

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

4 * 2002

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.)

МЕНШІК ИЕСІ

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

СОБСТВЕННИК

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

Главный редактор

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)
- 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.
- Гращенко 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, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ | 5 |
| ПОРТНОВ В.С., ЯВОРСКИЙ В.В., НУРГУЖИНА А.М., КОККОЗ М.М. Цели рейтинговой оценки и анализа учебы студентов..... | 5 |
| АХМЕТЖАНОВ Б.А. Некоторые вопросы улучшения организации высшего профессионального экономического образования в Республике Казахстан: региональные аспекты..... | 7 |
| КАШИКОВ Ш.К., КОЛЕСНИКОВА Л.И. Подготовка нового поколения управленческих кадров — ключевой элемент обеспечения экономической безопасности Казахстана..... | 10 |
| НУРГУЖИНА Г.М. Об экспериментальной проверке эффективности учебной модели взаимосвязанного обучения терминологической лексике и словообразованию..... | 12 |
| РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ | 16 |
| НУРГУЖИН М.Р., ЖЕТЕСОВА Г.С. Влияние усадочной силы на прочность металлоконструкций секций механизированных крепей..... | 16 |
| ИСАГУЛОВ А.З., ДАХНО Л.А., СКВОРЦОВ Е.В., СЕРИКБАЕВА А.Б. Влияние модифицирования на формирование структуры стали и природу неметаллических включений..... | 18 |
| ИЛЬКУН В.И., ХАМИТОВ М.Х., СЕЙСИМБИНОВ Т.С. Влияние климатического районирования и транспортного фактора на некоторые качественные параметры тонколистовой стали..... | 20 |
| ДАХНО Л.А., СЕРИКБАЕВА А.Б., ШАРАЯ О.А., ДАХНО А.А. Исследование причин растрескивания колесной стали..... | 22 |
| ЕФИМЕЦ А.М., АКБЕРДИН А.А., КОНУРОВ У.К., КИМ А.С. Вязкость шлаков производства ферросилиция..... | 25 |
| ДЖАЙЧИБЕКОВ Н.Ж., РЫСМАГАНБЕТОВА С.К. Влияние параметров диспергированной фазы газозвеси на динамические характеристики несущего газа в ударном слое перед обтекаемым телом..... | 28 |
| АБЛЕЗОВ К.Т. Экспериментальные исследования ленточных конвейеров..... | 30 |
| РАЗДЕЛ 3. ГОРНОЕ ДЕЛО..... | 32 |
| КВОН С.С., СОН Д.В. Проблемы управления геомеханическими явлениями при интенсификации угледобычи..... | 32 |
| ПОРТНОВ В.С. Магнитное поле в скважине конечных размеров. I. Общая задача..... | 34 |
| ПОРТНОВ В.С. Магнитное поле в скважине конечных размеров. II. Зависимость магнитной проницаемости от поля..... | 36 |
| ДЕМИН В.Ф. Зависимость устойчивости подготовительных выработок от условий их поддержания..... | 37 |
| ФИЛИППОВА Т.С. Классификация исполнительных органов горных машин по виду движения режущего инструмента..... | 40 |
| ДЕМИН В.Ф. К вопросу об охране повторно используемых выработок породными полосами..... | 43 |
| ЦАЙ Б.Н., БОНДАРЕНКО Т.Т. О реономности прочностных и деформационных параметров при оценке устойчивости пород..... | 46 |
| РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО | 50 |
| УТЕНОВ Е.С., ПОПОВ В.Н. Методика оценки сжимаемости грунтов застроенных территорий, подверженных техногенезу..... | 50 |

| | |
|--|----|
| АЛЬМЕНОВ К.С. Устойчивость сжатых стержней с упругоподатливыми опорами..... | 52 |
| УТЕНОВ Е.С. Определение размеров зоны уплотнения грунтов под фундаментами реконструируемых зданий..... | 54 |

**РАЗДЕЛ 5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ 57**

| | |
|--|----|
| НУРГУЖИН М.Р., АБЛЕЗОВ К.Т., ДАНЕНОВА Г.Т., КАЦАГА Т.Я. Блочно-иерархический подход в инженерном анализе сварных конструкций..... | 57 |
| ЗАРТЕНОВА Л.Г. Особенности использования генетического алгоритма в задаче поиска оптимального решения..... | 61 |
| КАСИМОВ А.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния прямоугольных многослойных пластин методом конечных разностей..... | 64 |
| ЗАРТЕНОВА Л.Г. Представление знаний при разработке информационных систем..... | 65 |

РАЗДЕЛ 6. ФИЗИКА. ХИМИЯ..... 69

| | |
|---|----|
| ЮРОВ В.М., КУРБАНОВ К.Р., СИДОРЕНЯ Ю.С. Люминесценция активированных кристаллов оксогалогенидов висмута..... | 69 |
| ЮРОВ В.М., КУРБАНОВ К.Р. Безызлучательные переходы в автолокализованных экситонах..... | 71 |
| НАЛИБАЕВ Т.Н., ЖАКУПОВА А.С., МАЛЫБАЕВА М.К. Роль поверхностного состояния активированных твердых тел в каталитических процессах..... | 73 |
| НАЛИБАЕВ Т.Н. О поверхностной энергии активированных переходных d-металлов..... | 76 |

РАЗДЕЛ 7. ЭКОНОМИКА 80

| | |
|---|----|
| АУБАКИРОВА Г.М. Антикризисное управление промышленным предприятием..... | 80 |
| МУНШ В.А. Тенденции и регулирование кризиса неплатежей в казахстанской экономике (опыт Карагандинской области)..... | 85 |
| АСЫЛОВА К.М., АБУОВ Е.З. Основные тенденции развития торгового маркетинга..... | 89 |
| ИСМАНБАЕВА Ж.А. Вхождение Кыргызстана в международную интеграцию..... | 90 |
| НҮРҒАЛИЕВ Ө. Маркетингік зерттеу жүргізу тәсілдері..... | 92 |

РЕЗЮМЕ 94

УДК 378.146

*В.С. ПОРТНОВ
В.В. ЯВОРСКИЙ
А.М. НУРГУЖИНА
М.М. КОККОЗ*

Цели рейтинговой оценки и анализа учебы студентов

Системная деятельность в отношении анализа работы студентов должна включать решение следующих трех задач:

- определение основных целей формирования специалиста в процессе реализации проекта обучения;
- формирование организационных структур и элементов анализа работы студента;
- создание автоматизированной системы определения рейтинга студентов и студенческих групп.

Глобальную цель обучения и воспитания студентов в университете можно определить следующим образом — формирование знаний по изучаемым предметам в соответствии с рабочими программами, самостоятельного творческого мышления и профессионализма, всесторонне развитой личности при соблюдении дисциплины и ответственном отношении к работе.

Для дальнейшей декомпозиции можно выделить основные продукты и направления деятельности студента по достижению глобальной цели. Основные продукты деятельности связаны, прежде всего, с изучаемыми дисциплинами и видами подготовки и должны дифференцироваться именно по этим направлениям. В качестве дополнительных направлений деятельности можно выделить следующие:

- научно-исследовательская работа;

- спорт;
- культурно-массовая работа;
- трудовая деятельность.

Очевидно, дополнительные виды деятельности являются вспомогательными и их суммарное влияние на рейтинг, как показывают экспертные оценки, должно составлять не более 5%.

Основными элементами взаимодействия студента в процессе деятельности являются преподаватели, оценивающие его по соответствующим дисциплинам и направлениям деятельности. По дополнительным направлениям деятельности взаимодействующими системами являются кафедра и деканат.

Регламент формирования рейтинга студента связан с оценкой его деятельности за текущий семестр. Вполне естественно принять три контрольных точки оценки рейтинга. Первая контрольная точка в осеннем семестре наступает в конце октября, а в весеннем — в конце марта. Вторая контрольная точка наступает в осеннем семестре в конце ноября, а в весеннем — в конце апреля. Итоговая аттестация и определение результирующего рейтинга происходит в конце декабря и мая. Для подготовки данной работы перед началом семестра одновременно с заполнением календарных планов преподаватели заполняют специальную форму «Параметры рейтинговой оценки».

Параметры оценки учебной деятельности студентов

Дисциплина _____
 Преподаватель (лекции) _____
 Преподаватель (практика) _____
 Количество часов, включая СРС _____

Параметрами оценки учебной деятельности студента на 1, 2 и 3-м этапах могут являться следующие показатели:

- ЛР — лабораторная работа;
- РГР — расчетно-графическая работа;
- КР — контрольная работа;
- М — модуль (тестирование);
- К — коллоквиум;
- ПОС — оценка посещаемости.

На 3-м этапе дополнительно включаются показатели:

- тестирование по всему курсу (обязательно);
- курсовой проект (работа);
- зачет.

| Этап | Параметр для оценки | Относительная важность в % |
|--------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 этап 31.10.02 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 2 этап 30.11.02 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| 3 этап 31.12.02 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Экзамен | | |

В данном документе, в соответствии с программой по дисциплине, определяются виды работ, по которым рассчитывается рейтинг для каждой контрольной точки. Для первой и второй контрольных точек — это, как правило, сдача лабораторных, расчетно-графических, контрольных работ, модулей и коллоквиумов. В итоговую аттестацию, кроме указанных видов работ, включается сдача курсового проекта (работы), если он предусмотрен программой. Кроме того, обязательным для формирования итоговой оценки является оценка по результатам тестирования по всему изученному материалу курса.

В документе «Параметры рейтинговой оценки по контрольным точкам», кроме самих элементов, преподаватель определяет коэффициенты относительной важности (веса) параметров для формирования итогового рейтинга. Относительная важность отдельных дисциплин для формирования итогового рейтинга определяется объемом часов данной дисциплины по рабочему учебному плану в отношении к общему объему часов по всем дисциплинам, изучаемым в

семестре. Эти весовые коэффициенты в сумме равны 0,95. Весовые коэффициенты дополнительных видов деятельности определяются экспертами кафедры и деканата, в сумме они равны 0,05.

Результаты работы по всем основным параметрам оцениваются по четырехбалльной шкале. Нормативным значением по всем параметрам является максимальный балл — пять. Дополнительные параметры оцениваются булевой переменной, и соответственно, нормативным значением является единица.

Для оценки результатов деятельности по контрольным точкам преподаватели заполняют единый для всех контрольных точек документ «Оценки параметров работы студентов». Для первой контрольной точки заполняется соответствующая строка для значений параметров, определяющих эту контрольную точку. Значения параметров по дополнительным видам деятельности осуществляют ответственные кафедры по научно-исследовательской работе и кураторы. Документ «Оценки параметров работы студентов» подписывает заведующий кафедрой.

Полученные данные используются для расчета рейтинга студента по каждой дисциплине и итогового значения рейтинга, который выражает оценку работы студента в привычной четырехбалльной шкале. Соответствующий документ называется «Рейтинговая оценка работы студентов». В данном документе также приведен средний рейтинг учебной группы по каждой дисциплине и дополнительным видам деятельности и средневзвешенный рейтинг работы группы в целом.

Для второй контрольной точки заполняется соответствующая строка «Оценки параметров работы студентов» для параметров как второй, так и первой контрольной точки. Это необходимо для того, чтобы оценить работу студента, выполненную несвоевременно. Расчет рейтинга второй контрольной точки производится по группам параметров первой и второй контрольной точки, при этом результирующие значения параметров первой группы получают как среднее арифметическое значений, взятых из двух заполненных строк. Аналогично для третьей контрольной точки заполняются оценки для всех параметров. Результирующие значения параметров первой группы берутся как среднее арифметическое значений, взятых из трех строк, а значения параметров второй группы — как среднее значений двух последних строк.

Документ «Рейтинговая оценка работы студентов» используется деканатом и самими студентами для принятия решений по освобождению от сдачи экзаменов в сессию. Пусть, например, деканат принял решение об освобождении от экзаменов студентов, показавших результирующий рейтинг 4,5 балла. Тогда эти студенты могут получить экзаменационные оценки по предметам, соответствующие их результирующему рейтингу по данному предмету. Если студент желает повысить оценку, он сдает экзамен.

После сессии производится окончательное формирование документа «Оценки параметров работы студентов». В этот документ представляются оценки студентов, полученные на экзамене. Если оценка по предмету поставлена по результатам рейтинга, то в графу «Экзамен» заносится соответствующая рейтинговая оценка. Итоговая рейтинговая оценка по пред-

мету вычисляется как среднее арифметическое результирующего рейтинга за семестр и оценки за экзамен. Для весеннего семестра окончательное формирование документа «Оценки параметров работы студентов», в случае если рабочим учебным планом предусмотрена практика, производится по завершении защиты отчетов по практике.

ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Группы _____ Кафедры _____
 Факультета _____
 Дисциплина _____

Преподаватель (лекции) _____ Преподаватель
 (практика) _____

| № п/п | Ф.И.О. студента | 1 этап | 2 этап | 3 этап | Экзамен |
|-------|-----------------|------------------|--------|--------|---------|
| | | Параметры работы | | | |
| 1 | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

УДК 378.14:33 (574)
 Б.А. АХМЕТЖАНОВ

Некоторые вопросы улучшения организации высшего профессионального экономического образования в Республике Казахстан: региональные аспекты

Переход к рыночным отношениям существенным образом изменяет формы и методы хозяйствования, которые должны быть адекватны рыночной экономике. Это положение в полной мере следует отнести к такой отрасли социальной сферы, как образование, которое является основным фактором формирования человеческого капитала. Динамика социально-экономического развития общества в значительной мере зависит от уровня подготовки кадров, востребованных рынком труда, с новым экономическим мышлением. Важная роль здесь отводится профессиональному обучению специалистов высшего уровня, особенно с экономическим образованием.

Рассмотрим взаимозависимость экономических преобразований, проводимых в стране, с реформой экономического образования. Во-первых, следует отметить, что последняя является важным компонентом социально-экономических преобразований в Казахстане; во-вторых, успешное ее проведение зависит от состояния экономики (так, длительное время (вплоть до 2000 г.) экономический застой не позволял аккумулировать ресурсы, которые были необходимы для качественного развития высшей школы); в-третьих, неадекватное соответствие современной системы высшего экономического образования требованиям рыночной экономики, которая негативно будет влиять на углубление проводимых экономических реформ, характеризуя роль экономического образования в жизни общества.

Известный профессор Л. Полищук (штат Мэриленд, США) отмечает, «... что современное экономи-

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Группы _____ Кафедры _____
 Факультета _____
 Контрольная точка _____ Дата _____

| № п/п | Ф.И.О. студента | Рейтинг по предметам | | | | | | | | | | Рейтинг студента |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------|
| | | Обозначение предметов | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Рейтинг группы по предмету | | | | | | | | | | | | |

ИТОГОВАЯ РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Группы _____ Кафедры _____
 Факультета _____

| № п/п | Ф.И.О. студента | Итоговый рейтинг по предметам | | | | | | | | | | Итоговый рейтинг студента за семестр |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------|
| | | Обозначение предметов | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Рейтинг группы по предмету | | | | | | | | | | | | |

Окончательно заполненный документ «Оценки параметров работы студентов» используется для подсчета итогового рейтинга работы студентов и учебной группы в целом за семестр и за год.

ческое образование выступает мощным фактором и ресурсом экономического развития страны...» [1].

В Карагандинском государственном техническом университете (КарГТУ), накоплен положительный опыт по подготовке инженеров-экономистов. Начиная с середины 60-х годов здесь готовят инженеров-экономистов по трем специальностям: экономика и менеджмент на предприятиях машиностроения; экономика и менеджмент на предприятиях строительства; экономика и менеджмент на предприятиях горной промышленности. С 1999 г. университет проводит подготовку специалистов экономического профиля по специальностям: 0702 «Экономика (по профилю)»; 0909 «Оценка (по отраслям и областям применения)»; 520830 «Бакалавр-экономист».

Десятилетний опыт реформирования экономики Республики Казахстан показал, что необходимо создание новой модели экономического образования, в которой найдут отражение взаимодействия всех партнеров рынка, заинтересованных в высокопрофессиональной подготовке кадров: предприятий, учебных заведений, государства в лице Министерства образования и науки РК.

При разработке новой модели экономического образования определяющим критерием должна быть региональная потребность в кадрах.

Опыт подготовки специалистов экономического направления за последние пять лет показал, что их подготовка в стране проводится в основном на платной основе (более 80% обучаются на коммерческой основе). Еще одной особенностью социальных усло-

вий подготовки специалистов является дороговизна проживания и питания, не позволяющая студентам обучаться в других регионах. Поэтому базой, на основе которой надо разработать модель профессионального образования, должна стать территориально-региональная особенность.

