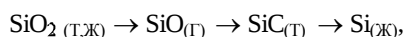
УДК 541.118+546.28

А.М. ЕФИМЕЦ
А.С. КИМ
А.А. АКБЕРДИН

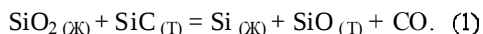
Влияние B_2O_3 на кинетику взаимодействия карбида кремния с силикатными расплавами системы $CaO - SiO_2 - Al_2O_3$

Карбид кремния (SiC) является непременным участником производства кремнистых ферросплавов в рудно-термических печах. Последовательность превращений кремнезема (SiO_2)

при его карбо-термическом восстановлении согласно современным представлениям в общем виде может быть описана следующей схемой:



где карбид кремния отводится одна из важнейших ролей в получении кремния. Одна из таких реакций может быть записана следующим образом:



В ней кремнезем обозначен как жидкая фаза. Правомерность такого подхода обусловлена использованием в настоящее время шихтовых материалов (кварцит, коксик, стружка и т.д.) недостаточно высокого качества, приводящего к увеличению кратности шлака. В этом случае значительная часть кремния восстанавливается из кремнезема жидкого шлака, описываемого системой $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. Если термодинамика указанной реакции (1) рассмотрена достаточно подробно [1–4], то ее кинетические особенности изучены мало. В настоящей работе экспериментально изучено влияние присадок борного ангидрида (B_2O_3) на кинетику взаимодействия карбида кремния с кремнеземом жидкого печного шлака.

Необходимые для проведения опытов шлаки характерного для выплавки ферросилиция состава были синтезированы из оксидов реактивной чистоты путем сплавления их в заданной пропорции. Карбид кремния и борный ангидрид были чистотой 99,8–99,9 %. Составы шихтовых материалов приведены в табл. 1. Количество карбида кремния в шихту задавали из расчета полного восстановления SiO_2 шлака, а железа-получения ферросилиция марок ФС75 и ФС45. Для лучшего смешения все материалы перед опытами продрабмливали до крупности минус 0,1 мм. Опыты проводили в графитовых тиглях в печи Таммана. Тигель с шихтой, подвешенный к весам, опускали в предварительно нагретую до заданной температуры печь. Согласно предварительных опытов до необходимой температуры шихта в тигле прогревалась за 2–3 минуты. С этого момента через каждые 5 минут в течение 1 часа фиксировали убыль веса и поддерживали температуру печи на уровне заданной. После опытов металл и шлак анализировали химическим способом на основные компоненты.

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал	Состав, мас. %, %				
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	B_2O_3	SiC
Шлак 1	58,60	33,28	8,11		
Шлак 2	58,38	8,23	3,39		
Карбид кремния					99,8
Оксид бора				99,9	

Результаты опытов со шлаком №1 (табл. 1) на выплавку ФС45 графически представлены на рис. 1. Они показывают, что присадка в шихту B_2O_3 способствует более полному взаимодействию кремнезема шлака с карбидом кремния, что видно по росту убыли веса образца со временем. Однако

необходимо отметить, что при высоких температурах степень восстановления кремнезема, определенная по убыли веса и по химическому анализу металла на кремний, отличаются заметно. Это сопоставление сделано в табл. 2 и 3.

При 1700°C (табл. 3) степень восстановления по убыли веса даже превышает 100% (или 1, если ее определять в долях). Отмеченное объясняется повышенными потерями кремния в возгоны в виде монооксида (SiO) согласно приведенной выше реакции 1. По этой причине степень восстановления определяли по химическому анализу металла на кремний. При 1600°C (табл. 2) это различие меньше.

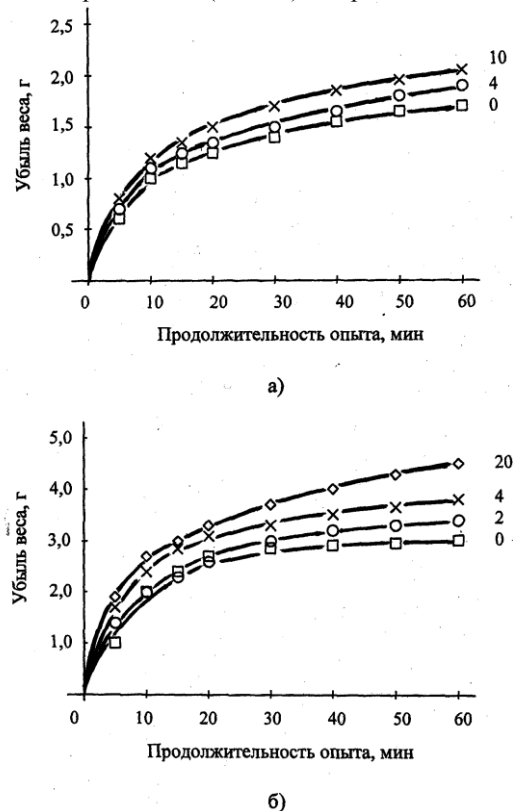


Рис. 1. Убыль веса при взаимодействии карбида кремния с печным шлаком на получение ФС45 при 1600°C (а) и 1700°C (б)

При анализе опытных данных обнаруживается интересная особенность влияния борного ангидрида на содержание кремния в металле, точнее, на его предельное для данных условий значение. При наличии в шлаке 2% B_2O_3 это предельное значение достигается к 30-й минуте, 4% — к 20-й, а 20% B_2O_3 — к 15-й минуте опыта. Это свидетельствует о повышении скорости взаимодействия карбида кремния с печным шлаком в случае добавки в последний борного ангидрида (B_2O_3). Количественную оценку этого ускорения выполнили, используя кинетические модели, описывающие превращения веществ, в том числе и восстановление оксидов.

В литературе предложено большое количество моделей для описания результатов кинетических опытов [5]. Считают, что наиболее общим из уравнений, описывающих реакции распада различных веществ, является следующее [6]:

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = k(1-\alpha)^S \tau^m, \quad (2)$$

где α — степень превращения вещества;
 k — константа скорости процесса;

Таблица 2

Влияние B_2O_3 на степень восстановления кремнезема карбидом кремния при температуре опыта 1600°C

Содержание B_2O_3 , %	Время (τ), мин	Убыль веса (ΔM), гр.	Содержание [Si], %	Степень восстановления (α)	
				по анализу металла	по убыли веса
0	5	0,6	7,9	0,1620	0,1820
	10	1,0	13,2	0,2700	0,3030
	15	1,15	15,2	0,3105	0,3490
	20	1,25	16,5	0,3370	0,3790
	30	1,40	18,5	0,3780	0,4250
	40	1,55	20,45	0,4180	0,4700
	50	1,65	21,7	0,4450	0,5010
	60	1,70	22,43	0,4590	0,5150
4	5	0,70	9,15	0,1870	0,2124
	10	1,10	14,4	0,2940	0,3338
	15	1,25	16,3	0,3340	0,3790
	20	1,35	17,6	0,3610	0,4097
	30	1,50	19,6	0,4010	0,4552
	40	1,65	21,6	0,4490	0,5010
	50	1,80	23,5	0,4810	0,5463
	60	1,90	24,84	0,5080	0,5760
10	5	0,80	10,03	0,2050	0,2428
	10	1,20	15,46	0,3080	0,3642
	15	1,35	16,9	0,3430	0,4097
	20	1,50	18,8	0,3850	0,4552
	30	1,70	21,3	0,4360	0,5150
	40	1,85	23,2	0,4750	0,5615
	50	1,95	24,5	0,5000	0,5918
	60	2,05	25,72	0,5260	0,6221

Таблица 3

Влияние B_2O_3 на степень восстановления кремнезема карбидом кремния при температуре опыта 1700°C

Содержание B_2O_3 , %	Время (τ), мин	Убыль веса (ΔM), гр.	Содержание [Si], %	Степень восстановления (α)	
				по анализу металла	по убыли веса
1	2	3	4	5	6
0	5	1,01	10,9	0,2230	0,3065
	10	2,01	21,7	0,4440	0,6100
	15	2,41	24,0	0,5320	0,7314
	20	2,71	29,3	0,5940	0,8225
	30	2,86	30,9	0,6320	0,8680
	40	2,91	31,4	0,6430	0,8832
	50	2,96	32,0	0,6540	0,8983
	60	3,01	32,5	0,6650	0,9135
2	5	1,40	15,03	0,3070	0,4249
	10	2,00	22,5	0,4390	0,6070
	15	2,30	24,7	0,5040	0,6980
	20	2,60	27,9	0,5700	0,7891

	30	3,00	32,2	0,6580	0,9105
	40	3,20	32,2	0,6580	0,9712
	50	3,30	32,2	0,6580	1,0015
	60	3,40	32,2	0,6580	1,0319

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6
4	5	1,70	17,1	0,3504	0,5159
	10	2,40	24,2	0,4950	0,7284
	15	2,85	28,7	0,5870	0,8649
	20	3,10	31,24	0,6390	0,9408
	30	3,30	31,24	0,6390	1,0015
	40	3,50	31,24	0,6390	1,0622
	50	3,65	31,24	0,6390	1,1077
	60	3,80	31,24	0,6390	1,1533
20	5	1,90	20,03	0,4090	0,5766
	10	2,70	28,50	0,5820	0,8194
	15	3,00	31,64	0,6470	0,9105
	20	3,30	31,64	0,6470	1,0015
	30	3,70	31,64	0,6470	1,1229
	40	4,00	31,64	0,6470	1,2140
	50	4,28	31,64	0,6470	1,2989
	60	4,50	31,64	0,6470	1,3640

τ — время, прошедшее от начала опыта;
 s — коэффициент, учитывающий
 непропорциональность зависимости скорости
 процесса от $1-\alpha$.

При $s = 1$ и интегрировании этого выражения
 можно получить уравнение

$$\alpha = 1 - e^{-\frac{k}{(m+1)}\tau^{(m+1)}}, \quad (3)$$

которое было успешно использовано для оценки
 взаимодействия карбида кремния с печным шлаком
 производства ферросилиция [7]. Логарифмируя это
 выражение, получаем

$$\ln[-\ln(1-\alpha)] = (m+1) \ln \tau + \ln \frac{k}{(m+1)}. \quad (4)$$

Аналитически уравнение (4) представляет собой
 прямую линию, отсекающую на оси $\ln[-\ln(1-\alpha)]$
 отрезок, равный

$$\ln \frac{k}{(m+1)} = a. \quad (5)$$

Тангенс угла наклона прямой (4) к оси $\ln \tau$ дает
 значение $(m+1)$. Из выражения (5) находим, что

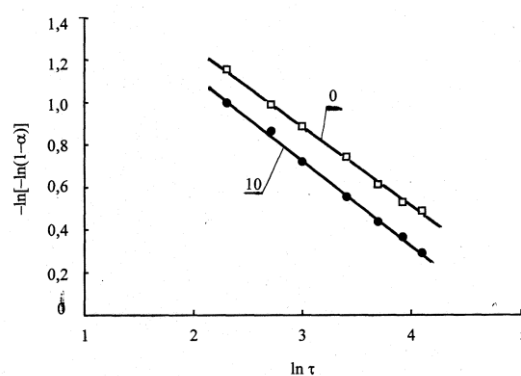
$$\ln k = a + \ln(m+1). \quad (6)$$

Используя приведенные в табл. 2 и 3 значения
 степени превращения (α) образцов и
 продолжительности опытов (τ), рассчитали $\ln[-\ln(1-\alpha)]$
 и $\ln \tau$. Часть полученных данных графически
 представлены на рис. 2. Видно, что результаты опытов
 в координатах $\ln[-\ln(1-\alpha)] - \ln \tau$ хорошо
 укладываются на прямые. Поскольку использованная
 модель создана для диффузионных процессов, то это

позволяет утверждать, что реакция разрушения
 карбида кремния кремнеземом печного шлака
 проходит в диффузионном режиме.

В этих же координатах опытные данные были
 обработаны математически методом наименьших
 квадратов. Во всех случаях исследуемые зависимости
 с высокими коэффициентами корреляции (R)
 описываются уравнениями прямых. Так, для
 температуры 1600°C и содержания в шлаке 4 % B_2O_3
 искомое уравнение выглядит следующим образом

$$\ln[-\ln(1-\alpha)] = -2,2171 + 0,4634 \ln \tau.$$



Цифры на кривых — содержание B_2O_3 в шлаке, %.

Рис. 2. Зависимость степени восстановления
 кремнезема карбидом кремния от времени при 1600°C

Согласно данному выше определению свободный
 член уравнения (5), численно равный $-2,2171$, есть
 отрезок $\ln(k/m+1)$, отсекаемый на оси ординат, а
 угловой коэффициент (0,4634) представляет собой
 $(m+1)$. Тогда можно записать:

$$\ln(k/m+1) = -2,2171 \text{ или } \ln(k/0,4634) = -2,2171.$$

Из последнего выражения находится константа скорости (k) изучаемой реакции. Для рассматриваемых условий она численно оказалась равной $5,05 \cdot 10^2$. Результаты таких расчетов сведены в табл. 4.

В таблице для каждого значения содержания B_2O_3 в шлаке дано найденное нами уравнение ($y = -a + bx$) зависимости степени превращения от времени, где для краткости ввели обозначения: $y = \ln[-\ln(1-\alpha)]$; $a = \ln(k/m+1)$; $b = (m+1)$; $x = \ln \tau$. Анализируя данные табл. 4, можно видеть, что как с ростом температуры, так и содержания B_2O_3 в шлаке константа скорости увеличивается. Если учесть, что B_2O_3 является сильным плавнем, снижающим вязкость металлургических шлаков, то диффузионный характер изучаемого процесса не вызывает сомнения. Математически это выражается приводимыми ниже двумя уравнениями зависимости константы скорости (k) от концентрации в шлаке B_2O_3 , полученными обработкой методом наименьших квадратов содержащихся в табл. 4 данных.

Таблица 4

ЗНАЧЕНИЯ $(m+1)$, $\ln k$ и k УРАВНЕНИЯ (4)

№	B_2O_3 , %	$(m + 1)$	$-\ln k$	$k \cdot 10^3$	$y = -a + bx$		R
					$-a$	b	
$t = 1600^\circ\text{C}$							
1	0	0,4713	3,1012	4,50	2,3489	0,4713	0,980
2	4	0,4634	2,9863	5,05	2,2171	0,4634	0,988
3	10	0,4565	2,9084	5,46	2,1242	0,4565	0,992
$t = 1700^\circ\text{C}$							
4	0	1,0870	2,9607	5,18	3,0442	1,0870	0,985
5	2	0,5306	2,4507	8,62	1,8170	0,5306	0,990
6	4	0,6070	2,300	10,0	1,800	0,6070	0,996
7	20	0,5676	2,090	12,34	1,5258	0,5676	0,975

$$k = B_2O_3 / (2,35 + 18,24 \cdot B_2O_3) \text{ для температуры } 1600^\circ\text{C}, R = 0,999, \quad (7)$$

$$k = B_2O_3 / (4,95 + 7,90 \cdot B_2O_3) \text{ для температуры } 1700^\circ\text{C}, R = 0,999. \quad (8)$$

Одновременно по виду уравнений нельзя не заметить экстремальной зависимости константы скорости от содержания B_2O_3 . Более наглядно это видно из графической интерпретации уравнений (рис. 3). Очевидно, что для рассматриваемых условий оптимальная концентрация борного ангидрида в шлаке находится в пределах 2–4 % и дальнейшее увеличение его количества с точки зрения роста скорости разрушения карбида кремния кремнеземом шлака не имеет смысла.

Полезную информацию в этом плане может дать также величина энергии активации, которая вычисляется из температурной зависимости константы скорости реакции:

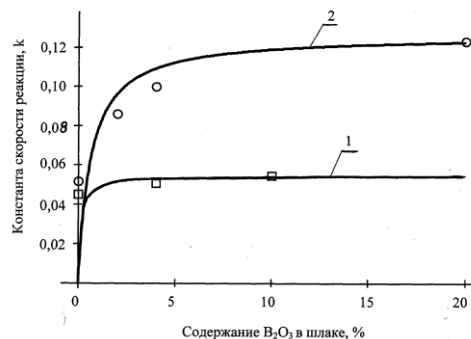
$$k = A \cdot \exp(-E/RT).$$

После логарифмирования эта зависимость имеет следующий вид:

$$\ln k = \ln A - E/RT.$$

При наличии двух значений константы скорости (k_1 и k_2) при двух температурах (T_1 и T_2) и известном из справочных данных значений газовой постоянной (R) энергия активации может быть найдена следующим образом:

$$E = R \cdot \ln(k_2/k_1) / (1/T_1 - 1/T_2).$$

Рис. 3. Влияние содержания B_2O_3 в шлаке на константу скорости процесса восстановления при 1600°C (1) и 1700°C

Для реакции взаимодействия шлака с карбидом кремния без использования B_2O_3 она оказалась равной 259 Кдж/моль , а в присутствии 4% борного ангидрида — 210 Кдж/моль . Факт снижения энергии активации с присадкой B_2O_3 говорит о ее зависимости от вязкости шлака. Примечательно, что «Е» взаимодействия карбида кремния с чистым кремнеземом, имеющим высокую вязкость, составляет $548\text{--}406 \text{ Кдж/моль}$ [7].

Имея приведенные в табл. 4 данные, можно найденные нами зависимости представить в изначальном — экспоненциальном — виде (3). Если подставить в уравнение (3) значения константы (k) и $(m+1)$ из табл. 4, то, например, для температуры 1600°C и концентрации в шлаке 0 и 4% B_2O_3 получим соответственно следующие уравнения:

$$\alpha_1 = 1 - e^{-0,0955 \cdot \tau^{0,4713}}, \quad \alpha_2 = 1 - e^{-0,1090 \cdot \tau^{0,4634}}.$$

Обратим внимание на величину показателя степени при времени (τ). Она меньше 1. Как показано в ряде работ, при величине этого показателя больше 1 процесс протекает в кинетической области, а меньше 1 — в диффузионной. По совокупности приведенных выше показателей можно считать, что изучаемый процесс протекает в диффузионной области, а присадка B_2O_3 ускоряет его. Практически это предложение можно реализовать за счет использования в производстве FeSi боратовых руд Индерского месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щедровицкий Я.С. Высокремнистые ферросплавы. Свердловск: Metallurgizdat, 1961. 256 с.
2. Гельд П.В., Есин О.А. Процессы высокотемпературного восстановления. Свердловск: Metallurgizdat, 1957. 646 с.
3. Гасик М.И., Лякишев Н.П., Емлин Б.И. Теория и технология производства ферросплавов. М.: Металлургия, 1988. 784 с.
4. Толстогузов Н.В. Теоретические основы и технология плавки кремнистых и марганцевых сплавов. М.: Металлургия, 1992. 239 с.
5. Белькович П.М. Обзор топокинетических уравнений и их применимости к кинетике термического распада твердых веществ // Институт химии АН БССР. Сб. научных работ 1956. №1 (1). С.21–35.
6. Черненко А.М. Применение ЭВМ для подбора уравнений, описывающих кинетические кривые термического распада карбонатов магния, гидроокиси магния и азиды бария / В кн.: Математические методы в петрологии и геохимии. М.: Наука, 1970. С. 55–59.
7. Хрущев М.С. Кинетика взаимодействия расплавов $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ с SiC и влияние на этот процесс криолита // Сб. научн. тр. «Производство ферросплавов». Новокузнецк, 1984. С. 21–27.

Раздел 3

Геотехнологии

УДК 622.271

*И.Д. АРЫСТАН
Г.А. АУКЕШЕВ
А.И. АРЫСТАНОВ*

Управление состоянием очистного пространства жильных месторождений сложного строения на глубоких горизонтах

Специфические особенности геологического строения жильных месторождений предопределили ограниченное количество методов выемки жил, существенно отличающихся от методов подземной разработки других типов месторождений.

Большое влияние на выбор технологии отработки кварцевых жил в условиях рудника Бестобе оказывает фактор роста глубины. Как известно, особая опасность больших глубин — это горные удары. По удароопасности данное месторождение относится в основном к первой группе. Удароопасность в рассматриваемых условиях начинает проявляться при глубине работ около 400 метров, в этих условиях даже на больших глубинах возможны такие же системы разработки, как и на меньших. Однако определенная часть залежей относится ко второй группе, где применительно к глубоким горизонтам требуется сплошная выемка, без оставления пустот и целиков. При существующей системе разработки с распорной крепью значительная часть запасов (11-18%) блока остается в целиках, что требует:

1) изыскания рациональных схем расположения и выбор параметров целиков, при которых запас последних был бы минимальным по условию прочности;

2) создание безопасных условий для эффективного извлечения целиковых запасов путем минимального нарушения установившегося характера распределения напряжений в пределах рабочего блока;

3) внедрение эффективных способов выемки целиковых запасов;

4) по мере понижения горных работ перейти на сплошную механизированную выемку или на закладку.

В разные годы КарПТИ [1] было изучено состояние очистных блоков на разных горизонтах (385, 430, 475, 520, 565, 610, 655, 740 метров). По данным геолого-маркшейдерской службы рудника установлено, что при отработке запасов до 340-го горизонта (глубина 300 м) не зафиксировано ни одного случая полного обрушения блока. При отработке запасов горизонта 385 м за 5 лет и 6 месяцев в 37 отработанных блоках произошло одно полное и три частичных обрушения. На горизонте 430 м при 17 отработанных блоках в двух случаях произошло полное обрушение вслед за зачисткой очистного пространства, в одном случае — в процессе отработки блока. Начиная с горизонта 475 м и в последующем, куполение и обрушение пород кровли при ведении очистных работ происходят постоянно.

Анализ опыта работы отечественных и зарубежных горнорудных предприятий, разрабатывающих жильные месторождения, показывает, что, несмотря на неоднократные попытки внедрения более эффективной технологии отработки, обеспечивающей механизацию выемки руды и управления кровлей, данная проблема до настоящего времени остается нерешенной. Лишь отдельными исследователями для отработки рудных тел предлагались разные варианты систем разработки с применением передвижной механизированной крепи

[2], однако они не нашли практического применения на отечественных рудниках из-за несовершенства предлагаемых конструкций и отсутствия опытно-промышленных испытаний в конкретных горно-геологических условиях.

С целью выбора и обоснования технологии эффективного управления состоянием очистного пространства группой сотрудников КПТИ были проведены опытно-экспериментальные работы по отработке трех блоков (655-го горизонта), находящихся в сложных горно-геологических условиях.

Рудное тело в пределах опытных блоков представлено мощной зоной измененных рассланцеванных пород, кварц в которой встречается в виде прожилков и линз. Мощность рудного тела колеблется от 0,25 до 2,0 м при средней 0,74 м, разбито трещинами, не имеет спаянности с боковыми породами. Простираание северо-восточное, с падением на северо-запад под углом 30–40°; устойчивость рудного тела средняя, в раздувах — неустойчивая, объемный вес кварца 2,72 т/м³.

Вмещающие породы представлены мелкозернистыми трещиноватыми песчаниками. Трещины разориентированные, как секущего, так и согласного падения, взаимно пересекаясь, создают сеть трещин, ослабляющих устойчивость пород. Трещины выполнены в основном кварц-карбонатным материалом. Отмечается интенсивная слоистость обратного жилепадения, образующая с жилой острые углы встречи, по которым возможны вывалы горной массы. По флангам боковые породы сильно ослаблены. Коэффициент крепости пород, по Протождяконову составляет 10–11, обводненность в горных выработках отсутствует.

Проектом предусмотрено исследование характера взаимодействия забойных крепей с вмещающимися породами с целью обоснования параметров для механизации крепления и управления кровлей. В качестве призабойной использовались крепи постоянного сопротивления (гидростойки и стойки трения 13СТ30), формирующие показатели, аналогичные взаимодействию механизированных крепей с вмещающими породами. По паспорту крепления и управления кровлей предусматривалось использование металлоостоек у груди забоя в два ряда, а гидравлических только — во втором ряду. Также проектом учитывались рекомендации и мероприятия КарПТИ, составленные по результатам ранее проведенных исследований:

- сокращение длины блока по простиранию не более 20–30 м;
- оставление регулярных надштрековых и подштрековых целиков;
- крепление сопряжения штрека с очистным блоком штанговой крепью дополнительно к деревянной крепи днища блока;
- оставление регулярных междублоковых целиков через каждые 20–30 м или в местах тектонических нарушений и других осложнений;
- усиление крепления призабойного пространства на расстоянии не более 1,0–1,2 м от груди забоя;

– усиление плотности крепи в зоне возможных отслоений.

С учетом горногеологических условий и рекомендаций КарПТИ проектом предусматривалась отработка блока в три стадии. Размеры их по простиранию для I-стадии — 22–26 м, II-стадии — 20–26 м, III-стадии — 18–29 м, наклонная длина блока составляла 59–62 м; размер целика по восстанию равен 7 м, по простиранию — от 3 до 5 м.

В ходе эксперимента исследован характер проявления горного давления и установлены параметры устойчивых и неустойчивых обнажений пород кровли. При обосновании параметров устойчивых обнажений кровли для условий Бестюбинского месторождения принимались следующие значения величин, определенных по результатам наблюдений (табл.): $a = 26$; $a_{\partial л} = 17$; $b = 5$; $b_{\partial л} = 1,9$.

ПАРАМЕТРЫ УСТОЙЧИВЫХ И НЕУСТОЙЧИВЫХ ПОРОД КРОВЛИ

Название (стадия отработки) блоков	Устойчивые обнажения, м		Предельные обнажения, м	
	длина ($a_{\partial л}$)	ширина ($b_{\partial л}$)	длина (a)	ширина (b)
№1	20	1,7	23	4,5
№2	16	1,9	26	5,5
№3	15	2,1	29	5,0
Среднее	17	1,9	26	5,0

Подставляя полученные значения в формулы гиперболической зависимости исследуемых величин, получим:

$$U = 5 + \frac{441}{x - 5}, \text{ м} \quad (1)$$

$$U_{\partial л} = 1,9 + \frac{228}{x - 1,9}, \text{ м.} \quad (2)$$

При конкретных данных обнажения кровли U и $U_{\partial л}$, найденные по формулам (1) и (2), будут следующими (м):

X	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
U	93,2	49,1	29,4	27,05	22,6	19,7	17,6	16	14,8	13	11,7
$U_{\partial л}$	30	19,3	14,5	11,7	10	8,5	7,9	7,2	6,6	5,8	5,1

где a, b — соответственно длина и ширина обрушающегося обнажения, м;

$a_{\partial л}, b_{\partial л}$ — длина и ширина обнажения, сохраняющего устойчивость длительное время, м;

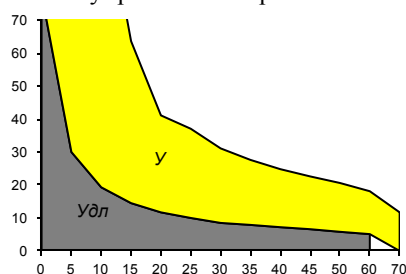
U, x — соответственно ширина и длина искомого устойчивого обнажения.

По полученным данным построен график зависимости длины и ширины допускаемого обнажения от времени сохранения кровли в устойчивом состоянии (рис.).

Гиперболу, выражающую функцию U , назовем гиперболой предельного обнажения, а выражающую функцию $U_{\partial л}$ — гиперболой временной устойчивости.

Ими охвачены три зоны (см. рис.) длительной устойчивости, временной и обрушения.

Таким образом, с использованием расчетных формул и графика можно по известной длине забоя определить допустимую ширину обнажения, т.е. отработанную часть блока, обеспечивающую длительную или временную устойчивость пород кровли без крепления. Полученные экспериментальным путем результаты близко совпадают с данными практики, что свидетельствует о достаточной достоверности их для обоснования выбора способа управления и крепления



Определение допустимой площади обнажения кровли: Y – зона временной устойчивости, при $t = 0$, $Y_{дл}$ – зона длительной устойчивости, при $t = 24$ ч

очистного пространства механизированными крепями. Проведенный опыт показал, что параметры взаимодействия пород кровли с призабойными крепями позволяют в условиях рудника Бестобе перейти на механизированное крепление очистного пространства, но для этого требуется обоснование основных параметров взрывоограждающего щита специальной конструкции, работающего во взаимодействии с опорными элементами крепей. Кроме этого в качестве забойных крепей возможно использование пневмобаллонных крепей усиленной конструкции, предложенных КарПТИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арыстанов И.Д. и др. Исследование и изыскание эффективных способов управления горным давлением при отработке жильных месторождений на глубоких горизонтах: Научный отчет КПТИ. Караганда, 1989-1995гг.
2. Балах Р.В. Исследование эффективности передвижной крепи при разработке тонких крутопадающих жильных месторождений: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Алма-Ата, 1958.

УДК 622.01:622.83

Г.И. САМАРЦЕВ

К определению величины угла внутреннего трения горных пород

Сочетание характерных для каждой горной породы хрупко-упругого и пластического состояний определяет характер и особенности протекания процесса деформирования породных обнажений и усложняет как использование математических моделей этой среды для решения вопросов устойчивости, так и разработку геомеханической модели с аналитическим аппаратом, учитывающим каждое из вышеотмеченных свойств массива. При этом использование геомеханической модели горного массива, опирающейся на положение механики твердого тела, в котором принято считать породы в качестве только хрупкого материала, ограничивается неравномерным характером развития процесса деформирования, зависящего от времени действия напряжений (нагрузки).

Превышение величины наибольшего напряжения значений прочности горных пород приводит к потере сплошности горного массива и разрушению обнаженного породного контура. При этом положение поверхности скольжения (разрывных смещений) на любом участке изотропного или трещиноватого массива горных пород зависит в основном от ее ориентировки относительно направления действия максимального из главных напряжений и угла внутреннего трения массива [1]. Непосредственной

причиной потери сплошности могут быть растягивающие напряжения или сдвиг. Являясь косвенной причиной разрушения, не последнюю роль в этом процессе играет и сжатие, создающее условия для последующей реализации сдвигающих и срезающих усилий.

Кроме трещин отрыва, появление которых обусловлено не только действием напряжений, но и собственным весом обрушающихся пород, при большом трении в сильно податливых материалах возникают трещины скалывания. Эти трещины не располагаются параллельно плоскости действия наибольшего из главных напряжений σ_1 и перпендикулярно к одному из двух других σ_2 или σ_3 , а составляют с σ_1 определенный угол α .

Условия разрушения и затраты энергии зависят от величины силы внутреннего трения горных пород, которая является функцией коэффициента внутреннего трения и величиной постоянной для данного минералогического состава горных пород [2]. Испытывая воздействия предельных величин напряжения в области всестороннего сжатия, упругие горные породы разрушаются в результате потери связи между участками (частицами) массива и перемещений их друг относительно друга при

преодолении появляющихся сил трения. Это приводит к появлению сначала микро-, а затем макротрещин с увеличением объема участков горного массива испытывающего давления. Интенсивность развития процесса трещинообразования, а в последующем и возможного разрушения напрямую зависит от скорости действия внешних сил (напряжений) на тело с обязательным выделением накопленной энергии упругих деформаций, приводящей к снижению интенсивности действующих напряжений.

Согласно теории разрушения Мора, сдвиг произойдет, если величина касательного напряжения τ будет равна

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg} \rho, \quad (1)$$

где σ_n — нормальное напряжение, Па;

ρ — угол внутреннего трения, градус;

$\operatorname{tg} \rho$ — коэффициент внутреннего трения.

Горный массив в естественно-природном состоянии находится под всесторонним влиянием действующих главных напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3 . При определении предела прочности в результате объемного сжатия в лабораторных условиях большинство образцов разрушается в виде скалывания (сдвига) вдоль одной или двух плоских поверхностей. Процесс сдвига происходит под углом α с направлением наибольшего по величине из главных напряжений, величина которого зависит от угла внутреннего трения ρ , влияющего на динамику реализации критических деформаций в виде разрушения горных пород. Значение величины ρ , являющейся одним из основных прочностных параметров при оценке сопротивления породы сдвигу для пород, изменяется в пределах 20-50°.

Согласно формуле (1) с ростом величины ρ вероятность сдвига уменьшается, так как для его реализации потребуется большее напряжение, и, с другой стороны, под углом, равным ρ , поверхность предрасположена к скольжению. Две касательные к кругам Мора, являющиеся линиями разрушения, соответствуют двум вероятным поверхностям сдвига, которые в этом случае с осью наибольшего из напряжений σ_1 составляют угол α , определяемый по формуле

$$\alpha = \pm(45^\circ - \rho/2). \quad (2)$$

Результаты обработки данных инструментальных наблюдений в подземных горных выработках разными методами показывают, что при временном и скачкообразном характере разрушение незакрепленного породного контура происходит по трещинам, параллельным плоскостям обнажения и распространяющимся, в частности, в упругопластическом массиве, вдоль линии скольжения. Эти линии составляют с направлением действия максимального из главных напряжений угол, определяемый по формуле (2).

При определении величины угла внутреннего трения ρ по паспорту прочности через известные для литологических разностей значений $\sigma_{сж}$, σ_p , σ_1 и σ_3 , в первую очередь, возникает проблема с выбором вида условия прочности. В аналитических исследованиях

горного массива принято применять критерий прочности Мора с использованием прямой касательной линии, что позволяет однозначно решить задачу с получением прочностной характеристики ρ . Однако замена этой прямой криволинейной огибающей кругов главных напряжений и $\sigma_{сж}$ и σ_p не дает согласно ГОСТ 21153.8-88 однозначности в определении величины угла внутреннего трения.

Согласно статистической теории прочности Б. Брэди, имеющиеся в теле свободно ориентированные микротрещины при определенном «выгодном» расположении приводят к его разрушению. При разрушении тела в процессе упругопластического сдвига прочность на сдвиг можно определить по одной из модификаций теории Гриффитса [3]:

$$\tau = 2\sigma_p + \sigma_n \operatorname{tg} \rho, \quad (3)$$

где σ_p — прочность на отрыв (растяжение), Па;

σ_n — нормальное напряжение на плоскости сдвига, Па;

$\operatorname{tg} \rho$ — коэффициент внутреннего трения вдоль стенок трещин.

Из формулы (3) получим

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{\tau - 2\sigma_p}{\sigma_n}. \quad (4)$$

Зная, что значение величины σ_p мало по сравнению с величинами τ и σ_n , для практических расчетов формула (4) может иметь следующий вид:

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{\tau}{\sigma_n}, \quad (5)$$

что следует и из формулы (1).

При выполнении соотношения между главными напряжениями типа $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ через любую физическую точку массива горных пород можно провести две взаимнопересекающиеся площадки сдвига (скольжения), параллельные направлению среднего по величине из главных напряжений σ_2 и составляющие с направлением σ_1 угол α , вычисляемый по формуле (2).

Основываясь на предположении о незначительности влияния на процесс деформирования и разрушения промежуточного напряжения σ_2 и поэтому, рассматривая трехосное напряженное состояние массива горных пород в плоскости, перпендикулярной к оси этого напряжения, величины нормально действующего и по поверхности сдвига напряжения определяются по формулам [4]

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\alpha \quad (6)$$

и

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\alpha. \quad (7)$$

Подставив в формулу (5) величины (6) и (7) и с учетом формулы (2), получим

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3) \cos \rho}{\sigma_1 + \sigma_3 - (\sigma_1 - \sigma_3) \sin \rho} \quad (8)$$

или

$$\operatorname{ctg} \rho = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{(\sigma_1 - \sigma_3) \cos \rho} - \operatorname{tg} \rho. \quad (9)$$

Откуда

$$\sin \rho = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \quad (10)$$

или

$$\rho = \arcsin \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}. \quad (11)$$

При отсутствии измеренных в натуральных условиях значений σ_1 и σ_3 , их величины можно определить по известным для упругой среды формулам

$$\sigma_1 = \gamma H, \quad (12)$$

$$\sigma_3 = \lambda \sigma_1 = \lambda \gamma H \quad (13)$$

где γ — средневзвешенное значение плотности или объемного веса породного массива, кг/см²;

H — глубина ведения горных работ или расположения горного сооружения (выработка), м;

λ — коэффициент бокового распора.

Для крепких пород, обладающих вышеуказанными свойствами, величина λ определяется по формуле А.Н. Динника

$$\lambda = \frac{\mu}{1 - \mu}, \quad (14)$$

где μ — коэффициент Пуассона горной породы.

Подставив выражение (12) и (13) в формулу (11) и с учетом формулы (14), получим

$$\rho = \arcsin (1 - 2\mu). \quad (15)$$

Сопоставление данных значений величин угла внутреннего трения для большинства основных литологических разностей, взятых из различных литературных источников [5, 6], и значения ρ , вычисленных по формуле (15) (табл.), показывает, что расхождение между значениями ρ_{np} и $\rho_{тео}$ составляет в среднем около 4% и его величина зависит от погрешности определения ρ_{np} и μ .

По сравнению с определением значений угла внутреннего трения горной породы по паспорту прочности формула (15) позволяет вычислять его величину с достаточной для решения горнотехнических задач точностью и надежностью, т.к. определение коэффициента Пуассона производится по проверенной и гарантированной методике [5].

В частности, определяемая величина угла внутреннего трения по формуле (15) может быть использована при обработке результатов изучения трещиноватости, определении параметров процесса сдвижения горных пород и при оценке устойчивости откосов уступов и бортов карьеров.

ЗНАЧЕНИЕ УГЛА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Порода	Коэффициент Пуассона по данным [5] и [6]	Угол внутреннего трения, градус		Отклонение		Примечание
		по данным [5] и [6]	по формуле (15)	в градусах	в %	
Алевриты	0,2 – 0,3	30	$\frac{24-37}{30,5}$	-0,5	2	24-37 предел изменения
Аргиллиты	0,14 – 0,25	$\frac{30-43}{36,5}$	$\frac{30-46}{38,0}$	-1,5	4	
Базальты	0,22 – 0,26	$\frac{32-35}{33,5}$	$\frac{29-34}{31,5}$	-2	6	
Габбро-диориты	0,19 – 0,29	32	$\frac{25-38}{31,5}$	0,5	2	
Глинистые сланцы	0,21 – 0,29	$\frac{23-38}{30,5}$	$\frac{25-35}{30}$	0,5	2	
Глина	0,36	15	16	1	6	
Граниты	0,18 – 0,22	$\frac{32-35}{33,5}$	$\frac{34-40}{37}$	3,5	10	
Долерит	0,25	32	30	2	7	
Известняки	0,27	27	27	0	0	
Мраморы	0,20 – 0,25	36	$\frac{30-37}{34}$	2	6	
Песчаники	0,1 – 0,3	38	$\frac{24-53}{38,5}$	-0,5	2	
Порфирит	0,33	32	33	-1	3	
Роговики	0,22 – 0,27	31,5	$\frac{27-34}{30,5}$	1	3	
Скарны	0,22	34	34	0	0	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. М.: Недра, 1981. 245 с.
2. Родин Р.А. Разрушение горных пород // Изв. вузов. Горный журнал. 1989. №12. С. 1–5.
3. Brace W.F. An extension of the Giffith theory of fracture to rocks. Journ Geoph.Res. V.65. №10. 1960.
4. Фисенко Г.Л. Предельное состояние горных пород вокруг выработок. М.: Недра, 1976. 272 с.
5. Ильницкая Е.И., Тедер Р.И., Ватолин Е.С., Кунтыш М.Ф. Свойства горных пород и методы их определения. М.: Недра,

1969. 392 с.

б. Матвеев Б.В., Михеев М.М., Карташов Ю.М. и др. Каталог показателей прочности и деформируемости породных образцов угольных месторождений. Л.: ВНИМИ, 1973. 40 с.

УДК 622.27:274.3

Б.Т. БЕРКАЛИЕВ
А.М. НУРПЕИСОВА

О рациональной технологии подземной разработки месторождения Ушкатын-III

Комплексное свинцово-баритовое и железо-марганцевое месторождение Ушкатын-III представлено рудными залежами преимущественно крутого падения. Лишь в замковых частях синклинальных складок выделяются небольшие по площади участки пологого падения. Рудные тела и вмещающие породы устойчивые, крепость их по шкале проф. А. Протодяконова соответственно $f = 13-15$, $f = 10-12$.

Основополагающим принципом формирования технологической схемы горных работ являются эффективное и комплексное освоение природных ресурсов месторождения и охрана окружающей среды. Реализация современных требований к технологии горных работ возможна лишь при использовании прогрессивных технологических решений, основанных как на традиционной комплексно-механизированной выемке полезных ископаемых, так и на геотехнологических способах добычи.

С учетом достижений и перспектив развития горной науки и практики предлагается технология ведения горных работ на месторождении, в основу формирования которой заложена концепция целенаправленного размещения отходов горного производства (пустая порода, хвосты обогащения) с образованием подземных техногенных месторождений заданного качественного состава, с возможностью последующего извлечения из них полезных компонентов в ближайшем или отдаленном будущем, по мере развития научно-технического прогресса. С этих позиций обоснованы основные элементы технологической схемы добычи.

Выбор систем разработки рудных тел осуществляется в полном соответствии со сформированной концепцией отработки месторождения, исходя из которой исключается использование систем с обрушением, предпочтение отдается системам с открытым выработанным пространством. Горно-геологические условия месторождения (средняя мощность рудных тел, крутой угол падения и устойчивость руды и вмещающих пород) допускают применение систем разработки этого класса. С учетом сложившихся тенденций развития технологии подземных горных работ, комплексного использования минерального сырья и максимального снижения ручного труда на основе механизации процессов добычи и использования нетрадиционных способов выемки, считаем целесообразным применение следующих систем разработки.

Для отработки крутых рудных тел мощностью 0,8-5м рекомендуется система разработки со сплошной выемкой по простиранию с отбойкой руды из восстающих при помощи проходческо-очистных

комплексов с монорельсовым перемещением [1] (рис.1). Комплекс машин с монорельсовым перемещением включает проходческий — КПВ-6, очистной — КОВ-25 и вспомогательный — ПВ-1000 полки.

Подготовка рудного тела к очистной выемке заключается в проведении этажных штреков и блоковых восстающих. Нарезные работы предусматривают оформление днища и подсечку блока для обеспечения компенсационного пространства и вентиляции.

Очистная выемка начинается от флангового восстающего и ведется прирезками по простиранию рудного тела. Первая прирезка разбуривается горизонтальными скважинами непосредственно из флангового восстающего. Отбойку руды в прирезках ведут слоями снизу вверх.

Высота слоя лимитируется объемом компенсационного пространства, условиями безопасности и проветривания блока при производстве взрывных работ и может изменяться от 2 до 4-5м и более. Организация работ в прирезке следующая. Очистные работы в первой прирезке и во всех последующих начинают с монтажа монорельса сверху вниз на всю высоту этажа, если он отсутствует после проведения восстающей выработки. Затем выполняются буровые работы на всю высоту очистного блока с применением очистного комплекса КОВ-25. После этого комплекс переводят на горизонтальный монорельс, закрепленный в верхнем штреке, и передвигают по этому штреку в буровой восстающий следующей прирезки. По окончании буровых работ в первой прирезке в каждом отбиваемом слое производят демонтаж участка монорельса, зарядание скважин и монтаж взрывной сети с использованием вспомогательного подъемника ПВ-1000. На время взрывных работ ПВ-1000 поднимается на верхний штрек. Слойная отбойка руды очередной прирезки осуществляется снизу вверх. Проветривание блока осуществляется через пространство нижней подсечки и через фланговый восстающий.

Описанная организация работ в блоке является наиболее эффективной и обеспечивает максимальные показатели использования оборудования, уменьшение непроизводительных простоев технологического оборудования, значительное улучшение качественных показателей за счет максимальной интенсивности отбойки запасов прирезки.

Для поддержания выработанного пространства в процессе очистной выемки оставляются временные рудные ленточные целики, которые затем с некоторым отставанием от очистных работ отработываются. С целью локализации образуемых

путем укладки хвостов обогащения в очистном пространстве камер участков техногенных месторождений рекомендуется отработку указанных целиков осуществлять с одновременным возведением искусственных по следующей технологии [2] (рис. 2). Производят подсечку целика буровзрывным способом и, начиная снизу, отбивают руду с использованием снизу невзрывчатых расширяющихся составов (НРС) и одновременно возводят искусственный целик. Устья скважин, оставшиеся в целиках, заполняют НРС на

величину уходки, а технологическое пространство бурового восстающего между целиками закладывают твердеющими смесями также на величину уходки. Работы ведутся со вспомогательного подъемника ПВ-1000. Подачу закладочного материала осуществляют по трубопроводу с вышележащего горизонта. Состав твердеющей закладки выбирается таким, чтобы обеспечить схватывание ее до начала механического разрушения массива целика в результате работы НРС.