Исходя из вышеизложенного, для подготовки региональной концепции образования, предлагаем изучить следующие проблемы:

- рынок образовательных услуг в Карагандинском регионе и поведение участников рынка труда;
- сложившуюся систему профессионального высшего образования в регионе;
- конкурентоспособность выпускников на региональном и республиканском уровнях.

Исследовав перечисленные проблемы, предлагаем маркетинговую стратегию определения потребности в кадрах в регионе.

Маркетинговая стратегия предлагает:

- во-первых, использовать данные статистических служб Карагандинской области, материалы вузов региона, департамента высшего образования МОН РК, развития и размещения хозяйственных субъектов и сфер услуг;

- во-вторых, создание современной материально-технической и учебно-методической базы выпускающих кафедр;

- в-третьих, необходимо учитывать, что нередко «заказ» обучаемого зависит не от состояния рынка труда, а от желания обучаемого или его родителей, т.е. выбор направления обучения в условиях демократии остается за потенциальным обучаемым.

Одной из особенностей переходного периода является развитие рыночных отношений в сфере образования, вносящих изменения в условия представления образовательных услуг. Одним из факторов, определяющих выбор специальности, становится конкурентоспособность вуза и специалиста.

Изучая рынок образовательных услуг как основного регулятора трудового потенциала общества, в первую очередь надо рассмотреть процесс формирования спроса и предложения на определенные специальности. Здесь мы должны рассмотреть два направления в регулировании подготовки специалистов: государственную функцию региональных органов управления образованием в лице службы занятости. При этом государство выполняет двойную функцию: оно делегирует учебным заведениям подготовку специалистов и регулирует рынок труда образовательными стандартами, льготным налогообложением.

Хотя рынок образовательных услуг специфичен, он, как и другие рыночные субъекты, имеет определенные ступени и уровни. Предлагаемая схема формирования рынка образовательных услуг на региональном уровне приведена на рисунке.

Итоги экономической реформы: изменение формы собственности и формирование малого и среднего бизнеса, банковской структуры второго уровня, образование рынка недвижимости — увеличили потребность в квалифицированных экономистах, с предпринимательской жилкой и владеющих компьютерной технологией и иностранными языками.

Например, для определения спроса в экономистах, оценщиках-экспертах необходимо установить потребность национальной экономики в кадрах с высшим образованием, хотя за последнее время наблюдается перепроизводство экономистов. Последнее объясняется низким уровнем подготовки экономистов филиалами частных вузов, которые выпускают специалистов, не способных для выполнения соответствующих служебных обязанностей.



Схема формирования регионального рынка образовательных услуг (высшего образования)

В настоящее время подготовка экономистов проводится без учета региональных и общегосударственных интересов. Опыт развития стран с высокоэффективной экономикой показывает, что устойчивого роста экономика страны добивается при обеспечении качественной системы образования. Венцом проводимых реформ в системе образования стало принятие указом Президента РК государственной программы «Образование» (2000 г.). Принятие и реализация этой программы дали возможность совершенствовать систему образования и обогатить ее содержание. Исходя из основных положений, изложенных в Законе «Об образовании», нам представляется следующая концепция подготовки экономистов, которая бы учитывала прошедшие изменения в мире, состояние и пер-

спективы развития экономики Казахстана и отдельных регионов.

Мы должны исходить из лейтмотива, что именно образование, в том числе экономическое, станет локомотивом прогресса общества и государства в XXI веке. Опыт развития страны с рыночной экономикой подтверждает идею, что устойчивое развитие общества зависит от равной доступности экономического образования гражданами стран.

Концепция развития экономического образования нам видится в следующих направлениях:

- во-первых, в разработанных государственных стандартах (2001 г.), на основе которых составляются рабочие учебные планы; рабочие программы и другие нормативные документы, содержат, на наш взгляд, ряд недостатков:

а) общее количество часов, выделяемых для некоторых дисциплин составляет 54 или 72 часа, а аудиторные нагрузки — 35 и 45 часов, т.е. недостаточно времени для полноценного изучения предмета. Предлагаем общие часы на предмет планировать не ниже 100 часов, тогда аудиторное время составит 55-65 часов, т.е. будет достаточно для качественного изучения (в частности, специальности 0702);

б) считаем, физкультуру в 4-х семестрах — излишней, достаточно 2-х семестров, а на старших курсах — факультативного характера;

- во-вторых, изучение базовых дисциплин должно быть предусмотрено в 2-х семестрах, чтобы студенты получили основательные знания, навыки деловых игр;

- в-третьих, появилась возможность создания своего учебника, который отразит реальное состояние социально-экономического положения Казахстана. Новое поколение учебников и учебных пособий сыграет огромную роль в формировании у студенчества чувства патриотизма;

- в-четвертых, переход системы высшего образования страны к двухступенчатой подготовке: бакалавриат (4 года) и магистратура (2 года), продолжает существовать 5-летняя подготовка дипломированных специалистов. Однако нет ответа на вопросы, насколько востребован бакалавр обществом, каков его статус, что при этом выиграет система образования — это не до конца изученные вопросы. Считаем количество мест, выделяемых для бакалавра-экономиста, должно быть переадресовано для подготовки специалистов «Экономика (по профилю)» (так, в 2002/2003 учебном году для бакалавра-экономиста выделено 30 грантов и 430 образовательных кредитов, а для основной специальности 0702 — вакансий нет).

Предлагая различные модели образования (или сохраняя старую систему образования, или западную модель), мы должны исходить из состояния социально-экономического развития Казахстана на данном этапе становления рыночных отношений, учитывать сложившиеся взаимоотношения между высшей школой, обществом и государством. Именно реальная ситуация в стране (состояние развития производительных сил) оказывает прямое влияние на систему образования.

Однако переход Казахстана к рыночной экономике, а также необходимость интегрироваться в мировое образовательное сообщество заставляют казахстан-

скую высшую школу изучать и искать ранее неизвестные пути: подготовку специалистов увязывать с потребностями рынка на опережение.

Тенденции поступлений выпускников средних школ на экономические специальности за последние три года (т.к. специальность 0702 «Экономика (по профилю)» открыта только в 1998 г. впервые в КарГТУ, а специальность 0909 «Оценка (по отраслям и областям применения)» — в 2001 г., сроки обучения на которых — 4 года, в отличие от инженерных, где срок обучения — 5 лет), можно пронаблюдать по динамике приема документов на экономические специальности (таблица).

| Специальность | Годы приема | | |
|---|-------------|------|------|
| | 1999 | 2000 | 2001 |
| 0702 «Экономика (по профилю)» | 66 | 65 | 17 |
| 0909 «Оценка (по отраслям и областям применения)» | - | - | 16 |

Следует отметить, что подготовка по специальности 0909 в Карагандинском регионе, кроме КарГТУ, ведется в Карагандинском экономическом университете с 2001 г.

При разработке концепции экономического образования одним из эффективных методов является использование маркетинга в образовании, т.е. маркетинга образовательных услуг. Формирование рынка образовательных услуг и функционирование множества учреждений образования по подготовке экономических специальностей создает острую конкурентную среду в регионе, что побуждает нас разработать стратегию подготовки экономистов.

Разработка маркетинговой стратегии учебного учреждения должна быть связана с пониманием того факта, что подготавливаемый специалист является товаром на рынке труда. Поэтому удовлетворение потребителя при приобретении специфического товара — «специалиста» — вот главная задача, стоящая перед вузом.

О перспективности развития модели регионального рынка образовательных услуг говорит опыт конкуренции западных университетов: «конкуренция на студентов локализована в пределах городских агломераций ...» [1].

Следует отметить, что в современных условиях рынок образовательных услуг предъявляет повышенные требования ко всем участникам образовательного процесса: государственным органам, службам занятости и самой личности, которая нуждается в образовании. Из всех перечисленных участников образовательного процесса самым важным участником является учебное заведение. Здесь надо рассмотреть конкретные преимущества данного учебного заведения (КарГТУ). Для того чтобы иметь реальную картину деятельности вуза, следует выделить те исходные показатели, которые влияют на конкурентоспособность выпускаемой продукции, — особого продукта — специалистов. При этом следует выделить и рассмотреть основные блоки деятельности вуза, к которым следует отнести:

- кадровый потенциал учебного заведения;
- организация учебного процесса;
- экономическая деятельность;
- материально-техническая база.

Краткий анализ состояния предложенных блоков, которые подробно рассмотрены в бизнес-плане факультета экономики и менеджмента, разработанном в 2002 году, свидетельствуют о том, что все основные параметры КарГТУ полностью соответствуют качественной подготовке специалистов экономического профиля. Потребность в экономистах надо увязывать с перспективными программами правительства о развитии села; сельских районов; малого и среднего предпринимательства, а также индивидуального предпринимательства, а не ограничиваться только потребностями государственных предприятий. И, наконец, для подготовки специалистов высокого уровня необходимо вкладывать значительные средства в развитие образования.

Так, исследователь Казахстана и Средней Азии Джес Санфорд (Калифорнийский университет, США), говоря о будущем Казахстана, отмечает, что «Казахстан... должен делать большие инвестиции в образование. Потому что только это позволит ему добиться

прогресса в экономике и воспитать соответственные национальные кадры, которые позволят повернуть экономику от сырьевой к индустриальной направленности» [2].

О возрастании роли региональных вузов на рынке образовательных услуг, их влиянии на развитие экономики региона подробно изложено в статье ректора Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова профессора Х. Валиева [3].

Выводы:

1. Направления подготовки специалистов следует рассматривать не только с позиции адекватности текущим потребностям различных отраслей и сфер деятельности, а перспективным потребностям конкретного региона, что позволяет учитывать спрос на конкретных специалистов.

2. Установлено, что человеческий капитал является основой богатства любого государства, что устойчивый экономический рост возможен при наличии высококвалифицированных специалистов, востребованных рынком, особенно на региональном уровне.

3. Региональные вузы становятся определяющим участником рынка образовательных услуг как на региональном, так и на республиканском уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полищук Л. Реформы экономического образования в России: потребности, ресурсы, мотивация // Вопросы экономики. 2002. №7. С.44-53.
2. Новости недели. 2002. 24-30 июля. №29.
3. Валиев Х. Региональный вуз решает государственные задачи // Каз. правда, 2002. 27 июля.

УДК 336

*Ш.К. КАШИКОВ
Л.И. КОЛЕСНИКОВА*

Подготовка нового поколения управленческих кадров — ключевой элемент обеспечения экономической безопасности Казахстана

Проблема нехватки квалифицированных руководящих кадров в нашей стране весьма остра. Усиливающиеся процессы гуманизации и демократизации общества, рост интеллектуализации труда и быстрая смена техники и технологии для обеспечения конкурентоспособности экономики и успешного международного сотрудничества обуславливают новые требования к работникам и, прежде всего — к менеджерам. Для них становится важным постоянная забота о квалификации. Казахстану нужны современные менеджеры для разных уровней хозяйствования и руководства, умеющие соединять дух исследователя с предприимчивостью энергичного практика-организатора.

Управление в системе хозяйствования в СССР было идеологизировано и доведено до жесткой регламентации действий субъекта хозяйствования, что порождало, как правило, пассивную философию труда. Последняя строилась на основе минимальных изменений в организации, методах управления и т.д. Жесткое и зарегламентированное управление наряду с пассивностью обуславливало уклонение или невидимое противодействие объектов управления, что не способствовало творческому отношению к производству, а в конечном счете привело к застою в экономике.

В организации современного менеджмента важным представляется опора на творческую философию труда, которая побуждала бы руководителей и подчиненных активно подходить к выполнению заданий, идти на оправданный риск и проявлять предприимчивость. Это возможно лишь при высоком уровне образования, наличии навыков практически действовать в быстро меняющихся условиях производства.

Отсутствие соответствующего экономического образования и опыта серьезно сдерживает развитие цивилизованного предпринимательства в РК. Краткий курс обучения в школах маркетинга, менеджмента и бизнеса проблемы не решает. Представляется, что, во-первых, нужна серьезная многоуровневая подготовка специалистов по менеджменту в государственных вузах, и, во-вторых, развитие альтернативного государственному платного образования, апробированного в мировой практике. Такой подход позволит без дополнительной нагрузки на государственный бюджет повысить качество образования управленцев в стране в короткий срок.

Подготовка и переподготовка специалистов и руководящих кадров для национальной экономики в условиях перехода к рынку — важная проблема. Квалифицированных менеджеров, способных эффективно

решать задачи, в нашей стране мало. К тому же только 10% из нынешних руководителей имеют экономическое и юридическое образование, остальные в большинстве случаев не всегда способны дать экономическую оценку явлений и процессов.

К сожалению, в республике пока не уделяется должного внимания формированию и подготовке резерва руководителей. В то время как формирование рыночной экономики в РК требует определенного уровня знаний от кадров, и особенно от руководителей, о структурах, механизме функционирования рынка. Большинство современных организаторов производства нуждаются в знаниях о современном рынке, что определило соответствующий спрос. В результате повсюду стали создаваться платные школы и курсы бизнеса и менеджмента, маркетинга, подчас слепо копирующие западную систему подготовки таких специалистов и не учитывающие различия в менталитете наших народов, структуре экономики страны. При этом часто забывают, что на Западе изучают бизнес, предпринимательство, маркетинг и менеджмент только после фундаментального ознакомления с такими дисциплинами, как экономическая теория, банковская и налоговая системы, финансовые рынки и юриспруденция. Чтобы стать слушателем таких школ и курсов, руководители и специалисты сдают экзамены или тесты, которые позволяют оценить умственные, организаторские, психологические возможности будущего слушателя. Те, кто не выдержал испытаний, естественно, не зачисляются. Такого отношения к подбору и формированию будущих менеджеров требуют суровые, но объективные законы рынка.

Экономика Казахстана, которая встала на путь развития рыночных отношений, также предъявляет к руководящим кадрам весьма жесткие требования. Чтобы вывести работников на соответствующий уровень ее требований, необходимо четко определить критерии и условия, при которых данные требования могут быть обеспечены.

Поэтому министерства, участвующие в формировании госзаказа на подготовку специалистов, должны заботиться об определении потребностей отраслей, базовых учебных заведений для организации подготовки и переподготовки кадров. Экономические факультеты гуманитарных вузов должны обеспечить обучение экономистов по конкретным направлениям.

В настоящее время во многих вузах РК, в государственных и альтернативных учебных заведениях, в том числе КарГТУ, при получении второго образования и повышении квалификации вводится изучение современного менеджмента. Для этой цели используются различные учебные пособия, подготовленные, как правило, преподавателями иностранных учебных заведений, преимущественно американских. Эти учебные пособия охватывают во многих случаях локальные (отраслевые, кадровые, этические, психологические и т. д.) аспекты, связанные как со спецификой конкретного учебного заведения, так и специализацией авторов. Что касается переводных изданий (например, книги Х. Мескона, М. Альберта и Ф. Хедоури; К.М. Бартола и Д.С. Мартена; Дж. Грейсона и К.О. Делл; У. Оучи и Л. Якокки и др.), то они рассчитаны на развитое рыночное хозяйство западных стран и не учитывают историче-

ские, экономические, социальные и этнопсихологические особенности хозяйствования в Республике Казахстан, в частности, на этапе перехода к рыночным товарно-денежным отношениям.

Среди зарубежных изданий можно выделить две разновидности публикаций: исследования, претендующие на их использование в учебном процессе для пополнения знаний, и увлекательно написанные мемуары известных менеджеров-предпринимателей и ученых с готовыми рецептами, как стать преуспевающим, как стать богатым, как организовать дело. Разумеется, ситуационный подход к проблеме менеджмента отражается, но готовые рецепты западной экономики мало что могут дать начинающему казахстанскому менеджеру, предпринимателю.

В связи с этим существует необходимость в подготовке фундаментального базового учебника, основанного на систематизированной методологии и концепции современного менеджмента в Казахстане в условиях перехода к рыночной экономике. Разработка теории менеджмента обусловлена тем, что многие положения существовавшей теории управления неприемлемы в условиях перехода к рынку. Кроме того, интеграция экономики Казахстана с мировой экономикой обуславливает взаимообогащение отечественной теории управления концепциями менеджмента развитых стран.

Отечественный опыт хозяйствования и кадровой работы убедительно показывает, что существующая система и наличный контингент работников не могут быть эталонами, к которым необходимо стремиться. Видимо, было бы правильным, если бы система и люди одновременно развивались и в идеале достигли гармоничного соответствия, т.е. система должна совершенствовать людей, а люди, в свою очередь, должны совершенствовать систему.

Отечественная наука управления была сформирована в условиях господства одной формы собственности — общественной, поэтому законы, принципы и методы были ориентированы на управление государственными предприятиями и организациями. Несмотря на то, что проблемы управления рассматривались в рамках идеологизированной экономической науки, множество конкретных методов и методик имело универсальный характер независимо от формы собственности. Многие из них вполне могут быть применены в условиях перехода к рыночным отношениям. Возникновение новых видов собственности, их совершенствование и взаимопроникновение требуют разработки новых принципов, подходов к управлению.

Предстоит выявить логическую взаимосвязь: рынок — предпринимательство — менеджмент — кадры; сформулировать теоретические и методологические основы менеджмента.

Возникла острая необходимость провести фундаментальные исследования по следующим направлениям: анализ и обобщение зарубежных и отечественных теорий рыночного хозяйствования, предпринимательства и менеджмента, определение концептуальных основ развития современного менеджмента в РК и подготовка на их базе менеджеров и предпринимателей;

- структуризация проблематики менеджмента с точки зрения сферы его приложения и качественного содержания учебной дисциплины, подготовка энциклопедии менеджмента и предпринимательства;

- формирование личностно-квалификационных моделей предпринимателей на основе структуризации их деятельности, типологии решаемых профессиональных задач;

- организационно-методические основы обучения менеджеров и предпринимателей посредством активного развития способностей обладания профессиональной деятельностью;

- разработка технологии процесса обучения менеджеров и предпринимателей на базе современных достижений образовательных систем (компьютерная психодиагностика личности менеджера и предпринимателя, профессиональный отбор и ориентация, корректировка личностных качеств, индивидуальное и модульное обучение и т.д.

Для повышения качества обучения менеджеров в Казахстане следует разработать научно-методическое обеспечение преподавания, изучения и использования основ менеджмента на базе отечественного и зарубежного опыта.

Менеджмент, рассматриваемый под углом теории социально-экономических систем, позволяет значительно расширить практические сферы своего применения, раскрыть и использовать организованный и сложный человеческий потенциал трудового коллектива.

В условиях развития предпринимательства этот факт особенно важен, т.к. именно рыночные отношения способствуют максимальной рационализации структур управления, ликвидации бюрократических звеньев, установлению коммуникации, совершенствованию технологии управления, налаживанию позитивных межличностных отношений, вскрытию делового, квалификационного и личностного потенциала как каждого работника, так и коллектива в целом. Сегодня главные надежды возлагаются на сильного хозяйственного лидера — носителя организационных перемен.

Нынешний этап совершенствования управления революционен в том смысле, что изменениям подвер-

гаются прежде всего психология управляющего, стиль его хозяйственного поведения, происходит переоценка менеджерами своего места и роли в системе управления.

Современные изменения менеджмента связаны с глубокими кризисными явлениями в сфере управления производством. Стремление все упорядочить, проконтролировать, отделив исполнительную деятельность от организаторской, было свойственно многим менеджерам, которые видели задачу управления в том, чтобы, разделив систему, не нарушать ее функционирования в дальнейшем. Но это становится нереальным с ростом, усложнением и динамизмом производственных связей, многовариантностью решений в условиях высоких темпов технологических и структурных сдвигов.

Сегодня одним из популярных понятий менеджмента становится «неопределенность», понимаемая как постоянная изменчивость условий, поведения (в частности, возникновение новых связей), быстрая и гибкая переориентация производства и сбыта. Полный учет и просчет заранее, до мелочей, становятся мало-реальным, поэтому задача руководителя состоит в создании адаптивных, быстро реагируемых управленческих механизмов, а менеджера — в реализации «органических» системных подходов к управлению производством. Под влиянием НТП в самых разных областях человеческой деятельности происходят поистине революционные преобразования. На передовых предприятиях внедряются гибкие автоматизированные производства и роботизированные системы, используются новые материалы, расширяется применение компьютерной техники. Достаточно реально вырисовываются перспективы широкого внедрения технологий будущего ЭВМ пятого поколения и др.

Приоритетность реализации мер, направленных на улучшение форм и методов управления, а также кадрового обеспечения национального хозяйства РК, не вызывает сомнений. Решение в первую очередь именно этих проблем позволит в более короткие сроки стабилизировать ситуацию в отраслях национального хозяйства, увеличить объем производства отечественной продукции и повысить уровень экономической безопасности Казахстана.

УДК 811.161.1'373:378.147

Г.М. НУРГУЖИНА

Об экспериментальной проверке эффективности учебной модели взаимосвязанного обучения терминологической лексике и словообразованию

На современном этапе проблема учета специально-сти в вузовской практике преподавания русского языка как неродного приобретает социальную значимость. Специальная лексика — это язык основных профилирующих дисциплин, изучаемых студентами неязыковых вузов, язык их будущей профессиональной деятельности. Пополнению и обогащению словарного запаса обучающихся способствует знание закономерностей русского словообразования.

Нами выделено несколько аспектов в разработке проблемы формирования словообразовательной компетенции у студентов ФИТ: лингвистический, психо-

лого-педагогический, дидактический, методический. Лингвистический аспект связан с выявлением языковой природы термина по информатике, установлением его структурно-семантических особенностей, описанием сопоставительной характеристики в целях определения поля потенциальной интерференции на словообразовательном уровне.

Обучающий эксперимент проводился в 1997/98, 1998/99, 1999/00, 2000/01, 2001/02 учебных годах в Карагандинском государственном техническом университете среди студентов 2-го курса факультета ин-

формационных технологий. В экспериментах приняло участие 103 студента (4 подгруппы).

Цель настоящего формирующего эксперимента заключалась в проверке эффективности разработанной учебной модели взаимосвязанного обучения терминологической лексики и словообразованию при изучении научного стиля. Нами была разработана экспериментальная программа, построенная на базе Типовой программы по практическому курсу русского языка для студентов неязыковых факультетов университетов.

Апробация данной программы и учебной модели преследовала следующие задачи:

1) расширение словарного запаса студентов-казахов коммуникативно значимой терминологической лексикой по информатике;

2) формирование знаний о словообразовательных способностях компьютерной терминологии русского языка;

3) развитие умений и навыков адекватного восприятия и употребления терминологии в устной и письменной речи обучающихся;

4) формирование языковой компетенции студентов: умений осуществлять морфемный, словообразовательный анализ в целях предупреждения ошибок на словообразовательном уровне;

5) формирование коммуникативной компетенции: умений оперирования терминологической лексикой, связанной словообразовательными отношениями, в учебно-профессиональной сфере языковой коммуникации.

Освоение словообразовательного и терминологического минимумов производилось при изучении научного стиля речи, его особенностей и подстилей; знакомстве с терминологической системой русского языка, понятием и назначением термина и т.п.

Программа опытного обучения составлена на основе действующей рабочей программы по практическому курсу русского языка, дополнена варьируемым учебным материалом. В процессе экспериментального обучения апробировались такие компоненты учебной модели, как:

- словообразовательный и терминологические минимумы русского языка;
- текстовый минимум;
- система упражнений и коммуникативная программа;
- разработанные таблицы, опорные схемы.

Ввод словообразовательного и терминологического материала осуществлялся поэтапно: на уровне статики, динамики и спонтанной речи.

На начальном этапе предусматривается изучение структурно-семантических особенностей ТЕ, формой и функционированием терминов в текстах научно-популярного, научно-учебного, собственно-научного стилей речи. Толкование семантики терминов производилось различными способами семантизации: перевод, описательный способ, словообразовательный и этимологический анализ, применение специальных словарей, справочников и др. Данный подход соответствует реализации сознательно-практического метода: студент-биллинг получает представление о термине как о языковой единице, которой присущи как лекси-

ческое, так и грамматическое значение. На данном этапе выполняются словообразовательно-семантические, словообразовательно-орфографические, словообразовательно-грамматические упражнения.

На следующей стадии предполагается освоение функциональных и словообразовательных возможностей терминологии информатики в структуре научного текста. На этом этапе обучающимися выполняются условно-речевые и речевые упражнения. На продвинутом этапе студентам предъявляются коммуникативные задания, направленные на конструирование самостоятельных речевых произведений с использованием терминологии подъязыка информатики.

На протяжении всего эксперимента предусматривалось проведение текущего и рубежного контроля за усвоением учебного материала путем тестирования и проверки письменных работ (составление аннотаций, отзывов и др.). В целях установления стартового уровня знаний, умений и навыков по словообразованию и специальной лексике был проведен срез среди студентов контрольных и экспериментальных групп. Второкурсникам были предложены следующие задания:

1. Составьте словосочетания, используя имена существительные, данные в скобках.

Автоматизированный, автоматический (система, поиск, выравнивание); базовый, базисный (метод, компьютер, память, сеть, система, регистр, язык); виртуальный, виртуозный (исполнение, память, перемещение, пространство, диск), единый, единичный (шина, бит, задержка, запись); программированный, программный (обеспечение, обучение, документация, защита, совместимость); систематический, системный (оболочка, плата, помехи).

2. Спишите, раскрывая скобки. Обозначьте окончания.

Базы данных

В основе (информационная система) лежит база данных — совокупность данных, предназначенных для (машинная обработка).

База данных напоминает очень сложную (файловая система), в которой одни файлы содержат ссылки на другие. Сегодня используются преимущественно реляционные (база) банных. Работа с базами данных на (компьютер) отличается от работы с таблицами на бумаге и больше похожа на работу с (картотека): записи переставлять, добавлять и удалять.

Все системы управления (базы данных) и основанные на них информационные (система) имеют несколько (стандартные режимы) работы:

- просмотр (база данных);
- внесение (изменения);
- ввод (информация);
- проверка корректности (база данных);
- подготовка (резервная копия);
- восстановление после сбоя (компьютер);
- анализ (протоколы работы) с целью обнаружения попыток (несанкционированный доступ) и т.д.

3. Составьте словосочетания с указанными словами.

Диск, дискета, дисковод, дискетный; файл, файловый; клавиша, клавиатура.

4. Подберите родственные (однокоренные) слова к следующим терминам: блок, команда, архив, вирус, диск, программа, буфер, адрес, код, хранение.

5. Переведите текст на русский язык. Определите термины.

Экранға шығару

Шығарудың базалық операторы айнымалы мәндерін экранға жол толып, келесі жолға ауысқан сайын символдап береді. Экран толғанда айналу жүреді де, жоғарғы жағы шектен шығады.

Әдетте, шығарылатын сандық айнымалы мәні экранға қанша символ керек екені белгісіз, сондықтан ақпаратты шығару қиын. Базалық бұйрықтарды пайдаланғанда, басқарудың негізгі тәсілі — жаңа жолға ауысу.

PRINT бұйрығымен әрбір кездескен сайын жаңа жолға шығаруды бастайды, егер алдыңғы PRINT бұйрығы нүктелі үтірмен аяқталмаса, шығарылатын айнымалы мәндерінің ара қашықтықтарын азайту үшін, PRINT бұйрығында айнымалы аттарын үтірмен емес, нүктелі үтірмен ауыстыру керек.

Результаты количественного анализа срезových работ студентов ФИГ даны в таблице 1.

Данные проведенного среза констатируют идентичный уровень сформированности языковой и коммуникативной компетенции студентов контрольных и экспериментальных групп (КГ, ЭГ). В КГ и ЭГ обучение проводилось в соответствии с учебным планом и рабочей программой по практическому курсу русского языка, утвержденной на заседании кафедры.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ СРЕЗОВЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ 2-ГО КУРСА

| Задание | Кол-во студентов | Использование терминов информатики в структуре словосочетания, предложения, текста | | | |
|---------|------------------|--|-----|-------------|-----|
| | | 1-й курс | | | |
| | | Правильно | | Неправильно | |
| | | КГ | ЭГ | КГ | ЭГ |
| 1 | 103 | 61% | 59% | 39% | 41% |
| 2 | 103 | 64% | 65% | 36% | 35% |
| 3 | 103 | 59% | 58% | 41% | 42% |
| 4 | 103 | 52% | 51% | 48% | 49% |
| 5 | 103 | 49% | 47% | 51% | 53% |

Проверка эффективности предложенной учебной модели по завершении обучения осуществлялась с помощью тестов и контрольных работ. Студентам-второкурсникам были даны следующие задания.

1. Вместо точек вставьте нужные слова.

I.

1. Для ... дискеты необходим файл, который должен соответствовать версии DOS.

2. Вы уже знаете какой емкости бывают дискеты, т.е. какие используются ... (формат, форматирование).

3. У компьютеров производства фирмы IBM встречаются два типа ...

4. При нажатии на эту ... вы можете выйти из программы (клавиша, клавиатура).

5. В центре ... находится гнездо для подсоединения ее к валу двигателя.

6. В качестве имени ... можно использовать имена А и В, если на вашем ПК два дисководов, и имя А, если дисковод один.

7. Для ... команды надо набрать ее на клавиатуре и нажать на клавишу Enter. Для ... содержимого файла (только текстового) на экран в DOS служит команда TYPE (вывод, ввод).

II.

1. Чтобы сменить ... диск, надо в командной строке набрать имя диска (текущий, текущий). 2. Кроме ... памяти в ПК имеется так называемая постоянная память (операционный, оперативный). 3. Отличие постоянного запоминающего устройства от ОП состоит в том, что информация хранится уже не в виде ... зарядов и не исчезает при выключении ПК (электронный, электрический). 4. Дисководы с ... дисками называются накопителями на ... дисках (жесткий, жесткий). 5. Файлы делятся на ... и текстовые (двойной, двоичный). 6. Обратите внимание на ... панель (информативная, информационная). 7. Строка, в которой появлялась на экране дисплея вводимая вам команда, называется ... строкой (командирская, командная).

2. Прочитайте текст. Выпишите термины. Произведите морфемный и словообразовательный анализ.

Операционная система

Операционная система служит для управления ресурсами компьютера и взаимодействия всех программных процессов на компьютере и человека. Компоненты операционной системы (ОС) делятся на два класса: системные и прикладные. К прикладным компонентам относятся текстовые редакторы, компиляторы и сборщики, отладчики, интегрированные системы разработки программ, пакеты графического вывода, коммуникационные программы и т.д.

К системным компонентам относятся: ядро системы, обеспечивающее взаимодействие всех компонентов, загрузчик программ, подсистемы, обеспечивающие диалог с человеком, оконная система и интерпретатор команд, и, наконец, файловая система. Именно системные компоненты ОС определяют основные ее свойства.

ОС делятся на однопользовательские и многопользовательские, однозадачные и многозадачные, они могут иметь текстовый или графический интерфейс. ОС решает задачи, которые можно условно разделить на две категории:

- во-первых, управление всеми ресурсами компьютера;

- во-вторых, обмен данными между устройствами компьютера, между компьютером и человеком.

3. Переведите термины на русский язык.

Объектіні ендіру, программа басына оралу, мәтінді кірістіру, желіге кіріс, дискжетек таңдау, информация таңдамасы, тышқан арқылы ерекшеліу, шақыратын перне, ортасы бойынша туралау, екі жақты дискжетек, іздеу бұтағы, дисктік жады, шинаға жіберу, жазбаға қатынау, туынды процесс, команданы атқару, іске қосу пернесі, түйінді сөз, қосу батырмасы, жазбаны жою коды, пішімдеу командасы, түпкі каталог, пернені басу, операцияны аластау, программаға өту.

4. Переведите текст на русский язык.

Интернет

Осы күнгі ірі компьютерлік желі. Әлемнің дамыған бар елінде бірнеше миллион компьютерлерді біріктіреді. Интернет аты берілген желінің басқа желілердің жалпы «интер-желіге» біріктірілген жиынды білдіреді. Дүние жүзілік желі ортақтандырылмаған: Интернеттің орталық дирекциясы не штаб-квартирасы да жоқ.

Қазіргі кезде дүниежүзілік желілерден компьютері мен модемі және желіден мәлімет алу мүмкіндігін сататын - провайдерға ай сайын абоненттік ақысын төлеуге келген кісінің мәлімет алуға мүмкіндігі бар.

5. В каждой словообразовательной модели подберите по 3-4 термина. Составьте с ними предложения.

а) V + -ащи (я), -ящи (я), -ищи (я)

б) V + -ни (е), -нь (е), -ени (е), -ень (е)

Сравнение контрольных работ студентов экспериментальных и контрольных групп свидетельствует о достаточно большой разнице в сформированности словообразовательных знаний, умений и навыков и словарном запасе студентов факультета информаци-

онных технологий. Итоги контрольного среза представлены в таблице 2.