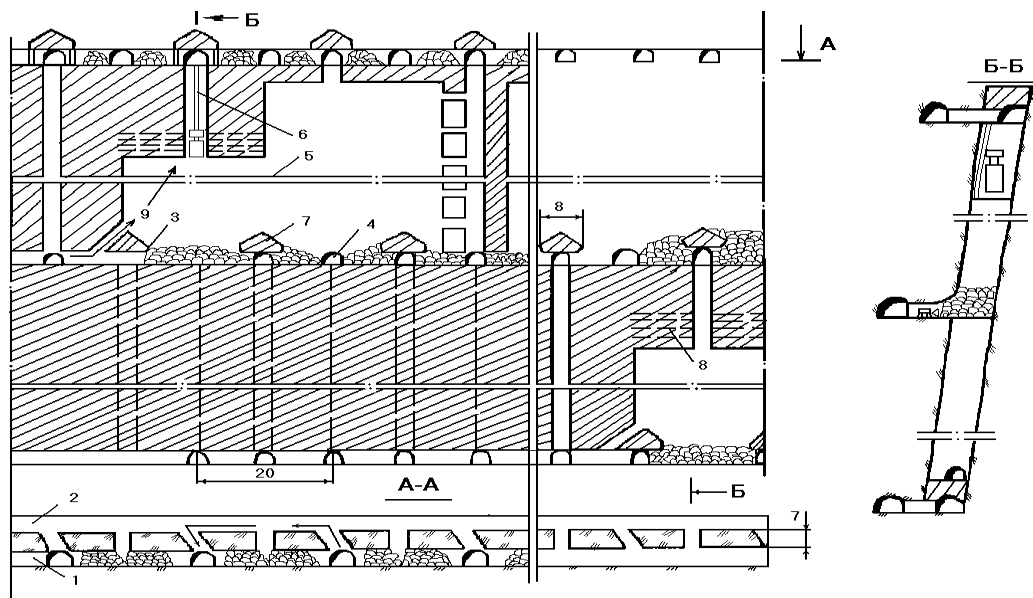


Рис. 1. Система разработки крутопадающих рудных тел сплошной выемкой по простиранию и отбойкой руды из восстающих при помощи проходческо-очистных комплексов: 1, 2 – рудный и полевой штреки; 3 – орты – заезды; 4 – камера КПВ; 5 – выемочная панель; 6 – буровой восстающий; 7 – надортовый целик; 8 – панель нижележащего этажа; 9 – вентиляционная сбойка

Для отработки крутых маломощных рудных тел небольшой протяженности и сплошного залегания в устойчивых вмещающих породах рекомендуется технология сплошной выемки с применением очистных монорельсовых полков без предварительного проведения восстающих выработок [3, 4].

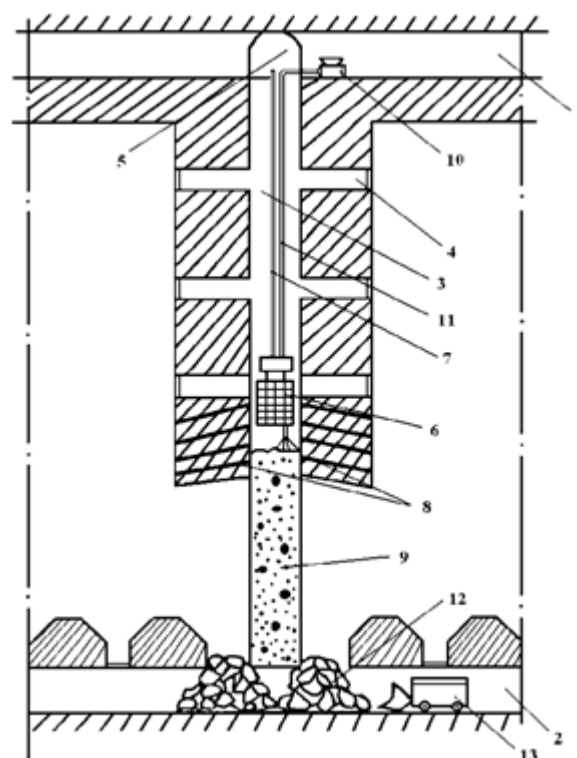


Рис. 2. Технология выемки междублоковых целиков: 1, 2 – вентиляционный и откаточный штреки; 3 – восстающий; 4 – «окна» из восстающего; 5 – камера; 6

– самоходный монорельсовый комплекс; 7 – монорельс; 8 – шпury; 9 – искусственный целик; 10 – бетононасос; 11 – закладочный трубопровод; 12 – отбитая руда; 13 – погрузочная машина.

Для разработки участков месторождения мощностью свыше 5 м рекомендуется применить техноло-

гию сплошной выемки с подэтажной отбойкой руды и шахматным расположением междуканальных целиков [5]. Технологическая схема ведения горных работ этой системой представлена на рис. 3. Подготовительные работы заключаются в проведении этажных откаточных и вентиляционных штреков. Нарезные работы начинают с фланга рудного тела проведением этажного штрека, отрезных подэтажных восстающих.

Отрезные восстающие проходят секционным взрыванием скважин, смещая их на подэтажные относительно друг друга на половину длины блока. Горную массу от проходки отрезных восстающих верхнего подэтажа и подэтажного штрека доставляют самоходными погрузочно-доставочными машинами к пройденному на нижнем подэтаже восстающему и по нему перепускают на откаточный горизонт.

После образования отрезной щели разделкой отрезного восстающего на фланге залежи приступают к очистным работам. Из подэтажного и подсечного (буровых) штреков обуривают глубокими скважинами массив руды и отбивают комплектами на открытое очистное пространство или на зажатую среду. Отбитая руда под собственным весом поступает к рудоприемным воронкам и при помощи вибродоставочных средств или погрузочных машин погружается в транспортные сосуды на откаточном горизонте. Управление горным давлением в период выемки канальных запасов осуществляется регулярно оставляемыми на подэтажах ленточными целиками, ориентированными по падению залежи, причем на подэтажах располагаются в шахматном порядке, т.е. оси целиков верхнего подэтажа смещены относительно осей целиков нижнего подэтажа на половину расстояния между ними. Такое расположение целиков позволит повысить устойчивость обнажений и при прочих равных условиях увеличить расстояние между целиками по сравнению с обычным расположением целиков при системе подэтажных штреков. Вслед за отработкой канальных запасов подэтажа с некоторым отставанием осуществляют отработку целика.

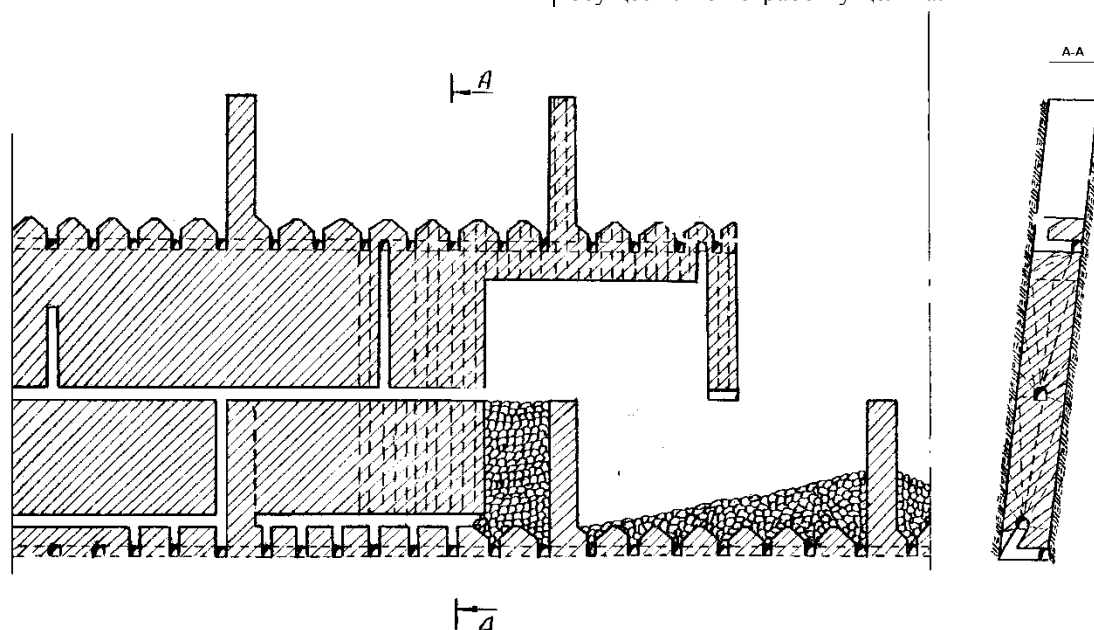


Рис 3. Способ разработки рудных тел средней мощности со сплошной выемкой, подэтажной отбойкой руды и

шахматным расположением междуканальных целиков

После выемки междуканальных целиков и возведения искусственных барьерных осуществляется заполнение очистного пространства камер отходами обогатительного производства в порядке, необходимом для образования техногенного месторождения с заданными качественными параметрами.

Извлечение металлов из бедных руд, выемка которых предложенными системами разработки нерентабельна, предполагается осуществлять методами подземного выщелачивания. Этими же методами в перспективе предполагается доизвлекать полезные компоненты из заложенных в очистных камерах хвостов обогащения.

Системы разработки рудных тел месторождения изложены в достаточно общем виде без детальной взаимоувязки их элементов и определяют принципиальный подход к разработке технологии очистных работ в аспекте выдвинутой концепции отработки месторождений подземным способом. Предварительно технико-экономические показатели рекомендуемых систем подземной разработки установлены на основе прогноза эксплуатационных характеристик технологических схем по результатам опытных испытаний новых технологий и по аналогии (см. табл.).

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ

Наименование показателей	Сплошная система разработки с отбойкой руды из восстающих комплексами машин с монорельсовым перемещением	Сплошная система разработки с подэтажной отбойкой руды
1. Удельный объем горноподготовительных и нарезных работ, м ³ /1000 т	28-35	20-25
2. Производительность труда забойного рабочего, м ³ /чел. смена	12-15	25-30
3. То же, по блоку	8-10	12-15
4. Производительность выемочной единицы, т/мес.	18000-23000	24000-30000
5. Потери, %	6-9	12-15
6. Разубоживание, %	5-6	4-5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная инструкция по применению технологии разработки крутопадающих жил с отбойкой руды из восстающих с исследованием проходческо-очистных комплексов с монорельсовым перемещением. М.: Минцветмет СССР, 1988. 480 с.
2. А. с. №4163093/03. МКИ E21.C41/06 / Беркалиев Б.Т. и др. БИ. 28.10.87.
3. Промышленные испытания технологии сплошной выемки с применением механизированного полка / Б.Т. Беркалиев и др. // Цветная металлургия. 1987. №2. С. 5.
4. А. с. №1208223. МКИ E21C 27/00. Устройство для очистной выемки руды / Б.Т. Беркалиев и др. Заявл. 25.04.84. №3733439. Опубл. 30.01.86. БИ. №4.
5. А. с. СССР №1025890. МКИ E21C 41/06. Способ разработки крутопадающих месторождений / Б.Т. Беркалиев и др. Заявл. 02.03.82. №3403229/22-03. Опубл. 30.06.83. БИ. №24.

УДК 622.831

Г.И. САМАРЦЕВ
М.Р. НУРГУЖИН
Т.Я. КАЦАГА
М.Г. САМАРЦЕВ

Перераспределение напряжений и смещений вокруг выработанного пространства под влиянием гидростатического давления

Согласно Руководству...[1] при наличии воды в выработке (обводненности) расчетное сопротивление пород одноосному сжатию в зависимости от литологической разности рекомендуется уменьшать от 20% у песчаников и сланцев кремнистых до 70% — у монтморилонитовых глин.

При прогнозной оценке устойчивости подземной выработки в условиях заполнения ее водой размер области разрушения ее контура определяется не только за счет снижения прочностных свойств обводненных пород (разупрочнения), но и изменениями под воздействием гидростатического давления, влияющего на напряженно-деформированное состояние (НДС) незакрепленного контура пород.

Напряжения в точках контура подземной горной выработки определяются величиной и направлением действия трех главных напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3 . Определение фактических значений величин и направления действия этих напряжений в реальных условиях связаны с ограниченными техническими возможностями. При отсутствии рядом расположенного выработанного пространства НДС горных пород, вмещающих подземную выработку, определяется весом расположенной выше породной толщи и концентрацией напряжений вокруг ее контура, обусловлено формой поперечного сечения.

В условиях заполнения выработки водой вообще практически невозможно провести экспериментальные исследования по определению значений напряжений и смещений. Поэтому для оценки НДС массива, вмещающего заполненную

водой горную выработку, применялось математическое моделирование на основе метода конечных элементов (МКЭ).

Математическое моделирование механических процессов, происходящих вокруг выработанного пространства в результате действия сил гравитации и неотектоники, позволяет получить данные, отражающие характер деформирования породного массива, тем более достоверные и соответствующие натурным условиям, чем более соответствующая реальным условиям теория прочности будет подобрана.

Анализ теорий прочности твердых тел показывает, что на настоящий момент, несмотря на большое количество аналитических и экспериментальных исследований, единой теории разрушения, пригодной для практического применения, нет.

На практике большое применение получили феноменологические теории прочности, которые описывают характер материала при их деформировании в сложнапряженном состоянии. Эти теории прочности применимы для небольшого количества материалов (пород) в условиях специально создаваемого поля напряжения.

Размеры зоны решения математической модели были выбраны на основе критерия Сен-Венана. Модель нагружалась с учетом действия только гравитационных сил, определяемых величиной γH где γ — плотность горной породы, H — глубина залегания выработки. Выработка арочного сечения была смоделирована на двух глубинах — 260 и 550 м. Для получения наиболее достоверной информации, соответствующей в большей степени натурным условиям, в одной из моделей было предусмотрено две среды с различными физико-механическими свойствами с коэффициентом Пуассона 0,2 и 0,4.

Анализ результатов моделирования для изотропной сплошной среды с линейными соотношениями между напряжениями и деформациями (табл. 1) позволяет отметить, что если для двух условий положения горной выработки (без и с водой) не отмечается различий в вертикальных смещениях точек породного контура, то существенно отличаются напряжения. При естественных превышениях значений вертикальных напряжений в точках выработки, расположенных на глубине 550 м по сравнению с глубиной 260 м, имеются расхождения в значениях касательных и горизонтальных действующих напряжений и их интенсивности приблизительно в этом же соотношении. Это объясняется граничными условиями моделирования.

Таблица 1

ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И СМЕЩЕНИЙ
ТОЧЕК КОНТУРА ВЫРАБОТКИ

Глубина расположения выработки, H , м. Особое условие	Номер точек контура	Вертикальное смещение, U_z , мм	Напряжение, МПа			Интенсивность напряжений, σ_i , МПа
			горизонтальное, σ_x	вертикальное, σ_y	касательное, τ_{xy}	
550 м, с учетом гидростатического давления	1	7	-9,5	-30,6	8,8	33,8
	2	16	9,2	-5,3	0	14,5
	3	7	-9,9	-31,6	-8,7	34,7
550 м, без учета гидростатического давления	1	7	-23,0	-45,9	20,4	57,8
	2	16	5,1	0,1	0	5,1
	3	7	-23,1	-47,7	-20,4	59,3
260 м, с учетом гидростатического давления	1	3	-4,1	-14,1	4,0	15,5
	2	8	4,6	-2,5	0	7,1
	3	3	-4,3	-14,6	-3,9	15,9
260 м, без учета гидростатического давления	1	3	-10,5	-21,3	9,4	26,8
	2	9	2,7	0	0	2,7
	3	3	-10,6	-22,2	-9,4	27,4

Наличие гидростатического давления меняет качественную и количественную картину НДС. Это выражается в том, что в точках 1 и 3 контура (рис. 1) независимо от глубины заложения выработки почти в 2,5 раза уменьшается величина горизонтально действующего напряжения σ_x под действием гидростатического давления, тогда как в кровле (точка 2) наблюдается увеличение σ_x в 1,8 раз. Вертикальная компонента НДС σ_y в точках 1 и 3 контура при действии гидростатического давления в 1,5 меньше, чем без наличия воды. А в точке 2 наоборот, величина σ_y в 2,5 раза больше на глубине 260 м и в 5 раз при $H=550$ м. Касательные напряжения τ_{xy} также больше в 2,3 раза в том случае, если действует гидростатическое давление. Интенсивность напряжения σ_i в этом случае в 1,7 раза больше в точках 1 и 3. А в точке 2 кровли интенсивность напряжения почти в 3 раза больше при заполненности выработки водой.

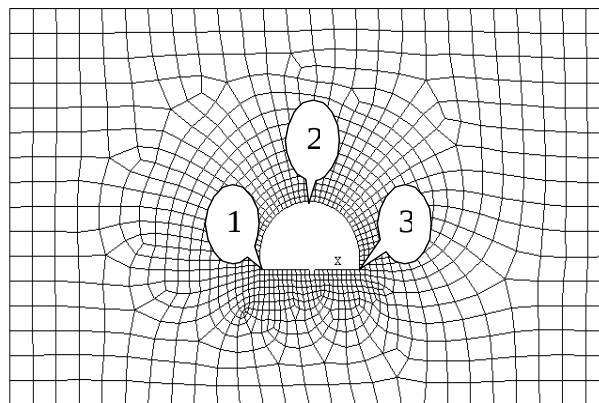


Рис. 1. Точки контура выработки

Для горной выработки арочного сечения, пройденной в районе границы двух сред на глубине 550 м (рис. 2), характер изменения НДС, аналогичный вышеизложенному (табл. 2), за исключением практически отсутствующих вертикальных смещений. Как показывает анализ кривых, огибающих зоны неупругих деформаций (разрушения) и построенных по данным инструментальных наблюдений, они имеют асимметричную относительно осей выработок форму эллиптического вида, сориентированную в сторону напластования [2]. Отсутствие этих смещений и зоны в вышеописанном виде объясняется влиянием контакта двух сред, при этом выработка пройдена в

породе с более высоким значением коэффициента Пуассона.



Рис. 2. Картина напряжений

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ,
РАСПОЛОЖЕННОЙ НА ГЛУБИНЕ 550 м ОТ ЗЕМНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ,
В РАЙОНЕ КОНТАКТА ДВУХ СРЕД С КОЭФФИЦИЕНТАМИ
ПУАССОНА 0,2 и 0,4

Особое условие	Номер точек контура	Вертикальное смещение, U_z , мм	Напряжения, МПа			Интенсивность напряжений, σ_i , МПа
			горизонтальное, σ_x	вертикальное, σ_y	касательное, τ_{xy}	
С учетом гидростатического давления	1	-2	-7.9	-28.3	8.9	31.7
	2	-2	8.7	-5.3	-0	13.9
	3	-2	-9.8	-30.4	-8.5	33.5
Без учета гидростатического давления	1	-2	-20.4	-43.0	19.9	54.6
	2	-2	4.4	0.1	-0	4.4
	3	-2	-23.7	-46.6	-20.5	58.6

1. Отсутствие зоны неупругих деформаций (разрушенных пород) вокруг выработки, пройденной в однотипной породе, максимальные размеры которой сориентированы в сторону, перпендикулярную напластованию пород, в нашем случае в сторону контакта двух сред, объясняется его экранирующим действием.

2. При заполнении горной выработки водой независимо от глубины ее заложения наблюдается уменьшение значений величин напряжений σ_x , σ_y и τ_{xy} , действующих на контуре обнажения.

3. Граница контакта горных пород выполняет экранирующую (защитную) роль, в результате чего уменьшаются вертикальные смещения.

Результаты экспериментальных численно-аналитических методов определения параметров деформирования подработанного массива горных пород и определение его НДС позволяют в конечном итоге разрабатывать эффективные мероприятия, направленные на повышение срока безремонтного существования подземного сооружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи. М.: Стройиздат, 1983. 272с.
2. Глушко В.Т., Гавеля С.П. Оценка напряженно-деформированных состояний массивов горных пород. М.: Недра, 1986. 221с.

УДК 622.817.47

П.П. НЕФЁДОВ

К прогнозу эмиссии метана ликвидируемых угольных шахт

Современная тенденция развития энергетического комплекса в мировой практике сопровождается уменьшением доли угля и увеличением использования нефтепродуктов и газа. Последствия данной философии энергопотребления привели к закрытию угольных шахт ряда бассейнов, в том числе и Карагандинского угольного региона.

В этих условиях первоочередной задачей становится управление эмиссией метана ликвидированных и ликвидируемых шахт как с целью предотвращения возникновения чрезвычайной ситуации, так и «парникового эффекта».

Следует отметить, что добыча угля на шахтах Карагандинского бассейна сопровождается выделением метана порядка 280–300 млн. м³ в год. Большая часть его, около 250–260 млн. м³ в год, извлекается средствами вентиляции и целенаправленно выбрасывается в атмосферу, загрязняя окружающую среду. 28–30 млн. м³ газа в год добывается средствами дегазации. Он частично

используется в виде котельного топлива, а неиспользованная часть выбрасывается в атмосферу.

За период ведения ликвидационных работ, с 1995 года, на нерентабельных шахтах Карагандинского бассейна неоднократно возникали нештатные и чрезвычайные ситуации, представляющие реальную угрозу промышленным предприятиям и жилым массивам, расположенным на горных отводах ранее закрытых шахт. Так, метан высокой концентрации (свыше 6%) из ликвидированного в начале 80-х годов скипового ствола бывшей шахты № 37, расположенного на территории жизненно важного для города объекта — ТЭЦ-1, стал беспорядочно растекаться по трубным каналам и земной поверхности. При этом любой источник энергии мог спровоцировать мощный взрыв газа.

Избежать катастрофы удалось путем своевременного сноса жилого дома, построенного в устье восточной пограничной сбойки пласта К4

бывшей шахты № 48, из которой в подполье выделялся метан концентрацией 1,5–2 %.

Метан угольных пластов следует оценивать с двух различных позиций: как самостоятельное полезное ископаемое, извлечение которого из недр может осуществляться независимо от добычи угля по технологиям, подобным технологиям газового производства, при условии их рентабельности, и как попутное полезное ископаемое, извлекаемое из недр совместно с подготовкой шахтных полей к эксплуатации и с добычей угля при технически необходимой дегазации с целью обеспечения безопасных условий труда. В последнем случае рентабельность дегазации играет подчиненную роль, а весь экономический эффект определяется возможностью интенсификации ведения горных работ на шахтах, т.е. повышением темпов проходки пластовых выработок и нагрузок на очистные забои. При условии стабилизации объемов и качества метановоздушная смесь, извлекаемая из недр средствами дегазации, становится реальным ресурсом и может быть эффективно использована в промышленных и хозяйственных целях.

В этих условиях эффективность работы угольной шахты необходимо оценивать с позиции затрат на добычу угля и дальнейшей эксплуатации горного отвода как коллектора газа, что может дать экономический эффект, способствующий повышению рентабельности горного производства и реализации бассейна.

Для поставленной задачи необходимо прежде всего провести научно-исследовательские работы по ликвидированным угольным шахтам по прогнозу объемов остаточных запасов метана, уровня эмиссии газа и определения путей его миграции на поверхность. Расчеты показывают, что в пределах вскрытых запасов ликвидированных шахт промышленного и Саранского участков количество метана составляет:

– оставленные балансовые запасы угля — 4676070 тыс. м³;

– забалансовые запасы — 712695 тыс. м³.

Природная газоносность угольных пластов в зависимости от глубины их залегания находится в пределах 12–19 м³/т. В подработанных пластах газоносность по состоянию на конец 2000 г. изменялась от 3,44 (пласт К₁₁ после подработки пластом К₁₂ и подработки пластом К₁₀) до 1099 м³/т (пласт К₁₁ после подработки пластом К₁₀). При запасах угля в подработанных и надработанных пластах центрального блока шахты им. 50-летия Октябрьской революции порядка 24 млн. т содержится 85 млн. м³ метана, т.е. в среднем 3,5 м³ на 1 т запасов угля в спутниках. Установлено, что после закрытия шахты содержание метана в отработанных пространствах повышается и стремится к 100%. Количество же метана, которое дренирует на поверхность закрытых шахт вначале (после ее закрытия) повышается до определенного уровня, а затем стабилизируется с дальнейшим его снижением. Естественное затопление шахты приводит к дополнительному приросту дебита метана на величину, равную водопритоку,

умноженному на среднее содержание метана в отработанном пространстве.

В процессе ведения добычных работ происходит снижение газоносности пластов за счет выделения метана в горные выработки и дегазационные скважины. Величина оставшегося в пластах метана зависит от природной газоносности угольных пластов, мощности междупластья, вынимаемой мощности пласта и времени, прошедшего после выемки угля. В наибольшей степени снижается газоносность облюбованных угольных пластов, находящихся на расстоянии шестикратной вынимаемой мощности разрабатываемого пласта, т.е. тех пластов, которые попадают в зону беспорядочного обрушения пород непосредственной кровли. Угольные пласты, находящиеся в этой зоне, отдают газ в выработанное пространство действующих лав на 70–80 %, и остаточная газоносность угля в этой зоне составляет порядка 3–4 м³/т.

С увеличением расстояния от разрабатываемого пласта остаточная газоносность в подрабатываемых пластах увеличивается, и на расстоянии 35 m_e (где m_e — вынимаемая мощность разрабатываемого пласта, м) процесс миграции метана из разрабатываемых пластов прекращается, несмотря на то, что разгрузка их от горного давления произошла и увеличилась газопроницаемость горного массива. Начиная с этого предельного расстояния, можно считать, что степень дегазации подрабатываемых угольных пластов практически равна нулю, т.е. остаточная газоносность пласта равна природной.

Разгрузка горного массива, находящегося в почве разрабатываемого пласта, происходит в меньшей степени, чем при его подработке. Для пологозалегающих пластов Карагандинского бассейна предельное расстояние, при котором происходит выделение метана в процессе надработки, составляет 35 м. При этом значение природной газоносности надработанных пластов не уменьшается.

В ликвидированных шахтах по отработанным пластам оставлены целики угля различного назначения. Оконтуривание любого целика горными выработками вызывает фильтрацию газа с обнаженной поверхности из глубины массива. Глубина условного пояса дренирования целика угля зависит от срока обнажения угольного массива, и через 1 год составляет 10–18 м. За пределами этого расстояния считается, что газоносность остается равной природному значению.

Выемка одной из свиты пластов приводит к перераспределению горного давления во вмещающих разрабатываемых пласт породах и изменению напряженного состояния в них. Характер и интенсивность этого изменения зависят от сложного комплекса природных и горнотехнических факторов.

В области влияния очистной выемки образуется ряд зон, отличающихся характером и степенью деформированности вмещающих пород. На основе обобщенных представлений о механизме процесса сдвижения горных пород в области влияния очистной выработки на окружающий массив при управлении кровлей полным обрушением выделяются зоны: обрушения, трещин и прогиба без разрыва сплошности массива. Высота зоны обрушения равна 2–6-кратной

вынимаемой мощности пласта. Высота зоны трещин составляет 20–40 вынимаемых мощностей пласта. Выше зоны трещинообразования толща горных пород расслаивается, и слои прогибаются без разрыва сплошности и образования трещин.

С использованием геомеханических показателей сдвижения горных пород, к основным из которых относятся граничные углы, углы максимального оседания, углы полных сдвижений и оседания, на примере условий Промышленного участка Карагандинского бассейна необходимо определить возможности образования полостей при отработке пластов с оставлением целиков по вышележащим пластам.

Можно прогнозировать, что наиболее вероятными коллекторами газа в ликвидированных шахтах могут быть:

- полости расслоения на контактах уголь-порода, попадающие в зону прогиба пород без разрыва сплошности массива, расположенные посередине выемочного участка;
- полости расслоения на контактах уголь-порода, образованные на границах выемочных участков в области сдвижения между граничными и полными углами сдвижения;
- оставленные подготовительные и другие непогашенные выработки.

Основными параметрами для прогноза скопления газа в отработанном пространстве являются физико-механические свойства пород массива, пористость нарушенного массива, сжимаемость твердой фазы, приведенный модуль всестороннего сжатия массива, коэффициент крепости, удельная работа сил сцепления; форма объекта разрушения, угол внутреннего трения; прочность горных пород; условия протекания процесса разрушения – критерий разрушаемости массива, критерий Френкеля, геометрические размеры блока. На остаточную метаносность угля в закрытых шахтах оказывают влияние многие факторы, такие как температурные условия, особенность микроструктуры угля, выход летучих, напряженное состояние, газопроницаемость.

Газопроницаемость угольного массива в условиях естественного залегания незначительна. По мере ве-

дения горных работ меняется напряженное состояние угля: он разрыхляется и в некоторых случаях в нем возникают растягивающие напряжения, которые приводят к резкому увеличению газопроницаемости углей. Фактор газопроницаемости угля оказывает определяющее влияние на эффективность дегазации. Дегазационные скважины, пробуренные в нетронutom угольном массиве, отводят метан в радиусе 10–20 м от скважины. Радиус действия вертикальных скважин, пробуренных в зону смещения и деформации угля в лавах, резко увеличивает эффективность работы скважин и доводит этот показатель до 100–200 м. Меньшая доля миграции метана в зоне подработки ликвидированных угольных шахт осуществляется по сообщающимся порам и трещинам за счет диффузии через само вещество породы и заполняющие ее поры и трещины.

Метановыделение, накопление газа в изолированных объемах и его проникновение на поверхность имеют затухающий характер. Вследствие уменьшения со временем остаточной газоносности углей и углесодержащих пород равновесная концентрация метана колеблется в пределах от 35 до 14% в течение времени от 3,5 до 7,7 лет для различных пластов свиты. Время полного истощения, когда может прекратиться метановыделение, для пластов Карагандинской свиты может исчисляться десятками лет. Следовательно, даже при снижении содержания метана в углях до 4–5 м³/т можно ожидать метановыделение и проникновение его на поверхность ликвидированных шахт по различным каналам с высокой концентрацией в течение длительного времени.

По результатам наблюдений и расчетов установлено, что по ликвидированным стволам, шурфам, газоотводящим устройствам и трещинам может выделяться до 10 м³/мин с концентрацией до 86 %, что дает возможность оценить состояние воздушной среды в зоне эмиссии метана. Вышеприведенные сведения должны быть положены в единый нормативный документ, оценивающий как условия безопасности ликвидируемого угольного предприятия, так и рентабельность работы по добыче угля с дальнейшей добычей газа.

УДК 622.236 : 539.4.01

Б.Н. ЦАЙ
Т.Т. БОНДАРЕНКО

Исследование кинетических параметров горных пород

Кинетическая концепция прочности твердых тел интерпретирует прочность не как какую-то константу, а как свойство материала, неадекватно реагирующее на различные воздействия внешней нагрузки σ и изменения температуры T исследуемого объекта.

Взаимосвязь между параметрами, характеризующими процессы деформирования и разрушения, происходящие на атомно-молекулярном уровне, с макрохарактеристиками твердого тела — долговечность (время существования образца под

нагрузкой) τ , скорость деформирования $\dot{\epsilon}$ отражена в основных уравнениях [1]:

$$\tau = \tau_0 \exp (U_0 - \gamma \sigma) / RT, \quad (1)$$

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_0 \exp -(U_0 - \gamma \sigma) / RT, \quad (2)$$

где τ_0 и $\dot{\epsilon}_0$ — соответственно период колебания атома в кристаллической решетке и максимальная скорость деформирования межатомной связи;
 U_0 — начальная энергия активации разрушения;
 γ — коэффициент структуры твердого тела;
 R — универсальная газовая постоянная.

Экспериментально для различных материалов, в т.ч. и горных пород [1, 2, 3], установлены:

– инвариантность τ_0 для всех материалов независимо от их химического состава, типов сил связей и структуры;

– постоянство U_0 для данного исследуемого объекта и независимость его от всевозможных структурных изменений, а также близость численного значения U_0 к энергии диссоциации атомной связи;

– стабильность γ на определенном промежутке τ и $\dot{\epsilon}$ для данного материала и его структурная чувствительность с изменением влажности породы, бокового давления, способа разрушения и т.д.

Многочисленными опытами [1, 2, 3] доказано, что в зависимостях $\ln \tau(\sigma)$ и $\ln \dot{\epsilon}(\sigma)$ возможно появление двух ветвей, расположенных под различным углом к оси σ . Причиной такого положения является возможность дезинтеграции породы в вязком и хрупком режимах [4]. Следовательно, им будут соответствовать и различные численные значения начальной энергии активации и коэффициента структуры, т.е. для первого случая – U_0' , γ' ; другого – U_0'' , γ'' . Переход разрушения от одного механизма к другому сопровождается скачкообразным изменением этих параметров [4].

В связи с вышеизложенным, требуется более глубокое физическое осмысление величин U_0 и γ на различных ветвях $\ln \tau(\sigma)$ и $\ln \dot{\epsilon}(\sigma)$.

По современным представлениям [5], процесс разрушения горных пород и других твердых тел состоит из двух стадий: подготовительной, характеризующейся протеканием необратимых пластических деформаций, приводящих к подрастанию структурных дефектов до критических размеров $l_{кр}$ и последующему образованию критических дилатонов — отрицательных флуктуаций плотности с деформациями межатомных связей $\dot{\epsilon}_{кр}$, и катастрофической, при которой дальнейшая дезинтеграция материала происходит на максимальной околосвуковой скорости в хрупком режиме.

Согласно критерию Бейли [1], полное разрушение образца (потеря ресурса долговечности) произойдет при условии

$$\int_0^{\tau} \frac{dt}{\tau(t)} = 1. \quad (3)$$

Учитывая наличие при дезинтеграции горных пород вязкой с продолжительностью τ_1 и хрупкой τ_2 стадий, подставив в (3) вместо $\tau(t)$ выражение (1), получим

$$\int_0^{\tau} \frac{dt}{\tau_1 + \tau_2} = \int_0^{\tau} \frac{dt}{\tau_0 \exp \frac{U_0' - \gamma' \sigma}{RT} + \tau_0 \exp \frac{U_0'' - \gamma'' \sigma}{RT}} = 1. \quad (4)$$

Безусловно, что ветвь $\ln \tau(\sigma)$, характеризующая вязкое разрушение, получена при $\tau_1 \gg \tau_2$. При преобладании хрупкой дезинтеграции $\tau_1 \approx 0$. Анализ (4) показывает, что при дроблении горной породы возможны случаи, когда нельзя пренебречь как долей вязкой, так и хрупкой составляющей долговечности. Этот участок $\ln \tau(\sigma)$ является переходным. Однако продолжительность его $\tau_n \ll \tau_1$ и τ_2 , потому в исследованиях он был включен в τ_1 . Первоначально (до нагружения) порода имеет «фоновую» дефектность (структурную чувствительность):

$$\gamma_{cp} = (\gamma_1 + \gamma_2 + \dots \gamma_n)/n, \quad (5)$$

где n — количество структурных элементов, вовлеченных в деформационные и разрывные процессы.

После приложения внешней нагрузки начинается статистический отбор структурных элементов с самых опасных ($\gamma_i = \gamma_{max}$) до самых прочных ($\gamma_i = \gamma_{min}$). При этом расходуется дополнительно энергия $\Delta U = U_0 - U_0''$ на пластические деформации, приводящие к упрочнению материала у будущих очагов разрушения. Следовательно, параметры U_0' и γ' при вязкой дезинтеграции есть интегральные характеристики, т.е.

$$U_0' = U_0'' + \Delta U = U_0'' + \sum_{i=1}^n U_{0i}, \quad (6)$$

$$\gamma = \gamma'' + \Delta \gamma = \gamma'' + \sum_{i=1}^n \gamma_i. \quad (7)$$

Уравнения (6) и (7) предполагают пропорциональное изменение U_0' и γ' с переходом с одного механизма образования разрывов сплошности в теле на другой. Численные значения U_0' , U_0'' , γ' и γ'' , определенные для различных горных пород [4], свидетельствуют о неправомерности равенств (6) и (7), т.к. U_0 при смене механизма разрушения изменяется в 2–3 раза, а γ в 33–200 раз. Поэтому параметры U_0' и γ' не определяются простым арифметическим сложением этих величин, а их физический смысл имеет более сложную интерпретацию.

Согласно [1] элементарные акты разрушения — это необратимые разрывы межатомных (или других) связей в твердом теле, а элементарные акты деформирования — это акты атомно-молекулярных перегруппировок, происходящих за счет неоднократного распада и последующей рекомбинации разорванных связей. Следовательно, энергетика при вязкой дезинтеграции в различных нагруженных твердых телах, в т.ч. и горных породах, определяется конкурирующим действием двух вышеотмеченных процессов, а величина U_0' в этом случае будет равна

$$U_0' = U_0'' + \sum_{i=1}^n U_{0i} - \sum_{j=1}^m U_{0j}, \quad (8)$$

где m — количество восстановленных связей;

U_{0j} — энергия активации рекомбинации связи.

Рекомбинационные акты идут с меньшими энергиями активации, чем акты распада связей, т.е. $U_{0j} < U_{0i}$ [1]. Коэффициент структуры породы имеет, наоборот, более высокие значения, в сравнении с определенными по формуле (7). Он может быть представлен как [6]:

$$\gamma = 0,5 n_a r_0^3 / G_r, \quad (9)$$

$$\gamma = C q_{mp} / \alpha_0 E_c, \quad (10)$$

где n_a — количество активированных атомов (молекул) в критическом дилатоне;

r_0 — расстояние между атомами;

α_0 — коэффициент термического линейного расширения;

G_r — параметр Грюнайзена;

C — атомная теплоемкость;

q_{mp} — коэффициент перенапряжения от дефекта;
 E_c — модуль деформации связи.

Приравняв (9) и (10) и принимая во внимание, что $G = \alpha_0 E_c r_0^3 C^{-1}$ [6], получим $0,5n \cong q_{mp}$, т.е. коэффициент структуры $\gamma = V_a \cdot q_{mp} = 0,5V_a \cdot n$ (где V_a — объем атома) характеризует флуктуационный объем, содержащий $0,5n_a$ активированных атомов. Тогда, учитывая возможность рекомбинации элементарных связей, получим

$$\gamma' = \gamma'' + \sum_{i=1}^n \gamma_i + \sum_{j=1}^k \gamma_j, \quad (11)$$

где k — количество актов рекомбинации связей.

При хрупкой дезинтеграции пород $\tau_2 \gg \tau_1$ и $\Delta U \approx 0$, поэтому реакция испытываемого тела на внешнюю нагрузку будет определяться в основном наиболее прочными элементами, т.е. $\gamma' = V_a \cdot q_{min} = V_a \cdot q_{cmp}$ (где q_{cmp} — коэффициент перенапряжения связи от структурных дефектов). Так как q_{cmp} имеет такой же физический смысл, как и q_{mp} , можно констатировать, что γ' — характеризует число атомов в критических дилатонах, а численное значение γ' определяется с учетом отсутствия восстановительных процессов, по формуле (7).

Сравнение численных значений γ' и γ'' , приведенных в [4], говорит о значительном превышении числа атомов, участвующих в элементарных актах распада и рекомбинации связей при вязком разрушении, по сравнению с хрупким.

Итак, начальная энергия активации разрушения U_0' отражает баланс энергетических затрат на разрывные и рекомбинационные процессы, а коэффициент структуры γ'' является также результатом протекания двух конкурирующих процессов. При хрупкой дезинтеграции параметры U_0'' и α'' определяются только актами необратимых разрывных процессов. Постоянство U_0 и γ на ветвях зависимостей $\ln \tau(\sigma)$ и $\ln \dot{\epsilon}(\sigma)$ свидетельствует о том, что они являются усредненными интегральными характеристиками породы, отражающими эволюцию деформационных и разрывных процессов в очагах разрушения с момента приложения внешней нагрузки до полного его разрушения.

Для определения взаимосвязи между деформационными параметрами испытываемого образца и характеристикой, отражающей изменения структуры в очагах разрушения γ , представим уравнение (2) при постоянной скорости деформирования $\dot{\epsilon}$ в следующем виде:

$$\dot{\epsilon}_i(t) = \dot{\epsilon}_0 \exp [U_0 - \gamma(t) \alpha(t)] / RT. \quad (12)$$

Прологарифмировав (12) и обозначив $\ln \dot{\epsilon} + \ln \dot{\epsilon}_0 + U_0/RT = A = \text{const}$, получим

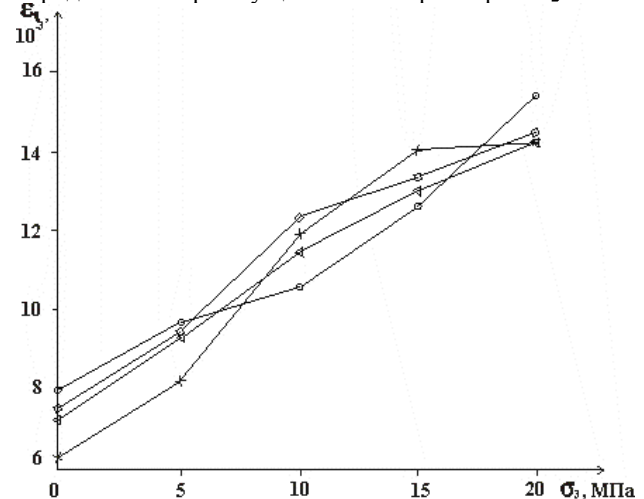
$$\gamma(t) = RT [A - \ln \dot{\epsilon}_i(t)] / \alpha(t), \quad (13)$$

т.е. с момента приложения внешней нагрузки $\alpha(t)$ и возрастания относительной продольной деформации $\dot{\epsilon}_i$ происходит убывание коэффициента структуры. Предельной нижней границей γ является численное значение, соответствующее γ'' .

При переменной $\dot{\epsilon}$ и постоянной внешней нагрузке для схемы нагружения $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ уравнение (12) предстанет как

$$\gamma = 2RT (\ln \dot{\epsilon} + \ln \dot{\epsilon}_0 + U_0/RT - \ln \dot{\epsilon}_i) / \sigma_3 (1/C - 1). \quad (14)$$

Для определения влияния временного фактора, способа нагружения и бокового давления σ_3 были проведены экспериментальные исследования на образцах песчаника Карагандинского угольного бассейна в широком диапазоне изменения времени нагружения и при $\sigma_3 = 0; 5; 10; 15$ и 20 МПа. Результаты исследования приведены на рисунке, из которого следует, что численные значения $\dot{\epsilon}_i = \dot{\epsilon}_0 t_0 = \dot{\epsilon} t$ не зависят от времени действия внешней нагрузки, а определяются преимущественно параметром σ_3 .



Графики $\dot{\epsilon}_i(t)$ для песчаника: $\square$ — $t = 15$ с; $\square \times$ — $t = 60 \div 97$ с; Δ — $t = 394 \div 600$ с; $\times$ — $t = 1500 \div 7200$ с

Обозначим $B = RT(\ln \dot{\epsilon}_0 + U_0/RT - \ln \dot{\epsilon}_i)$, тогда при фиксированном значении σ_3 получим

$$\gamma = 2 (RT \cdot \ln \dot{\epsilon} + B) / \sigma_3 (1/C - 1). \quad (15)$$

Принимая во внимание стабильность γ на вязкой и хрупкой ветвях зависимости $\ln \dot{\epsilon}(\tau_n)$ или $\ln \dot{\epsilon} [\sigma_3 (1/C - 1)/2]$, можно сделать вывод, что изменение C при $\sigma_3 = \text{const}$ приводит к такой вариации $\dot{\epsilon}$, при которой сохраняется постоянство численного значения параметра γ . Кинетическая концепция прочности твердых тел дает принципиальную возможность прогнозирования устойчивости породных массивов с учетом временно-температурного фактора. Однако практическое ее применение связано со сложностью получения экспериментальных зависимостей $\ln t(\sigma)$ и $\ln \dot{\epsilon}(\sigma)$, а следовательно, параметров U_0 и γ в широком диапазоне изменения времени или скорости нагружения. В связи с этим произведен анализ ранее проведенных опытов [2], охватывающих различные горные породы с целью нахождения зависимостей кинетических параметров с какими-то постоянными характеристиками материала. При этом во внимание следует брать те результаты, которые были получены в идентичных условиях, т.к. изменение схемы, режима, торцевых особенностей нагружения образцов может привести к несопоставимости данных, полученных различными авторами.

В работе [2] предлагается коррелировать параметры U_0' и γ' со статистической прочностью $\sigma_0 = \Psi \rho c^2$ (где Ψ — коэффициент повреждаемости тела; ρ — плотность породы; c — скорость прохождения звука через породу). Учитывая, что $E = \rho c^2$, величина $\sigma_0 = \dot{\epsilon} \cdot \Psi E$ ($\dot{\epsilon}$ — относительная деформация; E — динамический модуль упругости; Ψ — фактический коэффициент повреждаемости).

С позиций термоактивационной теории прочности дефектность структуры оценивалась параметром $q_{стр} = \sigma_{пр}/\sigma'$ (где $\sigma_{пр}$ — предельная прочность породы, соответствующая предельной плотности упругой энергии в теле; σ' — напряжение, при котором начинается смена механизма дезинтеграции пород).

Определим величину ψ' при $\dot{\epsilon}_{max} \approx 0,1$ (когда статическая прочность материала соответствует теоретической) и сравним полученный результат с $q_{стр}$ (см. табл.). Табличные данные свидетельствуют о единой физической природе коэффициентов $1/\psi'$ и $q_{стр}$. Некоторые расхождения этих параметров можно объяснить приближительной оценкой $\dot{\epsilon}_{max}$.

Ранее было установлено [7], что при хрупкой дезинтеграции пород параметры U_0' , γ' , $\sigma_{пр}$ хорошо коррелируют с акустической жесткостью пород $G = \rho c$. Поэтому следует ожидать, что и при вязком разрушении эти параметры должны быть связаны с G , но т.к. характер протекания пластических деформаций и связанные с ним энергетические затраты во многом определяются дефектностью структуры испытываемого материала, необходимо

скорректировать величину G с учетом дефектности структуры, т.е. $G' = G/q_{стр}$. В таблице также приведены величины U_0' , α' , G' , σ' .