Педагогическое наблюдение, организованное во время обучающего эксперимента, беседы со студентами, проверка рефератов, конспектов по спецдисциплинам, ознакомление с их сообщениями и выступлениями на научных студенческих конференциях показали повышение орфографической грамотности, расширение словаря студентов ЭГ, сокращение ошибок в формальных средствах связи (окончаний, предлогов), достаточный уровень коммуникативной компетенции. Студенты, обучающиеся по экспериментальной программе, научились адекватно воспринимать однокоренные термины, семантизировать их с опорой на морфемный и словообразовательный анализ, составлять предложения и тексты с использованием терминологии по информатике и переводить их на родной язык. Также нами отмечается значительное повышение интереса к работе над текстами и словарями по специальности.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСТЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СРЕЗА

| Количество студентов | 1) Вместо точек вставьте нужные слова | | | 2) Прочитайте текст. Выпишите термины. Произведите морфемный и словообразовательный анализ | | | | 3) Переведите термины на русский язык | | 4) Переведите текст на русский язык | | | | 5) К каждой словообразовательной модели подберите по 3-4 термина. Составьте с ними предложения | | |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------------|--|-------------------------|---|---|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|
| | Не справились | Лексические ошибки | Грамматические ошибки | Не справились | Выписали не все термины | Ошибки в определении морфемного состава | Ошибки в проведении словообразовательного анализа | Не справились | Перевели не все термины | Ошибки грамматического характера | Не справились | Перевели частично | Ошибки в формальных средствах | Не справились | Подобрали ТЕ не ко всем моделям | Составлены не все предложения |
| 103 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 ЭГ | 2% | - | 3% | 2% | - | 7% | 9% | 3% | 7% | 9% | 4% | 8% | 10% | 5% | 7% | 9% |
| 52 КГ | 17% | 9% | 74% | 11% | 13% | 33% | 43% | 15% | 25% | 60% | 21% | 18% | 61% | 19% | 21% | 60% |

Раздел 2

Машиностроение. Металлургия

УДК 622.284.54.004.624

М.Р. НУРГУЖИН
Г.С. ЖЕТЕСОВА

Влияние усадочной силы на прочность металлоконструкций секций механизированных крепей

Для расчета на прочность элементов секций механизированных крепей необходимо выявить класс кровли, мощность пласта, характер контактирующих с крепью пород по углевмещающим породным структурам шахтопласта, их свойствам и характеристикам в пределах выемочного столба; выбрать схемы взаимодействия металлоконструкций секций механизированных крепей с боковыми породами, породами кровли и почвы. В настоящее время разнообразие горно-геологических условий при выемке пластов различной мощности требует новых инженерных решений по созданию механизированных крепей различных типов, приспособленных для работы как в благоприятных, так и сложных горно-геологических условиях.

Доминирующим технологическим процессом в области производства металлических конструкций механизированных крепей является сварка. После сварки продольных поясных швов в металлоконструкциях секций (основаниях, перекрытиях, ограждениях) возникают деформации укорочения, которые формируются в зоне термического влияния и являются остаточными продольными пластическими деформациями. Продольные остаточные деформации создают усадочную силу и момент от усадочной силы, который вызывает изгиб конструкции.

Для низколегированных и низкоуглеродистых сталей в случаях сваривания соединений втавр за один проход установлена зависимость усадочной силы от режима сварки, жесткости сварного соединения и предела текучести стали, точка приложения усадочной силы для соединения втавр находится примерно на стыке стенки и полки (рис. 1,а) [1]:

$$P_{ус.ж} = \frac{P_{ус.ж}}{1 - \frac{P_{ус.ж}}{\sigma_T} \left(\frac{e_1^2}{J_1} + \frac{e_2^2}{J_2} + \frac{1}{F} \right)}, \quad (1)$$

где $P_{ус.ж}$ — усадочная сила, возникающая при укладке шва на свариваемый элемент, кгс;
 σ_T — предел текучести металла, кгс/см², для стали 10Г2С1 равен 3000 кгс/см²;
 J_1 и J_2 — соответственно моменты инерции относительно главных центральных осей 1–1 и 2–2, см⁴ (рис. 1,б);
 F — площадь поперечного сечения, см²;
 e_1 и e_2 — соответственно эксцентриситеты приложения усадочной силы относительно осей 1–1 и 2–2, см.

Металлоконструкции секций механизированных крепей состоят из нескольких продольных и поперечных элементов, которые вначале собирают на прихватках, а затем сваривают, в этом случае прихваточные швы считаются достаточно прочными и жесткими, чтобы обеспечить совместную работу всех элементов. Так, при присоединении к раме основания верхних накладок, площадью F является вся площадь поперечного сечения (рис. 1,в), эксцентриситетами приложения усадочной силы для шва B — e_{1B} и e_{2B} , моменты инерции J_1 и J_2 относительно главных осей 1–1 и 2–2 находят для всей площади поперечного сечения.

Величина $P_{ус.ж}$, выраженная в ньютонах, определяется в зависимости от режима сварки [2]:

$$P_{yc.ж} = - \left(\frac{230000}{g_0 + 12600} + 3,58 \right) \frac{g}{V_c}, \quad (2)$$

где g — эффективная мощность сварки, Дж/с;
 V_c — скорость сварки, см/с;
 g_0 — удельная погонная энергия сварки, Дж/см²;
 g/V_c — погонная энергия сварки, Дж/см².

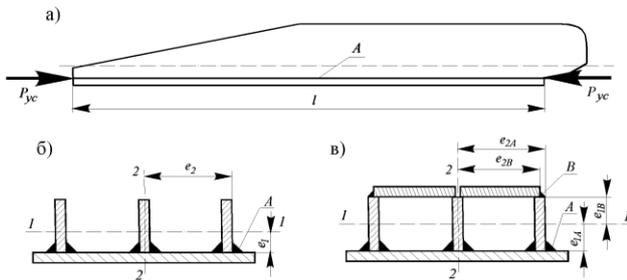


Рис. 1. Положение главных осей и эксцентриситеты приложения усадочной силы основания крепи 2ОКП70К: а — точки приложения усадочной силы для случая сваривания соединения втавр; б — положение главных осей и эксцентриситеты приложения усадочной силы в случае однопроходного соединения; в — положение главных осей и эксцентриситеты приложения усадочной силы в случае двухпроходного соединения

Металлоконструкции перекрытий и оснований секций механизированных крепей получают многопроходной сваркой (четырёхпроходная, пятипроходная сварка втавр двумя одинаковыми угловыми швами), зона пластических деформаций от последующих слоев перекрывает зону пластических деформаций, образованную ранее уложенными слоями, и суммарная усадочная сила превышает величину усадочной силы от первого прохода в несколько раз. В этом случае суммарная усадочная сила тавровых и угловых соединений определяется [1]:

$$P_{yc.n} = P_{yc} \left[1 + \frac{\Delta F_{nl}}{F_{nl}} \left(\frac{e_1^2}{J_1} + \frac{e_2^2}{J_2} + \frac{1}{F} \right) \left(\frac{P_{yc.ж}}{\sigma_T} + F_{nl} + \Delta F_{nl} \right) \right] + \Delta F_{nl} \sigma_T, \quad (3)$$

где F_{nl} — площадь зоны пластических деформаций при однопроходной односторонней сварке;
 ΔF_{nl} — приращение площади зоны пластических деформаций при многопроходной сварке.

Усадочная сила вызывает изгиб и укорочение металлоконструкции в продольном направлении [1, 2]:

$$\Delta_{np} = \frac{P_{yc.n} l}{EF}, \quad (4)$$

где l — длина сварного шва, см;
 E — модуль упругости материала, кГ/см².

Использование формул (1)-(4) возможно, если усадочная сила и площадь поперечного сечения сварной конструкции неизменны вдоль оси металлоконструкции элемента секции, в противном случае, продольное укорочение можно найти, рассмотрев малый элемент сварной конструкции элемента секции, получив выражение для его укорочения и проинтегрировав это выражение по всей длине конструкции. Предполагаем, что суживающаяся металлоконструкция основания секции механизированной крепи (рис. 2) непре-

рывно нагружена распределенной усадочной силой, в результате чего возникает переменная вдоль всей длины конструкции сила. На расстоянии x от конца основания вырезаем элемент длиной dx . Усадочная сила, действующая на этот элемент, и площадь его поперечного сечения должны быть представлены функциями от x . Тогда укорочение элемента будет равно [3]

$$d\Delta_{np} = \frac{P_{yc.x} dx}{EF_x}, \quad (5)$$

а укорочение всего основания составит

$$\Delta_{np} = \int_0^l d\Delta_{np} = \int_0^l \frac{P_{yc.x} dx}{EF_x}. \quad (6)$$

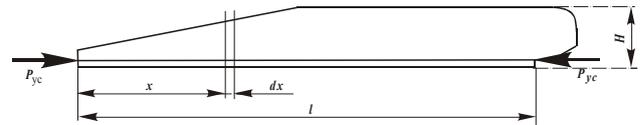


Рис. 2. Основание крепи с непрерывно изменяющейся площадью поперечного сечения и продольной усадочной силой

Выражение (6) дает точные результаты вычислений для конструкций с углами между сторонами 20-30°. На рис. 3 предлагается конечно-элементное представление перекрытия и основания линейной секции механизированной крепи 2ОКП70К в недеформированном и деформированном состояниях сварной конструкции. Материал элементов секции крепи — сталь марки 10Г2С1. Конструкции сваривают на длине за два прохода, на прихватках, по контуру прилегания. Сварка дуговая, полуавтоматическая. Соединение тавровое с катетами 16-18 мм и толщиной элементов 16-25 мм.

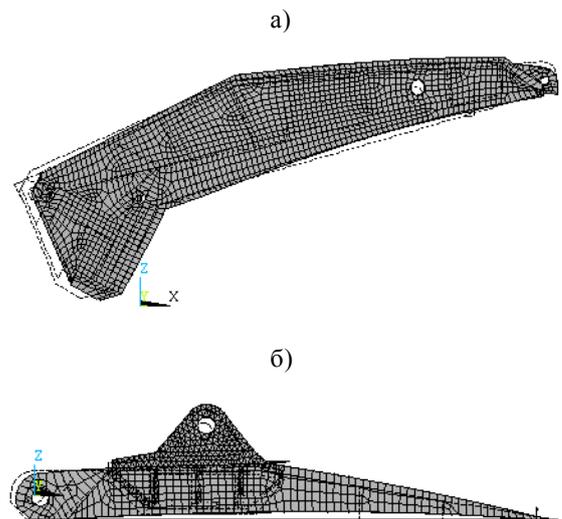


Рис. 3. Конечно-элементные модели основания и перекрытия механизированной крепи 2ОКП70К: а) конечно-элементная модель перекрытия; б) конечно-элементная модель основания

Таким образом, наличие начальных сварочных деформаций, вызванных усадкой металла в зоне сварных соединений, существенно влияет на несую-

щую способность сварной конструкции. Объясняется это тем, что при высоких рабочих напряжениях и высокой концентрации напряжений на первых же стадиях осадки кровли возникают пластические деформации от суммы рабочих и остаточных напряжений. Полученная пластическая деформация снижает уравновешенные ранее остаточные напряжения, ко-

торые самопроизвольно не восстанавливаются, и влияет на местную устойчивость элементов механизированных крепей. Кроме того, значительная концентрация напряжений превалирует над собственными напряжениями, тем самым понижая выносливость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х томах. Т.3. М.: Высшая школа, 1976. 585 с.
2. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. М.: Высшая школа, 1990. 446 с.
3. Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов. М.: Мир, 1976. 670 с.

УДК 669.18:621.746:620.18

*А.З. ИСАГУЛОВ
Л.А. ДАХНО
Е.В. СКВОРЦОВ
А.Б. СЕРИКБАЕВА*

Влияние модифицирования на формирование структуры стали и природу неметаллических включений

Одним из способов повышения качества стали являются управление процессом формирования первичной (дендритной) структуры и изменение состава и морфологии неметаллических включений в результате ввода модификаторов. Исследования показывают, что измельчение структуры, глобуляризация и равномерное распределение включений позволяют получить высокие свойства стальных слитков.

В настоящей работе для изучения качества стали 80Л исследовали влияние модификатора в виде силикокальция на формирование дендритной структуры, природу и распределение неметаллических включений. Сталь выплавляли в производственных условиях в печи ДСП 1,5, модификатор в количестве 0,7; 1,0 и 2,0% по расчету вводили в ковш при выпуске металла. После ввода модификатора расплав выдерживали 60 с и разливали в форму для получения отливок.

Для количественной оценки структурного эффекта модифицирования применяли следующие металлографические критерии: размеры осей дендритов (длина, ширина); плотность дендритной структуры, отражающая соотношение площадей осей и межосных участков; дисперсность дендритной структуры, характеризующая суммарное количество осей дендритов и межосных участков на единицу длины.

Распределение неметаллических включений в дендритной структуре исследовали по следующей методике. Микротвердомером ПМТ-3 в каждом из 20 полей зрения на нетравленном шлифе отмечали сульфиды, окисульфиды и оксиды. Для дифференцирования различных типов включений их отмечали индентором при различных нагрузках. После травления шлифа реактивом Обергоффера подсчитывали количество включений в осях дендритов и межосных участках (рис. 1). Результаты подсчетов приведены в таблице.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СТАЛИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

| Вариант | Добавка | | 10 ⁴ Г _д | 10 ⁴ Г _с | I _г /I _{общ} , % | α _{ар} , мкм | 10 ⁴ Г _{общ} | Количество включений, % | |
|---------|---------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| | Вид | Кол-во, кг/т | | | | | | в осях дендритов | в межосных участках |

| | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----|------|------|----|-----|------|----|-----|
| 1 | | - | 0,96 | 1,27 | 43 | 6,4 | 2,23 | - | 100 |
| 2 | Силико-кальций | 0,7 | 1,29 | 0,59 | 69 | 5,5 | 1,88 | - | - |
| 3 | | 1,0 | 1,30 | 0,52 | 71 | 4,9 | 1,82 | 38 | 62 |
| 4 | | 2,0 | 1,02 | 0,49 | 68 | 9,1 | 1,51 | - | - |

В исследуемой стали под действием модифицирования происходило измельчение и утонение дендритных осей, которое носило затухающий характер. Уже при малых содержаниях модификатора в стали достаточно, чтобы препятствовать росту кристаллов в ширину в результате затруднения диффузионного переноса атомов железа к поверхности растущих дендритов.

Модифицирование повышало дисперсность структуры зон столбчатых и равноосных дендритов. Анализ коэффициента вариации, подсчитанного по средним значениям дисперсности структуры, показал, что кальций увеличивает однородность зоны столбчатых дендритов. Основное действие кальция на повышение однородности структуры в стали проявляется при его содержании до 0,004% (рис. 2).

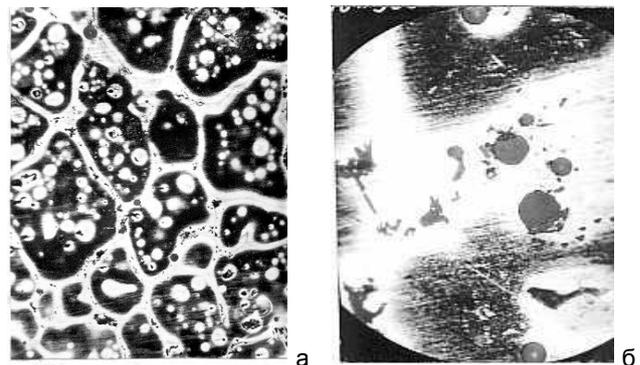


Рис. 1. Включения в осях дендритов и межосных участках: а — х100; б — х500

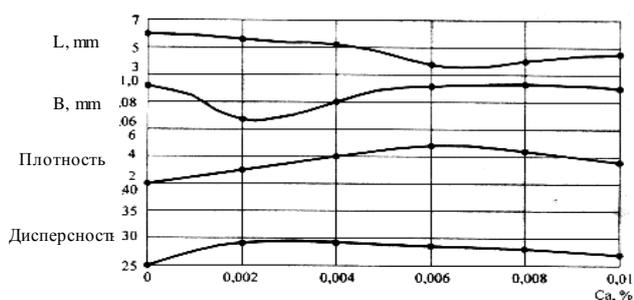


Рис. 2. Влияние кальция на повышение однородности структуры

При высоких содержаниях кальция наблюдалось явление связывания модификатора (кальция) и частичное удаление серы и кислорода, которые являются сильными поверхностно-активными элементами.