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ G' , σ' , $1/\psi'$ И $q_{стр}$

Порода	$U_0' \cdot 10^3$ Дж/моль [2]	$\gamma' \cdot 10^4$ (Дж·моль)/ (мм·кг) [2]	σ' , МПа	$G' \cdot 10^6$ (кг·м ³)/(м·с)	$\frac{1}{\psi'}$	$q_{стр}$
Известняк-ракушечник	2,10	10,10	1,42	0,241	14,8	20,50
Каменный уголь	1,89	2,97	4,48	0,752	2,8	5,05
Алевролит	1,61	1,38	7,26	1,303	5,1	6,70
Доломит	1,37	0,58	13,50	1,780	6,7	7,03
Известняк силурийский	1,24	0,44	14,40	1,890	6,5	6,35
Песчаник	1,22	0,36	17,30	1,960	9,2	8,00

Обработка данных таблицы методом математической статистики позволила получить следующие эмпирические зависимости:

$$\gamma' = 1,41 \cdot 10^5 \exp - 1,88 \cdot 10^6 \cdot G', \text{ Дж/моль·мм}^2/\text{кг}; \quad (16)$$

$$U_0' = 2,15 \cdot 10^5 - 0,4 \cdot G', \text{ Дж/моль}; \quad (17)$$

$$\sigma' = 1,41 \exp 1,28 \cdot 10^6 \cdot G', \text{ МПа}. \quad (18)$$

Имея значения ρ и c , можно определить по формулам (16), (17), (18) кинетические параметры горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974. 560 с.
2. Кучерявый Ф.И., Михалюк А.В., Демченко Л.А. // Изв. вузов. Горный журнал. 1980. №5. С. 57–63.
3. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. М.: Недра, 1992. 224 с.
4. Цай Б.Н. Влияние теплового движения молекул на процесс разрушения горных пород // Изв. вузов. Горный журнал. 1982. №10. С. 3–7.
5. Журков С.Н. Дилатонный механизм прочности твердых тел // Физика твердого тела. 1983. Т. 25. Вып. 10. С.3119–3223.
6. Журков С.Н. К вопросу о физической основе прочности // Там же. 1982. Т. 22. Вып. 11. С. 3344–3349.
7. Цай Б.Н. Исследования прочности горных пород // Изв. вузов. Горный журнал. 1989. №4. С.1–5.

УДК 622.684.001.25

*М.К. ИБАТОВ
Р.М. ПОПОВИЧЕНКО*

Сравнительная оценка каталитических нейтрализаторов отработавших газов дизельных двигателей

В целях выбора модели нейтрализатора для рекомендации к эксплуатации в условиях горнорудной промышленности на большегрузных автотранспортных средствах, оборудованных дизельными двигателями, были проведены сравнительные лабораторно-стендовые испытания систем нейтрализации. Из числа известных каталитических систем нейтрализации отработавших газов двигателей внутреннего сгорания на испытания были отобраны наиболее эффективные системы: НКД-241, КГГ-3Б, КГГ-6 и КГГ-3ВМ. Нейтрализаторы испытывались на эффективность снижения токсичности отработавшего газа и газодинамическое сопротивление выпуску отработавших газов, оказываемое конструкцией самого нейтрализатора и влияющее на характеристику работы двигателя.

Лабораторно-стендовые исследования проводились на базе разработанной экспериментальной установки. При этом замеры проводились на следующих режимах работы дизельного двигателя ЯМЗ-236: холостой ход, минимальные, средние и максимальные нагрузки двигателя. Для воссоздания эксплуатационных нагрузок на дизельный двигатель использовался электротормозной стенд. В процессе лабораторно-стендовых исследований на всех нагрузочных

режимах работы двигателя фиксировались: нагрузка на двигатель; расход топлива; число оборотов коленчатого вала двигателя; температура отработавшего газа до и после нейтрализатора; газодинамическое сопротивление, создаваемое нейтрализатором; концентрация токсичных компонентов до и после нейтрализатора. В соответствии с принятой методикой пробы отработавшего газа отбирались до и после нейтрализатора и проходили химический анализ.

Эффективность работы нейтрализаторов оценивалась по степени очистки отработавших газов от токсичных компонентов, которая выражается в процентах и принимается равной отношению разности концентрации токсичного компонента до и после нейтрализатора к начальной ее величине:

$$K_o = \frac{C_H - C_K}{C_H} 100 ,$$

где K_o — степень очистки отработавшего газа, %;

C_H, C_K — концентрация токсичного компонента соответственно до и после нейтрализатора, % об.

Все исследуемые модели нейтрализаторов испытывались в абсолютно одинаковых условиях: на одной и той же экспериментальной установке; при одинаково сопоставимых нагрузках; на одном и том

же исходном топливе; при одинаковом количестве одного и того же катализатора.

Отдельные результаты лабораторно-стендовых исследований по некоторым нейтрализаторам приведены в таблице, а графические характеристики

эффективности снижения концентрации окиси углерода в отработавшем газе и газодинамического сопротивления на выпуске отработавших газов для различных моделей каталитических нейтрализаторов приведены на рис. 1 и 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нагрузка на двигатель, P , кВт	Температура отработавших газов, t , °C		Давление, P , мм рт. ст.		Перепад давления, ΔP		Содержание окиси углерода CO, % по объему		Степень очистки от CO, %
	в слое	после	до нейтрализатора, P_1	после нейтрализатора, P_2	мм рт. ст.	%	до нейтрализатора, C_H	после нейтрализатора, C_K	
По каталитическому нейтрализатору КИГ-3ВМ									
X. X.	125	112	22	18	4	18	0,126 0,125	0,126 0,125	-
5,4	140	125	22	14	8	36	0,106 0,108	0,106 0,108	-
10,7	190	170	22	15	7	31	0,070 0,070	0,050 0,054	28,6 22,8
16,1	215	190	24	17	7	29	0,048 0,048	0,036 0,040	25,5 16,6
21,6	285	250	26	17	9	34	0,050 0,050	0,020 0,020	60,0 60,0
26,8	360	302	28	20	8	28	0,060 0,056	0,020 0,016	66,6 71,4
32,2	455	380	32	24	8	25	0,094 0,094	0,016 0,018	82,9 80,8
36,4	500	410	32	24	8	25	0,100 0,100	0,012 0,012	88,0 88,0
По каталитическому нейтрализатору НКД-241									
X. X	125	125	20	12	8	67	0,120 0,120	0,108 0,106	10,0 11,6
5,4	170	160	22	14	8	57	0,096 0,096	0,078 0,080	18,7 16,6
10,7	215	200	24	16	8	33	0,06 0,06	0,03 0,03	50,0 50,0
16,1	255	240	26	17	9	53	0,044 0,044	0,014 0,012	68,2 72,7
21,6	320	300	28	18	10	55	0,038 0,038	0,012 0,012	68,4 68,4
26,8	380	350	30	20	10	50	0,046 0,046	0,008 0,008	82,6 82,6
32,2	435	400	32	21	11	52	0,064 0,066	0,014 0,016	78,1 75,7
36,4	510	420	34	22	12	54	0,132 0,134	0,024 0,026	81,8 80,5

Из представленных графиков видно, что по эффективности снижения токсичности отработавших газов нейтрализаторы незначительно отличаются друг от друга. При этом общий уровень очистки отработавших газов достаточно высок. Наибольшие значения эффективности снижения токсичности отработавших газов наблюдаются на режиме

максимальных нагрузок дизельного двигателя, что объясняется активной работой катализатора в условиях высоких температур в реакторах нейтрализаторов.

Вместе с тем, анализ графика на рис. 2 показывает, что по испытуемым конструкциям нейтрализаторов имеет место существенная разница в

газодинамическом сопротивлении на выпуске отработавших газов. Уменьшение газодинамического сопротивления на выпуске отработавших газов является одной из важных задач на пути совершенствования конструкций каталитических нейтрализаторов, так как эта проблема связана с потерями мощности двигателей, которые могут привести к опасным последствиям при эксплуатации автотранспортных средств в условиях горнорудной промышленности, а также к преждевременному износу деталей двигателя. Наименьшее газодинамическое сопротивление наблюдается в нейтрализаторе КГГ-3ВМ. Это не является случайным, так как конструкция этого нейтрализатора отличается от других достаточно развитой поверхностью контакта отработавшего газа с подвижным слоем катализатора, работающего по принципу «кипящего» слоя.

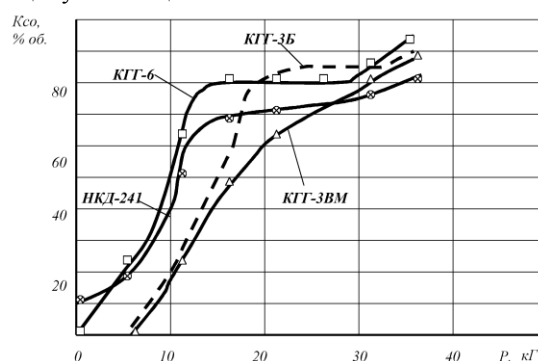


Рис. 1. Эффективность снижения концентрации окиси углерода в отработавшем газе

Таким образом, представляется целесообразным при сравнении нескольких моделей каталитических нейтрализаторов отдать предпочтение каталитическому нейтрализатору модели КГГ-3ВМ по следующим причинам:

- при достаточно высокой эффективности снижения токсичности отработавших газов и при прочих равных условиях конструкция каталитического ней-

трализатора КГГ-3ВМ обладает более высокой надежностью в эксплуатации, так как наличие загрузочных и разгрузочных люков для заправки нейтрализатора катализатором позволяет в кратчайшие сроки заменить катализатор или дополнить его свежей массой без демонтажа нейтрализатора с автотранспортного средства, что имеет немаловажное значение в условиях промышленной эксплуатации;

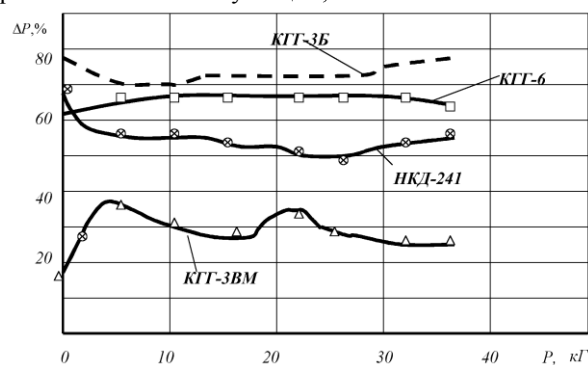


Рис. 2. Газодинамическое сопротивление на выпуске отработавших газов, создаваемое каталитическими нейтрализаторами

– низкое газодинамическое сопротивление нейтрализатора за счет более высокоразвитой поверхности катализатора и его подвижности в слое снижает опасность закоксовывания каталитической массы продуктами выхлопа и тем самым исключается опасность возникновения потерь мощности двигателем, что в условиях промышленной эксплуатации дизельных карьерных автотранспортных средств, работающих на транспортировке горной массы на крутых уклонах, может привести к опасным последствиям.

УДК 622:647:621.851.6

Ж.М. КУАНЫШБАЕВ

Определение перераспределения усилий в двухцепном пластинчатом конвейере

Экспериментальные исследования износа основных элементов проведены на цепных пластинчатых конвейерах, установленных на аглофабрике Качканарского ГОКа. При этом для регистрации износа был использован метод искусственных баз, который позволил с достаточной точностью определить степень и количественные показатели износа контактирующих поверхностей. Используя методы математической статистики обработки результатов экспериментов, а также средства вычислительной техники, представим общую картину закономерности износа пластин от проработанного времени, что позволит в дальнейшем наметить пути повышения надежности и долговечности цепных пластинчатых конвейеров.

Наметим методику проведения экспериментальных исследований. Схема нанесения искусственных баз представлена на рис. 1. Принимаем, что внешними пластинами левого и правого контура по ходу движения двухцепного конвейера являются 1, 4, 5, 8 пластины, на которых соответственно нанесены: пластина 1 (лунка 2 и 3); пластина 4 (лунка 1 и 4); пластина 5 (лунка 2 и 3); пластина 8 (лунка 1 и 4). В свою очередь, обозначим внутренние пластины 2, 3, 6, 7: пластина 2 (лунки 6, 10, 7); пластина 3 (лунки 5, 9, 8); пластина 6 (лунки 6, 10, 7); пластина 7 (лунки 5, 9, 8). Согласно приведенным нумерациям пластин, составим таблицу результатов экспериментальных данных полученных методом искусственных баз. Представим износ

внешних пластин в зависимости от времени наработки и износ характерных точек пластин правого контура (табл. 1).

Таблица 1

ИЗНОС ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК ПЛАСТИН ПРАВОГО
КОНТУРА ТЯГОВОЙ ЦЕПИ (ПО ХОДУ ДВИЖЕНИЯ
КОНВЕЙЕРА)

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОРАБОТАННОГО ВРЕМЕНИ, ММ

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	T, ч
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0,1393	0	288
3	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0,1393	0	448
4	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0,2083	0	592
5	0,281	0,281	0,14	0,281	0,144	0,141	0,4193	0,281	712
6	0,423	0,351	0,14	0,423	0,283	0,283	0,6513	0,281	808
7	0,566	0,494	0,28	0,566	0,283	0,283	0,5613	0,281	928

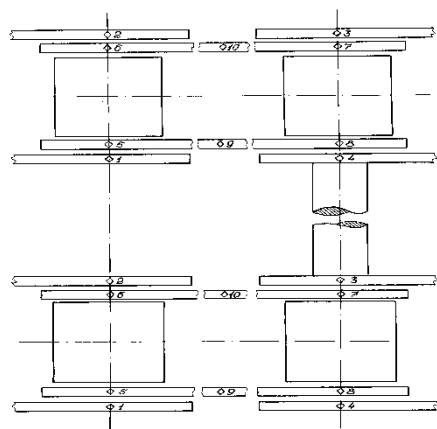


Рис. 1. Искусственные базы на поверхности пластин тяговой цепи

По результатам экспериментальных данных для пластин левого контура (по ходу движения) составляем табл. 2 и 3.

Таблица 2

ИЗНОС ПЛАСТИН ЛЕВОГО КОНТУРА

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T, ч.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,14	0,139	1,393	0	0,139	0,139	0,14	0,14	0,14	0	228
3	0,14	0,139	1,393	0	0,139	0,139	0,14	0,14	0,14	0	448
4	0,14	0,279	0,279	0,14	0,420	0,139	0,21	0,21	0,281	0,141	592
5	0,14	0,279	0,279	0,14	0,420	0,279	0,28	0,28	0,281	0,14	712
6	0,211	0,420	0,420	0,281	0,562	0,279	0,28	0,28	0,423	0,283	808
7	0,211	0,420	0,420	0,281	0,562	0,279	0,35	0	0,56	0,42	928

Таблица 3

ИЗНОС ПЛАСТИН ЛЕВОГО КОНТУРА ТЯГОВОЙ ЦЕПИ
(ПО ХОДУ ДВИЖЕНИЯ КОНВЕЙЕРА) В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРОРАБОТАННОГО ВРЕМЕНИ, ММ

№ п/п	Пластина 5	Пластина 6	Пластина 7	Пластина 8	T, ч.
1	0	0	0	0	0
2	0,1393	0,0931	0,1398	0,07	288
3	0,1393	0,0931	0,1398	0,07	448
4	0,2793	0,1634	0,3038	0,14	592
5	0,2793	0,2334	0,3271	0,14	712
6	0,4203	0,2808	0,422	0,2463	808
7	0,4203	0,3518	0,493	0,2463	928

В условиях аглофабрики Качканарского ГОКа проведены экспериментальные исследования износа основных элементов пластинчатого питателя. Результаты измерения износа проушин полет приведем в табл. 4. По этой схеме выделяем по ходу движения полотна питателя левый и правый контур, а внутри контура – наружную и внутреннюю проушину.

Таблица 4

ИЗНОС ПРОУШИН ПОЛЕТ ПЛАСТИНЧАТОГО ПИТАТЕЛЯ

ЛЕВЫЙ		ПРАВЫЙ	
Н	В	Н	В
1. 79/82,5	80/83,5	82/80	82,5/82
2. 79/81	79/80,5	79,5/82	80/80
3. 79/79	83/82,5	79/80,5	79/79,5
4. 79/79	79,5/79	79/79	79/79
5. 79/80	77/77,5	77/76	79/78,2
6. 77,5/81,2	80/81	79,2/77,3	80/79
7. 77,2/79,3	77,5/78	78,6/78,6	79,2/79,5
8. 77/76,3	83/76	80/77	77/76,5
9. 77/74	75,5/74	76,0/75	79,2/75
10. 79/76,5	74,6/76,5	75,2/75,5	76,5/74,8
11. 74,5/74	73,5/74	74/73,5	73,5/74,8
12. 76/76,5	76/77	76/77,2	76,8/76,7

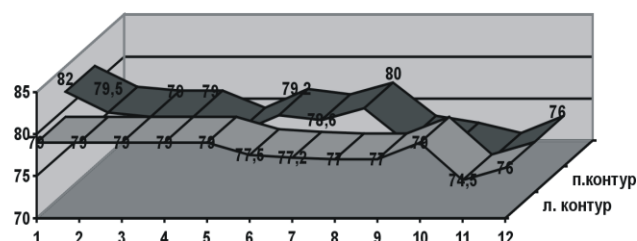


Рис. 2. Зависимость износа проушин полет от времени наработки (правого и левого контура, наружные точки)

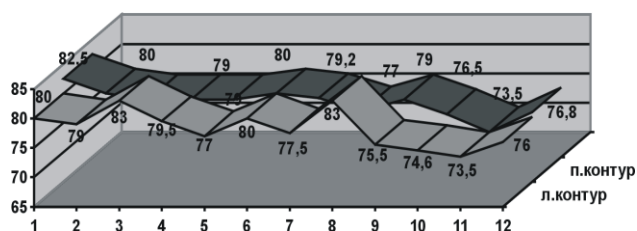


Рис. 3. Зависимость износа проушин полет от времени наработки (правого и левого контура внутренние точки)

Результаты измерения износа проушин, представленных на рис. 2, 3, и 4 приведем в табл. 5.

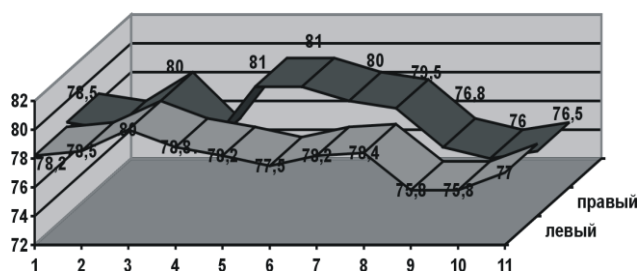


Рис. 4. Зависимость износа проушин правого и левого контура

Числитель и знаменатель, приведенные в табл. 5, означают, что износ проушины измерялся в двух взаимноперпендикулярных плоскостях.

По предложенной выше методике определим перенапряжение или ослабление тягового органа двухцепного пластинчатого питателя. Для этого воспользуемся выражением:

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2\tau^2}} dt.$$

Таблица 5

ИЗНОС ПРОУШИН ПОЛЕТ ПЛАСТИНЧАТОГО ПИТАТЕЛЯ

ЛЕВЫЙ контур	ПРАВЫЙ контур
1	2
1. 78,2/78,5	78,5/79
2. 78,5/77,9	78/78
3. 80/80	80/80

4. 78,8/79,5	76,8/77,5
5. 78,2/75	81,5/75
6. 77,5/75	81/75
7. 78,2/74	80/75,3
8. 78,4/75,5	79,5/74,2
9. 75,8/76,8	76,8/77,4
10. 75,8/76	76/76,6
11. 77/76,5	76,5/77,5

Используя приведенные распределения шага звеньев цепи (табл. 1–5), абсолютное удлинение тягового контура пластинчатого питателя вычисляется по формуле

$$\Delta l = \sum_{i=1}^n |m_x - m_{xi}| \cdot n_i,$$

где m_x — математическое ожидание распределения шага звеньев тяговой цепи для фиксированных условий;

m_{xi} — среднее значение шага звеньев для интервалов распределения шага звеньев цепи;

i — интервалы распределения шага звеньев цепи;

n_i — частость.

В табл. 6 представлено отклонение геометрических размеров проушин от величины математического ожидания в зависимости от времени наработки пластинчатого питателя.

Таблица 6

ОТКЛОНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ПРОУШИН ОТ ВЕЛИЧИНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ

Контур	левый		правый	
Расположение точек	Н	В	Н	В
Математическое ожидание	77.725	78.216	77.95	78.475
Удлинение, мм	-2,0	-0,032	-0,40	-0,70

Для компенсации удлинения тягового органа двухцепного пластинчатого конвейера целесообразно использовать [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. №1578058 СССР. Блок звездочек двухцепного пластинчатого конвейера / Куанышбаев Ж.М., Егоров Ю.П. Оpubл. Б.И. 1990. №26.

УДК 622.684.001.25

М.К. ИБАТОВ
Р.М. ПОПОВИЧЕНКО

Программа и методика промышленных испытаний систем нейтрализации отработавших газов большегрузных карьерных автотранспортных средств

На пути развития и совершенствования систем нейтрализации отработавших газов определяющим является проведение промышленных испытаний экспериментальных образцов нейтрализаторов, которые предназначены для снижения токсичности отработавших газов большегрузных дизельных автосамосвалов,

работающих на доставке горной массы или руды из глубоких карьеров. Представляемые на промышленные испытания экспериментальные образцы нейтрализаторов предварительно должны пройти лабораторно-стендовые исследования.

Целью промышленных испытаний нейтрализаторов является установление технических

показателей снижения токсичности отработавших газов при различных технологических режимах работы автомобильных дизельных двигателей (холостой ход, минимальные, средние и максимальные нагрузки) и определение ресурса времени эффективной работы серийного образца катализатора и его модификаций.

Задачами промышленных испытаний в связи с этим являются:

- проверка работоспособности нейтрализаторов на различных режимах эксплуатации карьерных автосамосвалов;

- определение эксплуатационных показателей, таких как ресурс времени эффективной работы катализатора, его механическая прочность и т. д.;

- оценка преимуществ и недостатков экспериментальных образцов нейтрализаторов в сравнении с серийно выпускаемыми в промышленности;

- разработка рекомендаций по дальнейшему совершенствованию нейтрализаторов и внедрению их в горнорудную промышленность.

Характерные режимы работы дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автосамосвалов, которые представлены на рисунке, определяются в соответствии с технологией работы автотранспорта в карьерных условиях. Технология работы автосамосвалов в карьере охватывает все возможные режимы двигателя, а следовательно, и все возможные режимы работы нейтрализатора.

Режимы работы карьерных автосамосвалов, на которых фиксируется работа нейтрализаторов, подразделяются:

- на I режим – движение порожнего автосамосвала к карьеру на горизонтальном участке (при этом двигатель работает в режиме малых нагрузок, затрачивая 20-30% своей мощности);

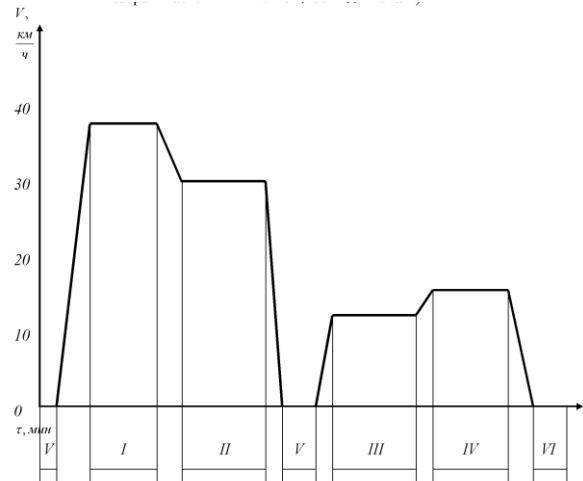
- II режим – движение порожнего автосамосвала при спуске в карьер (при этом двигатель работает в режиме торможения);

- III режим – движение груженого автосамосвала на подъеме из карьера (при этом двигатель работает на максимальной нагрузке, затрачивая на полезную работу до 100 % своей мощности);

- IV режим – движение груженого автосамосвала на горизонтальном участке от карьера к отвалу (при этом двигатель работает на средних нагрузках, затрачивая до 75 % своей мощности);

- V режим – работа ДВС автосамосвала на холостом ходу в карьере в ожидании загрузки горной массы;

- VI режим – работа ДВС автосамосвала при выгрузке горной массы (при этом затрачивается 10-20 % мощности двигателя).



Режимы работы карьерных автосамосвалов: V – скорость движения автосамосвала, км/ч; τ – время работы автосамосвала на соответствующем режиме, мин

Рассмотренные режимы работы карьерных автосамосвалов и двигателя вызывают значительные колебания температур выхлопных газов, определяющих условия работы катализатора в нейтрализаторе. При этом наиболее благоприятные условия работы катализатора приходятся на режимы средних и максимальных нагрузок.

Технология работы карьерных автосамосвалов характеризуется цикличностью. Каждый цикл, включающий все указанные режимы работы автосамосвалов, называется ездовым циклом. В приведенном на рисунке ездовом цикле учтено время перехода от одного режима работы к другому. Это сделано для стабилизации показателей работы двигателя на каждом из режимов, то есть время перехода от одного режима к другому включает время от начала изменения любого из показателей работы двигателя при изменении режима до стабилизации наиболее инерционного показателя. После чего считается, что двигатель вышел на режим, и рекомендуется производить отбор проб отработавшего газа и измерять величины других показателей.

Перед началом промышленных испытаний необходимо:

- произвести визуальный внешний осмотр нейтрализаторов, проверить его комплектность и герметичность;

- осуществить контроль за заправкой нейтрализатора катализатором;

- произвести опломбирование секций нейтрализатора с катализатором;

- выполнить монтаж нейтрализаторов на выхлопной трубе автосамосвала и проверить места соединений нейтрализатора с выхлопным трактом двигателя на герметичность;

- если в конструкции экспериментальных образцов нейтрализаторов не предусмотрены штуцеры для отбора проб отработавшего газа, то необходимо сварить штуцера в выхлопную трубу до и после нейтрализатора;

- соединить штуцера с трубками диаметром 10 мм, которые необходимо вывести в кабину водителя

для отбора проб отработавшего газа при движении автосамосвала;

- на пути движения карьерного автосамосвала условно наметить отрезки трассы, соответствующие работе на вышеприведенных режимах, и предварительно запланировать места отбора проб;

- провести инструктаж с водителем карьерного автосамосвала.

В процессе промышленных испытаний на всех режимах работы карьерных автосамосвалов необходимо фиксировать:

- скорость движения автосамосвала, км/ч;
- мощность, развиваемую двигателем, кВт;
- число оборотов коленчатого вала двигателя, об/мин;
- время работы автосамосвала на заданном режиме, мин;
- температуру отработавшего газа, °С;
- газодинамическое сопротивление до и после нейтрализатора, мм рт. ст.;
- состав токсичных компонентов отработавших газов до и после нейтрализатора, % по объему;
- степень очистки отработавших газов от токсичных компонентов, %.

Скорость движения автосамосвала, мощность и число оборотов коленчатого вала двигателя определяются по показаниям на приборной панели в кабине водителя. Время стабильной работы автосамосвала на заданном режиме определяется с помощью секундомера. Газодинамическое сопротивление определяется с помощью чувствительного манометра. Для гашения волновых явлений, имеющих место в системе выпуска отработавших газов и затрудняющих определение газодинамического сопротивления, рекомендуется перед манометром устанавливать газовый демпфер. Процесс отбора проб отработавшего газа заключается в том, что к соответствующей трубке, подводящей отработавшие газы от выхлопного тракта двигателя, подсоединяется перепускной ручной насос для наполнения проб отработавших газов в резиновые

камеры. Анализ состава проб отработавших газов рекомендуется производить в химических лабораториях санитарно-эпидемиологических станций, ВГСЧ или других организаций.

Заключительным этапом проведения промышленных испытаний являются обработка результатов наблюдений, измерений и их анализ, сбор недостающих сведений и составление акта промышленных испытаний совместно с представителями промышленных предприятий.

В акте промышленных испытаний должны быть указаны: место и дата составления акта; место и период испытаний; подробная характеристика условий испытаний; техническая характеристика экспериментального образца нейтрализатора; объем испытаний по времени; систематизированный перечень всех неисправностей по конструкции нейтрализатора и по двигателю в период испытаний, с анализом их причин и выработкой предложений по совершенствованию конструкции нейтрализатора; выводы с общей оценкой эффективности работы нейтрализатора; предложения по внедрению.

К акту должны быть приложены: журнал испытаний; акты измерений; акты оценки технического состояния нейтрализаторов; журнал дефектов, выявленных за время испытаний.

Акт промышленных испытаний, подписанный членами комиссии из числа руководителей исследовательской группы и промышленного предприятия, на базе которого проводились испытания, является основанием для технического задания на разработку и промышленное внедрение нейтрализатора.

Таким образом, приведенные программа и методика промышленных испытаний систем нейтрализации отработавших газов карьерных большегрузных автотранспортных средств являются важным этапом на пути совершенствования конструкций нейтрализаторов и внедрения их в практику работы предприятий горнорудной промышленности.

УДК 622.684.001.25

М. К. ИБАТОВ
Р. М. ПОПОВИЧЕНКО
Георг. Г. ПИВЕНЬ

Исследование систем нейтрализации отработавших газов дизельных двигателей на проходке тоннелей

В практике строительства гидромелиоративных тоннелей достаточно часто применяют дизельные машины для транспортировки горной массы. Преимущества применения подобных машин в сравнении с какими-либо другими способами транспортировки горной массы очевидны: мобильность, маневренность, индивидуальность и большая грузоподъемность. Но применение дизельных машин в ограниченном пространстве тоннеля требует применения всех мер безопасности, сходных с мерами, применяемыми в горнорудной промышленности при работе самоходных дизельных машин под землей.

Вместе с тем ознакомление с технологическим режимом работы дизельных машин на проходке Келесского гидротехнического тоннеля показало, что технологический режим работы дизельных машин имеет свою специфику и несколько отличается от уже известной технологии работы дизельных машин в подземных условиях рудников. Это отличие заключалось в том, что на проходке тоннеля невозможно было организовать разминовку машин в тоннеле и ее приходилось осуществлять перед входным порталом тоннеля, что несколько задерживало темп движения машин по мере углубления тоннеля, но положительно сказалось на проветривании тоннеля, так как, по сути дела, в

тоннеле все время находилась на рабочем режиме только одна машина.

Одним из условий безопасной работы обслуживающего персонала является сокращение выброса вредных веществ с отработавшими газами дизельных машин. Эту задачу возможно решить путем установки на дизельные машины систем нейтрализации отработавших газов. Из числа известных каталитических систем нейтрализации отработавших газов для исследования на эффективность очистки и газодинамическое сопротивление был отобран каталитический нейтрализатор КГГ-3ВМ, который при предварительном проведении лабораторно-стендовых испытаний показал более высокие результаты в сравнении с другими системами каталитической нейтрализации.

На промышленные испытания были представлены опытные образцы двух каталитических нейтрализаторов модели КГГ-3ВМ, изготовленных на экспериментальном заводе Карагандинского института «Гипроуглегормаш», которые были заправлены катализатором ШПК-2 и установлены на два дизельных транспортирующих погрузчика «Фадром», изготовленных в Польше. Транспортный погрузчик «Фадром» оборудован 4-тактным, 6-цилиндровым дизельным двигателем со степенью сжатия — 16, рабочим объемом двигателя — 6,54 л, номинальной мощностью 115 л. с. при числе оборотов коленчатого вала — 2300 об/мин.

Целью промышленных испытаний нейтрализаторов являлось установление технических показателей снижения токсичности отработавших газов при различных технологических режимах работы дизельных двигателей (холостой ход, средние и максимальные нагрузки двигателей). Технология транспортировки горной массы из тоннеля дизельными транспортными погрузчиками заключалась в движении груженой машины от забоя тоннеля по горизонтальному участку всего выработанного пространства тоннеля, выходу машины из тоннеля с дальнейшим движением ее по створу будущего канала на расстоянии до 1000 м, подъеме и разгрузке машины на отвале канала, спуске с отвала и обратном пути в тоннель. Разминовка машин происходила перед входным порталом тоннеля.

Весь цикл движения дизельных машин был разбит на следующие характерные режимы работы дизельных двигателей:

I — движение негруженой машины на горизонтальном участке;

II — движение груженой машины на горизонтальном участке;

III — движение груженой машины на подъеме к отвалу;

IV — движение негруженой машины на спуске с отвала;

V — работа дизельного двигателя машины на холостом ходу.

На каждом из нейтрализаторов имелись пробоотборные трубки для отбора проб отработавшего газа до и после нейтрализатора. Пробы

отбирались на всех характерных режимах работы дизельных двигателей. Химический анализ проб отработавшего газа производился в лаборатории санитарно-эпидемиологической станции. В процессе испытаний каталитического нейтрализатора производился замер газодинамического сопротивления, оказываемого конструкцией нейтрализатора в системе выпуска отработавших газов. Замер газодинамического сопротивления производился также на характерных режимах работы дизельного двигателя транспортного погрузчика.

Промышленные испытания каталитического нейтрализатора модели КГГ-3ВМ, проведенные на дизельном транспортном погрузчике в условиях строительства Келесского гидротехнического тоннеля, позволили получить характеристику работы нейтрализатора по эффективности снижения токсичности отработавшего газа, оценить конструкцию нейтрализатора по газодинамическому сопротивлению и оценить эксплуатационную надежность нейтрализатора.

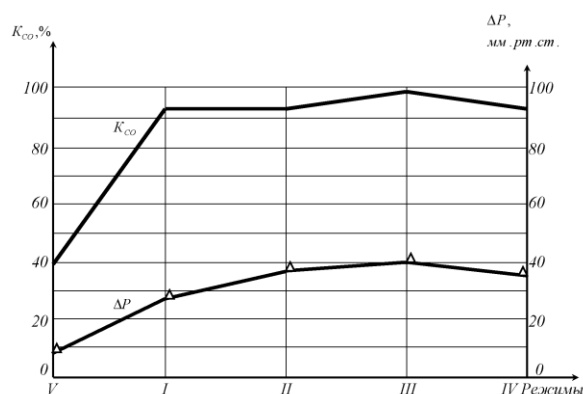
Основные результаты химических анализов проб отработавшего газа на характерных режимах работы дизельного транспортного погрузчика приведены в таблице. По результатам, приведенным в таблице, и результатам замера газодинамического сопротивления нейтрализатора в системе выпуска отработавшего газа построена графическая зависимость полученных замеров от режимов работы дизельной машины, представленная на рисунке.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА КГГ-3ВМ НА ДИЗЕЛЬНЫХ МАШИНАХ ПРИ ПРОХОДКЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ТОННЕЛЯ

Режим работы дизельной машины	Содержание СО в отработавших газах, мг/м ³		Степень очистки отработавших газов от СО, %
	до нейтрализатора	после нейтрализатора	
Средняя нагрузка (режимы I, II, IV)	553,6	44,3	92
Максимальная нагрузка (режим III)	1540,3	30,8	98
Холостой ход (режим V)	587,6	305,5	48

Анализ полученных результатов промышленных испытаний нейтрализатора показывает, что на всех режимах работы дизельного двигателя обеспечивается высокая эффективность снижения окиси углерода в отработавшем газе. При движении транспортного пог-

рузчика по тоннелю в негруженном состоянии по горизонтальному участку тоннеля к забою (режим I) и в обратном направлении (режим II) очистка отработавшего газа от окиси углерода составляла 92%, а при движении груженой машины на подъеме к отвалу (режим III) – достигала до 98%. Остальные режимы IV, V работы дизельного двигателя приходились на долю участков трассы движения машины, лежащих за пределами тоннеля, и не представляли опасности загрязнения атмосферы тоннеля.



Степень очистки отработавшего газа от CO и изменение газодинамического сопротивления

При анализе графика, приведенного на рисунке, нужно отметить снижение концентрации окиси углерода до 48% на режиме V, характеризующем работу двигателя на холостом ходу. Известно, что на холостом ходу, как правило, температура отработавшего газа обычно не превышает +200°C,

тогда как каталитическая масса вступает в активную работу лишь при температуре +245°C и выше. Таким образом, снижения концентрации окиси углерода на этом режиме не должно быть. Тем не менее, неоднократный анализ проб отработавшего газа на этом режиме подтверждал снижение концентрации окиси углерода до 45÷50%.

Последнее объясняется удачной компоновкой нейтрализатора на двигателе. Расстояние от выпускного коллектора до нейтрализатора не превышало 50 см. Это обеспечило небольшое количество тепловых потерь, а значительная масса катализатора сыграла роль теплового аккумулятора, что и обеспечило снижение концентрации окиси углерода на холостом режиме работы прогретого двигателя.

В целом, анализ результатов промышленных испытаний нейтрализатора КГГ-3ВМ свидетельствует о высокой эффективности очистки отработавших газов от окиси углерода, надежности работы нейтрализатора, которая обеспечивается конструкцией реактора, позволяющей избежать спекания и коксования массы катализатора, а в случае отравления катализатора имеется возможность его быстрой замены без демонтажа нейтрализатора с транспортного погрузчика. Использование в данном нейтрализаторе принципа работы каталитической массы в «кипящем» слое позволяет уменьшить газодинамическое сопротивление выпуску отработавших газов и тем самым снизить потерю мощности двигателя.

УДК 621.396.621 (088.8)

И.Н. ФЕДОРАШКО

Автоматический выбор цифровых каналов передачи информации в присутствии импульсных помех от тиристорного электропривода

Эффективным средством повышения надежности передачи информации при дистанционном управлении объектами является метод многоканального приема сигналов с последующим автоматическим выбором наилучшего канала [1]. Для выбора наилучшего канала требуется автоматический анализ качества сигнала, поступающего из каждого канала. Весь тракт обработки сигнала на приемной стороне цифрового канала передачи информации условно можно разделить на две части: до регенератора цифрового сигнала, где амплитуда выходного сигнала не нормирована, и после регенератора, где амплитуда сигнала, в соответствии с определением цифрового сигнала, принимает только два уровня – нулевой U_0 и единичный U_1 .

Наибольшее распространение для решения указанной задачи получили методы, использующие сигнал до регенератора, то есть использующие амплитудное или действующее значение выходного сигнала, постоянную составляющую на выходе демодулятора (детектора) или сигнал автоматической

регулировки усиления приемника [1]. Однако при использовании цифровых сигналов в каналах передачи информации, особенно с нерегулярным следованием сигнала и случайным характером помех, объективная оценка качества сигнала указанными методами затруднена. Ситуация значительно усложняется при наличии интенсивных импульсных помех с амплитудой, превышающей амплитуду сигнала, что имеет место в индукционном канале управления электротехническими комплексами с тиристорными электроприводами [2]. Кроме того, эти методы имеют низкое быстродействие, невысокую точность и функционируют в ограниченном динамическом диапазоне помех и сигналов.

В общем случае среднее значение импульсного сигнала произвольной формы на выходе информационного канала за интервал времени t определяется выражением [3]

$$U_0 = \frac{1}{t} \int_0^t U(t) dt. \quad (1)$$

В случае цифрового двоичного сигнала $U(t)$, представляющего собой аддитивную смесь сигнала и помехи, выражение (1) можно записать в виде суммы:

$$U_0 = \frac{U_1}{t} \left(\sum_{i=1}^k \tau_{ci} + \sum_{j=1}^m \tau_{ij} \right), \quad (2)$$

где U_1 — уровень единичного сигнала,
 τ_c — длительность сигнала,
 τ_n — длительность помехи,
 k — количество импульсов сигнала,
 m — количество импульсов помех на интервале времени t .

Так как величина U_0 из выражения (2) представляет собой действующее значение сигнала, то при наличии помех, то есть при выполнении условий $m \neq 0$ и $\tau_n \neq 0$, это выражение не может однозначно характеризовать качество сигнала в канале связи, так как возможны одинаковые значения величины U_0 при различных сочетаниях параметров помехи и сигнала. Уменьшить неопределенность можно в случае уменьшения числа переменных величин, входящих в выражение (2). Для этого из выходного сигнала канала необходимо сформировать сигнал с фиксированной укороченной длительностью τ , например, с помощью дифференцирующей цепи или импульсного устройства типа ждущего мультивибратора. При этом для автоматической работы устройства, необходимо выполнение условий $\tau < \tau_{n \min}$ и $\tau < \tau_{c \min}$, где $\tau_{n \min}$ и $\tau_{c \min}$ — соответственно минимальные длительности помехи и сигнала. Заменяя в выражении (2) τ_c и τ_n на τ и выполняя операцию суммы, получим выражение для действующего напряжения на выходе формирователя укороченного сигнала:

$$U_{0\phi} = U_1 \tau (k + m)/t. \quad (3)$$

Данное выражение уже позволяет осуществить автоматический выбор каналов передачи информации, содержащих импульсные помехи, аналоговым способом, то есть путем сравнения величин напряжений $U_{0\phi}$ на выходах разных каналов. Рассмотрим эту возможность более подробно.

Из общей теории многоканального приема сигналов, с последующим автоматическим выбором лучшего канала, известно [1], что при увеличении числа каналов выигрыш в эффективности системы от числа каналов быстро уменьшается, поэтому на практике наиболее широко используется двухканальный прием сигналов. Этот же случай характерен и для передачи сигналов в горных выработках, где объекты управления, например угольный комбайн, имеют конструкцию, сосредоточенную вдоль горной выработки, и для передачи информации в системе беспроводного управления достаточно два пространственных направления. Исходя из этого, ограничимся рассмотрением автоматического выбора сигналов из двух каналов передачи информации.

Введем следующие обозначения величин: $U_{01\phi}$ и $U_{02\phi}$ — напряжение на выходе 1 и 2 каналов, в смысле формулы (3); k_1 и k_2 — количество импульсов сигнала, m_1 и m_2 — количество импульсов помех, соответственно на выходах 1 и 2 каналов.

Для двух информационных каналов можно образовать дифференциальный параметр U_{12} , характеризующий отличие одного канала от другого, по формуле

$$U_{12} = U_{01\phi} - U_{02\phi}. \quad (4)$$

Подставляя в формулу (3) введенные обозначения величин и затем полученные выражения в формулу (4), получим

$$U_{12} = U_1 \tau ((k_1 - k_2) + (m_1 - m_2))/t. \quad (5)$$

Анализируя выражение (5), можно выделить следующие характерные ситуации, по которым можно синтезировать алгоритм работы схемы автоматического выбора каналов:

– если $k_1 = k_2$, то $U_{12} = U_1 \tau (m_1 - m_2) / t$, и имеется возможность выбрать канал с меньшим уровнем помех по знаку функции U_{12} ;

– если $m_1 = m_2$, то $U_{12} = U_1 \tau (k_1 - k_2) / t$, и имеется возможность выбрать по знаку функции U_{12} канал с наименьшими искажениями сигнала. Если искажения сигнала отсутствуют, то $k_1 = k_2$ и $U_{12} = 0$. В этом случае может выбираться любой канал, так как их качество одинаково;

– если k_1 или k_2 равен нулю, то $U_{12} = U_1 \tau (k + (m_1 - m_2)) / t$, где k — количество импульсов полезного сигнала в оставшемся канале. При этой ситуации может возникнуть неопределенность при выборе лучшего канала, так как практически всегда имеет место неравенство $m_1 \neq m_2$ и, в общем случае, величины m_1 и m_2 могут принимать любые значения.

Для исключения неопределенности в последнем случае необходимо введение дополнительных условий:

$$m_n = 0, \text{ если } k_n = 0, \text{ и } k_n > k_0, \text{ если } k_n \neq 0,$$

где m_n — количество импульсов помехи на выходе

канала с номером n ,

k_n — количество импульсов сигнала на выходе

канала с номером n ,

k_0 — минимальное количество импульсов полезного сигнала на отрезке времени Δt , определяемое структурой используемого цифрового сигнала.

Из данного условия следует, что до образования величины U_{12} сигналы в каждом из информационных каналов должны быть подвергнуты простейшему анализу на предмет выявления наличия или отсутствия полезного сигнала на основе внутренней детерминированной структуры сигнала.

Недостатком устройства с аналоговой обработкой сигналов, реализованного по изложенному принципу, является достаточно большое время реакции на ситуацию, так как величина времени интегрирования t в формуле (5) должна быть значительно больше не только длительности τ_0 , но и длительности нескольких циклов информационного сигнала. Этот недостаток может быть преодолен выбором $\tau \ll \Delta t$ и использованием для анализа величины k_0 . Однако с уменьшением τ_0 снижается и средний уровень напряжения $U_{0\phi}$, что затрудняет анализ величины U_{12} аналоговыми способами. С другой стороны, условие $\tau \ll \Delta t$, по существу, означает выделение фронта как сигнала, так и помехи, поэтому для увеличения

быстродействия возможен подсчет количества фронтов сигнала за заданный промежуток времени Δt , при условии соблюдения всех ранее оговоренных условий.

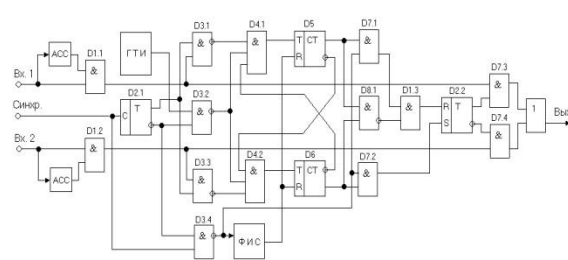
Такой подход приводит к некоторому усложнению схемы автоматического выбора сигналов, но позволяет повысить быстродействие и устойчивость работы устройства за счет использования элементов цифровой техники. В этом случае, в соответствии с формулой (3), количество фронтов импульсов на выходе информационного канала может быть оценено с помощью дискретной функции $M(k, m, t)$, определенной на интервале времени Δt и выраженной формулой

$$M(k, m, t) = (k + m) / \Delta t. \quad (6)$$

Функция по формуле (6) аппаратно может быть реализована в виде счетчика импульсов, на счетный вход которого поступает сигнал с выхода информационного канала, а на вход разрешения счета поступает стробирующий сигнал длительностью Δt , синхронизированный с временем существования сигнала и временем анализа аналогичного сигнала в другом, альтернативном канале. В этом случае возможен быстродействующий сравнительный анализ результатов работы соответствующих счетчиков и выполнение оговоренных ранее логических условий, связанных с существованием полезного сигнала в канале.

Структурная схема устройства автоматического выбора цифровых каналов передачи информации с цифровой обработкой выходных сигналов, использующего изложенные принципы, приведена на рисунке.

В основу работы предлагаемой схемы для повышения устойчивости работы положен принцип разбиения цикла работы на два интервала. В первом интервале происходит подсчет импульсов в каждом из информационных каналов, в счетчиках $D5$ и $D6$, а во втором — сравнение результатов счета и переключение на выбранный канал.



Структурная схема устройства автовыбора с цифровой обработкой выходных сигналов

Формирование указанных интервалов времени производится с помощью триггера $D2.1$ по сигналам внешней синхронизации, а переключение каналов — с помощью триггера $D2.2$, управляющего логическими элементами $D7.3$, $D7.4$, $D8$. Состояние выходов триггера $D2.2$ зависит от того, какой из двух счетчиков, $D5$ или $D6$, первым достигнет максимального числа счета и заблокируется (вход «защелки» не показан). Если количество импульсов в каналах за время счета было недостаточным, то во втором интервале работы схемы счетчики сначала устанавливаются в максимальное состояние с помощью генератора тактовых импульсов (ГТИ) и логического элемента $D3.2$.

В конце второго интервала работы схемы, после формирования сигнала на переключение каналов, формирователь импульсов сброса (ФИС) осуществляет установку счетчиков в исходное состояние. В случае одинаковых состояний счетчиков, при завершении процедуры счета с помощью логического элемента $D8.1$ принудительно включается сигнал первого канала. Описанный вариант схемы автоматического выбора каналов связи был успешно испытан в реальных условиях в составе системы беспроводного дистанционного управления комбайном ИКШЭ с тиристорным электроприводом механизма подачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сартасов Н.А., Едвабный В.М., Грибин В.В. Коротковолновые радиоприемные устройства. М.: Связь, 1971. 288 с.
2. Федорашко И.Н. Синхронизация при временном разделении каналов в системе беспроводного управления горными машинами / КНИУИ // Науч. тр. Совершенствование технологии и повышение эффективности разработки угольных пластов Карагандинского бассейна. Караганда, 1988. С. 147–154.
3. Иццоки Я.С., Овчинников Н.И. Импульсные и цифровые устройства. М.: Советское радио, 1973. 592 с.

УДК 543.423.317

А.И. ОДИНЕЦ
М.П. АЛТЫНЦЕВ
Б.Ф. НИКИТЕНКО

Новый метод автоматизированной обработки спектрограмм при эмиссионном спектральном анализе

Несмотря на широкое использование в эмиссионной практике оптических квантометров, спектральный анализ с фотографической регистрацией не потерял своего значения при исследовании многокомпонентных и разнообразных по составу проб. Фотографирование и обработка данных измерений являются одним из самых трудоемких этапов анализа и сопровождаются наличием субъективных ошибок. С развитием вычислительной техники стала возможной автоматизация этого

процесса.

Эффективность спектрального анализа зависит не только от уровня программного обеспечения, но и от возможностей технических средств, осуществляющих преобразование оптического изображения спектра в электрический сигнал, преобразование этого сигнала в цифровой код и передачу кода в компьютер. Ниже рассмотрен матричный анализатор спектра, позволяющий автоматизировать отдельные операции в процессе спектрального анализа.

Анализатор используется вместо микрофотометра (например, МФ-2) и позволяет автоматизировать процессы, связанные с проведением количественного спектрального анализа. Анализатор позволяет измерить плотность почернения атомно-эмиссионных спектров сплавов железа, алюминия, меди, никеля и титана и последующего их перевода по градуировочным графикам в соответствии с компьютерными программами в процентное содержание элементов. В существующих системах производится измерение почернений в пробах и стандартных образцах на микрофотометре, данные фиксируются в рабочих журналах, а затем, по градуировочным графикам, поэлементно определяется процентное содержание элементов.

В предлагаемом методе производятся следующие операции:

- преобразование с помощью телевизионной камеры оптического изображения спектров на фотопластинке в видеосигнал, записываемый ЭВМ;
- поиск требуемых спектральных линий в автоматическом в режиме одним из трех возможных путей:

- сопоставлением на экране монитора исследуемого спектра с образцовым спектром;
- прямым отсчетом значений длин волн, определенных путем предварительного фиксирования координат реперных линий (линий основы материалов);
- отсчетом по координатной линейке, воспроизводимой вместе со спектральными линиями на экране монитора и определяющей соответствие координат и длин волн.

Таким образом, в результате осуществления этих операций имеется возможность проведения входного экспресс-контроля путем определения марок неизвестных материалов без использования микрофотометров и спектропроекторов.

В ходе измерений для каждого элемента материала строятся градуировочные графики по данным исследований государственных стандартных образцов. Данные градуирования и полученные графики хранятся в памяти ЭВМ. При выполнении текущих анализов используются только два рабочих эталона, выбранных для определенной группы материалов и выполняющих функции слежения за изменениями условий проведения эксперимента. По ним корректируется положение градуировочного графика. На фотопластинку фотографируются спектры проб и двух рабочих эталонов. Видеоизображения спектров отображаются на экране монитора (рис. 1).

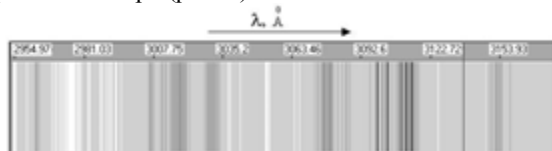


Рис. 1

С помощью координатной линейки фиксируются длины волн спектральных линий, измеряются их почернения, которые автоматически переносятся на градуировочный график. После этого на экране

отображаются значения концентраций элементов проб. При выполнении вычислений данные реальных эталонов преобразуются в данные виртуальных эталонов. Повышение точности и достоверности достигается за счет применения виртуальных эталонов, впервые используемых в практике производственных количественных анализов [1].

Анализатор, реализующий описанный метод, состоит из фотоприемника (телевизионной камеры), предметного столика и компьютера типа IBM (рис. 2). Технические характеристики матричного анализатора спектра определяются параметрами входящих в состав аппаратуры телевизионной камеры, ее оптической системы, интерфейса и возможностями программного обеспечения:

Тип телевизионной камеры	черно-белый, с числом твл не менее 400;
---------------------------------	--

Область спектральной чувствительности, определяется характеристиками

стилюска и ТВ-камеры и лежит в диапазоне, нм	390–700;
Время экспозиции, с	0,04

Программно пакет работает в среде Windows-98, в диалоговом режиме, и предоставляет следующие возможности:

- отобразить эмиссионный спектр на экране монитора;
- осуществить поиск спектральных линий по их длинам волн;
- измерить интенсивности спектральных линий;
- построить градуировочный график;
- рассчитать концентрацию элементов в пробах;
- произвести статистическую обработку результатов измерений;
- вывести результаты анализа на печать.

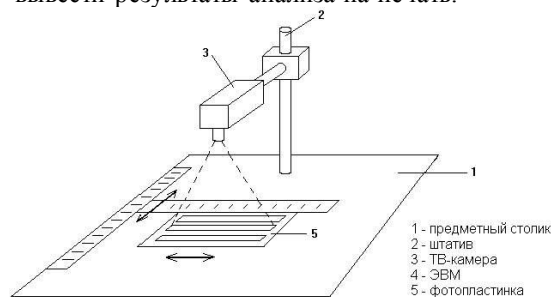


Рис. 2

Программный пакет содержит базу данных, которая включает в себя данные по группам сплавов — о сплавах-элементах, а также значения длин волн основных линий и линий сравнения.

Работа анализатора заключается в преобразовании оптического изображения спектров, представленных на фотопластинке, в видеосигнал, который после преобразования выводится на экран монитора. Программа обработки спектров позволяет:

- определить степень почернения спектральных линий, а по значениям концентрации элементов стандартных образцов построить градуировочные графики;

– по значениям степени почернения спектральных линий и концентрации элементов стандартных образцов предприятия провести корректировку градуировочных графиков;

– измерить величину почернения спектральных линий пробы и определить концентрацию элементов.

Метод определения неизвестной массовой доли C_x элемента основан на сравнении степени почернения спектральной линии S_x исследуемого элемента и линии сравнения S_{xcp} относительно аналогичных параметров эталона $S_э$ и $S_{эcp}$ (известный способ контрольного эталона).

В соответствии с физической моделью в основу расчетов положено выражение:

$$C_x = \delta \beta C_x^{B_x} \exp \alpha_x, \quad (1)$$

где β — некоторый параметр, определяемый интенсивностью излучения СО и исследуемой пробы, а также способом проведения анализа;
 α_x — обобщенный параметр спектральной линии излучения, характеризующий ее энергетические свойства (определяется экспериментально);
 B_x — коэффициент дополнительного излучения, зависящий от обобщенного параметра α_x ;
 δ — параметр эталонной пробы.

Для фотографического метода:

$$\beta = \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2} \cdot \frac{S_x}{S_o}\right) \operatorname{tg}\left(\gamma \cdot \frac{S_x + S_{xcp} - S_э + S_{эcp}}{4S_o}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2} \cdot \frac{S_{xcp}}{S_o}\right) \operatorname{tg}\left(\gamma \cdot \frac{S_x + S_{xcp} + S_э - S_{эcp}}{4S_o}\right)},$$

где S_o — предел измеряемого почернения (паспортное значение микрофотометра),
 γ — константа технологического процесса,

$$B_x = 1 - \frac{C_x}{\pi} \arctg \alpha_x.$$

В процессе измерения почернений параметр β определяется с ошибкой. Поэтому массовая доля испытуемой пробы вычисляется также с погрешностью. Особенно велика эта погрешность,

если C_x значительно отличается от массовой доли эталона $C_э$. Для уменьшения влияния этого фактора вводятся корректирующие функции

$$\alpha_x = \frac{B}{B_э \beta} \alpha_{xэ},$$

$$\alpha_{xэ} = \frac{S_{эо}}{S_x} \cdot \frac{C}{C_{эо}} \alpha_x,$$

где B, C, α_x — промежуточные параметры анализа,

$B_э, \alpha_{xэ}$ — параметры основного эталона,

$S_{эо}, C_{эо}, \alpha_{xэо}$ — параметры вспомогательного

эталона, хранящиеся в базе данных.

Промежуточные параметры рассчитываются по выражению:

$$\alpha_x = \frac{\ln \left[C (C_э \beta)^{-1} \right]}{C^B - C_э^{Bэ}}.$$

Окончательный расчет массовой доли исследуемой пробы осуществляется с учетом формулы (1):

$$\delta = C_{эо} \left[C_{эо}^{Bэо} \exp \alpha_{xэо} \right]^{-1}.$$

Чем больше вспомогательных эталонов (внутренних стандартов), тем точнее корректирующие функции будут прослеживать за изменением α_x .

Выбор нужного внутреннего стандарта осуществляется ЭВМ, исходя из условия

$$|C - C_{эо}| \Rightarrow \min.$$

В научно-производственной лаборатории контроля при ОАО «Омскагрегат» разработан матричный анализатор спектра, осуществляющий обработку спектрограмм сплавов металлов. Лабораторные испытания прибора показали высокую эффективность предложенного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ 2035718. G 01 N 21/67. Способ определения содержания массовых долей элементов в материалах и сплавах / Б.Ф. Никитенко, А.И. Одинец, Н.С. Казаков, В.П. Кузнецов, А.А. Кузнецов (Россия). Оpubл. 20.05.95. БИ № 14.

УДК 624.04
Ж.Б. БАКИРОВ

Статистическое обоснование коэффициента запаса

Главной целью расчета конструкций является получение гарантии того, что за время эксплуатации не наступит ни одно из недопустимых предельных состояний. Это условие можно записать так:

$$S \leq R, \quad (1)$$

где S, R — действующее напряжение в конструкции и предельное напряжение для материала.

В большинстве случаев действующие нагрузки, параметры конструкции и предельные напряжения являются случайными величинами, законы распределения которых можно установить, лишь систематически накапливая экспериментальный материал. В этих условиях выполнение неравенства (1) можно требовать лишь с той или иной вероятностью, близкой к единице, которую принимаем за меру надежности H . Тогда можно записать

$$H = P(R > S), \quad (2)$$

где через P обозначена вероятность события, указанного в скобке.

Если законы распределения действующих напряжений $f_s(s)$ и несущей способности $f_R(R)$ известны, то по этой формуле с применением теории вероятностей можно получить связь между коэффициентом запаса, вероятностными

характеристиками действующих и предельных напряжений и надежностью.

Введем в рассмотрение случайную величину $\psi = R - S$, которую назовем функцией неразрушимости. Тогда надежность конструкции будет равна

$$H = P(\psi > 0) = \int_0^{\infty} f(\psi) d\psi, \quad (3)$$

где $f(\psi)$ — плотность распределения случайной величины ψ

$$f(\psi) = \int_0^{\infty} f_R(\psi + s) f_s(s) ds.$$

Пусть действующие и предельные напряжения распределены по нормальному закону. Тогда ψ также имеет нормальное распределение с параметрами

$$m_\psi = m_R - m_s, \quad \sigma_\psi^2 = \sigma_R^2 + \sigma_s^2.$$

Теперь из соотношения (3) имеем

$$H = \frac{1}{\sigma_\psi \sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} \exp\left[-(\psi - m_\psi)^2 / 2\sigma_\psi^2\right] d\psi.$$

Используя известное выражение для интеграла вероятностей, получаем

$$H = \Phi(t_0) = \Phi\left[(m_R - m_s) / \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_s^2}\right], \quad (4)$$

где $t_0 = (m_R - m_S) / \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}$. (5)

Величина t_0 представляет собой квантиль нормального распределения, соответствующий надежности конструкций. Ее иногда называют гауссовским уровнем надежности. Если коэффициент запаса определить как

$$n = m_R / m_S,$$

то выражение (5) примет вид

$$t_0 = (n-1) / \sqrt{n^2 k_R^2 + k_S^2},$$

где $k = m / \sigma$ — коэффициент вариации.

Решая это уравнение относительно n , выразим явно коэффициент запаса через вероятностные характеристики напряжений и прочности и гауссовский уровень надежности

$$n = (1 - t_0^2 k_R^2)^{-1} \left[1 + \sqrt{1 - (1 - t_0^2 k_R^2)(1 - t_0^2 k_S^2)} \right]. \quad (6)$$

Если предельное напряжение — детерминированная величина, то выражение (6) примет вид

$$n = 1 + t_0 k_S.$$

Графики зависимости коэффициентов запаса от надежности при различных k_S для $k_R = 0,1$ и $0,2$ приведены на рисунках 1,а и 1,б. На рисунке 1,б пунктирными линиями показаны эти зависимости при детерминированном значении предельного напряжения. Формулу (5) можно обобщить на случай, когда функция неразрушимости является линейной комбинацией нескольких нормально распределенных случайных параметров q_i

$$\psi = \sum_{i=1}^m a_i q_i.$$

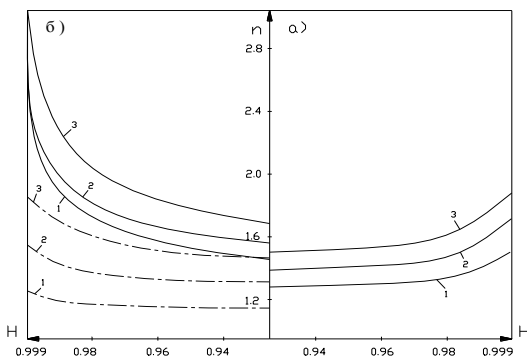


Рис. 1. Графики зависимости коэффициента запаса от надежности: 1 — $k_S = 0,1$; 2 — $k_S = 0,2$; 3 — $k_S = 0,3$

Это выражение в большинстве случаев вполне приемлемо. Если зависимость ψ от параметров и не является линейной, то ее можно линеаризовать, раскладывая функцию в степенный ряд в окрестности наиболее вероятных значений q_i и отбрасывая нелинейные члены. В этом случае

$$t_0 = \frac{\sum_{i=1}^m a_i \langle q_i \rangle}{\sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m a_j a_i K_{ij}}}, \quad (7)$$

где угловые скобки означают операцию осреднения случайной величины, то есть математическое ожидание, а $K_{ij} = \langle q_i q_j \rangle$ — элементы корреляционной матрицы.

Если действующие и предельные напряжения распределены по логарифмически нормальному закону, то аналогично вместо формулы (6) получаем

$$n = \left[(1 + k_R^2) / (1 + k_S^2) \right]^{1/2} \exp \left(t_0 \left\{ \ln \left[(1 + k_R^2) (1 + k_S^2) \right] \right\}^{1/2} \right), \quad (8)$$

$$\text{где } t_0 = \frac{\ln \frac{m_R}{m_S} - \ln \left(\frac{1 + k_R^2}{1 + k_S^2} \right)^{1/2}}{\left\{ \ln \left[(1 + k_R^2) (1 + k_S^2) \right] \right\}^{1/2}}.$$

В общем случае надежность можно определить непосредственно из формулы (2) [1]:

$$P = \int_{-\infty}^{\infty} f_S(S) \left[\int_S^{\infty} f_R(R) dR \right] dS = \int_{-\infty}^{\infty} f_R(R) \left[\int_{-\infty}^R f_S(S) dS \right] dR. \quad (9)$$

Вычисление надежности по соотношениям (9) для различных сочетаний законов распределения действующих и предельных напряжений приведены в работе [1]. Эти результаты показывают, что во многих случаях надежность выражается через специальные функции, а иногда ее приходится вычислять численными методами. В этих случаях получить явную связь между коэффициентом запаса и надежностью не удастся. Кроме того, законы распределения расчетных напряжений и несущей способности порою бывают неизвестны, что не позволяет применять формулы (3) или (9).

В связи с этим рассмотрим случай, когда распределения напряжения и прочности неизвестны, но известны два первых момента этих распределений. Найдем связь между коэффициентом запаса и надежностью. Коэффициент запаса рассматриваем как случайную величину, равную $n = R/S$. Запишем неравенство Чебышева

$$P(|n - a| \leq \varepsilon) \geq 1 - \langle (n - a)^2 \rangle / \varepsilon^2,$$

где a и ε — произвольные положительные постоянные.

Пусть $a = m \langle n \rangle$, тогда

$$\langle (n - a)^2 \rangle = \langle (n - m \langle n \rangle)^2 \rangle = \langle n^2 \rangle - 2m \langle n \rangle^2 + m^2 \langle n \rangle^2.$$

Используя известное соотношение

$$\langle n^2 \rangle \approx \langle n \rangle^2 + \sigma_n^2 = \langle n \rangle^2 (k_n^2 + 1), \quad (10)$$

получаем $\langle (n - a)^2 \rangle = \langle n \rangle^2 [k_n^2 + (1 - m)^2]$.

Неравенство Чебышева перепишем в виде

$$P(a - \varepsilon \leq n \leq a + \varepsilon) \geq 1 - \langle (n - a)^2 \rangle / \varepsilon^2.$$

Пусть $a - \varepsilon = 1$, тогда последнее выражение можно переписать так:

$$P(1 \leq n \leq 2m\langle n \rangle - 1) \geq 1 - \frac{\langle n \rangle^2 [k_n^2 + (1-m)^2]}{(m\langle n \rangle - 1)^2}.$$

По определению $H = P(n \geq 1)$.

Из последних двух соотношений получаем нижний предел надежности

$$H \geq 1 - \frac{\langle n \rangle^2 [k_n^2 + (1-m)^2]}{(m\langle n \rangle - 1)^2}. \quad (11)$$

Максимальное значение H можно получить, минимизируя по m второй член в правой части неравенства (11), обозначенный через w .

$$\frac{dw}{dm} = \frac{-2\langle n \rangle^3 [k_n^2 + (1-m)^2]}{(m\langle n \rangle - 1)^3} + \frac{-2\langle n \rangle^2 (1-m)}{(m\langle n \rangle - 1)^2} = 0.$$

Решая это уравнение, находим критическое значение m_*

$$m_* = [\langle n \rangle (k_n^2 + 1) - 1] / (\langle n \rangle - 1). \quad (12)$$

Вторая производная d^2w/dm^2 , вычисленная при m_* , всегда положительна, что гарантирует минимум w . Подставляя (12) в (11), получим

$$H \geq 1 - \frac{\langle n \rangle^2 k_n^2}{\langle n \rangle^2 k_n^2 + (\langle n \rangle - 1)^2} \quad (13)$$

$$\text{или } \langle n \rangle \geq [1 - k_n \sqrt{H/(1-H)}]^{-1}. \quad (14)$$

Для определения $\langle n \rangle$ и k_n применим разложение в ряд Тейлора случайной функции $n = R/S$ вокруг ее математического ожидания. Применяя к разложению операцию статистического осреднения, имеем

$$\langle n \rangle = \frac{m_R}{m_S} + \frac{m_R}{m_S^3} \sigma_S^2 = n_c (1 + k_S^2), \quad (15)$$

где $n_c = m_R/m_S$ — центральный коэффициент запаса.

Кроме того,

$$\langle n^2 \rangle = \langle R^2 / S^2 \rangle = \langle R^2 \rangle \langle S^{-2} \rangle \approx \langle R^2 \rangle (m_S^{-2} + 3\sigma_S^2 / m_S^4).$$

Теперь по формуле (10) имеем

$$\langle n \rangle^2 + \sigma_n^2 \approx (m_R^2 + \sigma_R^2)(1 + 3k_S^2) / m_S^2.$$

После деления на $\langle n \rangle^2$ получаем

$$k_n^2 + 1 = (1 + k_R^2)(1 + 3k_S^2) / (1 + k_S^2)^2.$$

Пренебрегая членами, содержащими k_S , k_R выше второй степени, окончательно имеем

$$k_n \approx \sqrt{k_R^2 + k_S^2} / (1 + k_S^2). \quad (16)$$

Подставляя далее (15) и (16) в (12), находим

$$m_* = 1 + \frac{n_c (k_R^2 + k_S^2)}{(1 + k_S^2) [n_c (1 + k_S^2) - 1]}.$$

Подставляя теперь $\langle n \rangle$, k_n , m_* в формулу (11), получаем

$$H \geq 1 - \frac{n_c^2 (k_R^2 + k_S^2)}{n_c^2 (k_R^2 + k_S^2) + [n_c (1 + k_S^2) - 1]^2}. \quad (17)$$

Мы получили нижний предел надежности при известных первых двух моментах распределения напряжений и прочности. Используя формулу (14), имеем

$$n_c \geq [1 + k_S^2 - \sqrt{(k_R^2 + k_S^2) H / (1 - H)}]^{-1}. \quad (18)$$

С помощью формулы (17) можно построить различные расчетные номограммы, которые могут использоваться для оценки надежности на этапе проектирования и изучения ее зависимости от коэффициента запаса и коэффициента вариации напряжения и прочности. Формула (18) позволяет при детерминированных расчетах назначать коэффициент запаса с учетом принятой надежности и вариации расчетных и предельных напряжений.

Пример. Пусть предельное напряжение — детерминированная величина $R = 240$ МПа. Тогда для обеспечения надежности $H = 0,9$ при $k_S = 0,1$ по формуле (18) коэффициент запаса должен быть $n_c \geq 1,403$, а при $k_S = 0,2$

$n_c \geq 2,27$. При этих же условиях для обеспечения надежности $H = 0,95$ при $k_S = 0,1$ $n_c \geq 1,742$. Если предельное напряжение имеет разброс $k_R = 0,1$, то в последнем случае коэффициент запаса должен быть больше 2,53.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакиров Ж.Б. Оценка надежности конструкций при случайных напряжениях // Труды университета. Вып. 2. Караганда: КарГТУ, 1997. С. 158–159.

УДК 539.3;624.04

Н.Т. ЖАДРАСИНОВ
Т.К. КОЖАМЖАРОВА
С.С. КОПБАЛА
А.Б. ХАСЕНОВА

**Резервуары высокого давления
с тороконическими крышками**

Наиболее эффективной формой резервуара высокого давления является такая, которая обеспечивает мембранное напряженное состояние полного растяжения. Однако форма, соответствующая такому состоянию, характеризуется высотой крышек $H > 0,26D$ (рис. 1), которая представляется слишком большой с точки зрения изготовления, эксплуатации и практического использования полезного пространства. Оптимальными в этом отношении являются торосферические крышки, в которых удается уменьшить их высоту на 30–40% по сравнению с тороконическими. Однако торосферические крышки не обеспечивают условий двухосного растяжения, так как в тороидальной части возникают сравнительно большие изгибные напряжения. Такие крышки целесообразны для резервуаров высокого давления, превосходящего десятки атмосфер. При таких высоких давлениях резко изогнутая тороидальная зона имеет радиус, который весьма велик по сравнению с толщиной стенки, и она получается достаточно жесткой.

В резервуарах, испытывающих более низкое давление и эксплуатирующихся в вертикальном положении, чаще всего применяются тороконические крышки, которые являются более прочными по сравнению с другими типами крышек и имеют сравнительно малую высоту H . Если по цилиндрическим оболочкам с эллипсоидальными и торосферическими крышками выполнено немало теоретических и экспериментальных работ, то резервуарам давления с тороконическими крышками посвящены единичные работы.

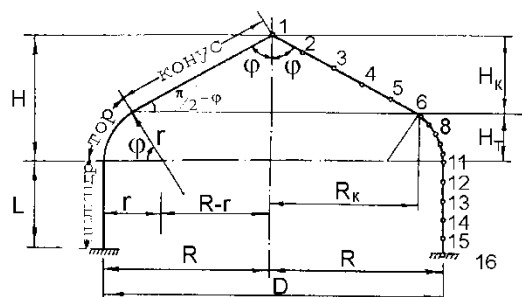


Рис. 1. К определению геометрии и расположения разностных узлов на меридиане цилиндрической оболочки с тороконическим днищем

В настоящей работе рассмотрена устойчивость тонких цилиндрических оболочек с тороконическими крышками при действии внутреннего давления. Прежде всего следует отметить ряд трудностей, связанных с исследованием неосесимметричной потери устойчивости резервуаров внутреннего давления с тороконическими крышками. Сильная пологость кривой зависимости критического давления $q_{кр}$ от числа гармоник n в окрестности точек бифуркации требует задания очень мелкого приращения ведущего параметра, составляющего $1/100 \dots 1/200$ части его критической величины. Большое число окружных вмятин n , образующихся при потере устойчивости, также увеличивает затраты

машинного времени на определение его значения, при котором $q_{кр}$ будет минимальным.

В связи с перечисленными выше обстоятельствами, важное значение имеет скорость сходимости численного метода по параметру нагружения. Сходимость решения проверялась посредством дробления шага нагружения. Бифуркация решения для оболочки с параметрами $D/L = 1000$, $L/D = 0,20$, $r/D = 0,05$ достигалась за 5, 10 и 25 шагов приращения нагрузки (рис. 2). Кривая зависимости относительного значения якобиана $\|J/J_0\|$ линеаризованной системы уравнений, соответствующая $q_{кр}/25$ самому шагу нагрузки, показана сплошной линией. Кружочками и крестиками представлены результаты при шагах нагружения, равных соответственно $q_{кр}/10$ и $q_{кр}/5$. Как видно из рис. 2, при пяти и десяти шагах итерации можно с достаточной точностью определить значение критического давления.

Исследовалось влияние различных параметров составной оболочки на критическое значение внутреннего давления. Так как граничные условия и длина цилиндрической части, как было доказано в предыдущем подразделе, не влияют на устойчивость оболочки в целом, во всех расчетных схемах приняты жесткое защемление на границе цилиндра и одинаковая его длина ($L/D = 0,20$). Отношение диаметра D к толщине h оболочки изменялось в диапазоне от 500 до 2000.

При фиксированном значении угла конусности φ исследовано влияние радиуса тороидальной части на напряженно-деформированное состояние и устойчивость резервуара. Отношение r/D принималось равным в пределах от 0,05 до 0,40. Для этих вариантов на рис. 3 представлены эпюры сжимающих кольцевых напряжений $\sigma_{(11)}^M$, полученные по нелинейной теории в результате нагружения резервуара внутренним давлением $\sigma_{(11)}^M = 0,1$ МПа. По оси абсцисс отложены номера разностных точек, отмеченные на рис. 1.

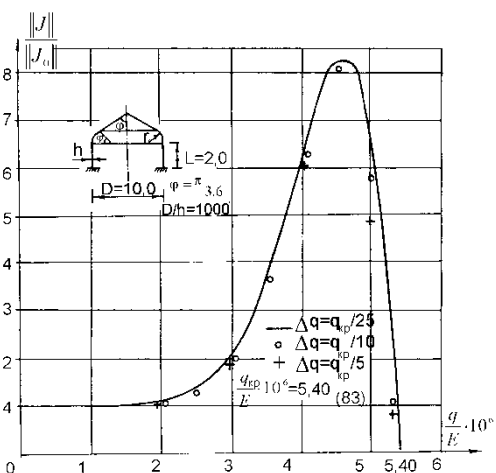


Рис. 2. Зависимость определителя линеаризованной системы разрешающих уравнений от параметра нагружения

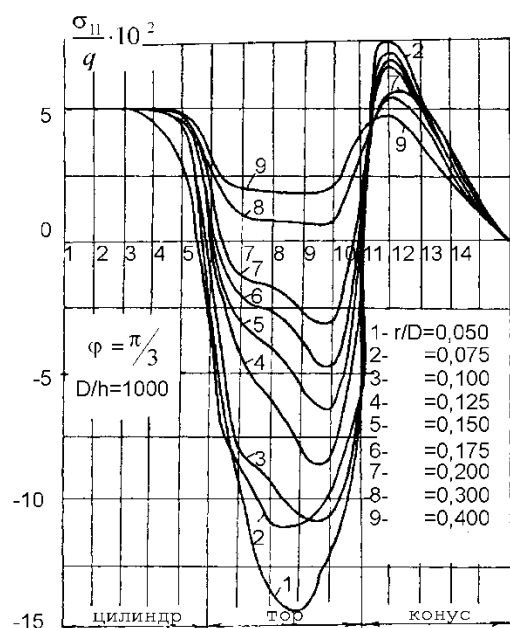


Рис. 3. Окружные мембранные напряжения в оболочках с тороконической крышкой при различных отношениях r/D

Анализ результатов показывает, что в цилиндрической части значение $\sigma_{(11)}^M$ для всех вариантов остается постоянным и равным, как и в случае безмоментного состояния $\sigma_{(11)}^M = qR/h$. По мере увеличения радиуса тороидальной части, величина сжимающих кольцевых напряжений падает и зона сжатия сужается. Начиная с $r/D \geq 0,30$ напряжения $\sigma_{(11)}^M$ по всему меридиану оболочки становятся растягивающими и составная оболочка работает в режиме двухосного растяжения, практически без изгибания.

Меридиональные напряжения $\sigma_{(22)}^M$ по всей оболочке растягивающие и практически не зависят от параметра r/D . Цилиндрическая часть находится в безмоментном состоянии. Однако в тороидальной части, особенно в местах стыков, меридиональные изгибные напряжения становятся соизмеримыми с мембранными напряжениями.

Тороконические крышки, аналогично торосферическим, теряют устойчивость в результате кольцевого сжатия. Под действием внутреннего давления коническая шапка в целом перемещается вдоль оси вращения, а тороидальная часть под действием меридиональных напряжений растяжения деформируется вовнутрь, и в момент потери устойчивости на торе образуется большое количество вмятин, вытянутых вдоль меридиана. По мере возрастания r/D величина $q_{кр}$ растет

экспоненциально, причем, начиная от $r/D = 0,20$ при $D/h = 1000$ и $r/D = 0,150$ при $D/h = 500$ составная оболочка вообще не теряет устойчивости. Число окружных волн уменьшается плавно с увеличением r/D . В этих случаях небольшая зона сжимающих кольцевых напряжений по мере нагружения внутренним давлением сужается и значение $\sigma_{(11)}^M$, отнесенное к величине давления, уменьшается по абсолютной величине. В некоторых случаях ($r/D = 0,20$, $D/h = 1000$) по достижении $q = 1$ МПа в результате существенного нелинейного формоизменения сжатая зона на торе полностью исчезает и вся оболочка работает в условиях двухосного растяжения.

Исследовано также влияние угла конусности тороконического днища на величину критической нагрузки резервуара. При фиксированном значении отношения r/D варьировался угол φ в диапазоне от $\pi/6$ до $\pi/2$, что соответствует изменению отношения H/D в пределах от 0,8 до 0,05. В случае небольшого угла раствора тора сжимающие напряжения являются минимальными и распределяются по всей зоне приблизительно одинаково. Если толщина тороидальной части не столь мала по сравнению с ее радиусом кривизны, то она оказывается достаточно жесткой и работает подобно подкрепляющему кольцу в месте соединения конической шапки и цилиндра. Например, составная оболочка с параметрами $D/h = 1000$ и $\varphi = \pi/6$ при действии внутреннего давления не теряет устойчивости. Однако уменьшение угла φ связано с резким увеличением высоты крышки, что приводит к большим затратам материала, трудностям возведения и эксплуатации. С другой стороны, увеличение угла конусности, хотя и уменьшает высоту конической шапки H_k , связано с возникновением на торе больших сжимающих окружных напряжений, превышающих предел текучести материалов, применяемых в изготовлении резервуаров внутреннего давления. Несущая способность таких резервуаров внутреннего давления с очень пологими крышками, существенно понижается.

Для малых отношений r/D значения $q_{кр}$ практически одинаковы для обоих типов крышек, а по мере увеличения радиуса тора несущая способность резервуара с торосферической крышкой по сравнению с тороконическими уменьшается. Это обстоятельство объясняется тем, что при увеличении радиуса тора сжимающие кольцевые напряжения в этой зоне у торосферических крышек несколько выше, чем у тороконических.

УДК 666.97

Д.О. БАЙДЖАНОВ

Свойства жестких бетонов в экструзионной технологии

Смеси для изготовления высокопрочных бетонов, предназначенных для экструзионной технологии, характеризуются низким значением В/Ц, что вызывает необходимость в применении пластифицирующих добавок.

Наиболее эффективными добавками пластифицирующего действия являются добавки-разжижители (суперпластификаторы) на основе лигносульфонатов, нафталино-формальдегидного и меламино-формальдегидного конденсата и пр. Отличие этих добавок от обычных пластификаторов состоит в значительно большем пластифицирующем эффекте, что дает возможность снизить расход воды до 15 % и тем самым существенно повысить прочность и плотность бетона без увеличения расхода цемента. К недостаткам суперпластификаторов относится быстрое ухудшение удобоукладываемости бетонной смеси. Для сохранения заданной удобоукладываемости в течение достаточно длительного времени могут быть использованы гидрофобизирующие добавки.

Проведены исследования влияния ряда добавок на реологические характеристики цементного теста, раствора и бетона. Среди них добавка ГПД (разработчики М.И. Хигерович, Г.И. Горчаков, В.Е. Байер, В.И. Соловьев, МИСИ), представляющая собой прямую эмульсию кубовых остатков синтетических жирных кислот (КОСЖК) в 50 %-м водном растворе сульфатно-дрожжевой бражки (СДБ), которая состоит из компонентов, содержащих гидрофобные и гидрофильные функциональные группы. Такой комплекс позволяет устранить нежелательные свойства гидрофобизаторов и гидрофилизаторов. Другая добавка КОД-С — прямая эмульсия соапстока в 30 %-м водном растворе СДБ в соотношении 1:1 в пересчете на сухое вещество. Позже разработана добавка ГС-3, представляющая собой прямую эмульсию кубовых остатков синтетических жирных кислот в водном растворе суперпластификатора (С-3) [1].

Способ приготовления комплексной добавки включает смешение натриевой соли продукта конденсации нафталин-сульфокислоты с формальдегидом и водой. Смешение осуществляют в два этапа воздействием ультразвуковых колебаний с частотой 18,5...45,0 кГц и мощностью 4...10 Вт/см². Сначала смешивают в течение 1...3 мин воду и половину от их общего количества лигносульфонатов и кубовые остатки синтетических жирных кислот, затем в полученную эмульсию последовательно вводят нафталиносульфокислоты с формальдегидом, сульфат натрия, оставшуюся часть лигносульфонатов и перемешивают в течение 1...3 мин. Причем содержание компонентов комплексной добавки составляет, масс, %:

натриевая соль продукта конденсации	
нафталиносульфокислоты	30,0...49,0
с формальдегидом	
сульфат натрия	0,01...10,0
лигносульфонат технический	0,5...25,0
кубовые	остатки

**синтетических
жирных кислот
вода**

**30,0...40,0
остальное**

Способ приготовления комплексной добавки реализован следующим образом. В качестве исходных компонентов для приготовления добавки использовали кубовые остатки синтетических жирных кислот по ГОСТ 380190-75, лигносульфонаты технические по ОСТ 13-185-83, натриевую соль продукта конденсации нафталин-сульфокислоты с формальдегидом 6-14-625, сульфат натрия по ГОСТ 6318-77. Приготовление добавки производили в ультразвуковом диспергаторе УЗДН—2М [2].

Эффект гидрофобизации не исчезает в течение длительного времени и ведет к повышению долговечности бетона. Бетон с гидрофобизирующей добавкой, претерпевший в конструкциях около 2000 циклов попеременного замораживания и оттаивания и испытанный затем на морозостойкость после 250 циклов попеременного замораживания и оттаивания, имеет коэффициент морозостойкости 0,78...0,96. Добавка позволяет получить бетоны практически с любыми заданными свойствами [3]. Комплексная добавка оказывает положительное влияние как на бетонные смеси, так и на затвердевшие материалы. Повышается пластичность, жизнеспособность свежеприготовленных смесей. Бетонные смеси не расслаиваются.

Вместе с тем затвердевшие бетоны с добавкой ГС-3 характеризуются повышенной стойкостью к действию воды, агрессивных сред, замораживанию.

Положительные результаты получены при введении 0,4...0,6 % добавки (ГС-3) от массы цемента в бетонную смесь. Наблюдалось значительное разжижение смеси (О.К. = 18 см), при этом прочность затвердевшего бетона не снизилась. При дозировке добавки менее 0,4% от массы цемента пластифицирующий эффект не наблюдается, а увеличение дозировки более 0,6 % приводит к снижению прочности во все сроки твердения, но подвижность бетонной смеси хорошая (ОК=2...22 см.).

Испытания цементного теста при постоянном В/Ц=0,3 показали, что через 60 минут вязкость цементного теста без добавки резко возрастает, в то же время вязкость состава с добавкой ГС-3 в количестве 0,6 % уменьшается в несколько раз по сравнению с исходными показателями. В этом случае наличие добавки ГС-3 приводит к уменьшению предельного напряжения сдвига, а также динамического и статического предела текучести.

При постоянной подвижности цементного теста уменьшение В/Ц при введении добавки ГС-3 приводит к сокращению времени пластического состояния. Применение добавки-замедлителя приводит к снижению начальной пластической прочности примерно в 2 раза, следовательно, время до начала образования кристаллической структуры увеличивается в 2 раза.

Влияние добавки С-3 и гидрофобизирующей добавки ГС-3 на реологические характеристики

раствора исследовалось на составе, близком по соотношению цемента и песка к составу растворной части в высокопрочных бетонах. Добавка С-3 применялась в количестве 0,7 %, а ГС-3 — 0,6% от массы цемента. Влияние добавок С-3, ГС-3 на пластическую прочность цементного раствора показано в табл. 1.

Таблица 1

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК С-3, ГС-3
НА ПЛАСТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ РАСТВОРА**

Время, мин.	Пластическая прочность, МПа		
	контрольный состав	с добавкой С-3	с добавкой ГС-3
15	0,770	0,490	0,450
30	1,610	1,120	1,100
45	2,660	1,620	1,580
60	2,730	1,960	1,870
75	2,800	2,170	2,120
90	2,870	3,080	3,000
105	2,940	3,570	3,600
120	3,150	4,200	4,210

Как видно из таблицы, в начальные сроки пластическая прочность раствора с добавкой ниже, чем без добавок. Однако через 90 минут скорость структурообразования растворов с добавками опережает контрольный состав. Подвижность раствора и прочность на сжатие с добавками приведены в табл. 2.

Таблица 2

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДВИЖНОСТИ И ПРОЧНОСТИ
ПРИ СЖАТИИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Добавка	В/Ц	Расплав конуса, мм	Прочность при сжатии, МПа	
			после ТВО	в 28 сут. ест. твердение
С-3 0,7%	0,29	155	53,0	72,5
ГС-3 0,6%	0,29	150	52,0	70,6

Жесткость бетонной смеси определяли сразу после приготовления, через 30 и 60 минут. Результаты испытаний приведены на рис. 1.

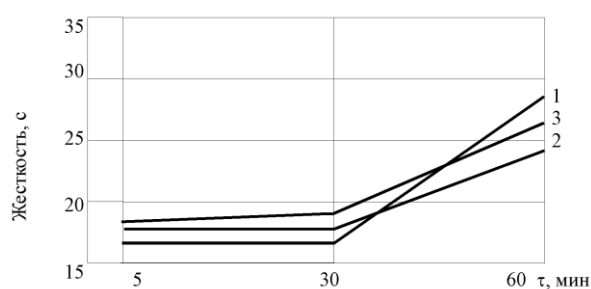


Рис. 1. Влияние добавок на жесткость бетонной смеси: 1 – без добавки; 2 – с добавкой С-3; 3 – с добавкой ГС-3

Жесткость бетонной смеси с добавкой С-3 со временем значительно повышается. При введении добавки С-3 и ГС-3 жесткость бетонной смеси в первые 30 минут не меняется. Прочность бетона определяли на образцах-кубах с ребром 10 см через 4 часа после тепловлажностной обработки по режиму 3+8+3 при температуре изотермического прогрева 80°C и в 28 суток естественного твердения. Результаты испытаний приведены на рис. 2.

Как видно из графика, при формировании образцов без выдержки прочность их с добавками выше прочности контрольных. При выдерживании бетона до формирования 30 минут наибольшую прочность показали бетоны с добавкой ГС-3. Выдержка до 60 минут приводит к незначительному (4...5%) снижению прочности бетона с добавкой С-3.

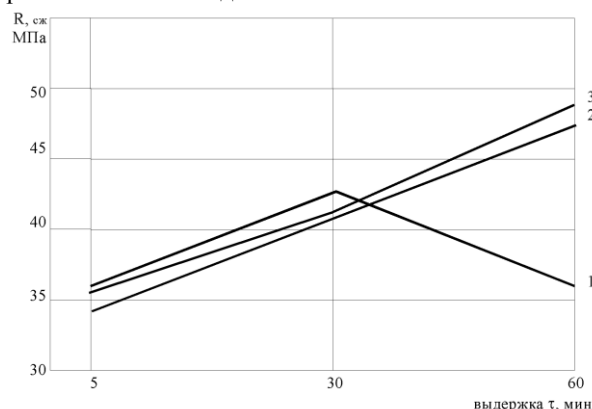


Рис. 2. Влияние добавок на прочность бетона: 1 – без добавки; 2 – С-3; 3 – ГС-3

Отсюда следует, что для увеличения времени, в течение которого сохраняется заданная удобоукладываемость бетонной смеси, можно рекомендовать комплексные добавки, включающие натриевые соли, сульфат натрия, лигносульфонаты и кубовые остатки синтетических жирных кислот в количестве 0,6 % от массы цемента.

Список литературы

1. Байджанов Д.О. Экструзионная технология железобетона. Караганда, 2001. 165 с.
2. А.с. № 1621419 СССР. Способ приготовления комплексной добавки для бетонной смеси / Горчаков Г.И., Батраков В.Г., Фаликман В.Р., Соловьев В.И., Байджанов Д.О. 1990. Не публикуется.
3. Соловьев В.И., Ергешев Р.Б. Эффективные модифицированные бетоны. Алматы: КазГосИНТИ, 2000. 285 с.

УДК 624.131.3

**Б.Ж. УНАЙБАЕВ
Г.К. ЭПОВ**

Анизотропная модель деформируемости грунта

В условиях дальнейшей стабилизации экономики и перевода ее в рамки рыночных отношений одной из важнейших задач является более надежное прогнозирование напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтовых оснований, позволяющее полнее использовать те возможности, которыми они обладают, т. е. получить наиболее экономичные варианты фундаментов и сооружений из грунта при обеспечении достаточной безопасности в процессе их эксплуатации. Расчетные методы можно считать надежными и экономичными только в том случае, если они будут достаточно полно отражать реальные свойства грунтов и характер явлений, происходящих в грунтовых основаниях при действии внешних нагрузок. Особую актуальность надежность теории расчета грунтовых оснований приобретает в настоящее время, когда многие здания и сооружения по тем или иным причинам, а также в результате их надстройки находятся в аварийном состоянии, требуют ремонта или реконструкции.

Одним из важных вопросов исследования НДС является вопрос об учете деформационной анизотропии грунтов в расчетах оснований, так как многочисленные исследования как у нас в СНГ, так и в дальнем зарубежье свидетельствуют о том, что все природные нескальные грунты обладают свойством деформационной анизотропии, степень и характер которой весьма различен. Они отчетливо выражены при слоистой или столбчатой текстуре (например, у уплотненных насыпных грунтов, лессовидных грунтов и др.) и менее — у песчаных и глинистых грунтов естественного сложения. Нормативные документы по расчету грунтовых оснований рекомендуют (п. 2.4, СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений») учитывать анизотропность грунтов, что зачастую связано с трудностями, заключающимися в отсутствии простых и эффективных методов учета деформационной анизотропии, а также способов определения расчетных параметров анизотропного грунта. Учет деформационной анизотропии в расчете осадок фундаментов и сооружений позволит в ряде случаев уменьшить их размеры и получить экономию материалов и средств, в других — повысить надежность эксплуатации их оснований.