Результаты рентгеноспектрального анализа показали, что кальций преимущественно расходуется на образование соединений с серой и кислородом, т.е. неметаллических включений типа сульфидов и оксидов. Так, если в стали без добавок модификатора основными видами включений являлись железомарганцевые сульфиды и продукты раскисления стали (корунд), то кальций практически полностью обеспечивает перевод этих сульфидов в сфероидальные включения с содержанием кальция. Основным видом оксидов в стали являлись алюминаты кальция типа $mCaO \cdot Al_2O_3$, покрытые полностью или частично сульфидной оболочкой (рис.3). Самостоятельные включения корунда единичны.

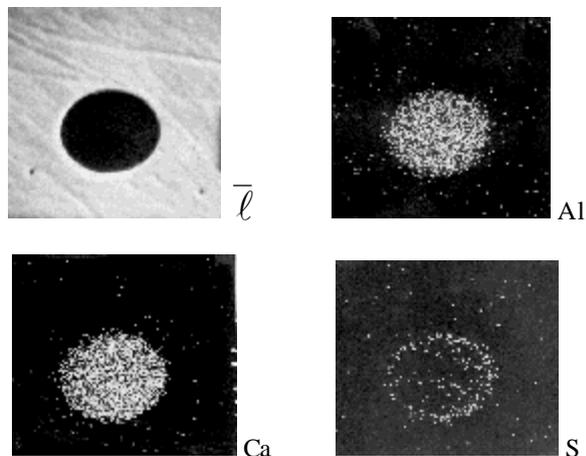


Рис. 3. Алюминаты кальция в характеристическом рентгеновском излучении

Поскольку в результате модифицирования образовывались тугоплавкие включения, которые находились в жидкой стали во взвешенном состоянии, то происходило перераспределение включений в дендритной структуре. Анализ приведенных данных показывает, что включения в дендритной структуре немодифицированной стали распределяются неравномерно: количество содержащих серу включений в межосных участках значительно выше, чем в осях. Содержание оксидов, наоборот, больше в осевых участках. Такая неравномерность распределения включений в дендритной структуре должна обуславливать также неравномерность концентраций напряжений.

Модифицирование кальцием приводило к увеличению количества содержащих серу соединений в осях дендритов. Можно предположить, что различный характер изменения количества кальцийсодержащих сернистых включений в осях дендритов и межосных участках (увеличение их количества в осях) может свидетельствовать о возможной иницирующей роли этих включений в процессе кристаллизации. Наблюдаемое увеличение дисперсности дендритной структуры можно объяснить тем, что кальций является модификатором-инокулятором, т.е. его соединения (сульфиды) могут служить подложками при кристаллизации металла, вызывая увеличение числа центров кристаллизации.

Результаты исследований показывают, что при модифицировании расплава происходит снижение загрязненности стали неметаллическими включениями. Оценка количества неметаллических включений в образцах опытного (после модифицирования) и сравнительного вариантов показала, что средний балл включений в опытном металле значительно ниже аналогичных показателей текущего производства: балл оксидов соответственно 2,1 против 4,1; силикатов 2,25 против 3,5; сульфидов 1,25 против 2,3.

Металлографическое исследование микрошлифов показало, что отдельные включения как бы скоагулированы в комплексы округлой формы. Довольно четко проявлялся эффект модифицирования включений как по морфологии, так и по химическому составу включений, что подтверждалось результатами рентгеноструктурного анализа, выделенных электролизом включений; после модифицирования образовывались алюминаты кальция — $5CaO \cdot 3Al_2O_3$ и $CaO \cdot 6Al_2O_3$.

На микрошлифах наблюдали, как вокруг алюминатов кальция концентрировалась сера, т.е. образовывалась сульфидная оболочка, последнее упрочняет включение и снижает способность стали к разрушению.

С целью дополнительного изучения влияния модифицирования на структуру стали и распределение структурных составляющих проводили электронно-микроскопическое исследование исходной структуры стали и опытной после модифицирования. Полученные результаты показали, что модифицирование приводит к измельчению перлитных колоний в пределах зерна стали (рис. 4), т.е. к общему диспергированию ее структуры.

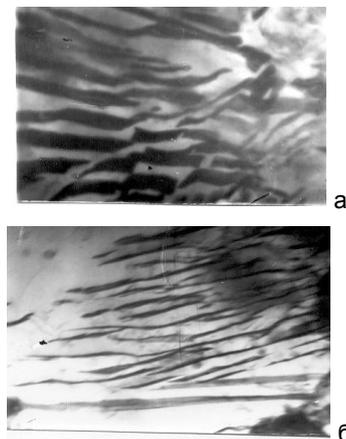


Рис. 4. Электронно-микроскопическая структура перлитных колоний а — до модифицирования; б — после модифицирования

Таким образом, рассмотрено применение модифицирования стали для повышения плотности дендр-

ритной структуры зон столбчатых и равноосных кристаллов, измельчения перлитных колоний, упрочнения неметаллических включений, что в итоге способствует повышению твердости стали и сопротивлению износу.

УДК 658.861.339:562

В.И. ИЛЬКУН
М.Х. ХАМИТОВ
Т.С. СЕЙСИМБИНОВ

Влияние климатического районирования и транспортного фактора на некоторые качественные параметры тонколистовой стали

Анализ отечественных и зарубежных стандартов на тонколистовой стальной прокат позволил установить, что в перечисленной нормативной документации по-разному оговорен параметр срока сохраняемости механических свойств [1]. В ГОСТ 9045-80, ГОСТ 13345-81, ГОСТ 14918-80, ГОСТ 16522-89, ГОСТ 17066-80, ГОСТ 21427. 1-75, ГОСТ 21427. 1-75, ГОСТ 21427.75, ГОСТ 24244-80 отмечается, что хранение холоднокатаной листовой продукции должно осуществляться в закрытых помещениях, защищенных от попадания влаги (однако процентное содержание влаги в окружающем воздухе не всегда оговорено). По международному стандарту ISO 3874-76 для дрессированных листов из кипящих сталей гарантируется отсутствие линий скольжения в течение шести недель; по стандартам NFA 36-401-80 (Франция), UNI 5866-77 (Италия) и DIN 1623-83, ч.1 (Германия) — в течение десяти недель (по стандарту Франции лишь в случаях, когда листы подвергнуты правке перед штамповкой). Стабильность сохранения механических свойств по стандартам ISO и Германии гарантируется в течение восьми дней. В ГОСТ 9045-80 (СССР), ASTM A 619-75, A 622-75, A 568-95 (США), JIS G 3142-77, JIS G 3141-96 (Япония) сроки гарантии сохранения механических свойств для листов из кипящей стали не указаны. В общем стандарте ASTM A 568-96 (США) указано, что в интересах потребителя необходимо максимальное сокращение сроков хранения листовой стали до переработки в готовую продукцию. Предприятия, перерабатывающие листовую сталь и не имеющие правильных машин для правки листов, должны использовать нестареющую сталь. Свойства листов из нестареющей стали по стандартам ISO, Италии, Франции, Германии и Японии гарантируются в течение шести месяцев.

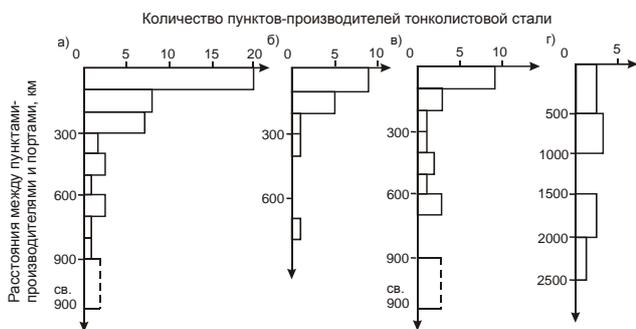
При малых сроках сохранения механических свойств листовая сталь должна перерабатываться вблизи предприятий-изготовителей, чтобы расстояние от изготовителя до потребителя могло быть покрыто (с учетом времени на упаковку, отгрузку, транспортировку и разгрузку с доставкой к месту переработки) за минимальное время (пять-шесть суток). Такое ограничение по времени транспортировки резко снижает возможности экспортеров и делает тонколистовую сталь в ряде случаев неконкурентоспособной.

Для более детального изучения этого вопроса было проведено измерение расстояний от пунктов предприятий-производителей тонколистовой стали до ближайших портов (речных, озерных, морских). Рас-

стояния между географическими пунктами определяли по географическим картам с помощью курвиметра КУ-А, имеющего погрешность измерений 0,5%. Предполагалось, что портовые города — это промышленные центры, в которых имеются фирмы по переработке тонколистового проката.

В результате измерения расстояний до 75 центров-производителей тонколистового стального проката, расположенных на шести континентах, установлено, что железнодорожное сообщение с морскими портами имеют по крайней мере 49 пунктов на всех материках. Для удобства анализа все 49 пунктов (рис. а) распределили следующим образом: на рисунке (б) показана гистограмма распределения расстояний от географических пунктов-производителей тонколистового проката до ближайших портов Северной и Южной Америки, на рисунке (в) — для Евразии. Из приведенной на рисунке (а) гистограммы следует, что из 49, по крайней мере, 20 пунктов (40,82%) расположены на расстоянии менее 100 км от портовых городов. Установлено, что на американских (Северная и Южная Америка) и Евразийском континентальных образованиях по 9 пунктов связаны с портами железными дорогами протяженностью менее 100 км, что составляет 39,13% от общего числа пунктов-производителей тонколистовой стали. На рисунке (г) показано распределение пунктов-производителей тонколистовой стали на территории СНГ: Украина — 2, Российская Федерация — 5 и Республика Казахстан — 1. Следует отметить, что из перечисленных пунктов-производителей тонколистовой стали речными портами являются Запорожье, Москва, Череповец (летом), а морским портом — Мариуполь (также летом), а зимой — с ледокольным сопровождением.

Из анализа соответствующих гистограмм (рис. а-в) следует, что у всех кривых минимум находится в диапазоне 500-900 км, в то время как и на гистограмме (рис. г) — минимум расположен в интервале 1000-1500 км. Распределения (рис. а-в) характерны для стран, подавляющее большинство которых ориентировано и на внутренний, и на внешний рынки сбыта. Для стран СНГ, выпускающих тонколистовую продукцию, распределение характерно для внутреннего рынка (рис. г).



Распределение городов(пунктов)-производителей тонколистовой стали в зависимости от расстояния до ближайших портов: а) в целом на шести континентах земли; б) в Северной и Южной Америке; в) в Евразии; г) на территории СНГ (СССР)

Для выявления государств, в которые может осуществляться поставка тонколистового проката из кипящих сталей за пять-шесть суток, проанализировали распределение стран-членов ISO-4977/4 по климатическим поясам и областям [2, табл.1]. Установлено, что географические центры (пункты) по производству тонколистового проката некоторых стран расположены в одних и тех же или соседних климатических областях. Наилучшее соответствие считалось для стран, расположенных в одной климатической области, хорошее — для стран, расположенных в соседних климатических областях.

Из табл. 1 следует, что при поставке тонкого стального листа из кипящих сталей по стандартам ISO 3574-76 и германскому (DIN 1623-83, ч.1) в оговоренные этими стандартами сроки тонколистовой прокат может быть доставлен по железной дороге практически в любую европейскую страну, включая Украину и Российскую Федерацию (до Уральского хребта). Предполагалось, что среднесуточное продвижение товарного состава достигает 800-1000 км.

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРАН-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТОНКОЛИСТОВОГО ПРОКАТА ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ ОБЛАСТЯМ МАТЕРИКОВ ЗЕМЛИ

| № п.п. | Климатическая область | Страны-производители тонколистового проката (по ISO 4977/4) |
|---------------------------|-----------------------|---|
| а) наилучшее соответствие | | |
| 1 | 8 | США, КНР, Япония |
| 2 | 10 | Австралийский Союз, США |
| 3 | 11 | Бельгия, Великобритания, Германия (ФРГ), Италия, Нидерланды, Франция, Испания |
| 4 | 13а | СНГ (Российская Федерация), Канада, США |
| 5 | 14б | Австрия, Германия (ФРГ), Польша, Франция, Швеция, Италия |
| 6 | 14в | Румыния, СНГ (Украина) |
| б) хорошее соответствие | | |
| 1 | 1а | Венесуэла |
| | 1б | Индия |
| 2 | 5 | ЮАР |
| | 6 | Италия |
| 3 | 6 | Италия |
| | 7 | США |
| 4 | 7 | США |
| | 8 | КНР, Япония |
| 5 | 10 | Австралийский Союз, США, |

| | | |
|---|------------|--|
| | 11 | Бельгия, Великобритания, Германия (ФРГ), Испания, Нидерланды, Франция |
| 6 | 13а 13б | Канада, США, СНГ (Российская Федерация) СНГ (Республика Казахстан) |
| 7 | 14б 14в | Австрия, Германия (ФРГ), Италия, Польша, Франция, Швеция СНГ (Украина), Румыния |

В другие страны Азии, Африки, Америки и Австралии целесообразно производить транспортировку тонколистового проката только из нестарееющих сталей с соблюдением климатического соответствия между странами-производителями и странами-потребителями тонколистовой стали.

Таким образом, климатические условия стран, входящих в указанную систематизацию, сыграли немаловажную роль в формировании маркетинговых связей. При этом учитывались условия производства тонколистовой стали и условия эксплуатации оборудования, которые были близки или совпадали.

Следует отметить также, что в приведенной систематизации количество климатических областей, для которых наблюдается соответствие между странами наилучшим (одна климатическая область) — шесть, а количество пар климатических областей, для которых отмечается соответствие хорошим (соседство указанных климатических областей) — семь. Необходимо подчеркнуть, что указанное соответствие эффективно только для климатических областей соответствующих стран, перечисленных в систематизации. При этом могут быть достигнуты благоприятные качественные показатели для тонколистовых сталей, выпускаемых по соответствующим стандартам на ТУ и технологическим инструкциям.

В табл.2 приведены итоги распределения по макроклиматическим районам, климатическим поясам и областям земной суши стран-производителей тонколистового стального проката, выполненные с учетом данных табл.1. Анализ табл.2 показал, что наибольшее количество соответствий климатических условий существует для стран, входящих в 8,10,13 и 14 климатические области субтропического и умеренного климатических поясов [2], относящихся к умеренному (У) макроклиматическому району (по ГОСТ 25870-83), в который входят макроклиматические районы (ГОСТ 15180-69) с умеренным (У), умеренно-холодным морским климатом (М), тропическим влажным климатом (ТВ).

Учитывая, что тонколистовой прокат транспортируется в каждом конкретном случае из страны-производителя в страну-потребитель, найдем число сочетаний двух пунктов (n=2) из общего числа стран или пунктов (m) в каждой климатической области (табл.1) для вариантов наилучшего и хорошего соответствия. Числа необходимых сочетаний определили по классической формуле

$$C_m^n = \frac{m(m-1)...[m-(n-1)]}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n}$$

В результате расчетов установлено, что:

а) для наилучшего соответствия (когда все пункты расположены в одной климатической области), табл.1

| | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|--|
| Климатические области 10,14в | Число сочетаний $C_2^2 = 1$ | 6 и 7 | $C_2^2 = 1$ |
| 8,13а | $C_3^2 = 3$ | 5 и 6; 7 и 8 | $C_3^2 = \frac{3 \cdot 2}{1 \cdot 2} = 3$ |
| 11,14б | $C_5^2 = 15$ | 13а и 13б | $C_3^2 = \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2} = 6$ |
| б) для хорошего соответствия (когда все пункты расположены в двух соседних климатических областях, табл.1) | | 10 и 11; 14б и 14в | $C_8^2 = \frac{8 \cdot 7}{1 \cdot 2} = 28$ |
| Климатические области | Число сочетаний | | |

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО МАКРОКЛИМАТИЧЕСКИМ РАЙОНАМ, КЛИМАТИЧЕСКИМ ПОЯСАМ МАТЕРИКОВ СТРАН-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТОНКОЛИСТОВОЙ СТАЛИ С НАИЛУЧШИМ И ХОРОШИМ СООТВЕТСТВИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

| Макроклиматические районы земного шара | | | Климатические | | Соответствие | |
|--|------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|---------|
| ГОСТ 25870-83 | ГОСТ 25482-80 | ГОСТ 15150-69 | пояса | области | наилучшее | хорошее |
| ---- | | Тропический влажный климат (ТВ) | Субэкваториальный (II) | 1 а б | | + |
| ---- | Тропический сухой (ТС) | Тропический сухой (ТС) | Тропический (III) | 5 | | + |
| Умеренный (У) | ---- | Умеренный холодный морской климат (М) | Субтропический (IV) | 6 | | + |
| | ---- | Умеренный климат (У) | | 7 | | + |
| | ---- | Тропический влажный климат (ТВ) | | 8 | | + |
| | ---- | Умеренный климат (У) | 10 | | + | |
| | ---- | Умеренный климат (У) | 11 | | + | |
| | ---- | Умеренный холодный морской климат (М) | Умеренный (V) | 13 а б | | + |
| ---- | Умеренный климат (М) | 14 б в | | | + | |

Следовательно, минимальные $C_2^2 = 1$ характерны для климатических областей 6, 7, 10 и 14в, а максимальное $C_8^2 = 28$ — для климатических областей 10 и 11, 14б и 14в.