Представляется возможным оценить (по методике СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений»), в каких случаях нормативная методика, не учитывающая анизотропность грунтов, дает завышенные значения осадок и, наоборот, когда традиционный расчет дает уменьшенные значения, а также в каких случаях значение расчетного сопротивления грунта основания увеличивается, что приводит к уменьшению размеров подошвы фундамента и к получению экономического эффекта или требуется увеличение размеров подошвы по сравнению с установленными по СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений».

В связи с этим были проведены расчетно-теоретические исследования НДС анизотропного грунтового основания методом конечных элементов с

применением математического планирования эксперимента. В расчетах использована модель сплошной, линейно-деформированной, однородной, анизотропной среды (полуплоскость); характер анизотропии — трансверсально-изотропный (в горизонтальной плоскости среда ведет себя как изотропная). Главные оси анизотропии имеют вертикальное и горизонтальное направления; в плоскости изотропии модель деформации и коэффициент Пуассона по любому направлению одни и те же.

Закон Гука для анизотропной среды, находящейся в условиях плоской деформации, записывается в виде:

$$\varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E_z} \left[1 - \frac{E_z}{E_x} \nu_{zx}^2 \right] - \frac{\nu_{zx} \sigma_x}{E_x} [1 + \nu_{xz}],$$

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E_x} [1 - \nu_{yx}^2] - \frac{\nu_{zx} \sigma_z}{E_z} [1 + \nu_{yz}],$$

$$j_{xz} = \frac{1}{G_{xz}} \tau_{xz},$$

где E_x, E_z — модули деформации среды по направлениям, совпадающим с плоскостью изотропии и перпендикулярном к ней соответственно;

ν_{zx} — коэффициент Пуассона, характеризующий линейные деформации в плоскости изотропии при действии напряжений по оси z ;

ν_{xz} — то же, в направлении оси z при действии напряжений в плоскости изотропии:

$$\nu_{xz} = \nu_{zx} (\nu_{zx}, E_z, E_x);$$

G_{xz} — модуль сдвига в вертикальной плоскости xz ;

ν_{yz} — коэффициент Пуассона в плоскости изотропии.

Принятая в расчетах трансверсально-изотропная модель грунтового основания описывается 5 независимыми параметрами: $E_x, E_z, \nu_{zx}, G_{xz}, \nu_{yz}$.

Прочностная анизотропия не исследовалась, т. к. в модели линейно-деформируемой среды прочностные параметры не рассматриваются. Область применения модели — как для изотропной однородной линейно-деформируемой среды, т. е. при ограниченных размерах зон сдвигов в грунтовом основании. При составлении расчетной схемы использованы свойства геометрической симметрии и симметричность загрузки поверхности полуплоскости.

Применение методов математического планирования эксперимента позволило получить значительно больший объем информации, чем при последовательном эксперименте. При этом представилась возможность оценить влияние каждого из параметров анизотропии на функции отклика (напряжения) и в какой-то степени обосновать возможность и допустимость упрощений, принятых в части уменьшения числа независимых параметров деформационной анизотропии среды в расчетах ее НДС. Выбор факторов и уровней варьирования

определялся целями исследования. Варьируемыми параметрами являлись E_x , E_z , ν_{zx} , ν_{yz} .

Планирование эксперимента предполагает наличие модели и критериев оптимальности. Выбор модели почти всегда основан на анализе априорной информации. Экспериментальные исследования различных авторов свидетельствуют о том, что напряжения с изменением показателя деформационной анизотропии связаны нелинейно. Ограничений и рекомендаций по типу зависимости установлено не было, поэтому была принята полиномиальная регрессионная модель 2-го порядка. Аналитическое выражение ее представлено уравнением:

$$\hat{y} = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i + \sum_{i>j}^k a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k a_{ii} x_i^2.$$

Пользуясь этим уравнением, можно определить значение функции отклика в любой точке факторного пространства, а также оценить степень влияния каждого фактора на выход $\hat{y}$. Для теоретических исследований был применен план, близкий к Д-оптимальному, составленный на основе полного факторного плана 2^4 . Следует отметить универсальность матрицы планирования, т. е. возможность получения по одной матрице различных функций отклика при использовании одних и тех же методов обработки.

Изменение напряженного состояния полуплоскости исследовано в трех ее характерных зонах: в зоне I (будущая зона сдвигов, расположена под кромкой загруженного участка полуплоскости), в зоне II (потенциальная область уплотненного ядра, расположена под средней частью загруженного участка), в зоне III (область расположена под вершиной потенциального грунтового ядра). Напряженное состояние каждой из зон оценивалось осредненными значениями компонент σ_z , σ_x , τ_{zx} , вычисленных для (4... 7) конечных элементов, составляющих соответствующую зону. В качестве факторов варьирования принимались параметры деформационной анизотропии среды, каждый из которых варьировался на трех уровнях. Уровни и интервал варьирования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фактор варьирования	x_i	Уровень варьирования			Интервал варьирования
		нижний	нулевой	верхний	
		-1	0	1	
E_z , МПа	x_1	5	22.50	40	17.50
E_x , МПа	x_2	5	22.50	40	17.50
ν_{zx}	x_3	0.25	0.30	0.35	0.05
ν_{yx}	x_4	0.25	0.30	0.35	0.05

Для каждой из изучаемых функций отклика (σ_z , σ_x , τ_{zx}) были получены уравнения регрессии. Анализ уравнений регрессии, полученных для всех зон, показал, что ν_{yz} (фактор x_4) на функцию отклика практически не влияет. Установлено также, что E_z , E_x , ν_{zx} (факторы $x_1...x_3$) на величину напряжений σ_z

влияют слабо. Значения же σ_x при увеличении x_1 от -1 до +1 в зоне I уменьшается от 100% (уровень -1) до 30% (уровень 0) и до 16% (уровень +1). При увеличении x_2 от -1 до +1 значения σ_x увеличиваются до 120% (+1). Увеличение x_3 от -1 до +1 приводит к увеличению σ_x до 130% (0) и до 140% (+1). Увеличение x_1 приводит к уменьшению τ_{zx} до 50% (0) и до 20% (+1); увеличение x_2 влечет за собой увеличение τ_{zx} до 140% (0) и до 200% (+1); увеличение x_3 на величине τ_{zx} сказывается несущественно. Характер изменений компонентов напряжений в зоне III качественно такой же, как и в зоне I при некоторых количественных различиях.

Кроме анализа влияния на компоненты напряжений каждого из упомянутых факторов $E_i(x_1, x_2)$ и $\nu_i(x_3, x_4)$, оценено также и влияние на каждую компоненту напряжений степени отклонения свойств среды от изотропного состояния; последнее оценивалось показателем анизотропии $\alpha = E_z/E_x$. Оценка проведена для каждой из зон I... III. В табл. 2-4 приведено процентное отношение значений напряжений σ_{za} , σ_{xa} , τ_{za} для анизотропной среды к соответствующим значениям напряжений σ_z , σ_x , τ_{zx} изотропного варианта.

Кроме изучения влияния изменчивости параметров среды на ее НДС, было проведено исследование, позволяющее оценить степень приближения напряженного состояния грунтового основания к предельному.

Для этого в каждой характерной зоне (в целом), а также для каждой «точки» в пределах выделенной зоны вычислялись величины главных напряжений, определялся $Q_{\max}$ – угол наибольшего отклонения полного давления от нормали к площадке, на которой оно действует. Значения Q вычислены по формуле

$$\sin Q_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2c \cdot \operatorname{ctg} \varphi},$$

где σ_1 и σ_3 – осредненные значения главных напряжений в прямоугольных конечных элементах зоны I.

Напряжения σ_1 и σ_3 вычислены по известным зависимостям теории напряжений при осредненных (для каждой из зон I...III) значениях напряжений σ_z , σ_x , τ_{zx} . В случае несвязного грунта удельное сцепление в грунте $c = 0$.

Практически неизменным (при изменении α) значениям σ_z (в зонах I... III) соответствуют увеличивающиеся (при $\alpha < 1$) или уменьшающиеся (при $\alpha > 1$), по сравнению с изотропным решением, значения σ_x , τ_{zx} . Это обстоятельство усиливает или снижает тенденцию к появлению сдвигов в этих зонах. Так, расчетом установлено, что при значениях $\alpha = 1, 2$ и $0,5$ ($\nu_{zx} = \nu_{yx} = 0.30$) среднее для зоны I значение угла наибольшего отклонения $Q_{\max}$ равно 63° , 77° и 51° соответственно. Это означает, что при

прочих равных условиях показателю $\alpha = 2$ будет соответствовать уменьшенное значение расчетного сопротивления грунта основания R , а показателю $\alpha = 0.5$ – увеличенное по сравнению с расчетным сопротивлением, установленным для изотропной полуплоскости.

В зоне II значениям $\alpha = 1$; 2 и 0,5 соответствуют величины $Q_{\max} = 27^\circ$; 41° и 11° ; в зоне III – 52° , 60° и 39° . Как видно, в каждой из зон влияние изменения α на величину $Q_{\max}$ качественно одинаково. Однако при любом значении α угол $Q_{\max}$ в зоне I больше, чем в

других зонах, в зоне II он минимален. Эти данные хорошо согласуются с экспериментальными результатами, свидетельствующими о развитии областей сдвигов в зоне I и появлении уплотненного ядра в зоне II, где напряженное состояние далеко от предельного. Полученные расчетом компоненты напряжений σ_z , σ_x , τ_{zx} достаточны для полной оценки состояния полуплоскости и выявления тенденции к упрочнению или разрушению анизотропной среды в каждой из рассмотренных зон I...III при изменении показателя анизотропии α .

Таблица 2

№ п/п	$\alpha = E_z/E_x$	Среднее значение напряжений σ_{za}					
		зона I		зона II		зона III	
		$10 \times \sigma_z$, МПа	%	$10 \times \sigma_z$, МПа	%	$10 \times \sigma_z$, МПа	%
1	0.22	1.50	98.8	3.07	98.7	2.86	92.0
2	0.50	1.60	99.4	3.10	99.7	3.03	97.4
3	0.56	1.60	99.4	3.10	99.7	3.05	98.1
4	1.00	1.61	100.0	3.11	100.0	3.11	100.0
5	1.78	1.61	100.0	3.12	100.3	3.15	101.3
6	3.00	1.61	100.0	3.12	100.3	3.16	101.6

Таблица 3

№ п/п	$\alpha = E_z/E_x$	Среднее значение напряжений σ_{xa}					
		зона I		зона II		зона III	
		$10 \times \sigma_z$, МПа	%	$10 \times \sigma_z$, МПа	%	$10 \times \sigma_z$, МПа	%
1	0.22	1.81	489	4.32	385	1.50	411
2	0.50	0.78	211	2.09	187	0.68	186
3	0.56	0.68	184	1.88	168	0.61	187
4	1.00	0.37	100	1.12	100	0.37	100
5	1.78	0.20	54	0.66	59	0.22	60
6	3.00	0.11	36	0.40	36	0.14	38

Таблица 4

№ п/п	$\alpha = E_z/E_x$	Среднее значение напряжений τ_{za}					
		зона I		зона II		зона III	
		$10 \times \sigma_z$, МПа	%	$10 \times \sigma_z$, МПа	%	$10 \times \sigma_z$, МПа	%
1	0.22	1.21	200	0.05	250	0.26	1040
2	0.50	0.83	137	0.03	150	0.09	383
3	0.56	0.79	131	0.03	150	0.08	320
4	1.00	0.61	100	0.02	100	0.03	100
5	1.78	0.51	84	0.02	100	0.01	40
6	3.00	0.43	71	0.02	100	0.01	14

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Унайбаев Б. Ж., Коробова О. А., Исенова Ж. Ж. и др. Рекомендации по учету деформационной анизотропии грунтов в расчетах фундаментов. Астана: Казахский геотехнический институт при ЕГУ им. Л. Н. Гумилева, 2001. 30 с.

УДК 624.043
К.С. АЛЬМЕНОВ

Напряженное состояние опорной части стальной балки

Опорная часть стальной балки является одним из самых напряженных узлов конструкции, где через небольшие сечения составляющих элементов передаются большие усилия. Направление силовых линий по элементам опорной части может резко изменяться, что усложняет картину напряженного состояния. Во время монтажа и за период эксплуатации опорная часть балки подвергается дополнительным силовым воздействиям и большому коррозионному износу, в результате этого зачастую нуждается в ремонте и усилении.

Исходя из вышеизложенного, определение и его аналитическое исследование напряженно-деформированного состояния имеют важное значение. Существующие методы исследования напряженно-деформированного состояния составляющих элементов опорной части либо трудоемки в расчетах, либо не дают полной информации о компонентах напряженного состояния при изменении размеров составляющих элементов.

В настоящей статье предпринята попытка через безразмерные коэффициенты определить зависимость компонентов напряженного состояния от внешних силовых факторов и геометрических размеров опорной части, для чего вводятся следующие коэффициенты.

Безразмерные параметры напряженного состояния приопорной части стенки:

$$\alpha = \sigma_x \frac{A_w}{R}, \quad \beta = \sigma_y \frac{A_w}{R}, \quad \gamma = \tau_{xx} \frac{A_w}{R},$$

где $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xx}$ – компоненты напряженного состояния точки опорной части балки;

A_w – площадь поперечного сечения стенки в опорной части;

R – внешнее силовое воздействие, сосредоточенная сила, опорная реакция и т.п.

Факторы, определяющие относительные размеры составляющих элементов опорной части:

$$K_1 = A_f / A_w, \quad K_2 = A_{op} / A_w,$$

где A_f, A_{op} – площади поясов и опорного ребра.

Относительные координаты рассматриваемой точки:

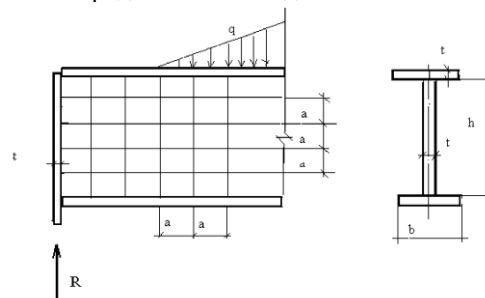
$$U = y/a; \quad V = \alpha/a.$$

Используя безразмерные параметры, напряженное состояние любой точки опорной части стенки можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \alpha &= F_1(K_1, K_2, U, V), \\ \beta &= F_2(K_1, K_2, U, V), \\ \gamma &= F_3(K_1, K_2, U, V), \end{aligned} \quad (1)$$

где F_1, F_2, F_3 – функциональные зависимости.

Исследование безразмерных параметров напряженного состояния α, β, γ в зависимости от координат U и V нужно проводить при фиксированных значениях K_1, K_2 параметров, которые характеризуют размеры составляющих элементов опорной части (рис.). Это позволит сделать описание напряженного состояния наиболее нагруженной зоны опорной части стенки вблизи опорного ребра по сечениям при значениях $V = 0, 1, 2, 3, \dots$. Изменение величин параметров α, β, γ по координате U при фиксированных значениях (V) может быть представлено в виде:



$$\begin{aligned} \alpha &= \sum_{i=1}^n A_i(K_1, K_2) U_i, \\ \beta &= \sum_{i=1}^n B_i(K_1, K_2) U_i, \\ \gamma &= \sum_{i=1}^n C_i(K_1, K_2) U_i, \end{aligned} \quad (2)$$

где A_i, B_i, C_i — функции от факторов относительных размеров составляющих элементов опорной части K_1, K_2 ;

n — степень полинома разложения параметров α, β, γ при координатах U .

Другая координата V имеет фиксированное значение, т.е. K — целое число шагов, при котором в фиксированном сечении определяются параметры напряженного состояния α, β, γ . Координаты A, B, C_i как функции от безразмерных параметров K_1, K_2 , которые характеризуют относительные размеры сечения балки в приопорной части. Коэффициенты к (2) можно представить в виде разложений по полиномам второй степени

$$\begin{aligned} A_i(K_1, K_2) &= a_{0i} + a_{1i} K_1 + a_{2i} K_2 + a_{3i} K_1^2 + a_{4i} K_2^2, \\ B_i(K_1, K_2) &= b_{0i} + b_{1i} K_1 + b_{2i} K_2 + b_{3i} K_1^2 + b_{4i} K_2^2, \\ C_i(K_1, K_2) &= c_{0i} + c_{1i} K_1 + c_{2i} K_2 + c_{3i} K_1^2 + c_{4i} K_2^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Коэффициенты, входящие в систему (3), можно достаточно легко определить по специальным таблицам как коэффициенты ортогональных многочленов Чебышева. Исследование напряженного состояния стенки опорной части балки сводится к численному эксперименту-исследованию. Решая систему уравнений метода наименьших квадратов по напряженному состоянию для первых трех сечений, можно получить значения коэффициентов α :

$$\begin{aligned}\alpha_{1i} &= \sum_{i=1}^4 A_i K_1 / 4, \\ \alpha_{2i} &= \sum_{i=1}^4 A_i K_2 / 4, \\ \alpha_{12} &= \sum_{i=1}^4 A_i K_1 K_2 / 4.\end{aligned}\quad (4)$$

Однако напряжения по толщине составляющих элементов опорной части, т.е. толщинам стенки, полок и опорного ребра, имеют незначительные значения и ими в дальнейших исследованиях можно пренебречь. Значения параметров β и γ определяются по системе (4) аналогично определению параметра α .

Значения коэффициентов b и c для B_i и C_i можно определить, рассматривая дополнительные сечения, и тогда значение параметра напряженного состояния β будет иметь вид

$$\beta_i = \sum_{j=0}^n B_{ij} U_j \quad \text{при } n = k, \quad (5)$$

где n — фиксированное число шагов-сечений.

Индексы i при параметрах β и затем γ указывают на то, что эти величины будут получены

при конкретных значениях факторов геометрических параметров и положений точки. Для получения значений параметров напряженного состояния достаточной точности необходимо при разложении функций β_i и γ_i удерживать не менее семи членов, т.е. $n = 0, \dots, 6$. Порядок вычисления параметра напряженного состояния γ тот же, что и для вычисления α_i и β_i .

Вышеприведенные выкладки касались определения напряженного состояния опорной части балки при неизменном параметре координат U . При изменении параметра координат $U = P$, где P — число шагов от 0 до какого-либо целого числа, систему (2) без α , можно записать:

$$\begin{aligned}\beta_i &= b_0 + b_1 K_1 + b_2 K_2 + b_3 K_1^2 + b_4 K_2^2, \\ \gamma_i &= c_0 + c_1 K_1 + c_2 K_2 + c_3 K_1^2 + c_4 K_2^2.\end{aligned}\quad (6)$$

Системы (2) и (6) позволяют количественно сделать оценку влияния на напряженное состояние в фиксированных сечениях опорной части при изменении факторов K_1 и K_2 , которые характеризуют сечения составляющих элементов опорной части балки. Предложенная методика исследования напряженного состояния опорной части балки для ручного счета неприемлема, однако при использовании малых ЭВМ и ПЭВМ позволяет получить зависимость параметров напряженного состояния стенки приопорной части балки α, β, γ от геометрических параметров K_1 и K_2 и параметров координат V и U .

Раздел 6

Технические средства и программное обеспечение автоматизированных систем

УДК 539.4.001.12:621.791.052

Т.Я. КАЦАГА

Особенности программной реализации системы автоматизированного анализа и прогнозирования прочности сварных конструкций

В настоящее время создан ряд компьютерных систем прогнозирования ресурса сварных конструкций, которые используются в основном в исследовательских целях. Большинство из них далеки от инженерной практики в силу сложности эксплуатации (требуется серьезная теоретическая подготовленность) либо из-за узкой специализации компьютерной системы [1]. ПК ANWELD предназначен для широкого использования в проектировании и эксплуатации для создания совершенных по металлоемкости и прочности конструкций, снижающих затраты на эксплуатацию и способствующих безаварийной работе машин.

Среди современных высокоуровневых языков программирования в среде Windows был выбран компилятор Delphi. Такой выбор прежде всего был обоснован доступностью написания программного кода в среде компилятора, удобным интерфейсом пользователя, широким выбором визуальных компонентов, а также объектно-ориентированной направленностью языка. Все это позволило в удобной форме формализовать алгоритм работы создаваемого программного обеспечения.

Функционально программа состоит из трех частей: препроцессор–процессор–постпроцессор (рис. 1.).

Препроцессор — это модуль подготовки исходных данных для расчета. Исходные данные разделены на следующие основные части: определение схемы расчета, геометрических параметров расчета, данных по материалу; определение нагрузки и учет остаточных напряжений. Такая группировка исходных данных была сделана с целью наиболее рационального способа хранения и доступа к информации, удобного для пользователя при комплектации данных для проведения экспериментов, расчетов и анализа. В качестве основных критериев, предъявляемых к данным, были приняты критерии целостности и накапливаемости данных, в связи с этим были спроектированы базы данных по «Схемам расчета», «Типу материала» и «Набору задач». Большое внимание уделялось также визуализации данных, путем «имплантации» графических изображений внутрь базы данных, что в свою очередь не только отражается на качестве интерфейса между пользователем и компьютером, но также предоставляет качество самих данных для работы.

Процессор состоит из двух частей: определение статической и динамической трещиностойкости. В состав каждого из них входит возможность проведения проектных и проверочных расчетов. Для визуализации процесса расчета в программе

специально был разработан программный интерфейс между процессором и постпроцессором.

Постпроцессор позволяет представить результаты расчета в удобном для пользователя виде: в виде текстового отчета, графиков, диаграмм.

Были сформулированы три составляющие визуализации данных:

- генерируемый системой файл-отчет, содержащий в себе полный алгоритм расчетной модели, с включенными в него некоторыми теоретическими выкладками;

- графический анализатор выходных данных, который параметризован конечными данными расчета. Это позволяет пользователю получить выходные данные в виде графиков и диаграмм;

- аналитический блок или блок «принятия решения». Данное направление позволяет программе на протяжении всей работы алгоритма расчета модели выработать решение рекомендательного характера, относительно возможности дальнейшей эксплуатации модели, в рамках проводимого эксперимента.

В качестве базового элемента в системе был принят пользовательский модуль-задача, который несет в себе основной информационный объем данных — это полный набор исходных данных, включая схему расчета и материал, критерии механики разрушения, расчетная часть и результаты — графические данные и файл-отчет последнего проведенного анализа. На протяжении всего этапа моделирования и анализа, проводимого пользователем, работает правило, включенное в систему — независимость данных, т.е. несмотря на то, что базовые расчетные схемы стандартизированы, пользователь всегда имеет возможность проведения экспериментального анализа на базе какого-либо из уже ранее проведенных, путем изменения компонентов исходных данных и методологии самого расчета, с промежуточными сохранениями результатов эксперимента и последующей регистрацией проведенного анализа в базу данных. Такая методика позволяет гибко производить моделирование путем наложения различных схем расчетов, как «шаблона» на объект моделирования, причем в роли «шаблона» могут выступать как стандартные схемы, так и экспериментальные, разработанные пользователями системы.

Функциональность системы заключается не только в математическом ядре, взаимодействующем с остальными модулями программы через прикладной, программный интерфейс, но и в правилах поведения системы. Ниже приведен набор правил, которые являлись основополагающими при разработке системы.

Непостоянство данных — все данные и расчеты, в которых они участвуют, выделены вне основного кода программы. Реализация данного правила требует разработки математического аппарата, способного самостоятельно выполнять расчет математических формул без участия компилятора, генерирующего основной код программы.

Независимость данных — это возможность переопределения данных или промежуточных результатов на любом этапе проектирования,

определенных даже вне программы. Данное правило реализует механизм «общения» между данными, заключенными внутри расчета, и пользователем, моделирующим данный эксперимент. Данные в этом случае выступают в роли переменных, определенных вне программы, что позволяет адекватно анализировать состояние расчета в любой момент времени и представляет пользователю системы удобство в оперировании с данными расчета.

Видимость (прозрачность) данных — необходимость введения этого правила предопределена реализацией предыдущего правила. Оно позволяет увидеть промежуточные результаты расчета на любом этапе моделирования, определенные как переменные вне программы. Это в свою очередь открывает возможность отладки расчетной модели пользователем и динамической корректировки данных внутри расчета.

Респектабельность данных — это «представительность» данных, т.е. данные различных расчетов должны быть респектабельны для любых новых и уже существующих расчетов, моделируемых пользователем. Практическая реализация этого правила предполагает использование результатов моделирования как «шаблона» для последующего применения его к другим, как новым, так и уже существующим объектам, проектируемым в системе.

Моделируемость данных — данное правило в большей мере относится к самой методике расчета, чем к составляющим его исходным данным. Его реализация предоставляет пользователю возможность оперировать проектными моделями расчетов, содержащих в себе алгоритм решения, к различного рода исходным данным, в том числе и к уже существующим в системе. Основной особенностью реализации этого правила является разработка механизма «отказоустойчивости» программы, позволяющего принимать логические решения на любом из шагов при выполнении алгоритма расчета.

Описанные выше правила — это принцип взаимосвязи различных модулей, подсистем и пользователя на уровне функциональности программы. Правила разрешают или запрещают определенные действия, контролируя поведение системы и ее реакцию на внешнее воздействие со стороны пользователя. Структурная модель поведения системы представлена на рис. 2. На данной схеме представлены основные подсистемы программы, в качестве элементов соединения отдельных модулей служат связи, реализующие базовый набор правил поведения системы.

Построение системы основывалось не только на сформулированных выше правилах, но и на понятии модульности. Модульный принцип обеспечивает оптимальную работу системы.

В процессе работы над системой, на этапе технического проектирования системы, возникла необходимость создания математического аппарата, который позволил бы «абстрагироваться» от вычислительной способности компилятора, задавая расчетные формулы вне основного программного кода с использованием внутри них внешних переменных расчета, значение которых динамично изменяется на

протяжении всего расчета. В рамках этой концепции разработаны следующие основные направления:

1. Создание транслятора встроенного языка математического процессора.
2. Проектирование механизма обработки коллекции внешних переменных расчета, хранящихся в отдельном списке в виде файла на диске.

3. Разработка интерактивной системы, включающей в себя два предыдущих направления и ориентированной на конечного пользователя, с целью автоматизации математических расчетов.

Транслятор работает по следующему принципу (рис. 3):

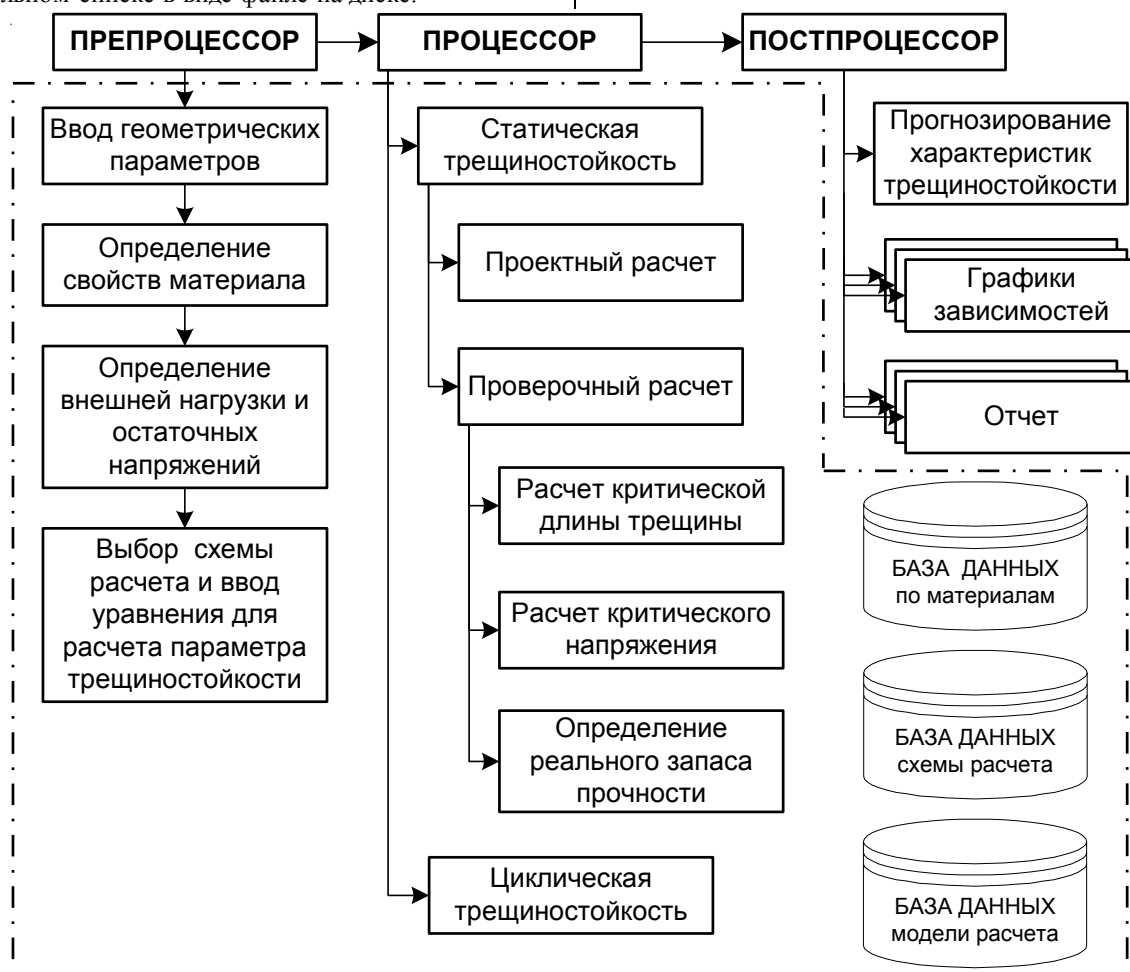


Рис.1. Структура системы ANWELD

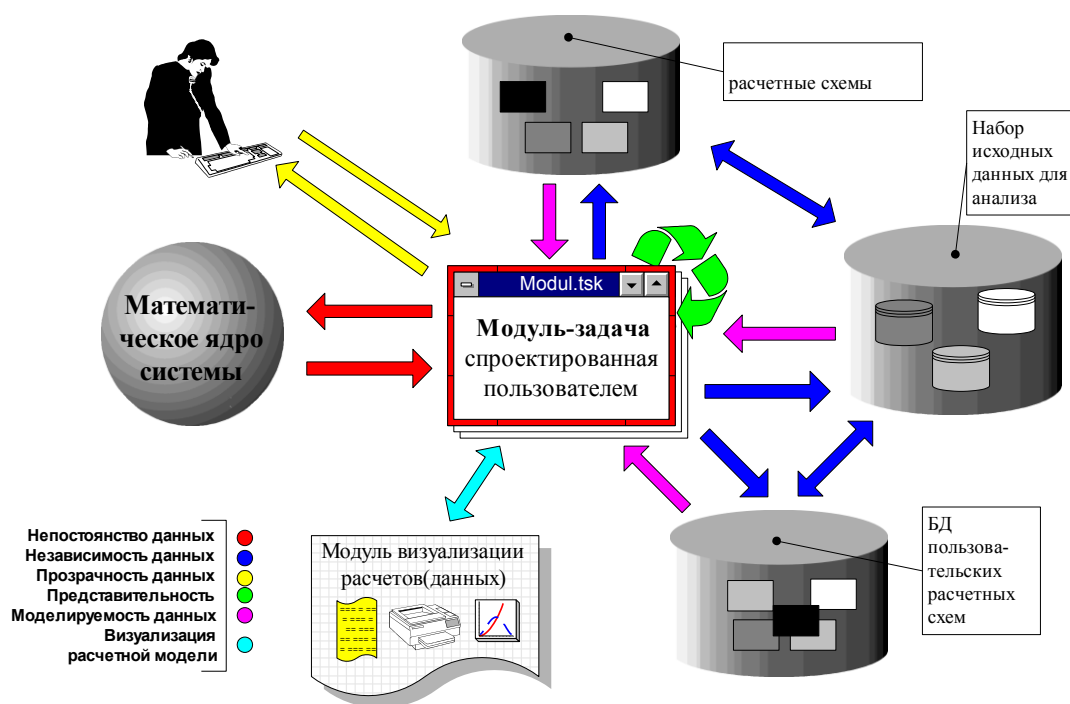


Рис. 2. Структурная модель поведения системы

– идентифицируется объект формулы — команда, переменная расчета или математическая операция (например—‘(’, ‘SIN’, ‘+’, ‘/’, ‘SigmaRel’ и пр.), эта функция реализуется условными блоками, которые выполняют сравнительный анализ входной строки в транслятор с существующими, стандартными наборами команд, математических операций или переменных расчета;

– идентификация объекта формулы сопровождается преобразованием «схожих» символов объекта в единый формат записи, установленный соглашением о записи математических функций и операций — это действие выполняют «дескрипторы» команд, математических операций и переменных расчета;

– затем выполняется синтаксический разбор формулы в целом и проверяется правильность написания математических функций, порядок следования приоритету выполнения математических операций и соответствие открывающих и закрывающих скобок, если они используются в формуле. Выполнение этой функции возложено на блок — «Контроль синтаксиса»;

– тут же происходит обработка исключительных ситуаций при возникновении ошибок, связанных с ошибками при наборе формулы пользователем системы. При возникновении исключительной

ситуации синтаксический разбор формулы прекращается и транслятор завершает свое выполнение;

– после того как синтаксический разбор формулы закончен и ошибок нет, происходит интерпретация объектов формулы во внутреннее представление — эта функция возложена на «анализатор формул», который выполняет подготовительную операцию для последующего расчета формулы, используя макроподстановки для замены специфичных объектов формулы;

– расчет формулы выполняется непосредственно блоком «математический процессор» в соответствии с приоритетностью выполнения математических операций и обработкой исключительных ситуаций, связанных с ошибками расчета при математических вычислениях;

– в случае успешного расчета транслятор возвращает в основную программу результат расчета формулы, в случае возникновения исключительной ситуации при расчете, в основную программу возвращается код ошибки.

На основе описанной выше системы ANWELD был выполнен проектный и проверочный расчет сварных металлоконструкций механизированных крепей, а также рассчитан ресурс сварных соединений с дефектами для крановых металлоконструкций [2,3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нургужин М.Р. Основы автоматизированного анализа и прогнозирования живучести машиностроительных конструкций // Технические средства и программное обеспечение автоматизированных систем: Сб. научн. трудов. Караганда, 1995. С. 3–10.
2. Нургужин М.Р., Кацага Т.Я. Метод автоматизированного расчета крановых металлоконструкций с трещиноподобными дефектами // Наука и техника Казахстана. Павлодар, 2001. №1. С.134–143.
3. Нургужин М.Р., Кацага Т.Я. Оценка остаточного ресурса на основе программного комплекса прогнозирования живучести сварных конструкций ПК ANWELD // Сварные конструкции: Тезисы Междунар. конф. Киев, 2000. С.211–212.

Л.Г. ЗАРТЕНОВА

Принятие оптимальных решений в условиях многокритериальности горнорудного предприятия

кибернетики.

Увеличение объемов производства, необходимость комплексной переработки рудного сырья, усложнение технологии, новые экономические условия и технические требования выдвигают задачи оптимального проектирования и управления на горнорудном предприятии как наиболее острые и

важные. Задача принятия оптимальных решений в системе горнодобывающего комплекса значительно усложняется вероятностным характером ее функционирования вследствие горно-геологических условий, информация о которых не всегда достоверна, сложных иерархических связей с большим числом переменных, а также факторов или критериев, характеризующих работу этой системы.

Применение различных вероятностных моделей, регрессионного анализа с использованием ЭВМ позволяет учитывать первое. Последнее может быть достигнуто либо правильным выбором критерия оптимальности, либо грамотным решением многокритериальной задачи оптимизации. Оптимизация по какому-либо одному показателю, с наложением ограничений на другие, как правило, не приводит к приемлемому результату. Решение многокритериальных задач оптимизации более близко к реальным проблемам проектирования и управления. Современное состояние математического аппарата, уровня применяемой вычислительной техники позволяет достаточно эффективно решать такие задачи.

Одним из путей преодоления трудностей решения многокритериальных экстремальных задач является сведение их к однокритериальной путем построения обобщенного критерия оптимальности. Сложность формализации такого единого критерия заключается в том, что нужно объединять в общий показатель величины, имеющие разные размерности, различный физический смысл, различную степень важности так, чтобы величина такого показателя определяла весь комплекс их свойств в целом. Предлагается методика обобщенной функции полезности, позволяющей решать подобные задачи. Задача решается в несколько этапов.

На первом этапе формируется некоторая функция

$$W(X) = W(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p), \quad (1)$$

где Y_j — параметры оптимизации.

При этом обеспечивается инвариантность:

А) $W(X)$ по отношению к преобразованию сдвига параметров $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p$:

$$W(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p) = W(Y_1 + C_1, Y_2 + C_2, Y_3 + C_3, \dots, Y_p + C_p), \quad (2)$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_p$ — любые постоянные числа;

В) по отношению к изменению масштаба выходных параметров:

$$W(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p) = W(Y_1 L_1, Y_2 L_2, Y_3 L_3, \dots, Y_p L_p), \quad (3)$$

где $L_1, L_2, L_3, \dots, L_p$ — любые постоянные числа.

Поскольку $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p$ имеют различный физический смысл и измеряются в разных единицах, их значения приводятся к единому масштабу, к безразмерным кодированным величинам — частным функциям полезности d_j :

$$d_j = f_j(Y_j); 0 \leq d_j \leq 1. \quad (4)$$

Переход от Y_j к d_j обеспечивает предпочтительность на множестве Y_j .

$$Y_{j1} > Y_{j2} > Y_{j3} > \dots > Y_{jp}. \quad (5)$$

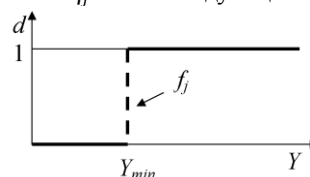
в такое же предпочтительное отношение на множестве d_j :

$$d_{j1} > d_{j2} > d_{j3} > \dots > d_{jp}. \quad (6)$$

Функция $W(X)$, построенная таким образом, является гомоморфным образом реально измеряемых выходных параметров, поэтому на множестве значений d_j определены те же математические операции, что и на множестве значений Y_j . Это позволяет перейти к следующему выражению:

$$W(X) = W^*(d_1, d_2, d_3, \dots, d_p). \quad (7)$$

Величину d_j рассматриваем как частную функцию полезности Y_j . Вид функциональной зависимости f_j вытекает из требований, предъявляемых к параметру Y_j . Так, если Y_j необходимо всегда поддерживать больше некоторого значения Y_{min} и для процесса безразлично, на какую величину Y_j больше Y_{min} , то очевидно, что для всех $Y_j \geq Y_{min}$ частная функция полезности максимальна, то есть $d_j = 1$, а для всех $Y_j < Y_{min}$ частная функция полезности минимальна $d_j = 0$. Тогда зависимость f_j имеет следующий вид:



Пользуясь аналогичными рассуждениями, можно получить другие зависимости, когда требования технологического процесса и (или) управления носят иной характер, например:

$$d_j = \begin{cases} 1 & \text{при } Y_j \leq Y_{max}, \\ 0 & \text{при } Y_j > Y_{max}, \end{cases} \quad (8)$$

$$d_j = \begin{cases} 1 & \text{при } Y_j > Y^*, \\ \lambda_0 + \lambda_1 Y_j & \text{при } Y_{min} < Y_j \leq Y^*, \\ 0 & \text{при } Y_j < Y_{min}. \end{cases} \quad (9)$$

Значения свободного члена λ_0 и углового коэффициента λ_1 определяются системой линейных уравнений

$$\begin{cases} \lambda_0 + \lambda_1 Y_{min} = 0, \\ \lambda_0 + \lambda_1 Y^* = 1, \end{cases} \quad (10)$$

Большой гибкостью при формулировании требований, предъявляемых к выходным параметрам, обладают нелинейные зависимости, которые чаще всего и имеют место в практике, например, такого вида:

$$d_j = \exp(-\exp[-(\lambda_0 + \lambda_1 Y_j)]). \quad (11)$$

Дважды прологарифмировав выражение, можно так же перейти к системе линейных уравнений и определить коэффициенты λ_0 и λ_1 . Точки начальных значений для их определения могут быть взяты как наиболее предпочтительные и наименее предпочтительные точки оптимизируемого процесса. Рассмотренная зависимость носит симметричный характер. Можно рассматривать асимметричную зависимость, например, такого вида:

$$d_j = \exp(-\exp[-(\lambda_0 + \lambda_1 Y_j + \lambda_2 Y_j^2)]). \quad (12)$$

Чтобы вычислить значения $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$, необходимо аналогичными рассуждениями последовательно

выбрать точки начала, конца и точки перегиба процесса и после двукратного логарифмирования решить систему уравнений относительно $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$.

$$\begin{cases} \ln[\ln(d_1)] = -(\lambda_0 + \lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_1^2), \\ \ln[\ln(d_2)] = -(\lambda_0 + \lambda_1 Y_2 + \lambda_2 Y_2^2), \\ \ln[\ln(d_3)] = -(\lambda_0 + \lambda_1 Y_3 + \lambda_2 Y_3^2). \end{cases} \quad (13)$$

При двухстороннем ограничении выходного параметра преобразование $Y_j \rightarrow d_j$ осуществляется в соответствии с выражениями:

$$d_j = \begin{cases} 1 & \text{при } Y_{\min} \leq Y_j \leq Y_{\max}, \\ 0 & \text{при } Y_j > Y_{\max} \text{ и } Y_j < Y_{\min}. \end{cases} \quad (14)$$

или
$$d_j = e^{-(Y^*)^n}, \quad (15)$$

где $Y^* = (2Y - (Y_{\max} + Y_{\min})) / (Y_{\max} - Y_{\min}), n \forall (0 < n < \infty)$.

При большом n малому изменению выходного параметра вблизи ограничивающих пределов соответствует резкое изменение величины частной функции полезности.

После преобразования значений всех выходных параметров $Y_j, (j = 1, 2, \dots, p)$ в частные функции полезности необходимо определить степень важности влияния каждого параметра на процесс в целом или систему. На втором этапе предлагается определение этих значений в виде коэффициентов множественной корреляции на основе регрессионного анализа и построения вероятностной модели процесса

$$\alpha_j = R_{Y_j \sum x_i} = \sqrt{1 - \frac{\sum_{k=1}^N (Y_{jk} - Y_{jk}^*)^2}{\sum_{k=1}^N (Y_{jk} - Y_j^*)^2}}, \quad (16)$$

где Y_{jk} — значение параметра оптимизации в k -м наблюдении;
 $Y_j^* = \sum Y_{jk} / N$ — среднее значение;
 Y_{jk}^* — значение функции отклика, найденное по уравнению регрессии;
 N — число наблюдений.

На третьем этапе вычисляют непосредственно обобщенную функцию полезности D как среднее геометрическое частных функций полезности d_j с учетом важности каждого параметра

$$D = \sum_{j=1}^p \alpha_j \sqrt[p]{\prod_{j=1}^p d_j^{\alpha_j}}. \quad (17)$$

Это позволяет не допускать непредпочтительного значения ни одного из параметров, в противном случае $D = 0$. На четвертом этапе зависимость $D(X)$ аппроксимируется, оптимизируется методом Хука и Дживса, благодаря чему определяются оптимальные параметры X_j , затем d_j и на их основе — оптимальные величины Y_j . На основе изложенной методики разработан алгоритм и создан комплекс программ для решения многокритериальных экстремальных задач в условиях вероятностного характера процесса функционирования горнорудного предприятия.

ӘОЖ 371.2

М.С. МӘЛІБЕКОВА

Тәлімгерлердің кәсіптік-ақпараттық бағыттылығын қалыптастырудағы жүйелі білім беру

Жаңа ақпараттық технологиялар жалпы дүниетанымда жаңаша көзқарастарға әкелді. Жоғары оқу орындары алдына жаңа міндеттер қойды. Жоғары мектептің білім мазмұнын, оқу мазмұнын өзгерту, ол өзгерістердің ыңғайлы жолын таңдау, кәсіптік білім берудің тиімділігі үрдістерімен байланыстырылды. Ол өз кезегінде қазіргі кезде жоғары оқу орындарына жүйелі білім беру міндетімен ұштастырылды. Жүйелі білім беру мемлекеттік бағдарламаларға, типтік жоспарларға, жоғары оқу орындарының оқу жоспарларына, оларда көрсетілген оқыту пәндеріне, сағат көлеміне, курстық, өзіндік жұмыстарға, практикаларға байланысты. Ақпараттық қоғамда компьютерлік техника, жаңа ақпараттық технологиялардың қолданылуы да, жүйелі білім берудің негізі мен басты құралына айналды.

Білім мазмұнын, оқыту үрдісін, оқу бағдарламалары мен жоспарларын және оқу құрылымын тиімділеу республика бойынша жоғары оқу орындарында мамандық бойынша жоғары кәсіптік білім жалпы міндетті стандарттары бекітілгеннен кейін жаңаша көзқарасқа ие болды. Жаңа ақпараттық технологиялардың оқу үрдісіне енуіне байланысты ЖОО-да арнайы пәндер өзгеріске ұшырап, білім мазмұнында өзгерістерге әкелді.