В Европе качественные показатели определяющие механические свойства тонколистового проката из стареющих и нестареющих сталей, обеспечиваются при правильной упаковке к транспортировке от

производителя к потребителю, а на остальных континентах в основном нестареющих сталей (за исключением Канады и США).

Приведенные в статье распределения стран-производителей тонколистовой стали и варианты транспортировки могут быть использованы для выбора стран-экспортеров и соответствующих им по климатическим условиям стран-потребителей, не производящих тонколистовой стальной прокат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Требования к качеству тонколистовой углеродистой стали по отечественным и зарубежным стандартам: Обзорная информация/Ин-т «Черметинформация». Сер. «Прокатное производство»/ Э.Н. Либерман, З.Д. Камалетдинова, Л.В. Аношина. М., 1985. Вып. 1. 49 с.
2. Географический атлас. Изд. 4-е / Отв. редакторы Л.Н.Колосова, В.С. Чудинова. М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1983. 238 с.

УДК 620.18:621.135.2

Л.А. ДАХНО
А.Б. СЕРИКБАЕВА
О.А. ШАРЯЯ
А.А. ДАХНО

Исследование причин растрескивания колесной стали

Сложные условия эксплуатации железнодорожных колес грузовых и пассажирских вагонов приводят к возникновению значительных напряжений в месте контакта металла колес с рельсом: здесь имеют место как нормальные напряжения — от давления колеса при его качении по рельсу, так и касательные — при скольжении колеса по рельсу в процессе торможения. Поверхность катания колеса воспринимает также и динамические нагрузки при качении колеса по стыкам рельс.

Трение качения приводит к возникновению касательных сил в месте контакта, способствующих повышению напряжений в поверхностном слое колеса и, следовательно, — к износу поверхности катания. При выходе нагретого участка колеса из зоны контакта происходит быстрое охлаждение металла, что может привести к образованию сетки трещин и разрушению поверхности катания. Разогрев поверхности происходит главным образом за счет пластической деформации стального поверхностного слоя, при этом порядка 75% энергии, затраченной на пластическую деформацию, превращается в тепло [1]. Тепловая энергия концентрируется в микрообъемах, примыкающих к поверхности сдвига, температура металла в этих объемах может превышать критические точки стали и при быстром охлаждении создаются условия для протекания мартенситного превращения. Образовавшийся на поверхности колеса мартенситный слой в процессе эксплуатации способен растрескиваться и отслаиваться.

На поверхности катания наблюдаются также выкрашивания усталостного характера, что также приводит к интенсивному износу.

Таким образом, многообразие условий эксплуатации железнодорожных колес предъявляет определенные и весьма жесткие требования к качеству стали, предназначенной для их производства, а именно высокая прочность, усталостная прочность, хладостойкость.

Необходимо отметить, что используемая в настоящее время в странах СНГ углеродистая сталь для производства цельнокатанных колес не в полной мере отвечает перспективным условиям эксплуатации, имеет место преждевременный выход из строя колес по тормозным, тепловым повреждениям, а также износ поверхности качения [1].

В настоящей работе приводятся результаты металлографического исследования качества металла колесной пары с целью установления причин образования трещин на ободе колеса при его эксплуатации. Химический состав исследуемой стали приведен в таблице 1. В соответствии с ГОСТ 10791-81 химический состав углеродистой стали для производства цельнокатанных колес должен иметь следующий состав (табл. 2).

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТАЛИ

| Марка стали | Содержание элементов, % масс. | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | C | Mn | Si | Al | S | P | V | Cr | Ni | Cu |
| Сталь 2 | 0,61 | 0,71 | 0,35 | 0,01 | 0,023 | 0,015 | 0,002 | 0,05 | 0,05 | 0,07 |

Таблица 2

ГОСТ 10791-81/2/

| Марка стали | Содержание элементов, % масс. | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----------|-----------|---|----------|------|------|------|------|
| | C | Mn | Si | V | не более | | | | |
| | | | | | P | S | Ni | Cr | Cu |
| Сталь 2 | 0,55-0,65 | 0,50-0,90 | 0,20-0,42 | - | 0,035 | 0,04 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

Общий вид колеса показан на рис. 1, колесо цельнокатаное, при визуальном осмотре поверхности качения не наблюдалось его интенсивного износа и повышенного выкрашивания металла, в местах образования трещины и общего растрескивания участка обода колеса вырезали темплеты для исследования. Из темплетов готовили образцы для изучения макро- и микроструктуры стали в месте появления трещины, ее распространения и окончания растрескивания металла. На рис. 2 показана макроструктура образца стали в устье трещины, где отчетливо видна магистральная трещина длиной до 60 мм, от нее вверх произошло растрескивание стали, образовалась короткая трещина длиной до 10 мм. Как видно, макроструктура образца от поверхности катания неплотная, рыхлая, наблюдаются растравы металла в виде темных точечных образований и коротких трещинок. Магистральная трещина имеет вид слегка изогнутой линии, что свидетельствует о ее распространении по границам зерен стали.



Рис. 1. Общий вид цельнокатаного колеса

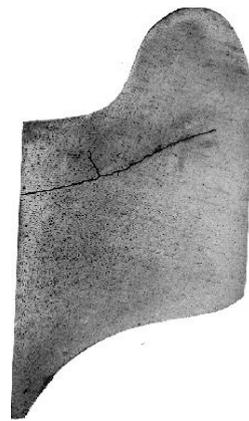


Рис. 2. Макроструктура образца стали в устье трещины

Микроструктурный анализ образцов позволил выявить наличие внутренних дефектов стали в виде надрывов металла (рис. 3), структура стали неравномерная, выше трещины представлена сорбитом, ниже — наблюдается переход к ферритно-перлитной структуре, где феррит выделяется в виде сетки по границам перлитных колоний. Дополнительно исследовали образцы, отобранные в участке конца трещины, где также произошло растрескивание металла. Излом металла произошел вдоль направления деформации стали, последнее подтверждается исследованием структуры стали до травления по характеру распределения неметаллических фаз, в частности, сульфидов марганца и железа, а также силикатов (рис. 4).



Рис. 3. Микроструктура стали с внутренним дефектом — надрыв металла. До травления. $\times 500$

Силикатные неметаллические включения имеют пленочное распределение по границам зерен, относятся к силикатам пластинчатым (СП) и соответствуют 3-4 баллам по ГОСТ 1778. Силикаты хрупкие (СХ) соответствуют 3-4 баллам, силикаты недеформируемые (СН) до 4 баллов. Включения сульфидов слегка вытянутой формы (в виде «чечевицы»), образуют небольшие группы по границам первичных зерен, их количество оценивается в 4 балла. В участках, прилегающих к нижней части излома, также наблюдаются скопления неметаллических включений, превышающих требования стандарта и весьма неблагоприятного распределения: от излома вниз под углом в металл расходятся трещины, заполненные оксидными фазами (рис. 5), они однозначно представляют собой концентраторы напряжений, по которым происходит скалывание — растрескивание.

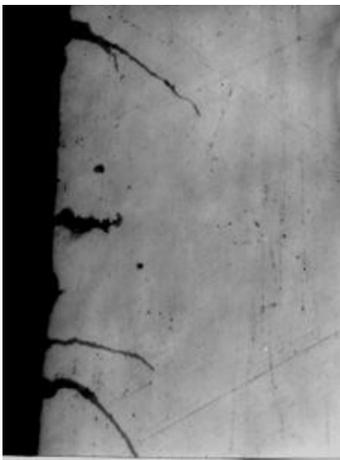


Рис. 4. Распределение неметаллических включений вдоль излома. До травления. $\times 800$

В участках металла, удаленных от места излома, неметаллические включения представлены СН до 4б, СХ до 3,5 от 3б, сульфиды 3-4 баллов и приближаются к требованиям стандарта, однако наблюдается все же пленочное их распределение по границам зерен. В соответствии со стандартом ГОСТ 10791-89 «Колеса цельнокатаные. Технические условия» балл неметаллических включений в стали ободьев колес по ГОСТ 1778/3/ не должен превышать: сульфидных включений — 3,5; силикатов хрупких — 3,5; силикатов пластинчатых — 4; оксидов строчечных — 1 [2].



Рис. 5. Оксидные включения в участках. До травления. $\times 630$

Поэтому в данном образце, который соответствует участку конца трещины, металл растрескался, его расслоение произошло по грубым неметаллическим включениям оксисульфидного типа, имеющим пленочное распределение по границам первичных зерен.

Микроструктура металла образца конца трещины представлена перлитом сфероидизированным, сорбитообразным и ферритом в форме фрагментов и в виде ферритной сетки, т.е. получилась структура продуктов промежуточного превращения (рис. 6). Величина зерна от 5-6 до 7-8 баллов по ГОСТ 5639-82. Значение микротвердости (H_{200}) соответствует 270-295, что подтверждает образование сорбитообразной структурной составляющей.

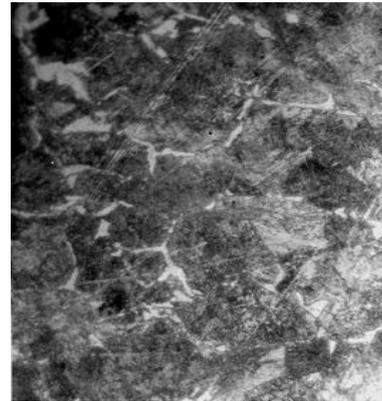


Рис. 6. Микроструктура стали обода колеса в участках трещины и излома. $\times 500$: темное — сорбитообразный перлит; белое — феррит

Дальнейшему исследованию подлежали образцы металла с участком растрескивания. Анализ структуры этих образцов показал, что по краю излома существует расслоение металла обода по неметаллическим включениям. Микроструктура стали в участках, близко расположенных к излому, носит смешанный характер, это как тонкодифференцированный, сфероидизированный (сорбитообразный перлит), так и тонкопластинчатый перлит, феррит наблюдается часто в виде сетки по границам зерен или не всегда полностью оконтуривает зерна. На некотором расстоянии от излома образца структура представлена сорбитообразным перлитом и практически отсутствует ферритная сетка, однако наблюдаются «белые пятна» феррита в микроструктуре. В общем случае величина зерна соответствует 5-6 баллам. Распределение микротвердо-

сти (H_{200}) также неравномерно и находится в пределах 277,1-229,0.

Таким образом, результаты проведенного металлографического исследования структуры стали позволяют заключить, что образование трещины и растрескивание (расслоение) стали произошло вследствие неудовлетворительного качества металла, а именно металлургических дефектов стали — наличия грубых неметаллических включений в местах расслоения, значительно превышающих по размеру и распределению требования стандартов. Дополнительно к указанному имеют место внутреннее окисление стали по границам зерен и

образование структур промежуточного превращения ввиду различной степени термического воздействия на металл обода колеса. Последнее можно объяснить пониженной термостойкостью стали, так как циклический нагрев и охлаждение обода во время эксплуатации и, следовательно, быстросменяющиеся расширение и сжатие слоев металла обода могут способствовать появлению внутренних разгарных трещин. Неудовлетворительное распределение неметаллических включений объясняется особенностями металлургического качества стального слитка (отливки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башнин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической обработки стали: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986. 424с.
2. ГОСТ 10791-89. «Колеса цельнокатаные. Технические условия».
3. ГОСТ 1778-80. «Неметаллические включения в стали».

УДК 669.168:669.782.9

А.М. ЕФИМЕЦ
А.А. АКБЕРДИН
У.К. КОНУРОВ
А.С. КИМ

Вязкость шлаков производства ферросилиция

Процесс производства ферросилиция считается бесшлаковым. В соответствии с заводской практикой выход конечного шлака не превышает 4-5% от веса металла и обусловлен наличием в шихтовых материалах только частично переходящих в металл и газ элементов. Основной элемент плавки — кремний также не на 100% переходит в металл и вместе с оксидами кальция, алюминия, магния и другими образует конечный шлак. Однако значительная часть процессов формирования металла в печном пространстве происходит с участием шлаковой фазы и поэтому исследованию его физико-химических свойств должно уделяться особое внимание. Роль шлака в производстве ферросилиция существенно возрастает в связи с заменой в шихте части стружки железосодержащими оксидными материалами, например, окатышами или богатыми по железу рудами. В этом случае количество шлака по отношению к металлу может составлять 20 и более процентов.

Вязкость шлаков определяли на электровибрационном вискозиметре в молибденовых тиглях внутренним диаметром 20 и высотой 35 мм. Диаметр шпинделя составлял 2,5, а глубина погружения его в расплав $10 \pm 0,5$ мм. Температуру шлака фиксировали термопарой ПР 30/6, горячий спай которой через специальное углубление подводился ко дну тигля. Измерение вязкости производили в вертикальной трубчатой печи Таммана. Погружение шпинделя на нужную глубину осуществляли с помощью микровинтового подъёмника. Момент касания шпинделя и шлака фиксировали с помощью милливольтметра, соединенного с вискозиметром. Для предотвращения окисления тигля и шпинделя в печь подавали аргон. Навеска шлака (15 гр.) загружалась в тигель с помощью трубки из малоуглеродистой стали. Замеры вязкости производились при непрерывном охлаждении расплава со средней скоростью 1-3°C/мин от гомогенно-жидкого до твердого состояния. После опыта шлаковый расплав уда-

лялся из тигля намораживанием его на молибденовый прутки. Перед загрузкой очередной навески тигель промывался небольшим количеством шлака этого же состава. Температуру кристаллизации шлаков определяли графически по кривой зависимости логарифма вязкости от обратной абсолютной температуры.

Для градуировки вискозиметра была изготовлена «тяжелая жидкость» на основе раствора «Клеричи», имеющая исходную плотность 4,2-4,5 г/см³. Для придания этой жидкости необходимой вязкости и уменьшения плотности, в ней растворяли глюкозу при температуре 80°C. Плотность полученной жидкости оказалась близкой к таковой расплавленных металлургических шлаков и равнялась 2,85-3,0 г/см³. Вязкость градуировочной жидкости изменялась от сотых долей до 200 пуаз при охлаждении её от 80 до 2°C. Градуировочная зависимость ЭДС вискозиметра от вязкости жидкости имеет плавный наклон, что позволяет пользоваться вискозиметром для измерения вязкости шлаков в широком диапазоне.

На рис. 1 представлены вязкостные характеристики некоторых производственных шлаков Аксуского завода ферросплавов, составы которых даны в таблице 1.