Теорияда білім мазмұны деңгейінің иерархиясы былайша құрастырылған [1]:

1) жалпы теориялық түсінік беретін деңгей, яғни мазмұны жүйелі құрам мен құрылым және әлеуметтік тәжірибе мен олардың педагогикалық интерпретациясын беретін функциялардан тұратын деңгей;

2) оқу пәндерінің деңгейі, яғни білім мазмұнының белгілі бір бөліктерінің ашылып көрсетілуі, әрбір оқу пәніне байланысты анықталады және бұл деңгей жалпы теориялық түсінік беретін деңгеймен қатынаста болады;

3) оқу материалының деңгейі, бұл деңгейде тәлімгерлер меңгере алатын оқыту курсына енгізілген білім мазмұнының нақты элементтері беріледі.

Жалпы білім мазмұны табиғат пен қоғам туралы білімдерден, жалпы интеллектуалды және практикалық біліктілік пен машықтан, шығармашылық қызмет тәжірибеден, дүниеге деген эмоционалдық-еріктік қатынастардан тұрады. Ал оқу мазмұны тек оқу үрдісімен ғана сипатталып қоймай, ол үрдісті сәйкес құжаттармен қамтамасыздандырады. Сонымен бірге оқу мазмұнының құралдары болуымен бірге бұл оқу-бағдарламалық құжаттар кез келген модель сияқты оқу қызметінің негізгі көрсеткіштерін анықтайды. Оқу мазмұны, оқу материалдарында бейнеленеді. Оқу материалы өз кезегінде оқу мазмұнынан қабылдау

және бағыттылық аппаратымен ерекшеленеді. Оқу материалында оқу жоспарымен қарастырылған пәнаралық және пәндік байланыстар іске асырылады, оқудың негізгі функциялары нығайтылады. Мазмұнның екінші бір элементі — оқу пәні [2].

Оқу пәндері — оқушылардың танымдық іс-әрекетінің ерекшеліктері мен оқу мақсатының туындысының нысаны және оқу пәнінің мазмұны мен құрылымын бір-бірінен тәуелсіз деп қарастыру керек.

Оқу мазмұнының тенденциясын бүкіл оқу үрдісіне жасалған талдаумен үздіксіз байланыста болатыны қарастырылады. Ол туралы екі блоктан тұратын оқу мазмұнының тұтас түрде анықталған моделі жасалған. Негізгісі — жоспарға енгізілген пәндерге байланысты оқу мазмұны, екіншісі — құралдар блогы (немесе процессуалды), яғни білімді меңгеру, біліктілік пен тәрбиені қалыптастыру блогы. Осыдан кейін «оқу мазмұны» ұғымының динамикалық мінездемесі қалыптасады. Оқу мазмұнының құрылымына процессуалды элементтердің енгізілуі мен оқу үрдісін ұйымдастыру формасын анықтау оқу мазмұны мен оқытушы, тәлімгерлер арасындағы байланысты көрсетеді [3]. Ақпараттық технологиялардың оқу үрдісіне енуі бұл екі блокты да негізгі деп қарастырады, оның ішінде ақпараттық жүйелер мамандықтарының мамандарын даярлау моделі бойынша осылай қарастырамыз.

Сонымен бірге маманның ғылыми және кәсіптік қызметіндегі білімі, біліктілігі мен машығын және оқу үрдісі кезінде алынатын білімін сәйкес ажырата білу керек. Оқу үрдісінде алынатын білім жаңа сапада көрінеді — оқу пәнінің дидактикалық бірлігін құрайды. Ол маманды даярлау кезінде ғылыми және практикалық мәнін емес, ең алдымен педагогикалық мақсатты көздейді. Бұл тұтас оқу үрдісіндегі зерттеулерге сүйеніп қана қоймайды, сонымен қатар жүйелі-құрылымдық жоғары білім мазмұнын қалыптастырудың факторларын бөледі [4].

Бұдан білім мазмұнының екіжақтылығы шығады: оқытушы қызметінде кәсіптік даярлау және студенттің іс-әрекеті тұрғысында оқу үрдісінде пайда болатын жаңа ақпараттық жүйелер мазмұны.

Білім берудің мазмұны жаңартылды. Республика бойынша мамандықтардың мемлекеттік жалпы міндетті білім стандарттары жасалды. Бұл стандарттар білім мазмұнының жалпы міндетті минимумын, түлектердің білім деңгейі мен біліктілігінің бағалануына, әр түрлі кәсіптік білім бағдарламаларының жасалуына қойылатын талаптарды белгіледі. Білім мазмұны, оқу мазмұнын, оқу үрдісі бір-бірімен сәйкес байланысты болғандықтан жаңа ақпараттық технологиялар дәуірінде оқу үрдісін тиімділеу мәселесіне назар аудару қажеттігі туады.

Жоғары оқу орындарының пәндерінің жан-жақты және толық мазмұнды болуы үшін басты мынадай кезеңдерге тоқтауға болады: маман моделі; оқытылатын пәннің типтік бағдарламасы; жоспардағы бұрынғы пәндер (жаңа пәндер үшін базалы болуы мүмкін) және жаңа болатын пәндердің бағдарламалары (кейбір пәндердің өздері де базалы болуы мүмкін); оқытылатын пәндер бойынша оқу қызметінің барлық түрлеріне кететін уақыттың нормалары мен нормативтері; оқытылатын пәндерге дайындықтың сапалы болуы;

берілген пән бойынша оның оқытылуының мазмұны мен бағыттылығын мамандардың expertті бағалауы; оқытылатын пәндерге байланысты тәлімгерлердің мазмұны және бағытталған түрдегі дайындықтарын бағалау нәтижелерінің сипаты [5], сонымен бірге ақпараттық жүйелердің кең ауқымды болуына байланысты техникалық, бағдарламалық қамсыздандырылумен, технологиялық құралдармен, оқу-әдістемелік құралдармен жабдықталуы қажет.

Жұмыстық оқу жоспарын құрудың негізгі принциптері: мамандардың дайындық деңгейін жоғарылату; демократиялық түрде оқу мазмұнын жоғары қарқынмен жетілдіру. Оқу мазмұны инновациялық үрдістермен сәйкестендірілетін, қоғамдық практикаға қажет оқытудың көптүрлі құралдары мен формаларына бағытталуы қажет [6].

Дербес компьютердің, жаңа ақпараттық технологиялардың қоғамның бар саласына енуі бірізділікпен берілетін жүйелі білім берудің негізіне айналды. Барлық мамандықтар бойынша жоғары оқу орындарының жоспарларына информатика пәні енгізілді, ақпараттық жүйелер мамандықтары тәлімгерлерін даярлауда стандарт бойынша мемлекеттік компонентке жаңа идеялармен толықтырылды, себебі бұл мамандық бойынша Қазақстанның барлық жоғары оқу орындары дайындайды және қолдану салалары да әр қилы. Сондықтанда қолдану салалары мен ауқымдарына байланысты осы мамандық бойынша стандарттың мазмұны және оқыту әдістемесі өзгертілді. Стандартқа сәйкес типтік оқу жоспарының формасы да жаңартылды. Оқыту мерзімдері де әр түрлі болып тағайындалды.

«Ақпараттық жүйелер (қолдану салалары мен ауқымдары бойынша)» мамандықтарының Қазақстан Республикасы мемлекеттік жалпы міндетті білім стандартын құруда республикалық тестілеу орталығы мен Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің жоғары білім департаментінде өткізілген кездесулерде осындай жағдайлар қарастырылды. Республика бойынша ақпараттық жүйелер мамандықтары әр түрлі салаларда дайындалады: ғылым мен білім беру, экономика, инженерлік қызметте, басқару, ауыл шаруашылығы, юриспруденция т.б. Осы мамандықтардың мемлекеттік жалпы міндетті білім стандартын жасау республикамыздың бірнеше жоғары оқу орындарының қатысуымен іске асырылды. Осы жоғары оқу орындарының әкімшілігі мен мамандарының қатысуымен мынадай мәселелер шешілді: стандарт мамандық бойынша жоғары кәсіптік білім жалпы міндетті стандартының негізгі ережелеріне сай жасалынды (ҚР МЖМБС 3.001-2000 қосымша); жаңа стандарт Қазақстан Республикасы ЖОО-ғы барлық ақпараттық жүйелер (қолдану салалары мен ауқымдары бойынша) мамандықтарында қолданылады; аталған мамандық техникалық мамандықтар циклінен алынып, пәнаралық циклге көшірілді; қолдану салалары мен облыстары бойынша мамандықтарға бөлінді; оқу мазмұны мен әдістеріне педагогикалық жаңа өзгерістер енгізілді; бес жылдық және төрт жылдық оқу мерзімдеріне сәйкес бір пәнге бөлінген оқыту жүктемесі әр ЖОО үшін екі түрлі болып тағайындалды; жалпы міндетті білім беру стандартының құжатына өзгерістер

енгізілді; әлеуметтік-ізгілендіру пәндер циклінде әр ЖОО-ның кеңесі мен студенттердің таңдауы бойынша өткізілетін бөлімде министрліктің нұсқауымен жаңа пәндер енгізілді; оқу мерзімі «маман» біліктілігі үшін бес жылдық және «бакалавры» біліктілігі үшін төрт жылдық болып бекітілді; типтік оқу жоспарында жалпыкәсіптік және арнайы пәндер циклдерінің мемлекеттік компоненттері екіге бөлінді: мемлекеттік міндетті және мемлекеттік салалық.

Жалпыкәсіптік пәндер циклінің мемлекеттік-міндетті пәндер тізімі	Арнайы пәндер цикліндегі мемлекеттік-міндетті пәндер тізімі
1. Ақпараттық технологиялар	1. Ақпараттың қауіпсіздігі
2. Алгоритмдеу және бағдарламалау технологиясы	2. Деректер қоры
	3. Экспертті жүйелер
	4. Есептеу жүйелері және компьютерлік жүйелер

	5. Ақпаратты жоба
	6. Ақпаратты қорғау

Осындай енгізілген оқу үрдісінде өзгертілген жаңа мазмұн мен оқыту әдістемесі студенттердің ақпараттық білімі, біліктілігі және машығының қалыптасуына және дамуына әсер етеді. Ал мемлекеттік салалық компоненттерде әр жоғары оқу орны өз саласы бойынша пәндерді оқытады. Бұл жерде студенттердің кәсіптік ойлауы ақпараттық ойлаумен бірге дамиды. Бұл сонымен қатар пәндер интеграциясына әкеледі және оқу үрдісіндегі тиімділіктің бір факторы.

Типтік жоспардағы пәндер циклдеріндегі мемлекеттік компонентті жіктеу арқылы білім мазмұнын тиімділеп, жүйелі білім берудің ғылыми негізінің шарттары шешілді. Ғылыми білім жүйесі қарастыратын жалпы сипаттама белгілері теориялық білім жүйесіне қатысты оқу материалының мазмұнына, оқу пәндеріне, ғылымға тән білім жүйесінің өзара қатысына байланысты.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Глухова А.Н. Формирование системных знаний студентов в процессе изучения общественных наук в вузе. Тюмень, 1984. 195 с.
2. Гершунский В.С., Березовский В.М. Методологические проблемы стандартизации образования. М.: Педагогика, 1993. 184 с.
3. Журавлев И.К., Зорина Л.Я. Дидактическая модель учебного предмета // Новые исследования в педагогических науках. 1979. №1. С.18–23.
4. Бархаев Б.П. Оптимизация логико-дидактической структуры учебных предметов в вузе. М., 1989. 214 с.
5. Верховла А.Г. Критерии и способы оптимизации процесса обучения вузовским дисциплинам. Киев, 1986.
6. Дуйсенбаев К. Научные принципы разработки учебного плана // Қазақстан жоғары мектебі. 1996. №2. С.77–82.

УДК 004.032.26.004.14:378.146

В.В. ЯВОРСКИЙ
И.В. ШАПОРОВ

Применение нейросети для адаптации тестирующих программ

Применение компьютера при сдаче экзаменов имеет целый ряд преимуществ перед традиционным устным экзаменом. Прежде всего, к таким преимуществам относятся экономия времени и возможность расширения объема контролируемого материала. Если при традиционном приеме экзамена затраты времени на одного студента составляют один час, то при компьютерном тестировании за час в компьютерном классе можно протестировать всю группу. Не требуется постоянного присутствия самого преподавателя: контролировать студентов во время сдачи теста может инженер или ассистент. Если время на ответы подобрано правильно, то у студента нет возможности списать или воспользоваться шпаргалкой. Также можно отметить беспристрастность компьютера, его оценка не зависит от взаимоотношений преподавателя и студента.

Очевидно, что тестирование, кроме плюсов, имеет и свои минусы. Недостатки связаны, прежде всего, с тем, что такой сложный измерительный инструмент, которым является тест, используется без должной настройки и методической базы. К основным недостаткам тестирующих программ в этом плане можно отнести следующее:

- 1) все вопросы теста имеют одинаковый вес;

2) один вариант ответа на вопрос считается абсолютно правильным, а все остальные одинаково не верны;

2) процесс предоставления вопросов никак не упорядочен, а если из общего набора вопросов каждому студенту задается только часть, то выборка этой части, как правило, осуществляется случайным образом.

Приведенный далеко не исчерпывающий перечень недостатков приводит к массе логических недоразумений. Например, может получиться, что студент, допустивший небольшую ошибку при ответе на трудный вопрос, приравнивается к студенту, допустившему грубую ошибку при ответе на простой. При случайной выборке вопросов из общего набора соотношение трудных и легких вопросов может оказаться разным для разных студентов. При создании теста ряд ответов, считающихся абсолютно неправильными, на самом деле могут объективно соответствовать оригинальным решениям и наличию глубоких знаний у студента.

Указанные недостатки оценки знаний при непосредственном контакте преподавателя и студента обычно снимаются, благодаря возможности задать дополнительный вопрос, получить дополнительные пояснения, а также ввиду интуитивного контекстного

взаимодействия преподавателя и студента. Возникает вопрос: «Можно ли моделировать указанные интеллектуальные возможности педагога при тестировании?».

В предлагаемом подходе использования при тестировании искусственной нейронной сети большая гибкость оценки знаний достигается следующим образом. Создается нейросеть, на вход которой подаются ответы студента, а на выходе получается оценка за экзамен. Все вопросы имеют относительную важность, ранг, определяемый преподавателем. Правильные варианты ответов на вопросы также указывает преподаватель. Веса синаптических связей задаются таким образом, чтобы оценка вычислялась путем усреднения оценки каждого ответа. Затем сеть дообучается с использованием данных, полученных при тщательном исследовании знаний студента экспертом педагогом. При этом веса связей изменяются, и сеть, при выставлении оценки, способна частично учитывать «дополнительный интеллект», который использует преподаватель при оценке знаний по конкретной дисциплине.

Нейронная сеть представляет собой многослойный персептрон. Пусть для определенности имеется n вопросов и m ответов на каждый вопрос (будем считать для упрощения изложения, что число ответов на каждый вопрос одинаковое).

Каждый вопрос имеет определенную значимость для достижения общей цели. Будем определять ее весовым коэффициентом $W_i^{(2)}$, $i = \overline{1, n}$, $\sum_{i=1}^n W_i^{(2)} = 1$. От-

веты на вопросы могут вносить как положительный, так и отрицательный вклад в реализацию вопроса. Кроме того, логические выводы, образующие вопрос, не являются независимыми. С этой точки зрения обычная аддитивная свертка оценок здесь является не самой подходящей. Будем оценивать вклад каждого ответа некоторой величиной баллов $W_{i,j}^{(1)}$, $i = \overline{1, n}$,

$j = \overline{1, m}$, принимающей значения на шкале $(-10, 10)$. При этом 10 баллов соответствует абсолютно правильному ответу, -10 баллов — абсолютно неверному ответу, 0 баллов соответствует ответу, который не несет никакой информации о знаниях по соответствующему вопросу. Желательно, чтобы ответы были наиболее информативными и их оценки группировались вне нулевой области шкалы. Если в тесте имеется несколько правильных ответов, то в сумме их балльная оценка составляет 10 баллов, причем значения оценок пропорциональны полноте знаний о вопросе, которое несет соответствующий ответ. Неправильные ответы оцениваются индивидуально в шкале $(-10, 0)$. Будем фиксировать реализацию тех или иных ответов с помощью переменных z_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$:

$$z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если выбран } j\text{-й ответ на } i\text{-й вопрос,} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Сумма баллов по всем реализованным ответам для каждого вопроса:

$$Q_i = \sum_{j=1}^m z_{ij} W_{i,j}^{(1)}, \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

отражает уровень реализации вопроса в шкале $(-10, 10)$. Далее в приведенной шкале можно сформировать усредненную взвешенную оценку знаний по всем вопросам теста:

$$Q = \sum_{i=1}^n W_i^{(2)} Q_i. \quad (2)$$

Для отображения полученной оценки в любую другую шкалу (например, четырехбалльную) достаточно сформировать некоторую ступенчатую функцию.

Следует отметить, что приведенная схема оценки уровня функционирования в форме теста может быть вполне естественно реализована в виде нейронной сети.

Сумму баллов, набранных по каждому вопросу, определяет отдельный нейрон первого слоя нейросети. Фактически он является сумматором входных сигналов с синаптическими весами $W_{i,j}^{(1)}$. В качестве передаточной функции нейронов первого слоя была выбрана функция «логарифмическая сигмоида» $f(x) = 1/(1 + e^{-x})$ (рис. 1).

Второй слой нейросети осуществляет операцию взвешенного суммирования оценок в соответствии с формулой (3). В случае использования для оценки знаний четырехбалльной шкалы данный слой должен содержать не менее трех нейронов. Каждый нейрон данного слоя производит суммирование входных сигналов Q_i с весами $W_i^{(2)}$. При формировании выходного сигнала на этих нейронах используются пороговые функции с различной величиной смещения $B_1^{(2)}$, $B_2^{(2)}$ и $B_3^{(2)}$. Величина смещения выбирается исходя из процента правильных ответов, необходимого для получения оценок 3, 4 или 5. Например, в случае $B_1^{(2)} = 0.55$, $B_2^{(2)} = 0.75$, $B_3^{(2)} = 0.9$ для получения оценки «отлично» ученик должен набрать в среднем 9.0 баллов на каждом вопросе, 7.5 и 5.5 баллов соответствуют оценкам «хорошо» и «удовлетворительно». Третий слой нейросети представляет собой один нейрон с единичными весами $W^{(3)}$ и со смещением $B^{(3)} = 2$, т.е. простой сумматор. Таким образом, на выходе сети получаются значения 2, 3, 4 или 5. После расстановки весов и смещений нейронов сеть можно использовать в режиме тестирующей системы. Но способность сети обучаться на примерах позволяет расширить границы ее применения.

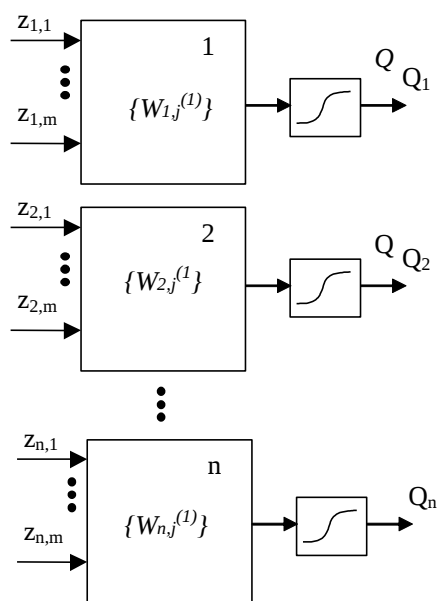


Рис. 1. Первый слой сети

Как отмечено выше, смысл использования нейронной сети для тестирования заключается в возможности организации процесса адаптации весовых и балльных оценок: W и B , с использованием данных реальной экспертизы уровня функционирования элемента системы.

При обучении сети изменяются синаптические веса и смещения нейронов первых двух слоев. Нейрон третьего уровня несет только функцию представления результата в виде оценки по стандартной четырехбалльной шкале и обучению не подлежит. Процесс производится итеративно. При этом необходимо сформировать данные для обучения сети. Эти данные представляют собой входные наборы $\{z_{ij}\}$, для которых экспертами (педагогами) определены значения оценки уровня знаний $\{Q\}$. При обучении на каждой итерации сети предъявляется набор входных данных, и значение на выходе сравнивается с желаемым. Затем вычисляются поправки к весам и смещениям всех нейронов.

Нейроны второго слоя обучаются по правилу Widrow-Hoff-a [1]. Ошибка нейрона вычисляется как разность между требуемым и полученным значением, где желаемое значение принимается равным 1 или 0 в зависимости от требуемой оценки на выходе сети. Если требуемая оценка больше или равна оценке, за которую ответственен данный нейрон («3», «4», «5»),

то значение на выходе нейрона должно быть равным 1, иначе 0. Таким образом, ошибка принимает значения -1 , 0 или 1 . Приращение весов каждого нейрона второго слоя получается умножением вектора его входных значений на его ошибку. Приращения смещений приравниваются величине ошибки.

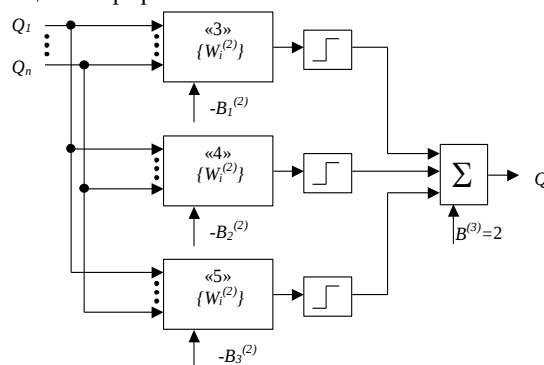


Рис. 2. Второй и третий слой нейронной сети оценки знаний

Для вычисления поправок второго слоя используется алгоритм обратного распространения ошибки. Сначала вычисляется градиент для каждого нейрона:

$$\delta_i = f'(\sum_j (Q_{i,j} * W_{i,j}^{(1)})) * \sum_k W_{k,i}^{(2)}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, k = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Затем вычисляются поправки к синаптическим весам:

$$\Delta W_i^{(1)} = \delta_i Q_i. \quad (4)$$

После чего вычисляются новые значения весов и смещений нейронов:

$$W_i^{(s)} = W_i^{(s)} + \eta_s \Delta W_i^{(s)}, B^{(2)} = B^{(2)} + \eta_2 \Delta B^{(2)}, s = \{1, 2\}, \quad (5)$$

где η_s — коэффициент обучения слоя s . Следует заметить, что коэффициент обучения выбирается индивидуально для каждого слоя.

Приведенный алгоритм был реализован в пакете Matlab. Вначале были сгенерированы веса и смещения нейронов описанным выше способом. В результате обучения сети получились новые значения параметров нейронов, которые можно использовать для дальнейшего тестирования с учетом полученных сетью знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Haykin S., Neural Networks. A comprehensive Foundation. New York: Macmillan College Publishing Company. Inc. 1994. 696 p.

Раздел 7

Экономика

УДК 338.314.00.525

А.Л. ШЕВЯКОВА

Приоритеты стратегического развития Республики Казахстан

Преобразования, произошедшие в Казахстане за последние десять лет, коренным образом изменили экономическую систему страны. Экономика стала многоукладной, во многих отраслях государственный сектор перестал быть доминирующим, разгосударствление коснулось большинства хозяйствующих субъектов. Однако состояние ряда важнейших макроэкономических показателей таково, что экономика Республики Казахстан к началу 2001 года, несмотря на некоторое оживление реального сектора, еще не вышла из кризиса: уровень жизни большей части населения страны остается крайне низким, а технологический уклад отстает от передовых стран мира. В соответствии с формированием новых экономических реалий становится актуальной необходимость выработки среднесрочной стратегии социально-экономического развития Казахстана, рассчитанной на период 10–15 лет и ориентированной на инновационный путь развития и переход к принципиально иной государственной научно-технической и промышленной политике.

Будущее развитие Казахстана должно опираться на основополагающие принципы, изложенные в Послании Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева «Казахстан-2030» [1].

Главной стратегической целью должны стать: создание социально-ориентированной рыночной экономики, базирующейся на последних достижениях научно-технического прогресса, преодоление информационно-технологической и финансовой зависимости от внешних источников, развитие потенциала Казахстана как основы обеспечения национальной безопасности государства, занятие достойного места в формирующемся постиндустриальном обществе.

Главная задача — формирование и реализация плана сохранения населения Казахстана, обеспечивающего рост численности и повышение благосостояния, гармоничное и поступательное развитие человеческого потенциала, инновационное обновление производства, выступающего основой подъема конкурентоспособности экономики, обеспечение национальной безопасности. *Результат* — расширенное воспроизводство населения с положительными демографическими характеристиками, многоукладный социально-ориентированный рынок с усилением регулирующей роли государства в хозяйственной жизни общества и эффективной информационно-индустриальной экономикой, опирающейся на собственные производительные силы и обеспечивающей

социальное единство, достойный уровень и качество жизни казахстанцев.

В условиях ограниченности инвестиционных ресурсов и фактического состояния материально-технической базы производства достижение конечной цели должно осуществляться этапами, решающими соответствующие тактические задачи:

1. На первоначальном этапе необходимо закрепить наметившийся рост в материальном производстве и доходах населения, активизировать спрос и предложение внутреннего рынка, прежде всего за счет отечественных потребительских товаров, создать условия для расширения инвестиционной и инновационной деятельности.

2. В последующем — экономический рост из количества перевести в качество на фоне изменений в отраслевой и технологической структуре, использования наукоемких и ресурсосберегающих технологий, адекватных перемен в производственном аппарате и социальной сфере. При этом не допускать спонтанного копирования технико-технологических структур передовых индустриальных стран как одной из основ стереотипа догоняющего развития.

Целевыми параметрами должны стать: рост ВВП темпами 7-9% в год, промышленного производства — 10-15% в год, инвестиций — 15-20% в год, реальных денежных доходов населения — не ниже 10% в год. Для достижения данных параметров необходимо разработать и осуществить комплексную стратегию, которая могла бы обеспечить последовательное и непрерывное развитие Казахстана и обеспечить его экономическую безопасность [2].

1. В научно-инновационной деятельности:

- выработать приоритеты индустриальной политики в рамках общемировых перспектив научно-технического прогресса, содействовать рациональной конверсии потенциала ВПК, который можно было бы использовать для создания новых технологий и процессов, уделяя особое внимание межрегиональному и межотраслевому обмену технологиями;

- разработать экономические механизмы формирования инновационной привлекательности предпринимательской деятельности через бюджетную, налоговую, инвестиционную политику и повышение мотивации товаропроизводителей к реализации нововведений;

- обеспечить формирование единого научно-технического и информационного пространства Казахстана и расширение научного сотрудничества с учеными России и других стран СНГ;

- совершенствовать инфраструктуру научно-технической и инновационной деятельности, обеспечивая государственную поддержку формированию рынков наукоемкой продукции на республиканском и региональном уровнях;

- образовывать центры науки и высоких технологий, технополисы на основе крупных научных организаций, занимающих лидирующее положение в соответствующих областях науки и техники; реструктурировать часть отраслевых научно-исследовательских и проектных институтов в инжиниринговые фирмы с развитой финансово-

экономической, маркетинговой и коммерческой инфраструктурой для оформления и сопровождения в производство научных разработок;

- стимулировать создание корпоративных самостоятельных научно-производственных структур (финансово-промышленных групп, корпораций, холдинговых компаний) с целью использования эффекта масштаба производства и концентрации ресурсов на «прорывных» направлениях научно-технического прогресса;

- повысить действенность и результативность реализации региональных целевых программ как одного из основных инструментов государственной поддержки инновационного пути развития экономики и технологического перевооружения отраслей промышленности на основе использования новейших научно-технических разработок и высоких технологий; шире привлекать научные организации страны к разработке крупных программных проектов;

- усилить внимание к повышению подготовки и квалификации кадров всех уровней на базе современных концепций теоретической и прикладной экономической науки; сформировать кадровый потенциал, адекватный условиям инновационного развития производства через реформирование системы начального профессионального, среднего и высшего образования, академической и отраслевой науки, возрождение системы переподготовки и повышение квалификации работников.

2. В инвестиционной политике:

- использовать в полной мере имеющиеся инструменты государственной инвестиционной политики: формирование и реализацию бюджета развития, государственный заказ;

- оптимизировать структуру денежной массы в обращении, снизить удельный вес наличного обращения; принять меры к повышению доверия населения к финансовой системе страны и национальной денежной единице;

- осуществить комплекс мер по легализации (возвращению) доходов, в том числе валютных средств резидентов Казахстана, размещенных на счетах в иностранных банках; обеспечить кардинальное усиление валютного контроля в целях прекращения нелегального вывоза капитала за рубеж; организовать каналы рефинансирования производственной сферы на основе учета векселей производственных предприятий, расширить применение технологий расщипки неплатежей, таких как клиринг;

- освободить от налогообложения всю сумму чистого дохода предприятий, направляемую на развитие производства и освоение новой техники, проведение прикладных научных исследований и разработок, пополнение оборотных средств предприятий;

- создать условия для развития лизинговой деятельности прежде всего в приоритетных и социально-ориентированных отраслях экономики в соответствии со структурной политикой государства, высокодоходных проектах как одного из эффективных видов инвестиционного финансирования отечественной экономики.

3. В денежно-кредитной политике:

– повысить роль государства в укреплении банковской системы страны; разработать концепцию национальной банковской системы с преобладанием доли казахстанского капитала и многообразием форм собственности; предусмотреть рекапитализацию банков, создать условия для увеличения их совокупного капитала, наполнения банковской системы долгосрочными ресурсами; стимулирования коммерческих банков, ориентированных на работу с реальным сектором экономики;

– увязать проведение программы реструктуризации банковской системы с переориентацией на кредитование и инвестирование производственной сферы, снижением ставки резервирования для банков, кредитующих реальный сектор, возобновлением практики освобождения от налогов доходов банков, получаемых от предоставления кредитов на инвестиционные цели;

– снизить ставки процента за кредит до уровня, позволяющего привлекать займы для развития производственной сферы;

– организовать с участием государства систему страхования для снижения рисков потенциальных отечественных и зарубежных инвесторов при реализации инвестиционных проектов; развивать перестраховочные операции; расширять виды страхования, укреплять доверие потенциальных страхователей к страховой системе, обеспечить надежность страховой системы; усилить контрольную и надзорную функции органов, регулирующих деятельность страховых организаций в Казахстане;

– сформировать систему эффективного государственного управления на казахстанском фондовом рынке корпоративных ценных бумаг, позволяющую осуществить перелив капитала из финансовой сферы в реальный сектор экономики и обеспечивающую его инвестиционную потребность.

4. В региональной политике:

– сформировать региональные аспекты плана сбережений народа Казахстана, разработать государственную стратегию территориального развития и реструктуризации экономики регионов;

– осуществить оптимизацию межбюджетных отношений путем законодательного закрепления расходных полномочий всех уровней бюджетной системы с целью перераспределения их доходных источников, государственных социальных стандартов и нормативов минимальной бюджетной обеспеченности; внести законодательные изменения в бюджетный процесс, который целесообразно проводить в два этапа, предусмотрев в первом полугодии законодательное утверждение основных параметров бюджета на очередной финансовый год, в дальнейшем — во втором полугодии — в

соответствии с принятыми параметрами сформировать собственно бюджет;

– продолжить институциональные преобразования в части повышения эффективности управления собственностью, особенно повысить качество государственного управления казенными предприятиями;

– отработать механизм оптимального долевого финансирования региональных научно-технических программ и инновационных проектов с участием республиканского, регионального, местного бюджета, внебюджетных фондов и средств хозяйствующих субъектов.

5. В законодательной и нормативно-правовой сфере:

– разработать концепцию научно-промышленной политики, объединяющую в себе основные направления активизации инновационной и промышленной политики, реформирования науки и охраны интеллектуальной собственности;

– принять закон об инновационной деятельности и государственной инновационной политике и сопутствующие нормативные документы;

– разработать законы о научной организации и ее корпоративных объединениях с промышленными предприятиями;

– ускорить принятие законов о служебных изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах, патентах на секретные изобретения, коммерческой тайне;

– усовершенствовать налоговое законодательство в части стимулирования инновационной деятельности, льготирования импорта современных технологий, направленных на создание конкурентоспособных производств, механизмов снижения НДС по наукоемкой продукции для развития ее экспорта;

– принять и пролонгировать законодательные меры по снижению экспорта из Казахстана дефицитных видов сырья, необходимых для дальнейшего промышленного производства, увеличения внутреннего продукта и экспортного потенциала;

– создать систему развитой международной сертификации, опирающейся на международные и гармонизированные национальные стандарты;

– ускорить формирование нормативно-правовой базы, регламентирующей порядок реализации инвестиционных проектов, способствующей развитию ипотечного кредитования и малого бизнеса, привлечению частных средств; создать правовой механизм реализации прав собственности (упрощенной схемы залога, отчуждения собственности по ипотеке), защиты прав инвесторов, накоплений населения и привлечения инвестиций на конкурсной основе, повышения доверия к банковской системе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарбаев Н. А. Казахстан-2030. Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев. – Послание Президента страны народу Казахстана. Алматы: Білім, 1997. 176 с.
2. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2010 года // Информационно-аналитический сайт Агентства по стратегическому планированию Республики Казахстан. www.strategy.kz.

УДК 338.45:622(574.3):
622.411.33.002.8

О.Е. НИКИТИНА
М.А. ГОРШКОВА

Методика экономической оценки использования шахтного газа метана на примере шахты им. Ленина

Ежегодно на шахтах Карагандинского угольного бассейна средствами вентиляции и дегазации извлекается около 300–350 млн. м³ метана. На долю дегазации приходится около 40 млн. м³ шахтного газа. Дегазационные способы обеспечивают организованный отвод метана, позволяющий использовать каптируемый газ и снизить выброс метана в атмосферу. Угольный метан экономически эффективно добывать и использовать только при условии добычи самого угля, дегазируемого как заблаговременно, так и в процессе ведения горных работ. В Карагандинском бассейне впервые на промышленной основе шахтный метан начал использоваться с 1976 года на шахте им. 50-летия Октябрьской революции в котельной установке ДКВР-10/13 для выработки тепловой энергии.

В настоящее время одной из шахт Карагандинского бассейна, занимающейся утилизацией метана, является шахта им. Ленина, основные технико-экономические показатели деятельности которой приведены в табл. 1.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШАХТЫ ИМ. ЛЕНИНА

Наименование показателей	Год		Отклонение	
	1999	2000	+/-	%
Добыча угля, тыс. т	1127,7	1193,4	+65,7	+5,8
Среднесуточная добыча, т	4179	3741	-438	-10,5
Нагрузка на очистной забой, т/сут	1320	1650	+330	+25,0
Среднедействующее число очистных забоев	3	2	-1	-33,3
Среднедействующая линия очистного забоя, м	145	145	-	-
Относительная газообильность, м ³ /т	33,8	48,8	+15	+44,4
Абсолютная газообильность, м ³ /мин.	98,2	126,8	+28,6	+29,1
Дебит метана, м ³ /мин.	14,8	17,6	+2,8	+18,9
ЧисленностьППП, чел.	2371	2379	+8	+0,3
Производительность труда работникаППП, т	475,6	501,6	+26	+5,5
Себестоимость 1 тонны угля, тенге	1668,19	1912,85	+244,66	+14,7

Из табл. 1 видно, что все технико-экономические показатели деятельности шахты, кроме среднесуточной добычи и среднедействующего числа очистных забоев, в 2000 году возросли по сравнению с 1999 годом. Так, добыча угля в 2000 году увеличилась на 65,7 тыс. т и составила 1193,4 тыс. т, но при этом среднесуточная добыча по шахте снизилась, что объясняется сокращением числа действующих очистных забоев, хотя загрузка на забой возросла до 1650 т/сут. Себестоимость 1 тонны угля в 2000 году составила 1912,85 тенге, что на 244,66 тенге больше, чем в 1999 году. Также наблюдается увеличение относительной и абсолютной газообильности шахты, но при этом следует отметить, что возрос и объем извлечения метана средствами дегазации с 14,8 до 17,6 м³/мин.

На поле шахты им. Ленина был создан комплекс гидродинамических и пневмогидродинамических воздействий из 22 скважин, прорубленных с поверхности для заблаговременной подготовки шахтного поля. Основными целями работ на поле шахты им. Ленина являются:

- снижение газообильности горных выработок по пласту Д₆ для обеспечения безопасности и эффективности горных работ;
- исследование возможности снижения выбросоопасности пласта Д₆;
- исследование возможности и масштабов извлечения (добычи) метана для его полезного использования.

Пласт Д₆ является самым мощным в долинской свите, мощность его выдержана на всем участке и колеблется в пределах 5,5–6,8 м, а газоносность пласта в пределах 27–29 м³/т горной массы. С глубины 250 м пласт Д₆ отнесен к категории опасных по внезапным выбросам, а с глубины 320 м — к особо выбросоопасным. Скважины по извлечению метана из пласта Д₆ функционируют более 10 лет. За время действия скважин из них было извлечено более 20 млн. м³ 100%-го метана, что позволило снизить газоносность пласта на 6–9 м³/т. Ряд скважин в настоящее время имеет дебит более 1–2 м³/мин.

Извлекаемый при дегазации метан является попутным продуктом, который, являясь неизбежным следствием процесса угледобычи, при нынешних методах калькуляции получается «даровым», так как затраты на получение метана учтены при определении себестоимости одной тонны угля. При этом шахтный метан позволяет получить экономический эффект от его использования в шахтных котельных. Кроме того, вопрос экономической оценки использования шахтного газа метана следует рассматривать во взаимосвязи с экономией невозобновляемых природных ресурсов и обеспечением охраны окружающей среды.

Котельная шахты имени Ленина оборудована пятью котлами КВТС-10, два из которых переведены на топливо газ метан. Рассмотрим методику расчета эффекта от перевода котла КВТС-10 с твердого на газообразное топливо в котельной шахты им. Ленина.

1. Расчет годового расхода топлива.

Годовой расход твердого топлива (рядового угля марки К) с учетом механической неполноты сгорания топлива определяется по формуле

$$B_y = \frac{D \cdot 24 \cdot n}{Q_i \cdot \eta_k} \cdot \left(\frac{100}{100 - q_u} \right), \quad (1)$$

где B_y — годовой расход топлива, т/год;
 D — теплопроизводительность котла, Гкал/ч;
 n — годовая продолжительность работы, сут;
 Q_i^n — низшая удельная теплота сгорания рабочего топлива, Ккал/кг ($Q_i^n = 5030$ Ккал/кг);
 η_k — коэффициент полезного действия котлоагрегата ($\eta_k = 0,85$);
 q_u — механическая неполнота сгорания топлива, % ($q_u = 11\%$).

$$B_y = \frac{10 \cdot 10^6 \cdot 24 \cdot 240}{5030 \cdot 10^3 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{100}{100 - 11} \right) = 15373,2 \text{ т/год.}$$

Годовой расход шахтного газа метана с учетом химической неполноты сгорания определяется по формуле

$$B_e = \frac{D \cdot 24 \cdot n}{Q_i^n \cdot \eta_k} \cdot \left(\frac{100}{100 - q_3} \right), \quad (2)$$

где B_e — годовой расход шахтного газа метана, тыс. м³;
 Q_i^n — низшая теплота сгорания шахтного газа метана, Ккал/м³ ($Q_i^n = 8550$ Ккал/м³);
 q_3 — химическая неполнота сгорания топлива, % ($q_3 = 0,5\%$).

$$B_e = \frac{10 \cdot 10^6 \cdot 24 \cdot 240}{8550 \cdot 10^3 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{100}{100 - 0,5} \right) = 6770,5 \text{ т/год.}$$

2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании угля.

Выбросы твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива можно определить по формуле

$$M_{ms} = B_y \cdot A^z \cdot f \cdot (1 - h_3), \text{ т/год,} \quad (3)$$

где A^z — зольность топлива на рабочую массу, % ($A^z = 30\%$);
 h_3 — доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителе ($h_3 = 0,85$);
 f — поправочный коэффициент ($f = 0,0035$).

$$M_{ms} = 15137 \cdot 30 \cdot 0,0035 \cdot (1 - 0,85) = 238,4 \text{ т/год.}$$

При этом доля золы составляет 20%, а ее количество определяется по формуле

$$M_3 = M_{ms} \cdot 0,2 = 238,4 \cdot 0,2 = 47,7 \text{ т/год.} \quad (4)$$

Следовательно, количество выбросов недогоревшего угля составит

$$M_{ny} = M_{ms} - M_3 = 238,4 - 47,7 = 190,7 \text{ т/год.} \quad (5)$$

Выбросы окислов серы в пересчете на SO_2 определяются по формуле

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B_y \cdot S^z \cdot (1 - h_{SO_2}^1) \cdot (1 - h_{SO_2}^2), \text{ т/год,} \quad (6)$$

где S^z — содержание серы в топливе на рабочую массу, % ($S^z = 0,9\%$);

$h_{SO_2}^1$ — доля окислов серы, связываемых летучей золой ($h_{SO_2}^1 = 0,1$);

$h_{SO_2}^2$ — доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе ($h_{SO_2}^2 = 0$).

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 15137 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0) = 245,2 \text{ т/год.}$$

Выброс окиси углерода определяется по формуле

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B_y \cdot \left(1 - \frac{q_u}{100} \right), \text{ т/год,} \quad (7)$$

где C_{CO} — выход окиси углерода при сжигании угля, кг/т;

q_u — потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, % ($q_u = 11\%$).

Выход окиси углерода при сжигании угля рассчитывается по формуле

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^e, \text{ кг/т,} \quad (8)$$

где q_3 — потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, % ($q_3 = 1\%$);

R — коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах сгорания окиси углерода (для твердого топлива $R = 1$);

Q_i^e — низкая теплота сгорания топлива, МДж/кг ($Q_i^e = 21,1$ МДж/кг).

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 21,1 \cdot 15137 \cdot \left(1 - \frac{11}{100} \right) = 284,3 \text{ т/год.}$$

Выбросы окислов азота в пересчете на NO_2 определяются по формуле

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot B_y \cdot K_{NO_2} \cdot Q_i^e \cdot (1 - \beta), \text{ т/год,} \quad (9)$$

где K_{NO_2} — параметр, характеризующий количество окислов азота, образующегося на 1 ГДж, кг/ГДж ($K_{NO_2} = 0,18$ кг/ГДж);

β — коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов окислов азота в результате применения технических решений ($\beta = 0$).

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 15137 \cdot 0,18 \cdot 21,1 \cdot (1 - 0) = 57,5 \text{ т/год.}$$

3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании шахтного метана.

При сжигании шахтного газа метана отсутствуют выбросы твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива.

Выброс окислов серы зависит от содержания сероводорода в шахтном метане. В метане,

выделяющемся в пределах шахты им. Ленина, сероводород отсутствует.

Выбросы окиси углерода определяются по формуле

$$M_{CO} = 0,001 * C_{CO} * B_e * \left(1 - \frac{q_u}{100}\right), \text{ т/год}, \quad (10)$$

где C_{CO} — выход окиси углерода, кг/тыс. м³;
 B_e — годовой расход шахтного газа метана, тыс. м³/год;

q_u — потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, % ($q_u = 0,5\%$).

Выход окиси определяется по формуле

$$C_{CO} = q_3 * R * Q_i^e, \text{ кг/тыс. м}^3, \quad (11)$$

где q_3 — потери тепла вследствие химической неполноты сгорания, % ($q_3 = 0,5\%$);

R — коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания, обусловленную наличием в продуктах сгорания углерода (для газа $R = 0,5$);

Q_i^e — низкая теплота сгорания газа, МДж/м³, ($Q_i^e = 35,8 \text{ МДж/м}^3$).

$$M_{CO} = 0,001 * 0,5 * 0,5 * 35,8 * 6770,5 * \left(1 - \frac{0,5}{100}\right) = 60,3, \text{ т/год.}$$

Выбросы окислов азота рассчитываются по формуле

$$M_{NO_2} = 0,001 * B_e * K_{NO_2} * Q_i^e * (1 - S^3), \text{ т/год}, \quad (12)$$

где K_{NO_2} — параметр, характеризующий количество окислов азота, образующегося на 1 ГДж тепла ($K_{NO_2} = 0,08$);

S^3 — коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов окислов азота в результате применения технических решений ($S^3 = 0$).

$$M_{NO_2} = 0,001 * 6770,5 * 0,08 * 35,8 * (1 - 0) = 19,4, \text{ т/год.}$$

Кроме того, при использовании шахтного метана в качестве топлива для котлоагрегата снижается загрязнение атмосферы метаном (по углероду), количество которого рассчитывается по формуле

$$M_m = K * B_e * \rho, \text{ т/год}, \quad (13)$$

где K — доля углерода в шахтном метане, ($K = 0,75$);
 ρ — плотность шахтного метана, т/тыс. м³ ($\rho = 0,716 \text{ т/тыс. м}^3$).

$$M_m = 0,75 * 6770,5 * 0,716 = 3635,8, \text{ т/год.}$$

Полученные результаты расчетов массы загрязняющих веществ при работе котла КВТС-10 на угле и на шахтном газе метана приведены в табл. 2.

Таблица 2

ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАБОТЕ КОТЛА КВТС-10 НА ТВЕРДОМ И ГАЗООБРАЗНОМ ТОПЛИВЕ

Характеристика выбросов загрязняющих веществ	Количество выбросов, т/год		Снижение выбросов загрязняющих веществ, т/год
	при работе на угле	при работе на шахтном метане	
Частицы летучей золы	47,7	-	47,7
Частицы угольной пыли (недожог)	190,7	-	190,7
Окислы серы в пересчете на SO ₂	245,2	-	245,2
Окись углерода	284,3	60,3	224,0
Окись азота в пересчете на NO ₂	57,5	19,4	38,1
Шахтный метан (по углероду)	3635,8	-	3635,8
Всего	4461,2	79,7	4381,5

4. Расчет экономического ущерба.

Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферы при работе котлоагрегата на угле и на шахтном метане производится по формуле (14), которая приведена во «Временной методике определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценке экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству предприятиями угольной промышленности в результате загрязнения окружающей среды»:

$$\varphi = \gamma * \sigma * \sum_{i=1}^n f_i * m_i * A_i, \quad (14)$$

где γ — величина ущерба, тенге/усл.т ($\gamma = 150$ тенге/усл.т);

σ — величина, характеризующая относительную опасность загрязнения атмосферы над территорией распространения выбросов (значения величины σ приведены в табл. 3);

f_i — показатель, учитывающий характер рассеяния в атмосфере i -го вида вредного вещества;

m_i — масса годового выброса i -го вида вредного вещества, т/год;

A_i — показатель относительной агрессивности i -го вида вредного вещества, усл. т/т.

Значения f_i , A_i в зависимости от вида вредного вещества приведены в табл. 4 и 5 соответственно.

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ σ

Месторасположение источников выбросов загрязняющих веществ	Значение величины σ
1. Источник в населенном пункте: - шахтный поселок, - город	4,0 6,0
2. Населенный пункт в радиусе зоны активного загрязнения источника выбросов	2,0
3. Населенный пункт в радиусе зоны активного загрязнения источника выбросов	0,4
<u>Примечание</u> — радиус зоны активного загрязнения источников выбросов: - для вентиляционных систем: 800 м; - для сушильных отделений фабрик: 1000 м; - для котельных и породных отвалов: 2000 м.	

В рассматриваемом случае величина σ принимается равной 6,0.

Таблица 4

ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ f_i

Вид загрязняющих веществ	Значение величины f_i
1. Твердый (пыль, зола)	
1.1 до очистки;	10,0
1.2 после очистки:	
- с коэффициентом улавливания 70-90;	3,0
- с коэффициентом улавливания более 90	0,65
2. Газообразный	0,60

Таблица 5

ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ A_i

Вид загрязняющих веществ	Значение величины A_i
Частицы летучей золы	80,0
Частицы угольной пыли	40,0
Окислы серы	16,5
Окись углерода	1,0
Окислы азота	41,1

Величины экономического ущерба от выброса каждого из видов вредного вещества при сжигании угля приведены в табл. 6, а при сжигании шахтного метана — в табл. 7.

Таблица 6

ВЕЛИЧИНА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ РАБОТЕ КОТЛА КВТС-10 НА УГЛЕ

Характеристика выбросов	Значение показателей			Величина экономического ущерба, тыс. тенге
	f_i	m_i	A_i	
Частицы летучей золы	3,0	47,7	80,0	10303,2
Частицы угольной пыли	3,0	190,7	40,0	20595,6
Окислы серы в пересчете на SO_2	0,6	245,2	16,5	2184,7
Окись углерода	0,6	284,3	1,0	153,5
Окислы азота в пересчете на NO_2	0,6	57,5	41,1	1276,2
Шахтный метан (по углероду)	0,6	4457	1,26	3032,5
Всего				37545,7

5. Расчет экономического эффекта от перевода котла КВТС-10 на газообразное топливо.

Экономический эффект за счет снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составит:

$$\mathcal{E}_e = \mathcal{U}_{m.m.} - \mathcal{U}_{e.m.} = 37545,7 - 568,1 = 36977,6 \text{ тыс. тенге}, (15)$$

где $\mathcal{U}_{m.m.}$ — ущерб от загрязнения окружающей среды при сжигании твердого топлива, тыс. тенге;
 $\mathcal{U}_{e.m.}$ — ущерб от загрязнения атмосферы при сжигании газообразного топлива, тыс. тенге.

Экономический эффект за счет экономии твердого топлива определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_y = B_y * \mathcal{C} * 0,726, \text{ тенге}, (16)$$

Таблица 7

ВЕЛИЧИНА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ РАБОТЕ КОТЛА КВТС-10 НА ШАХТНОМ МЕТАНЕ

Характеристика выбросов	Значение показателей			Величина экономического ущерба, тыс. тенге
	f_i	m_i	A_i	
Окись углерода	0,6	73,9	1,0	39,9
Окислы азота в пересчете на NO_2	0,6	23,8	41,1	528,2
Всего				568,1

где B_y — годовой расход твердого топлива, т/год;
 $\mathcal{C}$ — цена одной тонны условного топлива, тенге

($\mathcal{C} = 1850$ тенге);

0,726 — переводной коэффициент для карагандинского угля в твердое топливо.

$$\mathcal{E}_y = 15137 * 1850 * 0,726 = 20330,5 \text{ тыс. тенге.}$$

Суммарный экономический эффект от перевода котла КВТС-10 на газообразное топливо составит:

$$\mathcal{E}_{e.m.} = \mathcal{E}_e + \mathcal{E}_y = 36977,6 + 20330,5 = 57308,1 \text{ тыс. тенге.} (17)$$

Таким образом, эффект от замены угля в шахтных котельных на природный угольный метан, являющийся экологически чистым топливом, очевиден. Котельная шахты им. Ленина сжигает метан в объеме 12-15 м³/мин. За 2000 год в котельной шахты было утилизировано около 8 млн. м³ эквивалентного 16 тыс.т угля стоимостью свыше 20 млн. тенге. Удельный объем утилизованного газа метана составил 66% от каптированного средствами дегазации.

1. Бондаренко В.И., Четвертаков В.В. Модель оценки использования метана в промышленности при разработке угольных месторождений // Сб. ст. Современные проблемы шахтного метана. М.: Изд-во МГГУ, 1999.
2. Презент Г.М., Баймухаметов С.К., Швец И.А., Сластун С.В. Технология управления газодинамическими и газомеханическими процессами в угольных шахтах. Караганда, 1994.
3. Лебедев А.В. О добыче и утилизации метана из угольных пластов // Уголь. 1998. №7. С. 56-58.
4. Рубан А.Д., Забурдяев В.С. Опасность взрывов метанопылевоздушных смесей в шахтах и пути ее снижения // Уголь. 2000. №5. С. 61-63.

УДК 338.2:331(574)

Т.П. ПРИТВОРОВА

Совершенствование института коллективного договора в условиях либерального рынка труда

Особенным институтом рынка труда, играющим существенную роль в определении условий реализации права пользования рабочей силой наемного работника, является институт социального партнерства, который на уровне хозяйствующего субъекта принимает форму коллективного договора и учитывает региональные, отраслевые, республиканские договоры социальных партнеров в качестве обязательного минимального набора норм, регулирующих отношения между наемными работниками и работодателями.

Коллективные договоры являются важным инструментом уравнивания интересов работника и работодателя, а также единственным реальным на сегодняшний день институтом, который способен в какой-то мере компенсировать либеральное законодательство о труде, действующее в казахстанской экономике. В коллективный договор могут быть внесены любые поправки, не ниже утвержденных законом, но улучшающие условия труда, отдыха и социальной защиты работника. Если договор заключен на уровне предприятия, то порядок и составление договора контролируется Законом «О труде» [1]. Если они заключаются на уровне региона, отрасли, республики, то в процессе подготовки и заключения договора принимает участие государство, такие процедуры регулируются Законом «О социальном партнерстве» [2].

Для стран с переходной экономикой выявлена тенденция децентрализации переговорного процесса: переговоры о заключении коллективного договора ведутся на уровне отдельных фирм. Децентрализация переговоров является положительной тенденцией для увеличения выживаемости малых и средних предприятий и становления конкурентоспособных рынков товаров, но может существенно ослаблять позиции работников в вопросах условий, охраны и оплаты труда.

Законодательство Казахстана, учитывая такие тенденции, предусмотрело возможность официального статуса для инициативной группы работников, уполномоченной вести переговоры с администрацией предприятия. То есть, учитывая своеобразие профсоюзного комитета в постсоциалистической экономике, его преобладающую пассивность, для коллектива появляется возможность альтернативного выхода на коллективный договор без согласия профсоюза. Однако по данным нашего обследования, работники этим правом почти не пользуются.

Согласно полученным нами результатам о функционировании института коллективных договоров, самыми всесторонними, полноценными и в основном соответствующими закону являются коллективные договоры таких транснациональных компаний, как АО «ИспатКармет», АО «Казахмыс», АО «ШНОС». В то же время, есть определенная специфика у каждой корпорации, свое понимание взаимных обязательств работодателя и работника, а также толкование и реальное наполнение определенных пунктов коллективного договора.

АО «ИспатКармет» в коллективном договоре больше ориентируется на удовлетворение индивидуальных социальных гарантий для работников. В числе индивидуальных социальных гарантий имеют место такие:

- пенсии для неработающих пенсионеров «ИспатКармета» доплачиваются до уровня прожиточного минимума;
- при выходе на пенсию работник получает одноразово 1000 долларов США или возможность устроить на свое рабочее место близкого родственника;
- многодетные семьи с 4 детьми (или трое детей с одним родителем) получают пособие в размере одного минимального расчетного показателя на каждого ребенка ежемесячно (примерно 5 долларов);
- ежемесячное пособие по беременности и родам предусмотрено в размере (40 долларов) и др.

Необходимо отметить, что такой уровень социальной защиты работника корпорации гораздо выше обычных социальных гарантий для наемного работника, в том числе и государственного сектора экономики. Однако социальная сфера в коллективном договоре рассмотрена минимально. Корпорация берет на себя вопросы по функционированию городской ТЭЦ и теплоснабжению города, т.к. предприятие является градообразующим и иной ход событий просто невозможен.

В то же время, содержание и исполнение коллективного договора имеют ряд существенных недостатков:

- недостаточно оперативно решаются вопросы в области охраны труда, в результате чего в корпорации наблюдается высокий уровень производственного травматизма;
- не осуществлена аттестация рабочих мест по условиям труда;
- слабо разработаны вопросы дифференциации оплаты труда и дополнительных отпусков с учетом

вредных и неблагоприятных условий труда (так, на рабочей площадке предусмотрен отпуск 28 рабочих дней вместо 18 по закону, без какой бы то ни было дифференциации);

– фактически не осуществлено обязательное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Коллективный договор АО «Казахмыс» представляет собой гораздо более обширный документ, нацеленный не только на выполнение индивидуальных социальных обязательств перед работниками, но и на предоставление целого ряда благ, не связанных со сферой производства, а предоставляющих социально-минимальные инфраструктурные услуги для города (такие как отопление города и оказание коммунальных услуг). Более детальный анализ коллективного договора позволяет выделить следующие основные его положения.

Отмечено, что договор распространяет свое действие на всех членов трудового коллектива, независимо от времени поступления в корпорацию и членства в профсоюзе. Форма и системы оплаты труда, а также положения о премировании устанавливаются руководителями корпорации и ее структурных подразделений по согласованию с профсоюзными комитетами. Заработная плата каждого работника определяется в соответствии с его личным вкладом и максимальным размером не ограничивается.

Работодатель обеспечивает в случае необходимости обучение вновь принимаемых рабочих и повышение их квалификации, а также предусматривает организацию целевых курсов и финансирование подготовки молодых специалистов.

Для оплаты труда работников вводится шестirazрядная тарифная сетка с определенными тарифными коэффициентами, оплата по 1 разряду соответствует минимальной заработной плате (как и предполагается в Законе «О труде»). Подробно расписаны доплаты за работу в тяжелых и вредных условиях. Зафиксировано ежемесячное премирование работников за основные результаты хозяйственной деятельности предприятия. В коллективном договоре подробно расписаны дополнительные отпуска по профессиям, дополнительная прибавка к отпуску за три года работы в корпорации, оговорен перечень должностей, по которым устанавливается ненормированный рабочий день и зафиксированы размеры дополнительных отпусков для каждой категории работников. Детально расписаны вопросы охраны труда, упомянуто, что уполномоченный профсоюзного комитета по охране труда, прошедший специальную подготовку, имеет право беспрепятственно осуществлять проверку состояния охраны труда на рабочих местах, вносить предложения по устранению обнаруженных отклонений и привлекать к ответственности лиц.

По уровню представительства коллективных договоров АО «Казахмыс» за 1998–2001 годы корпорация является достаточно законопослушным хозяйствующим субъектом и обеспечивает высокий уровень и достаточно полные гарантии в вопросах

обеспечения условий, оплаты труда и социальной защиты своих работников.

С точки зрения сравнительно-институционального анализа, лучшего образца в настоящее время в нашей экономике не существует. Данный пример говорит о том, что и в условиях либерального законодательства о труде коллектив предприятия должен добиваться максимальной степени защиты в современных условиях и уравнивать интересы работников и работодателей.

Основная проблема формирования реального института социального партнерства в том, что работники мало используют возможность защищать свои интересы и вести переговоры с менеджментом на основе коллективных договоров, профсоюзом или инициативными группами работников, которым закон «О труде» придает те же права, что и профсоюзам.

По данным нашего исследования, всего 4,12% предприятий и организаций Карагандинской области имеют коллективные договоры и немногим больше имеют профсоюзные организации — 5,6% (см. рис.). Из диаграммы видно, что наибольшее число коллективных договоров имеют крупные предприятия — 56%. Из всей совокупности средних, коллективные договоры заключают чуть больше 30%. Работники малых предприятий в институте коллективного договора участвуют меньше всех: только 4% имеют такую форму защиты интересов работника.

В процессе анализа отмечается высокая корреляционная зависимость между наличием коллективного договора и профсоюзной организации на предприятии по районам области $r = 0,845$. В то же время отмечено, что из всех предприятий, имеющих профсоюзные организации, 30% не имеют коллективных договоров, что свидетельствует о невыполнении профсоюзами своей функции, когда в результате частного соглашения между директором и председателем профсоюзной организации коллективный договор не заключается. Среди таких предприятий имеются крупные (13,48% от общего числа крупных предприятий, имеющих профсоюзную организацию), средние (38,1%) и мелкие (17,04%).



Удельный вес предприятий Карагандинской области, имеющих профсоюзные организации и коллективные договоры на 01.01.2001г., %

При этом имеется крайне немногочисленный опыт заключения коллективных договоров при отсутствии профсоюзных организаций, то есть по инициативе группы работников данной организации. Согласно нашему анализу, среди предприятий области, заключивших коллективные договоры при отсутствии профсоюзов, малые предприятия представлены 10

хозяйствующими субъектами, средние — 8, а крупных предприятий среди них нет.

Таким образом, если по удельному весу предприятий, имеющих коллективные договоры, наибольший удельный вес занимают крупные предприятия (56,2%), то в среде мелких предприятий больше распространилась практика заключения коллективных договоров без участия профсоюзов (12%). Между размером предприятия и способом заключения коллективного договора через инициативную группу работников существует ярко выраженная обратная корреляционная зависимость, $r = -0,99$. То есть шансов обнаружить коллективный договор, заключенный без участия профсоюзной организации, на крупном предприятии практически нет.

Однако в целом, процент охвата коллективными договорами работников предприятий по районам области тесно взаимосвязан обратной корреляционной зависимостью с удельным весом малых предприятий в соответствующем районе области, $r = -0,72$, и более слабой положительной с удельным весом крупных предприятий, $r = 0,53$. В процессе анализа также выявлено, что отсутствие коллективных договоров больше характерно для непромышленных видов деятельности.

В целом, перспективы развития социального партнерства в Казахстане связаны с подъемом активности работников и выражением ими своих интересов через профсоюзы или инициативные группы. Однако этот процесс характеризуется слабыми качественными характеристиками и находится практически на начальной стадии своего развития.

1. Коллективные договора заключены на чрезвычайно малом количестве предприятий Карагандинской области — 4,12%. Среди заключивших договоры преобладают крупные предприятия (56, 2% всех крупных предприятий области), в то время как только 0,95% малых

предприятий пользуются этим институтом рынка труда.

2. Наиболее разработанные и всесторонние договоры (в то же время не лишённые недостатков) в Карагандинской области приняты на предприятиях, являющихся звеньями транснациональных корпораций: АО «Казахмыс», АО «ИспатКармет», АО «ШНОС».

3. В основном коллективные договоры заключаются при участии профсоюзов. Такой орган имеют 5,6% всех хозяйствующих субъектов области, причем 64% крупных и 1,3% малых предприятий.

4. Профсоюзы не всегда активно выступают на стороне работников предприятия. Так, 30% предприятий области имеют данный орган, но не имеют коллективного договора (чаще в результате частного соглашения между директором и профсоюзным лидером).

5. Несомненно, положительным проявлением демократических неформальных норм, структурирующих взаимоотношения работников и работодателей, является заключение договоров при отсутствии профсоюзов, т.е. по инициативе группы работников. Такие договоры заключили 12% из всех малых предприятий и 5,2% средних, имеющих коллективные договоры.

6. Региональные договоры отражают специфику развития территории, создают возможность для защиты интересов работников. Для включения в региональный договор необходимо иметь коллективные договоры на предприятии, которые в массовом масштабе отсутствуют.

7. В работу региональных комиссий предполагается привлечение специалистов и ученых соответствующих отраслей науки, что не выполняется.

8. Основные направления совершенствования института социального партнерства заключаются в проведении разъяснительной работы по заключению коллективных договоров на уровне предприятий (при участии профсоюзов или без них).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Казахстан «О труде в Республике Казахстан» от 10 декабря 1999г. №493-1 // Казахстанская правда. №346 от 24.12.99.
2. Закон Республики Казахстан «О социальном партнерстве» от 18 декабря 2000г. №129-III // Индустриальная Караганда. №24 от 31.01.01.

УДК 338.33:621(574.3)

Г.М. АУБАКИРОВА

Роль структурных преобразований предприятий в обеспечении конкурентоспособности продукции

Преодоление посткризисных явлений в экономике страны, обеспечение развития народного хозяйства с устойчивыми темпами роста возможно только при активной деятельности реального сектора народного хозяйства — материального производства, которое должно производить конкурентоспособную продукцию.

Основой материального производства являются предприятия. Создание и производство ими наукоемкой, конкурентоспособной продукции, с высокой долей добавленной стоимости является в настоящее время источником устойчивых темпов экономического роста народного хозяйства страны.

Главной задачей при разработке стратегии развития предприятий является, во-первых, создание *новой конкурентоспособной продукции*. Постоянное повышение эффективности конкуренции, особенно на внешнем рынке, рост сложности новой техники и технологии, сокращение сроков морального старения продукции и производства диктуют необходимость постоянного обновления продукции и непрерывного усовершенствования технологий разработки, т.е. условий протекания творческого процесса. Во-вторых, требуется создание *конкурентоспособного производства*. При этом должны быть учтены новые требования к техническому уровню, реформированию, модернизации предприятий. Конечной целью модернизации предприятия должно стать превращение его в организацию, способную раскрыть творческие возможности интеллектуального работника, направленную на выпуск конкурентоспособных товаров, требуемых рынком.

Известны три основных направления для повышения конкурентоспособности продукции:

- разработка качественно новой конкурентоспособной продукции;
- модернизация производимой продукции с целью повышения ее привлекательности. Однако это только поддерживает уровень прибыли;
- минимизация издержек производства для снижения цены. Долгосрочную конкурентоспособность предприятия, значительный доход приносят именно новаторские изделия.

Анализ показал, кризисное состояние промышленных предприятий Карагандинской области (АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС», завода РГТО ОАО «Испат-Кармет», машиностроительного завода им. Пархоменко и Карагандинского литейно-машиностроительного завода, ОАО корпорации «Казахмыс») обусловлено не только малой емкостью внутреннего рынка [1, 2, 3].

Для машиностроительной продукции комплексная оценка ее конкурентоспособности складывается из нескольких групп показателей:

- *качества изделия* (технический уровень ведущего параметра, надежность, адаптация к казахстанским условиям, уровень технического сервиса, ремонтпригодность, ресурс, эргономические характеристики, дизайн). Чаще всего машиностроительные предприятия не в состоянии обеспечить весь спектр этих показателей конкурентоспособности;
- *цен* (цена, возможность приобретения в кредит, наличие скидок, стоимость единицы выполняемой работы, поддержка государства, что немаловажно для дорогой наукоемкой продукции с длительным сроком окупаемости затрат). У отечественного производителя, испытывающего острую нехватку оборотных средств, заданного налогами и просроченной кредиторской задолженностью, такая возможность отсутствует;
- *сбыта* (наличие дилерской сети, емкость рынка, складская сеть, система контракции запасов). Эти функции по силам лишь крупным и эффективным производителям, каких нет в современном отечественном машиностроении. Здесь требуется крупный посредник;

– *продвижения продукции* (радио- и телереклама). Эта функция должна осуществляться на паритетных началах как производителем, так и торговым посредником.

Машиностроительные предприятия в современных экономических условиях не могут обеспечить всего комплекса необходимых характеристик конкурентоспособности продукции. Хотя этого и не требуется, поскольку в рыночной экономике немалую их часть обеспечивают крупные стратегические посредники. Именно они призваны занять ту нишу, которую ранее занимала государственная система материально-технического обеспечения. Поэтому, формирование и поддержка таких посредников могут рассматриваться в качестве основных элементов государственной промышленной политики в области повышения конкурентоспособности предприятий.

Создание конкурентоспособного производства неразрывно связано с проведением структурных преобразований на предприятиях. Задача руководства субъектов хозяйствования заключается в том, чтобы сделать данный процесс *управляемым и экономически эффективным*.

Структурные преобразования предприятия включают пересмотр ассортиментной политики, технологического уровня производства, маркетинговой и инновационной деятельности и приведение их в соответствие с новым уровнем нестабильности внешней среды. Особую роль играет нахождение рыночной ниши для нового конкурентоспособного продукта, в которой данное предприятие сможет получать прибыль.

Структурные преобразования предприятия можно рассматривать как адаптационный процесс, как реакцию предприятия на усложнение базовых функций. Объекты исследования, как и многие отечественные промышленные предприятия уже подошли к необходимости структурных преобразований как единственно возможному выходу из кризиса, вызванного несоответствием их рыночного, производственно-хозяйственного и управленческого потенциала изменившимся условиям внешней среды.

На проведение структурных преобразований исследуемых предприятий оказывает влияние ряд специфических факторов.

1. Существующий разрыв между набором базовых функций (подфункций), необходимых для адекватного управления в новых условиях, и существующим состоянием организационной структуры. Причины разрыва заключаются в отраслевом характере промышленности бывшего СССР. Крупные промышленные предприятия, в том числе объекты исследования, достигли своих размеров не в результате постепенного наращивания мощности и настраивания системы управления под требования внешней среды, а были наделены огромными производственными мощностями исходя из планов поставок по кооперации и межотраслевому продуктовому обмену. В силу реформ последних лет традиционные рынки сбыта продукции машиностроительных предприятий перестали

существовать. К тому же многие виды продукции неконкурентоспособны по сравнению с зарубежными аналогами. Отечественные предприятия, стоящие на пороге структурных преобразований, имеют неподъемный багаж – устаревшую продукцию и отсутствие конкурентоспособных продуктовых разработок, изношенные основные фонды, неэффективный сбыт (потеря потребителей и отсутствие денежного наполнения в выручке). Поэтому мероприятия краткосрочного характера, направленные на финансово-экономическое оздоровление предприятий, не принесут ощутимых результатов. Необходимы структурные преобразования, которые позволяют укрепить финансовую устойчивость предприятий и усилят их рыночные позиции.

2. Машиностроительные предприятия не имеют стратегических целей, поскольку отсутствует эффективный собственник, заинтересованный в их долгосрочной доходности. Этот фактор на сегодняшний день во многом определяет ход и характер любых структурных преобразований на объектах исследования.

3. Внешняя среда предприятий отличается высокой политической и экономической нестабильностью, в том числе и в области налогового законодательства, влияющей на инвестиционную привлекательность всех объектов исследования.

4. Среди других факторов, следует выделить особо специфику такой составляющей, как персонал. Анализ деятельности промышленных предприятий позволил сделать вывод о том, что на объектах исследования ощущается недостаток управляющих, профессионально подготовленных для работы в изменившихся условиях, особенно в среднем управленческом звене, что усугубляет психологическое сопротивление изменениям. Кроме того, имеет место консерватизм высшего руководства. Названные причины еще более усиливают инертность данной структурной составляющей.

Вышесказанное свидетельствует о том, что осуществление структурных преобразований на предприятиях путем простого дробления организационной структуры с выделением новых юридических лиц (дочерних предприятий) не устраняет реальной причины кризиса – несоответствие рыночного, производственного и управленческого потенциала машиностроительного предприятия изменившимся условиям внешней среды. Такой неэкономический характер преобразований в структуре собственности не выводит предприятие из кризиса, а приводит к простому переделу имущества. Кроме того, деление крупного предприятия на несколько более мелких может выйти из-под контроля руководства, что приведет к образованию нескольких неуправляемых и непрозрачных структурных подразделений.

В целях сохранения управляемости при проведении структурных преобразований машиностроительных предприятий необходимо учесть следующие моменты:

– любые структурные преобразования должны проводиться с учетом стратегических ориентиров

предприятия. В этом заключается необходимое условие их эффективности;

– структурные преобразования необходимо проводить в комплексе. Изменения какой-либо одной функции не даст ощутимых результатов, если не принято во внимание ее взаимодействие с остальными функциями. Например, хорошо налаженный управленческий учет и управление финансовыми потоками при отсутствии денежного наполнения в реализации не позволяет предприятию избежать неплатежеспособности. Вместе с тем, отсутствие денежных накоплений нередко означает не столько слабость организации сбытовой деятельности предприятия, сколько неадекватность конкуренции и технологии изготовления изделия;

– обязательным элементом должен стать мониторинг внешних и внутренних процессов, протекающих на предприятии. Предприятию необходимо отражать и интерпретировать информацию о внешних и внутренних явлениях, имеющих место в его деятельности;

– внутрипроизводственное обучение персонала. Поскольку персонал является самой инертной структурной составляющей, мероприятия по его подготовке и переподготовке должны планироваться с наибольшей тщательностью и интенсивностью.

Учитывая ограниченные финансовые возможности машиностроительных предприятий, для преодоления ими внутренних трудностей комплекс оздоровительных (санационных) мероприятий должен базироваться на четкой целевой концепции предприятия, разработанной на основе системного подхода. В соответствии с этим подходом санационные мероприятия должны осуществляться в режиме экономии, а результатом проведения этих мероприятий должно стать увеличение стоимости предприятия. При этом более эффективным и могут оказаться санационные мероприятия на основе вновь начинаемых инвестиционных проектов с коротким сроком окупаемости [4].

Для оценки стоимости действующего предприятия в первую очередь необходимо оценить «бизнес-линию». Это предполагает учет широкого спектра возможностей предприятия как реализованных, так и нереализованных, получать определенные доходы. В качестве обеспечения получаемых доходов учитываются не только уже приносящие доход материальные и нематериальные активы, но и права собственности, контрактные права, материальные и нематериальные активы принятого к реализации инвестиционного проекта по созданию новой, конкурентоспособной продукции. Главный принцип выделения бизнес-линии заключается, во-первых, в определении достаточно точных границ бизнеса для мотивации отделения его от среды функционирования и разграничения его внутренних и внешних связей. Во-вторых, в выявлении и анализе системообразующих связей бизнес-линии и способов их реализации. В-третьих, в определении способа ее функционирования и развития. Исходным материалом для этой процедуры служит комплексный план развития предприятия.

Стоимость отдельных активов или компонентов действующего предприятия определяется на основе их вклада в данный бизнес. Нефункционирующие активы рассматриваются в качестве избыточных. Применяемое в этом случае понятие стоимости должно учитывать возможные альтернативные варианты его использования, включая утилизацию. Оценивание действующего предприятия предполагает, что бизнес имеет благоприятные перспективы развития, поэтому можно ожидать сохранения предприятия как системы. В случае закрытия предприятия и реализации активов бизнеса по отдельности важно определить его ликвидационную стоимость.

Оценивание предприятий по их имуществу предполагает оценку как материальных, так и нематериальных активов. Если материальные активы могут быть напрямую переоценены по их рыночной стоимости, взятой по котировкам их аналогов с соответствующих рынков, то для нематериальных активов такие рынки чаще всего отсутствуют. Для получения стоимости нематериальных активов используется принцип оценивания конкретных преимуществ тех бизнес-линий, которые они обеспечивают или могут обеспечивать. Необходимо отметить, что интервал прогнозирования ожидаемых доходов по оцениваемой бизнес-линии не может быть больше «временного горизонта анализа», приемлемого для конкретного инвестора или заказчика оценки [5].

Подготовка бизнес-плана по конкретной бизнес-линии предполагает предварительную оценку общего положения дел в отрасли, где бизнес-план намечается к реализации. Цель анализа отрасли – убедиться, что задуманное производство имеет будущее. Исходным пунктом для составления бизнес-плана является понимание особенностей продукции. Каждая бизнес-линия имеет свой жизненный цикл, практически полностью определяемый особенностями жизненного цикла изделия. Это, в свою очередь, включает два аспекта анализа: конкретное изделие как таковое и изделие в контексте отрасли. Каждое изделие имеет возраст с момента входа на рынок до момента ухода с рынка. Этот период является жизненным циклом изделия. Соответственно возраст изделия определяется стадией жизненного цикла его производства. Именно стадия цикла способна оказать решающее влияние на привлекательность инвестиций в данное производство.

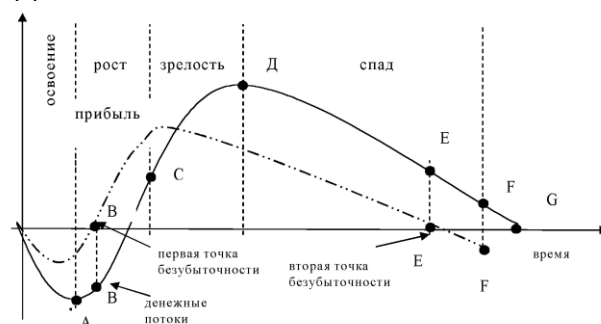
Определить начало и завершение каждой стадии достаточно сложно. Конкуренция на рынке приводит к уменьшению длительности жизненного цикла изделия, оно должно приносить прибыль за более короткий период времени. В зависимости от стратегии предприятия, жизненный цикл изделия может сокращаться или удлиняться.

Для обеспечения благоприятных условий развития жизненного цикла изделия предприятие должно своевременно начать подготовку и освоение нового коммерчески перспективного конкурентоспособного изделия. В экономически неблагоприятных условиях обновления продукции до завершения освоения ее

нового вида предприятие вынуждено продолжать выпуск убыточной продукции.

Проводя структурные преобразования, связанные с освоением выпуска новой продукции, предприятие расширяет свою деятельность, что способствует росту его рыночной стоимости. Во внимание должны быть приняты также изменения прибыли и денежных потоков на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Динамика денежных потоков, представленная на рисунке, несколько отличается от динамики прибыли на тех же фазах. Денежные потоки при одной и той же динамике прибыли могут кардинально различаться в зависимости от структуры оборотного капитала, сформированного данным изделием: до точки *A* — в оборудование и предпроектные разработки, далее — в оборотный капитал. Поэтому до прохождения точки без убыточности в объем чистых денежных оттоков нарастает. Тенденция меняется по мере реализации эффекта масштаба.



Прибыль и денежные потоки на протяжении жизненного цикла изделия

При выходе изделия на стадию зрелости (точка *C*) объем производства и прибыли стабилизируется и дальнейшие усилия менеджеров концентрируются на продвижении изделия, более эффективных продажах, ускорении взаиморасчетов с покупателями, поиске более выгодных условий поставок, что объясняет рост денежных поступлений на этом этапе. Тенденция роста переходит на начальный этап стадии спада, когда уже при снижении объемов продаж все еще продолжается поступление выручки от ранее проданной с отсрочкой платежа продукции. При дальнейшем снижении объема выпуска и повторном прохождении точки безубыточности (вторая точка безубыточности может отличаться от первой поскольку при расширении бизнеса предприятие часто вынужденно идти на снижение цен, что при прочих равных условиях обычно поднимает порог безубыточности) тенденция вновь меняется и объем денежных поступлений начинает сокращаться, но не становится нулевым в точке *F*, когда производство и продажи уже не осуществляются, а остаются положительной величиной до точки *G*, когда поступят деньги за последнюю отпущенную партию.

Вывод: в зависимости от стадии жизненного цикла, изделие либо потребляет денежные средства, либо их генерирует. *Воспроизводственный цикл предприятия должен строиться на том, что изделия, находящиеся на стадии зрелости, создают источник*

финансирования для изделий, пребывающих на стадиях освоения и роста.

Объекты исследования столкнулись с этой проблемой при первых же попытках освоения новой продукции. В период с 1997 по 2000 гг. заводы выпускали ряд изделий, по которым заняли монопольное положение в РК. Большая часть новых изделий предприятиями ранее не выпускалась, а аналогичную — также не изготавливали. Такая ситуация во многом осложняла производственно-хозяйственную деятельность объектов исследования, поскольку при расширении ассортимента создаваемой продукции в устоявшийся воспроизводственный цикл внедрялись новые потребители денежных средств. И чем больше их появлялось, тем большую потребность в оборотном капитале и денежных ресурсах они вызывали, и тем большую финансовую нагрузку несли операционная деятельность исследуемых предприятий.

Если расширение ассортимента производимой продукции осуществляется планомерно, по мере создания необходимых инвестиционных ресурсов, то предприятие способно выйти на уровень диверсификации, который максимизирует его стоимость.

Но если темпы достаточно велики, предприятие начинает сталкиваться с «финансовыми перегрузками», которые приводят к ослаблению конкурентных преимуществ, снижению денежных потоков по остальной продукции и обесцениванию предприятия.

У объектов исследования трудности в освоении конкурентоспособной продукции не ограничивались

отсутствием финансовых средств. Не меньшую роль играли низкий уровень научно-технических разработок, материально-техническое обеспечение, квалификация персонала, отсутствие оборудования и другие факторы. Попытки освоения новых изделий без соответствующей подготовительной работы, в условиях отсутствия опыта в проведении подобного рода работ, приводило машиностроительные предприятия к ухудшению финансово-экономического состояния [1, 2, 3].

Наиболее эффективными мероприятиями по выводу машиностроительных предприятий из кризиса должны стать санационные мероприятия, носящий инновационный характер: оздоровление предприятий на основе запуска инновационно-инвестиционных проектов с небольшим сроком окупаемости и незначительным стартовым капиталом. Такие инвестиционные проекты по освоению новой конкурентоспособной продукции могут осуществляться в порядке диверсификации (освоения предприятием новых изделий наряду с продолжением выпуска профильных продуктов) или переспециализации (смены профильной продукции, на которую приходится главная доля объема выпуска). В первом случае проекты относительно недороги и быстро окупаемы. Во втором случае такие проекты оказываются самыми дорогими и долгосрочными (как по сроку полезной жизни, так и по общему сроку жизни), но и самыми эффективными (по показателям чистой текущей стоимости и внутренней нормы рентабельности).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубакирова Г.М. Прогнозные стратегии развития потенциала предприятия // Материалы науч.-практ. конф. «Пути экономического развития Казахстана и подготовка специалистов на пороге XXI века». Караганда: Арко, 2000. С. 22–24.
2. Аубакирова Г.М. Комплексная оценка инвестиционной привлекательности промышленного предприятия // Материалы междунар. научн. конф. «Десять лет на постсоветском пространстве: ожидания, результаты, перспективы» 18–19 мая 2001 г. Алматы: Ун-т «ТУРАН», 2001. С. 374–376.
3. Аубакирова Г.М. Стратегия выживания промышленных предприятий // Труды университета. Вып. 2. Караганда: КарГТУ, 2001. С. 374–376.
4. Горбатко Е.А. Менеджмент качества и конкурентоспособности. – СПб: Изд-во СПб ГУЭФ, 1998. 221 с.
5. Аубакирова Г.М. Прогнозирование решений в экономике и бизнесе: Учеб. пособие. Караганда: КарГТУ, 2001. 155 с.

УДК 334.012.4

Г.Б. МАХМЕТОВА

О взаимоотношениях в составе интегрированных корпоративных структур

Крупные производственно-хозяйственные комплексы (КПХК), представляющие интегрированные корпоративные структуры, являлись фундаментом национальной экономики и при государственной собственности на средства производства, при построении рыночных отношений и в странах с развитой капиталистической экономикой. При плановой системе создание интегрированных корпоративных структур объяснялось тем, что для предприятий превалирующее значение имели план и разрядки, спускаемые из центра, а договорные отношения хозяйствующих субъектов играли второстепенное значение. Поэтому для надежного

обеспечения деятельности предприятий основного производства либо технологически взаимосвязанных предприятий на основе кооперирования создавались крупные производственно-хозяйственные комплексы.

Производственные объединения представляли собой форму совместной деятельности предприятий, связанных отношениями производственной кооперации, единством рынков сбыта выпускаемой продукции, привлечением научно-исследовательских институтов для проведения целевых научных разработок, общей производственной и социальной инфраструктурой. В начале 90-х годов в Казахстане стали появляться такие интегрированные структуры

как государственные концерны, приходящие на смену министерствам и ведомствам. Для реализации крупных проектов стали создаваться консорциумы.

Взаимоотношения между предприятиями основного и вспомогательного производства в объединениях строились на основе планов работ и услуг, централизованно устанавливаемых аппаратом управления объединением предприятиям (структурным единицам) вспомогательного производства с разбивкой работ для каждой обслуживаемой шахты по объемам в натуральном и денежном выражении. На основе этих планов заключались договора.

Можно отметить, что главной целью производственного объединения по добыче угля было обеспечить максимум объемов добычи угля соответствующего ассортимента и качества при наименьших затратах. Эта цель совпадала с народнохозяйственными интересами. Ей соответствовали интересы шахт, обогатительных фабрик и аппарата управления объединения.

Так как предприятия обслуживающего и вспомогательного производства создавались за счет средств и для нужд предприятий основного производства, роль предприятий основного производства в объединении была преобладающей. Управление функциями обслуживания инфраструктурой было централизовано в объединении, поэтому на шахтах и разрезах исключались соответствующие структурные подразделения. Многие из вспомогательных предприятий были уникальными, узкоспециализированными только на обслуживании угольных предприятий объединения, причем как правило по определенному виду деятельности, создавалось одно крупное специализированное предприятие на угольный бассейн. Так как в Карагандинском регионе не было вспомогательных предприятий аналогичного профиля, последние являлись естественными монополистами по отношению к шахтам, разрезам, обогатительным фабрикам.

Интересы предприятий обслуживающего и вспомогательного производства всегда были нацелены на свои промежуточные результаты (максимизацию прибыли), они расходились с интересами основного производства, так как максимизация прибыли вспомогательного производства осуществлялась за счет роста затрат основного производства. Орган управления объединением, отвечающий за конечный результат, координировал взаимодействие вспомогательных предприятий с предприятиями основного производства, ориентируя первые на конечный результат комплекса, соблюдение интересов основного производства, сдерживая их групповой эгоизм и монополистические тенденции. Он применял методы административного воздействия и экономические методы. Соединение различных технологически связанных производств в одном хозяйственном комплексе с преобладающей ролью основного производства позволяло снижать себестоимость основной продукции. Производственное объединение, учитывая интересы

основного производства, устанавливало для предприятий вспомогательного производства внутренние цены и тарифы. В составе производственного объединения деятельность вспомогательных предприятий служила максимизации добычи и прибыли всего комплекса, собственные показатели деятельности вспомогательных предприятий носили подчиненный характер от конечных результатов, и самостоятельностью вспомогательные предприятия наделялись строго в рамках целесообразности для производственно-технологического комплекса.

Производственная структура объединения имела различные сочетания организационно-правовых форм входящих субъектов основного и вспомогательного производства. Предприятия основного производства и вспомогательные предприятия были и юридическими лицами с расчетным счетом, и структурными единицами с текущим счетом. В условиях дотационной системы, чтобы некоторые шахты не обанкротились, все шахты и обогатительные фабрики получили правовую форму структурных единиц с текущим счетом. При этом мелкие вспомогательные предприятия также получили статус структурных единиц. А крупные специализированные, уникальные, вспомогательные и обслуживающие предприятия (трест «Карагандауглестрой», с шахтостроительными управлениями, управление «Спецшахтомонтаж» с региональными подразделениями производственные объединения предприятия «Карагандаэнергоуголь» с региональными подразделениями по городам-спутникам, часть машиностроительных заводов, производственно-транспортные управления, спецшахтомонтаждегазация и др.) остались самостоятельными предприятиями с расчетным счетом. Такое сочетание организационно-правового статуса предприятий основного и вспомогательного производства создавало монопольное экономическое влияние вспомогательных предприятий на шахты. У руководителей обслуживающих и вспомогательных предприятий, особенно после принятия закона «О государственном предприятии» появилась тенденция к самостоятельности, что выражалось в монопольном воздействии на шахты и фабрики. Это пагубно сказывалось на эффективности работы всего объединения. Из-за большой самостоятельности вспомогательных предприятий происходил рост затрат, цен на уголь, дотаций и централизованных вливаний министерства.

Нарушение указанных выше принципов взаимоотношений предприятий основного и вспомогательного производства ведет к неоправданным негативным последствиям, росту издержек предприятий основного производства. Эти принципы не были учтены при проведении реструктуризации угольной промышленности региона. Не все вспомогательные предприятия, получившие самостоятельность, выжили, многие вспомогательные предприятия выпали из единого технологического комплекса и из-за невостребованности их услуг и продукции стали банкротами, сменили профиль, либо прекратили существование (завод по ремонту горно-шахтного оборудования, ремонтно-строительные

управления, управление по рекультивации земель и др.). Другие, получив самостоятельность, стали монополистами по отношению к угольным предприятиям.

Опыт реструктуризации Карагинского угольного бассейна подтвердил имеющийся зарубежный и отечественный опыт и научные положения о том, что переход от единого технологического комплекса на взаимодействие самостоятельных независимых предприятий приводит на длительное время к резкому падению объемов производства, разрыву технологических связей, смене ориентации предприятий вспомогательного производства на свои собственные интересы, противоречащие интересам основного производства.

В результате появляется монопольное воздействие на предприятия основного производства, неэквивалентный объем, неукротимый рост цен и тарифов на работы и услуги вспомогательных предприятий. Все это однозначно привело к росту себестоимости добычи, последующему росту цен на уголь, падению на него платежеспособного спроса и, в конце концов, к банкротству ряда угольных предприятий.

Опыт приватизации крупных производственно-хозяйственных комплексов с передачей их в управление либо продажей основного пакета акций иностранным инвесторам подтвердил, что вышеприведенные принципы взаимоотношения и являются общими при любой системе производства (плановой или рыночной).

Инвесторы стремятся выкупить производственно-хозяйственные комплексы взаимосвязанных отраслей, например, металлургия, угольная промышленность, энергетика (ОАО «Испат-Кармет», корпорация «Казахмыс» и др.), создавая крупные промышленные или финансово-промышленные структуры в основном вертикально-интегрированного типа.

При этом основным результатом группы является конечный передел (выпуск стали, жести, проката либо выпуск меди). Все крупные производственно-хозяйственные комплексы и предприятия, входящие в ФПП, преобразуются в структурные подразделения без расчетного счета, на их продукцию и услуги для собственных нужд устанавливаются внутренние цены и тарифы, им утверждается смета затрат. Их финансовые потоки идут через банк корпорации либо контролируются центральным аппаратом управления корпоративной структуры. Учет основных принципов и особенностей образования и функционирования производственно-хозяйственных комплексов при реструктуризации обеспечит эффективную работу предприятий, снижение затрат на выпуск конечной продукции и подъем экономики Казахстана.

Рассмотрим взаимоотношения в составе ОАО «Испат-Кармет» угольного департамента с аппаратом управления ОАО «Испат-Кармет». Угольный департамент (УД) в составе ОАО «Испат-Кармет» не является самостоятельным юридическим лицом, а является структурной единицей ОАО «Испат-Кармет», не имеющей расчетного счета в банке, имеет только текущий счет ОАО «Испат-Кармет», утверждает Угольному департаменту бизнес-план на

год и на каждый месяц, финансовый план и график проплат в банке на каждый месяц. В график входят проплаты по тем статьям расходов, которые предусмотрены в бизнес-плане. ОАО «Испат-Кармет» подписывает платежные документы, после чего банк проводит перечисление средств. ОАО «Испат-Кармет» контролирует смету расходов УД, себестоимость добычи 1 тонны угля, расчеты УД по инвестициям. Он утверждает инвестиционную программу и источники инвестиций. Согласовывает договор на поставку угля внутри ОАО и сторонним потребителям. Подписывает договора поставщиками материально-технических ресурсов и с подрядчиками, оказывающими услуги предприятиям УД. Поставка угля шахтами УД в ОАО «Испат-Кармет» осуществляется по себестоимости. Поставки продукции и оказание услуг ОАО «Испат-Кармет» вспомогательными предприятиями УД осуществляется по себестоимости. В этом одна из особенностей корпоративных многоотраслевых структур, которые, как показывает мировая практика, обеспечивают невиданный рост производительности труда, вытеснив экономическую конкуренцию отдельных предприятий.

Особенностью вертикальной интеграции является то, что подразделения межотраслевой корпорации поставляют продукцию для ее собственных нужд по внутренним ценам, в которых отсутствует норма прибыли и налог на добавленную стоимость, а совокупный доход извлекается в процессе реализации исключительно лишь конечной продукции всей корпорацией. При этом управляющая компания целенаправленно контролирует себестоимость поставляемой продукции и принимает все меры (административные, организационные и экономические) для ее снижения.