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВЫ ШЛАКОВ ПРОИЗВОДСТВА СПЛАВА ФС65 НА АКЗФ

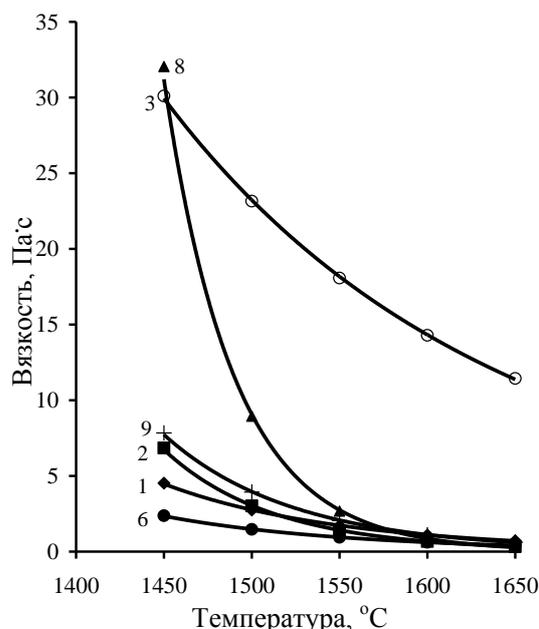
| Химический, % | | | | | Фазовый, % | | | | |
|---------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------|------|-----------------|-----------------|-----|
| aO | iO ₂ | l ₂ O ₃ | l ₂ O ₃ | iO ₂ | AS | S | AS ₂ | zS ₂ | |
| 4,38 | 3,27 | 2,35 | ,75 | ,56 | ,34 | 1,66 | 4,00 | | |
| 2,69 | 0,35 | 6,96 | ,88 | ,08 | 0,31 | | 9,69 | | |
| ,95 | 7,83 | 3,22 | ,39 | ,13 | | | 4,30 | 5,94 | ,76 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 2,21 | 2,82 | 4,97 | ,64 | ,52 | ,58 | ,49 | 1,93 | | | |
| | 8,75 | 7,23 | 4,02 | ,43 | ,50 | ,39 | | 3,95 | | | 1,66 |
| | 6,48 | 7,39 | 6,13 | ,73 | ,71 | 7,96 | ,73 | 0,31 | | | |
| | ,32 | 1,93 | 1,74 | ,20 | ,10 | | | 1,28 | 0,44 | 8,28 | |
| | 7,64 | 0,00 | 2,36 | ,16 | ,25 | 7,02 | 2,67 | 0,31 | | | |
| | 0,69 | 5,19 | 4,12 | ,90 | ,87 | 0,56 | ,43 | 2,01 | | | |
| | 0,63 | 2,90 | 3,47 | ,27 | ,04 | | | 8,97 | 2,43 | ,60 | |
| 1 | 9,30 | 2,80 | 7,90 | ,77 | ,89 | 5,53 | | 2,82 | | | ,62 |

Хорошо видно, что как излишне кислые (шлак 3), так и основные (8) шлаки имеют неблагоприятную температурную зависимость вязкости. Шлак 3 как в печи, так и на выпуске имеет высокую вязкость даже при значительном перегреве. При 1600-1650°C его вязкость составляет более 10 Па·с (100 пуаз), что затрудняет его выпуск из печи. Это связано с наличием в его составе таких фаз, как тридимит (45,94%) и анортит (44,30%), имеющих каркасное строение анионной составляющей (табл. 1). Шлак 8 излишне основной ($CaO/SiO_2 = 1,25$), из него плохо восстанавливается кремний, он короткий, с неустойчивой характеристикой. Находится он в области тугоплавкого геленита (67,02%) (табл. 1). Он не характерен для выплавки FeSi, равно как и шлак 3 ($CaO/SiO_2 = 0,13$). Наличие шлаков такого состава и характеристик говорит о недостаточной отработанности процесса.

Свойства другой группы шлаков (1, 2, 6 и 9) близки между собой. На них можно работать. Но шлаки 2 и 9 имеют несколько повышенную основность и более высокую вязкость (рис. 1).

Из производственных лучшими характеристиками обладает шлак 6 (табл. 1). Он имеет наиболее низкую вязкость и устойчив по этому показателю в широком диапазоне температур. Напомним, что в качестве фазовых составляющих он содержит около 70% анортита, 28% геленита и 2% псевдоволластонита (табл. 1). Однако шлак 6 получен присадкой в шихту известняка, т.к. в противном случае он был бы кислым и находился более глубоко в области кристаллизации анортита. Такой шлак обозначен в таблице 1 под номером 5. Он натуральный — Аксуского завода ферросплавов. Этот шлак получается, если в шихту не присаживать известняк. Определенная нами его вязкостная характеристика в сопоставлении с оптимальным (6) и близким к нему шлаком 4 представлена на рис. 2,а.



Цифры у кривых – номера шлаков по таблице 1

Рис. 1. Политермы вязкости шлаков производства ферросилиция

Хорошо видно, что шлак 5 имеет повышенную вязкость даже при высоком перегреве и вызовет затруднения при выпуске его из печи. Более благоприятную вязкостную характеристику имеют шлаки 4 и 6. Для достижения вязкости 1 Па·с их достаточно нагреть до 1600°C, в то время как для шлака 5 требуется температура 1700°C.

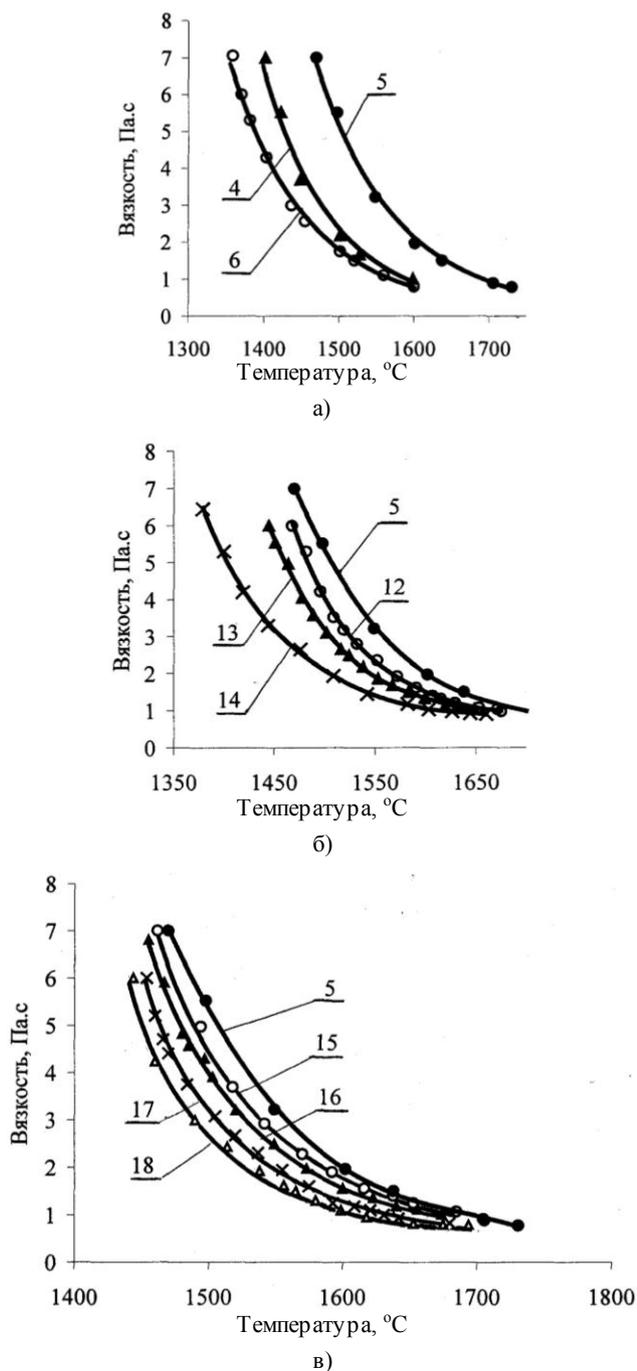
Было решено изучить возможность достижения характеристик шлаков 4 и 6 не присадкой повышенных количеств известняка, а борсодержащих материалов — борного ангидрида (B_2O_3) и боратовой руды Индерского месторождения. В качестве базового выбрали шлак 5, характерный для работы печи без присадок известняка, и в него вводили различное количество указанных материалов. Составы изученных шлаков приведены в табл. 2.

Шлаки 12, 13, 14 получены добавкой 5; 10 и 15% боратовой руды соответственно в шлак 5, а шлаки 15; 16; 17 и 18 добавкой 1; 2; 4 и 6% B_2O_3 в него же. Заметим, что при вводе в шлаки чистого борного ангидрида соотношения компонентов в нём не изменяются, а при добавке боратовой руды наряду с ростом содержания B_2O_3 растёт отношение CaO к Al_2O_3 и SiO_2 .

Таблица 2

СОСТАВЫ ОПЫТНЫХ ШЛАКОВ

| № п/п | Содержание компонентов, % | | | | | | |
|-------|---------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|------------------------------------|----------------------|
| | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO/Al ₂ O ₃ | CaO/SiO ₂ |
| 5 | 18,75 | 37,23 | 44,02 | - | - | 0,43 | 0,50 |
| 12 | 19,50 | 36,70 | 43,00 | 0,39 | 0,38 | 0,45 | 0,53 |
| 13 | 20,15 | 36,26 | 42,10 | 0,76 | 0,73 | 0,48 | 0,56 |
| 14 | 20,80 | 35,82 | 41,21 | 1,11 | 1,07 | 0,50 | 0,58 |
| 15 | 18,57 | 36,86 | 43,58 | 0,99 | - | 0,43 | 0,50 |
| 16 | 18,39 | 36,50 | 42,33 | 1,96 | - | 0,43 | 0,50 |
| 17 | 18,03 | 35,80 | 42,33 | 3,85 | - | 0,43 | 0,50 |
| 18 | 17,69 | 35,13 | 41,53 | 5,66 | - | 0,43 | 0,50 |



Цифры у кривых — номера шлаков по таблицам 1 и 2

Рис. 2. Температурная зависимость вязкости шлаков производства ферросилиция (а) и влияние на неё присадок боратовой руды (б) и борного ангидрида (в)

Поэтому боратовую руду можно рассматривать как комплексный флюс. Так, при обеспечении в шлаке 1% V_2O_5 за счёт присадок боратовой руды отношение CaO к Al_2O_3 и SiO_2 увеличивается на 0,07-0,08 единиц. По физическим свойствам такой шлак приближается к борсодержащему с 4% чистого борного ангидрида, т.е. влияние содержащихся в руде оксидов кальция, магния, алюминия на вязкость велико.

Это видно по данным рисунков 2,б и 2,в, где показано влияние различных количеств боратовой руды и борного ангидрида на вязкость базового шлака (№5) одного и того же исходного состава. Так, при температуре 1500°C исходный шлак имеет вязкость

5,3 Па·с. При добавке в него 10% боратовой руды вязкость снижается до 3,2 Па·с, а содержание в нём V_2O_5 составляет 0,76%. При тех же условиях ввод в базовый шлак 1% чистого V_2O_5 снижает вязкость до 4,4 Па·с. По этим данным виден эффект влияния упомянутых оксидов руды.

По опытным данным нашли также температуру кристаллизации шлаков.

Её можно определить на основе известной экспоненциальной зависимости вязкости от температуры:

$$\eta = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (1)$$

где η — вязкость;

A — предэкспоненциальный множитель;

R — универсальная газовая постоянная;

E — энергия активации;

T — температура.

Логарифмирование этого выражения даёт:

$$\ln \eta = \ln A - \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{T}, \quad (2)$$

где $\ln A$ — отрезок, отсекаемый на оси ординат;

E/R — угловой коэффициент прямой.

При графической обработке экспериментальных данных в координатах $\ln \eta - \frac{1}{T}$ достаточно чётко

видны переломы на прямых, свидетельствующие о структурном изменении шлаков при их остывании. Точку перелома отождествляют с температурой начала кристаллизации. Она может быть найдена из графика или математически путем совместного решения уравнений прямых до и после перелома. В общем виде они могут быть записаны следующим образом:

$$y_a = c + ax \text{ — для прямой до перелома,}$$

$$y_b = c_1 + a_1 x \text{ — для прямой после перелома,}$$

где через « y » обозначен $\ln \eta$, через « x » — $1/T$, а « c » и « a » представляют собой свободный член ($\ln A$) и угловой коэффициент (E/R) уравнения (2).

Координаты точки пересечения двух прямых находятся следующим образом:

$$x = -\frac{c_1 - c}{a - a_1}; \quad y = \frac{c \cdot a_1 - c_1 \cdot a}{a - a_1}.$$

В табл. 3 приведены упомянутые уравнения, найденные обработкой опытных данных методом наименьших квадратов. Там же показаны температуры кристаллизации ($T_{кр}$) и значения энергий активации вязкого течения (E).

Таблица 3

ТЕМПЕРАТУРА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ ШЛАКОВ

| Шлак | Уравнение | $T_{кр.}, ^\circ C$ | | $E,$ кДж/моль |
|------|------------------------------------|---------------------|--------|------------------|
| | | график | уравн. | |
| 5 | $\ln \eta = -12,1657 + 23999,51/T$ | 1615 | 1614 | 197 |
| | $\ln \eta = -17,1981 + 33500,82/T$ | | | 274 |
| 4 | $\ln \eta = -10,0479 + 18949,97/T$ | 1536 | 1535 | 155 |
| | $\ln \eta = -17,0691 + 31648,74/T$ | | | 259 |
| 6 | $\ln \eta = -11,7446 + 21850,27/T$ | 1490 | 1478 | 179 |
| | $\ln \eta = -15,3413 + 28150,38/T$ | | | 231 |

| | | | | |
|----|--|------|------|------------|
| 12 | $\ln\eta_b = -9,4717+18400,85/T$ $\ln\eta_b = -19,0440+36200,70/T$ | 1589 | 1586 | 151 296 |
| 13 | $\ln\eta_b = -11,3680+21849,25/T$ $\ln\eta_b = -16,6671+31599,09/T$ | 1564 | 1565 | 179 259 |
| 14 | $\ln\eta_b = -7,5961+14399,03/T$ $\ln\eta_b = -15,5239+28750,19/T$ | 1540 | 1539 | 118 235 |
| 15 | $\ln\eta_b = -12,4139+24352,77/T$ $\ln\eta_b = -18,5789+35649,9/T$ | 1567 | 1559 | 199 292 |
| 16 | $\ln\eta_b = -13,0441+25300,9/T$ $\ln\eta_b = -18,4112+35098,3/T$ | 1549 | 1558 | 207 287 |
| 17 | $\ln\eta_b = -14,4688+27598,5/T$ $\ln\eta_b = -18,5741+35049,5/T$ | 1537 | 1542 | 226 287 |
| 18 | $\ln\eta_b = -14,9585+28199,8/T$ $\ln\eta_b = -19,7598+36800,3/T$ | 1521 | 1519 | 231 301 |

Как видно, оптимального состава шлаки (6 и 4) Аксуского завода ферросплавов имеют температуру кристаллизации на уровне 1490-1536°C. Они получены присадкой в шихту известняка. Таких же характеристик можно достичь вводом ограниченного количества борного ангидрида или боратовой руды (шлаки

12-18), оказывая одновременно положительное влияние на вязкость шлаков и кинетику восстановления кремния в металл.

Из анализа полученных данных можно заключить, что боратовая руда является эффективным средством регулирования физических свойств шлаков. Для получения шлака оптимального состава и свойств необходимо присадкой боратовой руды поддерживать в нём содержание B_2O_3 на уровне 1-2%, корректируя его в зависимости от количества таких загущающих шлак компонентов, как карбид кремния, металлический кремний и т.д., то есть в зависимости от конкретных условий плавки. Из опытных данных следует, что в этом случае шлаки будут иметь температуру кристаллизации в пределах 1500-1550°C и их достаточно перегреть до 1600-1650°C, чтобы иметь вязкость менее 1,0 Па·с, оптимальную для выпуска из печи.

УДК 533.601.1

Н.Ж. ДЖАЙЧИБЕКОВ
С.К. РЫСМАГАНБЕТОВА

Влияние параметров диспергированной фазы газозвеси на динамические характеристики несущего газа в ударном слое перед обтекаемым телом

В настоящее время в различных отраслях производства, в технике и технологических процессах широко используется двухфазная среда. В таких средах несущей фазой могут быть газ или жидкость, а диспергированной фазой — газовые пузыри, жидкие капли, твердые частицы. Среди таких сред наименее изучены потоки газозвеси (газ с твердыми частицами). Имеющиеся простые модели по обтеканию тел газозвесью рассматривают лишь «одиночные» частицы, без их взаимодействия друг с другом. Однако, когда концентрация частиц в набегающем потоке достаточно велика, увеличивается вероятность столкновений «падающих» и отраженных от тела частиц. В этом случае необходимо учитывать взаимодействия частиц друг с другом и с обтекаемой поверхностью, так как эти процессы могут существенно влиять на параметры потока.

Наиболее полный учет столкновений частиц между собой и возникающих при этом хаотически движущихся частиц произведен С.К. Матвеевым в четырехкомпонентной модели обтекания тел газозвесью [1].

В указанной работе среда рассматривается в виде четырех взаимопроникающих континуумов: 1) газ (несущая среда), 2) упорядоченно движущиеся падающие частицы (s -компонента), 3) упорядоченно движущиеся отраженные частицы (r -компонента) и 4) хаотически движущиеся частицы (t -компонента). Последние возникают при столкновении падающих и отраженных частиц (учитываются лишь парные столкновения). Газ считается идеальным и нетеплопроводным, а теплопроводность и вязкость проявляются только при взаимодействии с частицами, причем межфазный теплообмен пропорционален разности температур газа и частиц, а

силовое взаимодействие складывается только из архимедовой силы и силы сопротивления частиц, зависящей от разности скоростей фаз. Частицы считаются сферическими одинаковых размеров.