Покажем на примере взаимоотношений УД и ОАО «Испат-Кармет» эффективность вертикально-интегрированных структур. На сегодняшний день 70% производимого валового внутреннего продукта Карагинского региона приходится на одно юридическое лицо с одним консолидированным балансом, включающим 41 ранее юридическое лицо (с учетом Карметкомбината и ТЭЦ-2). Основные платежи в доходную часть бюджета — подоходный налог с юридических лиц и НДС.

Так как шахты и другие предприятия бывшего ПО «Карагандауголь» стали структурными единицами УД и конечным результатом ОАО «Испат-Кармет» стало производство металла, а добыча угля, его обогащение, получение кокса, стали промежуточными процессами, структурные единицы, выполняющие эти процессы, полностью выпадают из системы налогообложения по подоходному налогу и НДС. Если в 1995 году от предприятий, вошедших в АО «Испат-Кармет», поступило 887 млн. тенге подоходного налога, то в 1997г. подоходного налога не было, поскольку согласно представленной декларации о совокупном годовом доходе за 1996 год АО «Испат-Кармет» показало убытки в сумме 970 млн. тенге.

В 1995г. по централизованному кругу предприятий ПО «Карагандауголь» (то есть по структурным единицам), в основной массе вошедшим

в АО «Испат-Кармет», балансовая прибыль составила 4133,8 млн. тенге, по ГАО «Карметкомбинат» — 2981 млн. тенге, а это более 2-х млрд. тенге налога [1, с.152]. Если в 1995 г. от предприятий, вошедших в ОАО «Испат-Кармет», поступило в бюджет НДС в сумме 1058,8 млн.тенге, то в 1996-1997 гг. все произошло наоборот. Так, за 1996 г. из бюджета области было возмещено ОАО «Испат-Кармет» 1179,9 млн.тенге. Кроме того, в счет возмещения по НДС уменьшен транс на покупку ГАО «Кармет» на сумму 1130 млн. тенге (то есть благодаря НДС собственность досталась ОАО «Испат-Кармет» намного дешевле, чем по контракту). По итогам работы за 1997 г. из бюджета области возмещено НДС на 2096 млн. тенге.

Наиболее крупные поставщики ОАО «Испат-Кармет» — предприятия бывшего ПО «Карагандауголь», ранее платившие НДС, теперь являются его структурными подразделениями, осуществляют «внутризаводской» оборот и не облагаются налогом на добавленную стоимость. Анализ себестоимости угля по угольным предприятиям по элементам затрат показывает, что при полной себестоимости добычи 1 тонны угля 15 долларов, услуги вспомогательных предприятий составляют 4 доллара. Годовой объем

вспомогательных предприятий составит 4260,0 млн. тенге. Кроме того, «Испат-Кармет» для себя уголь использует по себестоимости.

Например. Ранее угольное сырье на коксование поступило к нему по цене 32,3 доллара (с НДС), сейчас сырье обходится по себестоимости по цене 15-18 долларов за тонну и без НДС. Экономия на одной тонне угля составит $32,8 - 18 = 14,3$ доллара. При годовом потреблении угля на кокс 7,0 млн. тонн «Испат-Кармет» получит прямую экономию [1, с.153] 7,6 млрд. тенге.

Организационная структура и взаимоотношения в составе ОАО «Испат-Кармет», как и других ФПК (например, корпорация «Казахмыс»), отвечают требованиям прежде всего централизации и консолидации собственности, сложения промышленных капиталов, объединения воспроизводственного кругооборота и капиталообразования, формирования корпоративной собственности. Цель таких вертикально-интегрированных структур — не только в снижении транзакционных издержек, а главное — достижение устойчивых темпов воспроизводства корпоративных капиталов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметжанов Б.А. Теория и практика акционирования. Алматы: Гылым, 1996. 180 с.

РЕЗЮМЕ

УДК 378.018:001.891. И.В. БРЕЙДО, П.И. САГИТОВ, Б.Н. ФЕШИН. Некоторые проблемы подготовки инженеров-электромехаников на базе профессионального среднего и высшего образования с сокращенными сроками обучения.

Проанализированы проблемы, возникающие при подготовке инженеров, имеющих профессиональное образование, в плане соответствия специальностей базового образования, рассмотрены различные подходы к технологии ускоренного обучения.

УДК 378.147:51. С.С. САГИНТАЕВ. Пути совершенствования изучения высшей математики в условиях технического университета.

Рассматриваются пути совершенствования изучения высшей математики в условиях вуза. Необходимо постоянно и последовательно улучшать математическое образование студентов, чтобы они овладевали современными математическими методами и умели применять их.

УДК 537.226. Е.Ф. ОРЛОВА, Э.В. ФАРХУТДИНОВ, Ю.А. НЕПОМНЯЩИХ, А.Т. НАМАЗБАЕВ. Виртуальная лабораторная работа по физике с использованием средств мультимедиа.

Создан программный продукт с использованием пакета трехмерного моделирования 3D Studio MAX v.3.01, позволяющий выполнить лабораторную работу «Электрический разряд в газах».

УДК 378.141.4.004.12. И.В. БРЕЙДО, Б.Н. ФЕШИН, Л.С. ШАПОРОВА. Об оценке итогов успеваемости студентов на ежегодных учебно-методических конференциях факультетов.

Приводятся итоги аттестации за осенний семестр на электромеханическом факультете. Предлагается включить в общий объем данных итоги посещаемости студентов. Это позволит с помощью ППП Statistica получить численные значения коэффициентов корреляции и корреляционные зависимости.

УДК 658.5 (004.12). Г.Г. ПИВЕНЬ, И.П. ПАДИАРОВА, И.И. ЕРАХТИНА. Системы менеджмента качества на основе процессного подхода.

Деятельность организации в области менеджмента качества рассмотрена как процессы, конвертируемые требования на входе в такие требования на выходе, которые добавляют ценность продукту. Предложена структурная модель потоков процессов производственных подразделений и опыт внедрения системы конструкторско-технологического обеспечения для разработки технологических процессов машиностроительных предприятий.

УДК 621.578. А.П. ЧУРИКОВ, В.М. ТРИШИН, В.З. ЯЩЕНКО. Влияние разрывности и расстояния между зернами на текущую толщину сечения среза при шлифовании.

Рассматривается вопрос определения

ӨОЖ 378.018:001.891. И.В. БРЕЙДО, П.И. САГИТОВ, Б.Н. ФЕШИН. Қысқартылған мерзімде оқытатын кәсіптік орта және жоғары білім беру базасында инженер-электр механиктерді дайындаудың кейбір проблемалары.

Базалық білім беру мамандықтарына сәйкес келу жоспарында кәсіптік білімді инженерлерді дайындау кезінде пайда болатын проблемалар талданған, жеделдетіп оқыту технологиясына әртүрлі ыңғайлар қарастырылған.

ӨОЖ 378.147:51. С.С. САГИНТАЕВ. Техникалық университет жағдайларында жоғары математиканы зерделеуді жетілдіру жолдары.

ЖТОО жағдайларында жоғары математиканы зерделеуді жетілдіру жолдары қарастырылады. Студенттердің қазіргі математикалық модельдерді меңгеруі және оларды қолдана білуі үшін, олардың математикалық білімін үнемі және жүйелі жақсартып отыру қажет.

ӨОЖ 537.226. Е.Ф. ОРЛОВА, Э.В. ФАРХУТДИНОВ, Ю.А. НЕПОМНЯЩИХ, А.Т. НАМАЗБАЕВ. Физика пәні бойынша мультимедиа құралдары пайдаланылған виртуал зертханалық жұмыс.

«Газдардағы электрлік разряд» зертханалық жұмысын орындауға мүмкіндік беретін, 3D Studio MAX v.3.01 үш өлшемді модельдеу пакетін пайдалану арқылы программалық пакет жасалған.

ӨОЖ 378.141.4.004.12. И.В. БРЕЙДО, Б.Н. ФЕШИН, Л.С. ШАПОРОВА. Факультеттердің жыл сайынғы оқу-әдістемелік конференцияларында студенттердің үлгерімінің қорытындыларын бағалау туралы.

Электр механикалық факультетте күзгі семестрдегі аттестацияның қорытындылары келтіріледі. Жалпы деректер көлеміне студенттердің сабаққа қатысуының қорытындыларын енгізу ұсынылады. Бұл Statistika ППП көмегімен корреляция коэффициенттерінің сандық мәндері мен корреляциялық тәуелділіктерді алуға мүмкіндік береді.

ӨОЖ 658.5 (004.12). Г.Г. ПИВЕНЬ, И.П. ПАДИАРОВА, И.И. ЕРАХТИНА. Процестік ыңғай негізіндегі сапа менеджментінің жүйелері.

Сапа менеджменті облысындағы ұйымның қызметі кірістері талаптарды өнімге құндылық қосатын шығыстағы талаптарға конверсияланатын процестер ретінде қарастырылған. Өндірістік бөлімшелер процестері ағындарының құрылымдық моделі және машина жасау кәсіпорындарының технологиялық процестерін әзірлеу үшін құрылымдық-технологиялық қамтамасыз ету жүйелерін ендіру тәжірибесі ұсынылған.

ӨОЖ 621.578. А.П. ЧУРИКОВ, В.М. ТРИШИН, В.З. ЯЩЕНКО. Түйіршіктер арасындағы әртүрлі биіктік пен ара қашықтықтың ажарлау кезіндегі қиық қимасының ағымдағы қалыңдығына әсер етуі. *Металл қиығы қимасының ағымдағы*

UDC 378.018:001.891. I.V. BREYDO, P.I. SAGITOV, B.N. FESHIN. Some Problems of Training Electrical Engineers on Basis of Vocational Secondary and Higher Education with Shortened Period of Training.

The problems arising in training engineers having vocational education in the plane of conformity with specialties of basic education have been analyzed; various approaches to the technology of the shortened training have been considered.

UDC 378.147:51. S.S. SAGINTAYEV. Ways of Improving Study of Higher Mathematics in Conditions of Technical University.

The ways of improving the study of higher mathematics in the conditions of a higher technical educational establishment are considered. It is necessary continually and consequently to improve mathematical training of students so that they will master up-to-date mathematical methods and be able to apply them.

UDC 537.226. E.F. ORLOVA, E.V. FARKHUTDINOV, Yu.A. NEPOMNYASHCHIKH, A.T. NAMAZBAYEV. Virtual Laboratory Work on Physics Using Multimedia Facilities.

The program product has been created using the 3D Studio MAX v.3.01 packet of the three-dimensional simulation allowing to carry out the laboratory work «Electric Discharge in Gases».

UDC 378.141.004.4.12. I.V. BREYDO, B.N. FESHIN, L.S. SHAPOROVA. About Estimating Results of Students' Progress at Annual Educational and Methodics Conferences of Faculties.

The results of giving marks for the autumn term at the Electromechanical Faculty are given. It is suggested to include the results of the students' attendance into the overall body of data. It will allow to obtain numerical values of factors of correlation and correlation dependences with the aid of PAP Statistica.

UDC 658.5 (004.12). G.G. PIVEN, I.P. PADIAROVA, I.I. YERAKHTINA. Systems of Quality Management on Basis of Basic Process Approach.

The activity of an enterprise in the sphere of quality management has been considered as the processes converting the input requirements into such output ones which add the value to a product. The structural model of streams of processes of production subdivisions and the experience of introducing the system of design-and-technological support to develop production methods of machine-building enterprises have been suggested.

UDC 621.578. A.P. CHURIKOV, V.M. TRISHIN, V.Z. YASHCHENKO. Influence of Different Depths and Distances between Grains on Current Section Thickness in Grinding.

The problem of determining the current metal section thickness and the number of

текущей толщины сечения среза металла и числа режущих зерен без учета разновысотности их при встречном плоском шлифовании периферией шлифовального круга.

УДК 621.744.362. А.З. ИСАГУЛОВ. Импульсно-прессовый процесс изготовления отливок.

Приведены экспериментальные зависимости влияния параметров процесса уплотнения форм воздушным потоком с допрессовкой на качество отливки, требования к формовочной смеси и модельно-опочной оснастке.

УДК 541.118+546.28. А.М. ЕФИМЕЦ, А.С. КИМ, А.А. АКБЕРДИН. Влияние B_2O_3 на кинетику взаимодействия карбида кремния с силикатными расплавами системы $CaO-SiO_2-Al_2O_3$.

Опытным путем изучена кинетика взаимодействия SiC с SiO_2 жидкого печного шлака. Показано, что исследуемая реакция протекает в диффузионной области и добавки борного ангидрида ускоряют ее.

УДК 622.271. И.Д. АРЫСТАН, Г.А. АУКЕШЕВ, А.И. АРЫСТАНОВ. Управление составом очистного пространства в жилых месторождений сложного строения на глубинах горизонтов.

Приводятся результаты опытно-экспериментальной работы в условиях рудника Бестюбе с целью обоснования допустимой площади обнажения кровли, а также средств крепления прибойного пространства очистных блоков. Приведены оптимальные параметры взаимодействия крепей с вмещающими породами.

УДК 622.01:622.83. Г.И. САМАРЦЕВ. К определению величины угла внутреннего трения горных пород.

Предлагается формула, позволяющая определить угол внутреннего трения с достаточной надежностью по известному значению коэффициента Пуассона, величину которого можно определить по проверенной и гарантированной методике.

УДК 622.27:274.3. Б.Т. БЕРКАЛИЕВ, А.М. НУРПЕИСОВА. О рациональной технологии подземной разработки месторождения Ушкатын-III.

Обосновано применение возможных систем разработки и использования нетрадиционных технологий.

УДК 622.831. Г.И. САМАРЦЕВ, М.Р. НУРГУЖИН, Т.Я. КАЦАГА, М.Г. САМАРЦЕВ. Перераспределение напряжений и смещений вокруг выработанного пространства под влиянием гидростатического давления.

Проанализированы результаты применения метода конечных элементов для прогноза влияния гидростатического давления на величины напряжений и смещений массива пород, вмещающего заполненную водой горную выработку.

УДК 622.817.47. П.П. НЕФЕДОВ. К прогнозу эмиссии метана ликвидированных угольных шахт.

Рассмотрены условия образования и скопления метана в полостях горных отводов ликвидированных угольных шахт. Даны направления качественной оценки работы угольных предприятий с учетом их функционирования как коллектора промышленного газа.

калывдығын және ажарлағыш шарықтас шеттігімен қарсы жалпақ ажарлау кезінде олардың әр түрлі биіктігін есепке алмай кескіш түйіршіктер санын анықтау қарастырылған.

ӨЖ 621.744.362. А.З. ИСАҒУЛОВ. Құймаларды жасаудың импульсты-баспақты процесі.

Қорамаларды құймалардың сапасына дейін жеткізе баспалау арқылы ауа ағынымен тығыздау процесінің параметрлері әсерінің эксперименттік тәуелділіктері, қалыптау қоспасына және үлгілі-қорам жәшікті әбзелге қойылатын талаптар келтірілген.

ӨЖ 541.118+546.28. А.М. ЕФИМЕЦ, А.С. КИМ, А.А. АКБЕРДИН. B_2O_3 -тің $CaO-SiO_2-Al_2O_3$ жүйесінің силикаттық балқытпалары бар кремний карбидінің өзара әрекеттесу кинетикасына әсер етуі.

SiC -тің пештің сұйық қожының SiO_2 -мен өзара әрекеттесу кинетикасы тәжірибелік жолмен зерделенген. Зерттелетін реакцияның диффузиялық облыста өтетіні және бор ангидридін қоспалары көрсетілген.

ӨЖ 622.271. И.Д. АРЫСТАН, Г.А. АУКЕШЕВ, А.И. АРЫСТАНОВ. Терең деңгейіи ердегі күрделі құрылымды желілі кенорындарының тазартылатын кеңістігінің қалпын басқару.

Төбенің жалаңаштануының рұқсат етілетін ауданын, сондай-ақ тазарту блоктарының забой маңындағы кеңістікті бекіту құралдарын негіздеу мақсатымен, Бестюбе руднигінің жағдайларындағы тәжірибелік-эксперименттік жұмыстың нәтижелері келтіріледі. Бекітпелердің жанас жыныстармен өзара әрекеттесуінің оңтайлы параметрлері келтірілген.

ӨЖ 622.01:622.83. Г.И. САМАРЦЕВ. Тау жыныстарының ішкі үйкелу бұрышының шамасын анықтау мәселесіне.

Тексерілген және кепілденген әдістеме бойынша оның шамасын анықтауға болатын, Пуассон коэффициентінің белгілі мәні бойынша жеткілікті сенімділікпен ішкі үйкелу бұрышын анықтауға мүмкіндік беретін формула ұсынылады.

ӨЖ 622.27:274.3. Б.Т. БЕРКАЛИЕВ, А.М. НУРПЕИСОВА. Ушкатын-III кенорынның жерасты қазудың тиімді технологиясы туралы.

Дәстүрлі емес технологияларды әзірлеу мен пайдаланудың мүмкін болатын жүйелерін қолдану негізделген.

ӨЖ 622.831. Г.И. САМАРЦЕВ, М.Р. НУРГУЖИН, Т.Я. КАЦАГА, М.Г. САМАРЦЕВ. Гидростатикалық қысымның әсер етуімен қазылған кеңістіктің маңында кернеулер мен ығыстыруларды қайтатару.

Сүмен толтырылған тау-кен қазбасын сыйдыратын, жыныстар массивінің ығысулары мен кернеулерінің шамасына гидростатикалық қысымның әсер етуін болжау үшін шеткі элементтер әдісін қолдану нәтижелері талданған.

ӨЖ 622.817.47. П.П. НЕФЕДОВ. Жойылатын көмір шахталары метанының эмиссиясын болжау мәселесіне.

Жойылған көмір шахталарының кен иеліктерінің қуыстарында метанның түзілу және шоғырлану шарттары қарастырылған. Олардың өнеркәсіптік газ коллекторы ретінде әрекет етуін есепке алумен көмір кәсіпорындарының жұмысын сапалы бағалау

cutting grains is considered without taking into account their different depths in oncoming surface grinding with the periphery of a straight wheel.

UDC 621.744.362. A.Z. ISAGULOV. Impulse and Press Process of Manufacturing Castings.

Experimental dependences of influencing the parameters of the process of compacting moulds by air stream with repressing on the castings quality, the requirements to the moulding sand and the pattern moulding-frame equipment have been given.

UDC 541.118+546.28. A.M. YEFIMETS, A.S. KIM, A.A. AKBERDIN. Influence on Kinetics of Interacting Silicon Carbide with Silicate Melts of $CaO-SiO_2-Al_2O_3$ System.

The kinetics of interacting SiC with SiO_2 of fluid furnace slag has been studied experimentally. It has been shown that the reaction investigated takes place in the diffusion area, and the addition of boron anhydride speeds it up.

UDC 622.271. I.D. ARYSTAN, G.A. AUKESHEV, A.I. ARYSTANOV. Control of Condition of Face Space of Vein Deposits of Complex Structure on Deep Levels.

The results of experimental work in the conditions of the colliery Bestube with the aim of substantiating the tolerated area of the roof exposure are given as well as the means of supporting the space near the face of cleaning blocks. The optimal parameters of interacting the supports with enclosing rocks have been given.

UDC 622.01:622.83. G.I. SAMARTSEV. To Determining Value of Angle of Rock Internal Friction.

The formula is suggested which permits to determine the angle of internal friction with sufficient reliability according to the known value of Poisson's ratio the magnitude of which can be determined by the verified and guaranteed methods.

UDC 622.27:274.3. B.T. BERKALIYEV, A.M. NURPEISOVA. About Rational Technology of Underground Mining of Deposit Ushkatin-III.

The use of possible systems of mining and applying non-traditional technologies has been substantiated.

UDC 622.831. G.I. SAMARTSEV, M.R. NURGUZHIN, T.Ya. KATSAGA, M.G. SAMARTSEV. Redistribution of Stresses and Shifts Around Mined Space under Influence of Hydrostatic Pressure.

The results of applying the method of finite elements to forecast the influence of hydrostatic pressure on the value of stresses and shifts of the rock mass containing a working filled with water have been analysed.

UDC 622.817.47. P.P. NEFYODOV. To Forecasting Fire Damp Emission of Coal Mines Being Liquidated.

The conditions of forming and accumulating fire damp in cavities of rock taps of the coal mines liquidated have been considered. The directions of qualitative estimation of the operation of coal mining enterprises taking into account their functioning as an industrial

Определен круг критериев по оценке эмиссии метана на дневную поверхность.

УДК 622.236:539.4.01. Б.Н. ЦАЙ, Т.Т. БОНДАРЕНКО. Исследование кинетических параметров горных пород.
Установлен физический смысл основных параметров кинетической теории прочности твердых тел. Даны эмпирические зависимости для определения начальной энергии активации разрушения и коэффициента структуры для различных горных пород.

УДК 622.684.001.25. М.К. ИБАТОВ, Р.М. ПОПОВИЧЕНКО. Сравнительная оценка каталитических нейтрализаторов отработавших газов дизельных двигателей.
Приводятся результаты лабораторно-стендовых исследований различных каталитических нейтрализаторов отработавших газов дизельных двигателей по эффективности снижения концентрации токсичных компонентов и газодинамическому сопротивлению на выпуске отработавших газов.

УДК 622:647:621.851.6. Ж.М. КУАНЫШБАЕВ. Определение перераспределения усилий в двухцепном пластинчатом конвейере.
Представлены результаты экспериментальных исследований перераспределения усилий в двухцепном пластинчатом конвейере, определена величина удлинения одной из тяговых цепей. На основании теоретических исследований установлена связь между величиной удлинения и перераспределения усилий.

УДК 622.684.001.25. М.К. ИБАТОВ, Р.М. ПОПОВИЧЕНКО. Программа и методика промышленных испытаний систем нейтрализации отработавших газов карьерных автотранспортных средств.
Приведены программа и методика промышленных испытаний систем нейтрализации отработавших газов карьерных автотранспортных средств, являющиеся важным этапом на пути совершенствования конструкций нейтрализаторов и внедрения их в практику работы предприятий горнорудной промышленности.

УДК 622.684.001.25. М.К. ИБАТОВ, Р.М. ПОПОВИЧЕНКО, Георг.Г. ПИВЕНЬ. Исследование систем нейтрализации отработавших газов дизельных двигателей на проходке тоннелей.
Приводятся результаты промышленных испытаний каталитического нейтрализатора отработавших газов КГГ-ЗВМ, установленного на дизельном транспортирующем погрузчике, в условиях работы на проходке гидротехнического тоннеля.

УДК 621.396.621 (088.8). И.Н. ФЕДОРАШКО. Автоматический выбор цифровых каналов передачи информации в присутствии импульсных помех от тиристорного электропривода.
Изложены принципы автоматического выбора каналов передачи информации

бағыттары берілген. Метанның күндізгі бетке эмиссиясын бағалау бойынша критерийлер шеңбері анықталған.

ӨЖ 622.236:539.4.01. Б.Н. ЦАЙ, Т.Т. БОНДАРЕНКО. Тау-кен жыныстарының кинетикалық параметрлерін зерттеу.
Қатты денелер беріктігінің кинетикалық теориясының негізгі параметрлерінің физикалық мағынасы анықталған. Қиратуды активтендірудің бастапқы энергиясын және әртүрлі тау-кен жыныстары құрылымының коэффициентін анықтау үшін эмпирикалық тәуелділіктер берілген.

ӨЖ 622.684.001.25. М.К. ИБАТОВ, Р.М. ПОПОВИЧЕНКО. Дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын каталитикалық бейтараптандыру арқылы алынған газдардың қоршаған ортаға зияндылығын азайту.
Улы құрамдас бөліктердің шоғырлануын азайту тиімділігі және пайдаланылған газдарды шығаруда газ-динамикалық кедергі бойынша дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын әртүрлі каталитикалық бейтараптандырушыларды зертханалық-стендік зерттеулер нәтижелері келтіріледі.

ӨЖ 622.647:621.851.6. Ж.М. КУАНЫШБАЕВ. Екі тізбекті қатпарлы конвейердегі күштердің қайта таралуын анықтау.
Екі тізбекті қатпарлы конвейердегі күштердің қайта таралуын эксперименттік зерттеулердің нәтижелері ұсынылған, тартым тізбектерінің бірінің ұзартылу шамасы анықталған. Теориялық зерттеулер негізінде ұзартылу шамасы мен күштердің қайта таралуының арасында байланыс орнатылған.

ӨЖ 622.684.001.25. М.К. ИБАТОВ, Р.М. ПОПОВИЧЕНКО. Карьердің үлкен жүкті автокөлік құралдарының пайдаланылған газдарын бейтараптандыру жүйелерінің өнеркәсіптік сынамаларының бағдарламасы мен әдістемесі.
Бейтараптандырушы құрылымын жетілдіру және оларды тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының жұмысының тәжірибесіне ендіру жолында маңызды кезең болып табылатын, карьердің үлкен жүкті автокөлік құралдарының пайдаланылған газдарын бейтараптандыру жүйелерінің өнеркәсіптік сынамаларының бағдарламасы мен әдістемесі келтірілген.

ӨЖ 622.684.001.25. М.К. ИБАТОВ, Р.М. ПОПОВИЧЕНКО, Георг.Г. ПИВЕНЬ. Тоннельді қазып өтуде дизельдік қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарын бейтараптандыру жүйелерін зерттеу.
Гидротехникалық тоннельді қазып өтудегі жұмыс жағдайларында, тасымалдаушы дизельдік тиегіште орнатылған, КГГ-ЗВМ пайдаланылған газдарын каталитикалық бейтараптандырушының өнеркәсіптік сынамаларының нәтижелері келтіріледі.

ӨЖ 621.396.621 (088.8). И.Н. ФЕДОРАШКО. Тиристорлық электр жетегінен болатын импульстық кедергілердің қатысуымен
Тиристорлық электр жетегінен болатын импульстық кедергілердің қатысуымен

gas collector have been given. The range of criteria to estimate the fire damp emission onto the surface has been determined.

UDC 622.236:539.4.01. B.N. TSAI, T.T. BONDARENKO. Investigating Kinetic Parameters of Rocks.
The physical meaning of the main parameters of the kinetic theory of solid strength has been stated. The empirical dependences are given to determine the initial energy of activating destruction and the structure factor for different rocks.

UDC 622.684.001.25. M.K. IBATOV, R.M. POPOVICHENKO. Comparative Estimation of Catalytic Neutralizers for Exhaust Gases of Diesel Engines.
The result of laboratory stand investigations of different catalytic neutralizers of exhaust gases of diesel engines on the effectiveness of reducing the toxic components concentration and on the gas dynamic resistance in releasing of exhaust gases are given.

UDC 622:647:621.851.6. Zh.M. KUANYSHBAYEV. Determining Force Redistribution in Two-Chain Apron Conveyor.
The results of experimental investigations of force redistribution in a two-chain apron conveyor have been represented; the value of elongation of one of the hauling chains has been determined. The connection between the value of elongation and the force redistribution has been stated on the basis of theoretical investigations.

UDC 622.684.001.25. M.K. IBATOV, R.M. POPOVICHENKO. Program and Methodics of Industrial Testing of Systems of Neutralizing Exhaust Gases of Large Quarry Motor Transport Facilities.
The program and the methodics of industrial testing of systems of neutralizing exhaust gases of large quarry motor transport facilities have been given. They are an important stage on the way of improving the structure of neutralizers and introducing them into practice at enterprises of the ore mining industry.

UDC 622.684.001.25. M.K. IBATOV, R.M. POPOVICHENKO, Georg.G. PIVEN. Investigating Systems of Neutralizing Exhaust Gases of Diesel Engines in Driving Tunnels.
The results of industrial testing of a KGG-3BM catalytic neutralizer of exhaust gases installed on a diesel haulage loader in the conditions of operation in driving a hydrotechnical tunnel are given.

UDC 621.396.621 (088.8). I.N. FEDORASHKO. Automatic Selection of Digital Channels of Data Transmission in Presence of Impulse Noises of Thyristor Driver.
The principles of the automatic selection of channels of data transmission in the presence of impulse noises of a thyristor

в присутствии импульсных помех от тиристорного электропривода. Предложены структурные схемы для реализации рассмотренных принципов.

УДК 543.423.317. А.И. ОДИНЕЦ, М.П. АЛТЫНЦЕВ, Б.Ф. НИКИТЕНКО. Новый метод автоматизированной обработки спектрограмм при эмиссионном спектральном анализе.

Изложен новый метод автоматизированной обработки спектрограмм при эмиссионном спектральном анализе, представленный на фотоматериалах, который может быть использован в металлургии.

УДК 624.04. Ж.Б. БАКИРОВ. Статистическое обоснование коэффициента запаса.

На основе вероятностного подхода к проблеме наступления предельного состояния получения связи между коэффициентом запаса и надежностью конструкций. Рассмотрены случаи, когда расчетные и предельные напряжения заданы законами распределения или их числовыми характеристиками.

УДК 539.3;624.04. Н.Т. ЖАДРАСИНОВ, Т.К. КОЖАМЖАРОВА, С.С. КОПБАЛА, А.Б. ХАСЕНОВА. Резервуары высокого давления с тороконическими крышками.

Рассмотрена устойчивость тонких цилиндрических оболочек с тороконическими крышками при действии внутреннего давления методом криволинейных сеток. Исследовалось влияние различных параметров резервуара, угла конусности и радиуса тора дна на величину критической нагрузки.

УДК 666.97. Д.О. БАЙДЖАНОВ. Свойства жестких бетонов в экструзионной технологии.

Рассмотрены вопросы жизнеспособности жестких бетонных смесей, применяемых в экструзионной технологии с использованием добавок модификаторов.

УДК 624.131.3. Б.Ж. УНАЙБАЕВ, Г.К. ЭПОВ, О.А. КОРОБОВА. Анизотропная модель деформируемости и грунта.

Для реконструкции зданий, находящихся в аварийном состоянии, предложен надежный и экономичный метод расчета грунтовых оснований, полное отражающий реальные свойства грунтов при действии внешних нагрузок.

УДК 624.043. К.С. АЛМЕНОВ. Напряженное состояние опорной части стальной балки.

Рассмотрен вопрос напряженного состояния опорной части стальной балки. Дана методика численного исследования напряженного состояния опорной части стальной сварной балки.

УДК 539.4.001.12:621.791.052. Т.Я. КАЦАГА. Особенности программной реализации системы автоматизированного анализа и прогнозирования прочности и сварных конструкций.

Представлена структура системы автоматизированного анализа ANWELD, приведен набор правил, которые являлись основополагающими при разработке системы, рассмотрены некоторые особенности программной реализации подсистемы математической поддержки ядра системы.

ақпаратты беру каналдарын автоматтық таңдау принциптері баяндалған. Қарастырылған принциптерді іске асыру үшін құрылымдық сұлбалар ұсынылған.

ӨОЖ 543.423.317. А.И. ОДИНЕЦ, М.П. АЛТЫНЦЕВ, Б.Ф. НИКИТЕНКО. Эмиссиялық спектрлік талдау кезінде спектрграммаларды автоматтандырылған өңдеудің жаңа әдісі.

Металлургияда пайдаланылуы мүмкін болатын фотоматериалдарда ұсынылған, эмиссиялық спектрлік талдау кезінде спектрграммаларды автоматтандырылған өңдеудің жаңа әдісі баяндалған.

ӨОЖ 624.04. Ж.Б. БӘКІРОВ. Қор коэффициентін статистикалық негіздеу.

Шекті күйдің басталуы проблемасына ықтималдылық ыңғай негізінде қор коэффициенті мен құрылымдардың сенімділігі арасында байланыс алынған. Есептік және шекті кернеулер таралу заңдарымен немесе олардың сандық сипаттамаларымен берілген жағдайлар қарастырылған.

ӨОЖ 539.3;624.04. Н.Т. ЖАДРАСИНОВ, Т.К. ҚОЖАМЖАРОВА, С.С. КӨПБАЛА, А.Б. ХАСЕНОВА. Тороконустық қақпақты жоғары қысымды резервуарлар.

Қысық сызықты торлар әдісімен ішкі қысым әрекет еткенде тороконустық қақпақты жұқа цилиндрлік қабықшалардың тұрақтылығы қарастырылған. Резервуардың әр түрлі параметрлерінің, конустылық бұрышының және түбінің торы радиусының сынды жүктеменің шамасына әсер етуі зерттелді.

ӨОЖ 666.97. Д.О. БАЙДЖАНОВ. Экструзиялық технологиядағы қатты бетондардың қасиеттері.

Модификаторлардың қоспаларын пайдалану арқылы экструзиялық технологияда қолданылатын, қатты бетон қоспаларының тіршілікке қабілеттілігі мәселелері қарастырылған.

ӨОЖ 624.131.3. Б.Ж. УНАЙБАЕВ, Г.К. ЭПОВ, О.А. КОРОБОВА. Топырақтың деформациялылығының анизотропты үлгісі.

Апатты жағдайда тұрған ғимараттарды қайта жаңарту үшін, сыртқы жүктемелердің әрекеті кезінде топырақтардың нақты қасиеттерін толығырақ сипаттайтын, топырақ негіздерін есептеудің сенімді және үнемді әдісі ұсынылған.

ӨОЖ 624.043. К.С. ӘЛМЕНОВ. Болат арқалықтың тіреу бөлігінің кернеулі күйі.

Болат арқалықтың тіреу бөлігінің кернеулі күйінің мәселесі қарастырылған. Дәнекерлік болат арқалықтың тіреу бөлігінің кернеулі күйін сандық зерттеу әдістемесі берілген.

ӨОЖ 539.4.001.12:621.791.052. Т.Я. КАЦАГА. Дәнекерлік құрылымдардың біріктірілген автоматтандырылған талдау және болжау жүйесін программалық іске асыру ерекшеліктері.

ANWELD автоматтандырылған талдау жүйесінің құрылымы ұсынылған, жүйені әзірлеу кезінде негізге алынатын болып табылатын, ережелер жинағы келтірілген, жүйе ядросын математикалық қолдаудың бағынықы жүйесін программалық іске асырудың кейбір ерекшеліктері қарастырылған.

driver have been stated. The block diagrams have been suggested to realize the principles proposed.

UDC 543.423.317. A.I. ODINETS, M.P. ALTYNTSEV, B.F. NIKITENKO. New Method of Computer-Aided Processing of Spectrograms at Emission Spectrum Analysis.

A new method of computer-aided processing of spectrograms at emission spectrum analysis presented in photomaterials has been stated. It can be used in metallurgy.

UDC 624.04. Zh.B. BAKIROV. Statistical Study of Safe Factor.

The connection between the safe factor and the structure reliability has been obtained on the basis of probabilistic approach to the problem of the final condition coming. The cases have been considered when the calculated and limit stresses have been given by the distribution laws or by their numerical characteristics.

UDC 539.3;624.04. N.T. ZHADRASINOV, T.K. KOZHAMZHAROVA, S.S. KOPBALA, A.B. KHASENOVA. High Pressure Reservoirs Having Torous Conic Covers.

The stability of thin cylindrical shells having torous conic covers has been considered under the action of internal pressure using the method of curved grids. The influence of various reservoir parameters, the cone angle and the bottom torous radius on the value of critical load have been studied.

UDC 666.97. D.O. BAYDZHANOV. Properties of Dry Concrete in Extrusion Technology.

The problems of the vitality of dry-concrete mixes used in the extrusion technology with adding modifiers have been considered.

UDC 624.131.3. B.Zh. UNAYBAYEV, G.K. EPOV, O.A. KOROBVA. Anisotropic model of Soil Deformability.

To reconstruct buildings being in the emergency condition a reliable and economic method of calculating soil bases has been suggested which reflects more completely the real properties of soils under the action of external loads.

UDC 624.043. K.S. ALMENOV. Stressed State of Bearing Member of Steel Beam.

The problem of the stressed state of the bearing member of a steel beam has been considered. The methodics of numerical investigation of the stressed state of the bearing member of a steel welded beam has been given.

UDC 539.4.001.12:621.791.052. T.Ya. KATSAGA. Special Features of Program Realization of System of Computer-Aided Analysis and Forecast of Strength of Welded Structures.

The structure of the system of the computer-aided analysis ANWELD has been presented; a set of regulations has been stated which were fundamental in working out the system; some special features of the program realization of a subsystem of mathematical support of the system core have been considered.

УДК 004.942:622. Л.Г. ЗАРТЕНОВА. Принятие оптимальных решений в условиях многокритериальности и горнорудного предприятия.

Разработаны методика, алгоритм и программный комплекс, позволяющий на основе имеющихся знаний и требований эксперта о предпочтительном поведении наиболее для системы в целом параметров сформировать обобщенный критерий и на его основе найти оптимальное решение.

УДК 371.2. М.С. МАЛИБЕКОВА. Роль системных знаний в формировании у студентов информационно-профессиональной направленности.

Внедрение персонального компьютера и новых информационных технологий во всех отраслях стало основой системных знаний. Определились новые подходы в подготовке и обучении специалистов по информационным системам в государственных программах вузов.

УДК 004.032.26.004.14:378.146. В.В. ЯВОРСКИЙ, И.В. ШАПОРОВ. Применение нейросетей для адаптации тестирующих программ.

Рассматривается применение нейросетей для построения систем оценки знаний студентов. Отличительной особенностью нейросетей является их обучаемость, что позволяет адаптировать систему с учетом знаний экспертов.

УДК 338.314.005.25. А.Л. ШЕВЯКОВА. Приоритеты стратегического развития Республики Казахстан.

Рассматриваются вопросы разработки стратегической программы развития Республики Казахстан.

УДК 338.45:622(574.3):622.411.33.002.8. О.Е. НИКИТИНА, М.А. ГОРШКОВА. Методика экономической оценки использования шахтного газа метана на примере шахты им. Ленина.

Рассматривается методика расчета экономического эффекта при переводе шахтного котла КВТС-10 на газообразное топливо за счет снижения выбросов вредных веществ в атмосферу и экономии твердого топлива применительно к условиям Карагиндинского бассейна.

УДК 338.2:331(574). Т.П. ПРИТВОРОВА. Совершенствование института коллективного договора в условиях либерального рынка труда.

Рассматривается процесс становления института коллективного договора как единственной правовой практики, способной защитить интересы работника в условиях либеральных трудовых отношений.

УДК 338.33:621(574.3). Г.М. АУБАКИРОВА. Роль структурных преобразований предприятия в обеспечении конкурентоспособности и продуктивности.

Показана роль структурных преобразований промышленного предприятия в увеличении его рыночной стоимости.

УДК 334.012.4. Г.Б. МАХМЕТОВА. О взаимоотношениях в составе интегрированных корпоративных структур.

Рассмотрены экономические

ӨОЖ 004.942:622. Л.Г. ЗАРТЕНОВА. Тайкен кәсіпорнының көп критерийлігі жағдайларында оңтайлы шешімдерді қабылдау.

Сарапшының тұтас алғанда жүйе үшін параметрлердің аса маңызды басым тәртібі туралы білімдері мен талаптары негізінде жинақтап қорытылған критерийді қалыптастыруға және оның негізінде оңтайлы шешім табуға мүмкіндік беретін әдістеме, алгоритм және программалық кешен әзірленген.

ӨОЖ 371.2. М.С. МӘЛІБЕКОВА. Тәлімгерлердің ақпараттық-кәсіптік бағыттылығын қалыптастырудағы жүйелі білім беру.

Дербес компьютердің, жаңа ақпараттық технологиялардың қоғамның бар саласына енуі бір ізділікпен берілетін жүйелі білім берудің негізіне айналды. Жоғары оқу орындарының мемлекеттік бағдарламаларында ақпараттық жүйелер мамандықтары тәлімгерлерін даярлауда жаңаша көзқарастар туды.

ӨОЖ 004.032.26.004.14:378.146. В.В. ЯВОРСКИЙ, И.В. ШАПОРОВ. Тестілеу программаларын үйрену үшін нейрожеліні қолдану.

Студенттердің білімдерін бағалау жүйелерін құру үшін нейрожелілерді қолдану қарастырылады. Нейрожелілердің айрықша ерекшелігі олардың үйретуге жарамдылығы болып табылады, бұл сарапшылардың білімдерін есепке алу арқылы жүйені үйренуге мүмкіндік береді.

ӨОЖ 338.314.005.25. А.Л. ШЕВЯКОВА. Қазақстан Республикасын стратегиялық дамытудың басымдықтары.

Қазақстан Республикасын дамытудың стратегиялық бағдарламасын әзірлеу мәселелері қарастырылады.

ӨОЖ 338.45:622(574.3):622.411.33.002.8. О.Е. НИКИТИНА, М.А. ГОРШКОВА. Ленин атындағы шахта мысалында шахталық метан газын пайдалануды экономикалық бағалау әдісі емесі.

Зиянды заттардың атмосфераға лақтырыстарын азайту және қараңды бассейні жағдайларына қатысты қатты отынды үнемдеу есебінен КВТС-10 шахта қазандығын газ тәрізді отынға ауыстыру кезіндегі экономикалық тиімділікті есептеу әдістемесі қарастырылады.

ӨОЖ 338.2:331(574). Т.П. ПРИТВОРОВА. Либеральдық еңбек рыногы жағдайларында ұжымдық келісім институтын жетілдіру.

Ұжымдық келісім институтының либеральдық еңбек қатынастары жағдайларында жұмыскердің мүдделерін қорғауға қабілетті, жалғыз құқықтық тәжірибе ретінде қалыптасу процесі қарастырылады.

ӨОЖ 338.33:621(574.3). Г.М. ӘУБӘКІРОВА. Өнімнің бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етуде кәсіпорындардың құрылымдық түрленуінің атқаратын ролі.

Оның нарықтық құнын ұлғайтуда өнер-кәсіптік кәсіпорындардың құрылымдық түрленулерінің атқаратын ролі көрсетілген.

ӨОЖ 334.012.4. Г.Б. МАХМЕТОВА. Біріктірілген корпорациялық құрылымдардың құрамындағы өзара қатынастар туралы.

Корпоративті құрылымдардың: «Испат-

UDC 004.942:622. L.G. ZARTENOVA. Taking Optimal Decisions in Multicriteria Conditions of Ore Mining Enterprise.

The methodics, the algorithm and the program complex have been developed which allow to form the general criterion on the basis of the available knowledge and the expert's requirements of the preferable behaviour of the more significant parameters for the system as a whole and to find the optimal solution on its basis.

UDC 371.2. M.S. MALIBEKOVA. Role of System Knowledge in Forming Informational and Vocational Directions of Students.

Introducing a personal computer and new information technologies into all branches has become the basis of the educational system. The new approaches in training specialists of information systems in the state programs of higher educational establishments have been determined.

UDC 004.032.26.004.14:378.146. V.V. YAVORSKY, I.V. SHAPOROV. Applying Neuron Network to Adopt Testing Programs.

Applying neuron networks to construct a system of estimating the students' knowledge is considered. The distinctive feature of neuron networks is their ability to be taught that allows to adopt the system taking into account the experts' knowledge.

UDC 338.314.005.25. A.L. SHEVYAKOVA. Priorities of Strategic Development of Republic of Kazakhstan.

The problems of developing the strategic program of the development of the Republic of Kazakhstan are considered.

UDC 338.45:622(574.3):622.411.33.002.8. O.E. NIKITINA, M.A. GORSHKOVA. Methodics of Economic Estimation of Using Mine Gas Fire Damp on Example of Lenin Mine.

The methodics of calculating the economic effect in converting a KVTC-10 mine boiler to a gas fuel at the expense of reducing the harmful substances effluent into the air and saving the solid fuel is considered in reference to the Karaganda coal field.

UDC 338.2:331(574). T.P. PRITVOROVA. Improving Institution of Personnel's Contract in Conditions of Liberal Labour Market.

The process of forming the institution of the personnel's contract as the only legal practice capable to plead for the worker's interests in the conditions of liberal labour relations is considered.

UDC 338.33:621(574.3). G.M. AUBAKIROVA. Role of Structural Reforms of Enterprises in Providing Products Competitiveness.

The role of structural reforms of an industrial enterprise in increasing its market value has been shown.

UDC 334.012.4. G.B. MAKHMETOVA. About Relationships in Body of Integrated Corporative Structures.

The economic relationship inside

*взаимоотношения
внутрикорпоративных структур:
основных и вспомогательных
производств, угольного департамента с
аппаратом управления ОАО «Испат-
Кармет».*

*Қармет» ААҚ басқару аппараты бар
көмір департаментінің негізгі және
қосымша өндірістерінің ішіндегі
экономикалық өзара қатынас
қарастырылған.*

*corporate structures, the main and
auxiliary productions of the coal mining
department including the administrative
personnel of OJSC «Ispat-Karmet», has
been considered.*

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА. 2002. №2. 92 с.

№ 1351-ж тіркеу куәлігін 2000 жылдың 4 шілдесінде Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген

Регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 года выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан

Бас редактор — Главный редактор

Г.Г. Пивень

Жауапты редактор — Ответственный редактор

А.З. Исагулов

Әдеби редакторлар — Литературные редакторы

Т.В. Рустемова, Р.С. Исакова, Б.А. Асылбекова, Қ.Ә. Үйсін

Аудармашылар — Переводчики

Л.В. Евдокимова, А.С. Қордабаева

Компьютерлік ажарлау және беттеу — Компьютерный дизайн и верстка

А.В. Вдовкин, М.М. Утебаев

Басуға қол қойылды	20.06.2002 г.	Подписано к печати
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, ес.б.т.	14,0	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	2580	Заказ
Индексі	75857	Индекс
Келісімді баға		Цена договорная

Редакцияның мекен-жайы — Адрес редакции

470075, г. Караганда, бульвар Мира, 56. Издательство КарГТУ.