Приведенные в настоящей работе результаты получены при расчете обтекания сферы потоком газозвеси на основе трехкомпонентной модели, которая может быть получена из четырехкомпонентной объединением r - и t -компонент. Такой режим обтекания реализуется, если шероховатость поверхности тела соизмерима с размером частиц. Балансовые уравнения такой среды в случае невязкого и нетеплопроводного газа t -частиц приведены в работе [2].

Интенсивность массообмена между компонентами твердой фазы при их столкновении определяется соотношением

$$I = \frac{6\rho_s\rho_t}{\rho_0 d_0} \sqrt{(\vec{W} - \vec{W}_s)^2 + \frac{16}{3\pi} U_t}.$$

Здесь I — масса s -частиц, переходящих в результате столкновений в t -частицы в единице объема за единицу времени. Считается, что после столкновений любых двух частиц, обе частицы переходят в сорт t , перенося с собой массу, импульс и энергию. Параметры в правой части имеют следующий смысл: ρ_s, ρ_t — концентрации (плотности) s и t компонент соответственно; ρ_0, d_0 — плотность материала частицы и ее диаметр; \vec{W}, \vec{W}_s — скорости компонент твердой фазы; U_t — удельная кинетическая энергия хаотического движения t -частиц (внутренняя энергия). Уравнение состояния газа t -частиц определяется аналогично несущей среде формулой

$$p_t = (k_t - 1) p_t U_t,$$

где p_t — давление газа t -частиц;
 k_t — показатель адиабаты.

При расчете двухфазных течений на основе изложенной трехкомпонентной модели для несущей фазы и континуума t -частиц применяется метод С.К. Годунова на подвижной сетке [3], а для континуума s -частиц — метод «крупных частиц» [4], так как «газ» s -частиц не обладает собственным давлением. Расчетная область ограничивается отрицательной стороной оси x , поверхностью сферы пересекающей оси координат в точках $(-1; 0)$ и $(0; 1)$ соответственно, осью y и головной ударной волной. Сеточными линиями одного семейства являются прямолинейные неподвижные лучи (включая оси координат), исходящие из центра сферы и пересекающие ударную волну, а другого семейства — криволинейные линии между поверхностью сферы и ударной волной, пересекающие эти лучи и делящие их на равные отрезки. В качестве граничных условий на поверхности тела и оси симметрии для газа задаются условия непротекания, а s -частицы переходят в t -частицы по закону «зеркального» отражения (если s -частицы на поверхность не попадают, то для газа t -частиц ставится условие непротекания). На оси y для всех компонент задаются «мягкие» условия, т.е. потоки обмена на этой границе вычисляются через параметры в приграничных ячейках. На ударной волне для газа и s -частиц задается вдув с постоянными параметрами набегающего потока, а для t -частиц — «мягкие» условия в случае, если нормальная составляющая скорости $W_{tn} > 0$ (направлена наружу области). Если же $W_{tn} \leq 0$, то она полагается равной нулю, и тем самым t -частицы не будут поступать через данную границу.

Положение ударной волны в каждый момент времени определяется положением узлов сетки на этой границе, перемещающейся вдоль лучей, как это делалось в работе [3]. Скорость D_n движения вдоль внешней нормали каждого отрезка ломаной (границ ячейек), составляющей ударную волну, определяется из решения задачи о распаде разрыва между параметрами газа в граничной ячейке, с одной стороны, и параметрами набегающего потока — с другой. В дальнейшем будут использоваться безразмерные переменные, в которых за характерные масштабы задачи взяты следующие величины: $p^* = p_0$, $W^* = a_0$, $L^* = R$, где p_0 и a_0 — давление и скорость звука в невозмущенном потоке газа, R — радиус сферы. В качестве начальных условий для несущей фазы и s -компоненты по всему полю задаются параметры набегающего потока, которые в соответствии с принятым способом обезразмеривания имеют следующие значения:

$$\rho = k = 1,4; u = M_\infty; \vartheta = 0; p = 1;$$

$$\rho_s = \rho_{s\infty}; u_s = M_\infty; \vartheta_s = 0; T_s = \frac{1}{k(k-1)} = 1,786,$$

где M_∞ — число Маха набегающего потока;

$u, \vartheta (u_s, \vartheta_s)$ — проекции вектора скорости \vec{W} (\vec{W}_s) на координатные оси x и y (в осесимметричном случае x — ось симметрии).

Для t -компоненты задаются нулевые начальные условия, т.е. в начальный момент отраженные частицы отсутствуют.

На рис. 1 и 2 приведены графики распределения давления газа (несущей среды) перед сферой вдоль оси симметрии, от лобовой точки до ударной волны, для чисел Маха в набегающем потоке $M_\infty = 4$ и $M_\infty = 2$ соответственно. Сплошные линии соответствуют случаю $\rho_{s\infty} = 0,6$, штриховые — $\rho_{s\infty} = 0,3$. Цифрами 1 и 2 обозначены соответственно режимы с $d_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ и $d_0 = 15 \cdot 10^{-4}$. Линия с номером «0» соответствует случаю обтекания сферы «чистым» газом. Приведенные распределения показывают, что давление газа заметно изменяется: при различных режимах, вблизи поверхности тела. Чем дальше от поверхности, тем менее заметно влияние параметров твердой фазы на параметры газа.

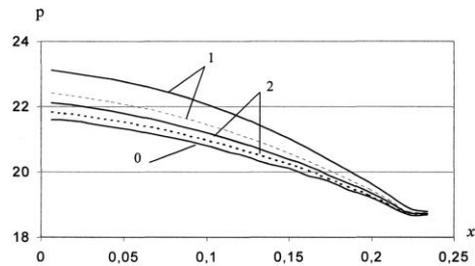


Рис. 1

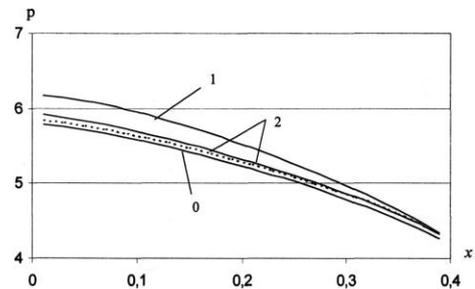


Рис. 2

Из рисунков видно также, что на распределение давления более существенно влияет размер частиц, а для больших скоростей в набегающем потоке — и исходная концентрация частиц. Повышение давления газа (следовательно и температуры) с уменьшением диаметра частиц или, что то же самое, с увеличением их числовой концентрации, связано с более тесным взаимодействием между газом и частицами. И наоборот, при больших размерах частиц, из-за слабого взаимодействия между двумя фазами, путь скоростной релаксации частиц увеличивается и несущая фаза и твердые частицы движутся практически независимо.

Обратная картина происходит при увеличении массовой концентрации частиц в набегающем потоке, а именно, при больших концентрациях частиц давление газа повышается и оно более заметно с приближением к поверхности тела. Здесь происходит аналогичная с размерами частиц картина, т.е. увеличение числа частиц в набегающем потоке приводит к увеличению хаотически движущихся частиц перед телом, которые, взаимодействуя с газом, повышают его давление и температуру. Это видно из рис.3, где приводится график изменения концентрации хаотически движущихся частиц (плотности «газа» t -частиц) в ударном слое перед телом при $\rho_{s\infty} = 0,3$ и $M_\infty = 4$. На этом рисунке кривые 1, 2 и 3 соответствуют диаметрам частиц $2,5 \cdot 10^{-4}$, $5 \cdot 10^{-4}$ и 10^{-3} . Верти-

кальные линии поперек оси ox указывают на положение ударной волны для соответствующих режимов.

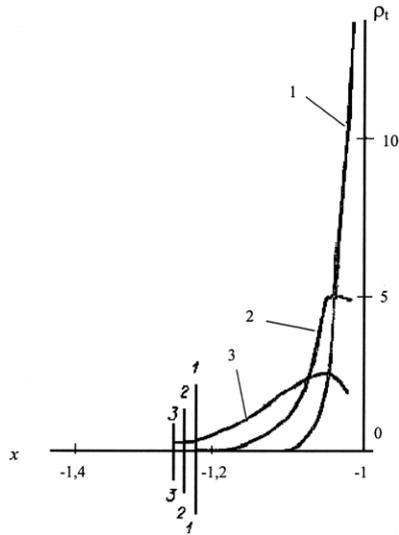


Рис. 3.

Нужно отметить, что размер частиц в твердой фазе влияет не только на распределение параметров газа, но и на его интегральные характеристики. Так, на рис. 4 приведена зависимость коэффициента сопротивления

сферы c_x от диаметра частиц для двух режимов скорости при $\rho_{S\infty} = 0,3$.

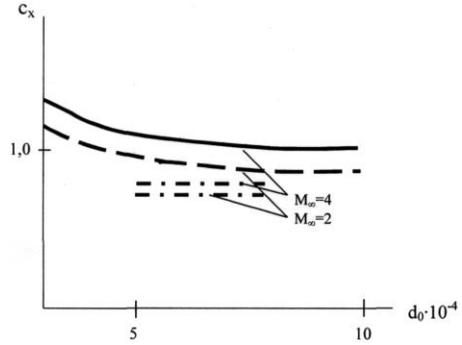


Рис. 4

Видно, что с увеличением диаметра частиц, коэффициент сопротивления, уменьшаясь асимптотически, приближается к своему значению при обтекании сферы «чистым» газом (штрихпунктирные линии). При вычислении коэффициента сопротивления сила сопротивления относилась к параметрам набегающего потока газа и площади миделевого сечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев С.К. Математическое описание обтекания тел потоком газозвеси с учетом влияния отраженных частиц // Газодинамика и теплообмен. Вып. 7. Л., 1982. С. 189-202.
2. Джайчибеков Н.Ж., Матвеев С.К. Расчет обтекания сферы газозвесью на основе трехкомпонентной модели двухфазной среды // Вестник ЛГУ. Л., 1985. №22. С. 57-62.
3. Годунов С.К. и др. Численное решение многомерных задач газовой динамики. М., 1976. 400 с.
4. Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. М., 1982. 391 с.

УДК 621.867.2

К.Т. АБЛЕЗОВ

Экспериментальные исследования ленточных конвейеров

В настоящее время широкое распространение для транспортирования скального крупнокускового материала получили ленточные конвейеры. Это требует решения ряда задач, связанных со спецификой работы загрузочных узлов таких конвейеров. Для изучения основных закономерностей взаимодействия груза с лентой были выполнены экспериментальные исследования, целью которых является изучение влияния роликов с податливыми обечайками, способа их расстановки в загрузочном узле и упругости самой ленты на ударную нагрузку, определение ее износа при подаче крупнокускового груза на конвейер в загрузочном узле.

Для достижения поставленной цели была разработана и изготовлена экспериментальная установка в виде копрового стенда, имитирующая подачу куска груза на ленту конвейера в натуральную величину и позволяющая воспроизвести наиболее тяжелые условия работы [1].

Ударное взаимодействие крупного куска груза с приемной частью загрузочного узла является сложным процессом, в котором участвуют груз, лента и ролики опор. Экспериментальное исследование системы «груз — лента — податливая обечайка» заклю-

чается в установлении зависимости входных параметров, оказывающих влияние на объект исследования.

Основная цель многофакторного эксперимента сводится к определению наиболее существенных факторов при статистическом моделировании для последующего выбора оптимальных параметров ударного взаимодействия кускового груза с лентой и опорными элементами. В соответствии с целями исследований в качестве параметров, характеризующих влияние входных факторов на динамическую систему, принимаем:

- 1) силу удара модели куска груза по ленте;
- 2) вертикальное смещение ленты и обечайки ролика.

Входными параметрами, влияющими на ударную нагрузку по ленте, являются: масса, острокромчатность и высота падения груза, натяжение, скорость движения, толщина обкладок и количество прокладок ленты, наличие подсева мелочи, плотность и крепость груза, жесткость обечайек роликоопор и др.

Кроме названных входных параметров существует множество качественных факторов. При таком многообразии количественных и качественных факторов провести эксперимент и определить требуемую зави-

симость практически невозможно. Поэтому необходимо применить специальные математические методы планирования эксперимента и отбор наиболее важных факторов [2, 3].

На первом этапе планирования эксперимента на основе качественного и количественного анализа производится отбор факторов по их влиянию на ударную нагрузку по ленте конвейера. Поэтому, с целью воспроизведения наихудших условий в эксперименте, некоторые факторы, уменьшающие ударную нагрузку по ленте, не учитываются, например, подсев мелкой фракции.

Предварительные экспериментальные исследования удара по ленте, опертой на роликоопоры с податливыми обечайками, показали, что при радиусе закругления бойка груза менее 3-5 мм происходит быстрый сквозной пробой ленты при незначительной величине ударной нагрузки и повышается вероятность пробоя при падении груза на ленту в промежутке между роликоопорами. При радиусах закругления бойка груза от 7 до 20 мм и ударе груза по ленте над податливой обечайкой или между опорами фактор острокромчатости груза не оказывает существенного влияния на ударную нагрузку. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований с использованием критерия Стьюдента исключила с вероятностью 0,95 фактор острокромчатости из полиномиальной модели, описывающей силу удара груза по ленте, опертой на ролики с податливыми обечайками.

Анализ существующих работ, а также предварительные экспериментальные исследования выявили, что наиболее значительное влияние на силу удара и долговечность конвейерной ленты оказывают следующие факторы:

- 1) масса груза;
- 2) высота падения груза;
- 3) натяжение ленты;
- 4) шаг расстановки роликоопор в загрузочном узле;
- 5) жесткость обечаяк податливых роликов.

Таким образом, количество входных параметров, оказывающих влияние на силу удара груза по ленте, составляет пять. При таком количестве входных параметров на первом этапе планирования эксперимента предусмотрено варьирование значениями факторов на двух уровнях. С целью существенного сокращения объема экспериментов примем ортогональный факторный план с дробной репликой 2^{5-1} . Тогда количество экспериментов равно

$$N=2^K=2^{5-1}=16, \quad (1)$$

где 2 — число уровней фактора;
K — число факторов.

Программа эксперимента была составлена с учетом рандомизации процесса.

Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в таблице 1.

Для построения локально-интегральной модели, описывающей поведение исследуемой системы, использовался метод наименьших квадратов. На первом этапе была построена полиномиальная модель первого порядка, после чего проводился статистический

анализ. Статистический анализ заключался в проверке ряда принимаемых гипотез:

- 1) об однородности дисперсий выходного параметра;
- 2) о значимости коэффициентов регрессии;
- 3) об адекватности модели.

Таблица 1

УРОВНИ И ИНТЕРВАЛЫ ВАРЬИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ

| № пп | Фактор | Обознач. в натур. величинах | Обознач. в кодир. Перемен. | Верхний уровень (+1) | Нижний уровень (-1) | Интервал варьирования |
|------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | Шаг расстановки, м | I | X_1 | 0,8 | 0,35 | 0,225 |
| 2 | Масса груза, кг | M | X_2 | 65 | 35 | 15 |
| 3 | Натяжение ленты, Н | S | X_3 | 40 | 20 | 10 |
| 4 | Высота падения, м | H_n | X_4 | 0,9 | 0,4 | 0,25 |
| 5 | Жесткость обечаяк, Н/м | C | X_5 | $20 \cdot 10^4$ | $50 \cdot 10^4$ | $75 \cdot 10^4$ |

В результате проведения и статистической обработки результатов экспериментов на ЭВМ получены следующие полиномиальные модели:

для силы по ленте, в кН:

$$\tilde{P}_1 = 7,64 + 1,92X_2 + 0,39X_3 + 1,39X_4 + 1,8X_5 + 0,49X_2X_3 + 0,32X_3X_4 + 0,26X_4X_5; \quad (2)$$

$$\tilde{P}_2 = 4,64 - 0,80X_1 + 0,61X_2 + 0,19X_3 + 0,7X_4 + 0,26X_5 - 0,14X_1X_4 - 0,18X_2X_3; \quad (3)$$

для деформации ленты конвейера, в мм:

$$\tilde{F}_1 = 41,5 + 11,1X_2 - 0,9X_3 + 8,5X_4 - 5,9X_5 + 1,2X_3X_5; \quad (4)$$

$$\tilde{F}_2 = 60,0 + 9,1X_1 + 6,5X_2 - 1,6X_3 + 6,4X_4 + 0,9X_2X_3. \quad (5)$$

Здесь \tilde{P}_1, \tilde{F}_1 — сила удара и деформация ленты в случае удара модели груза по ленте непосредственно над податливой роликоопорой;

\tilde{P}_2, \tilde{F}_2 — сила удара и деформация ленты в случае удара модели груза по ленте между роликоопорами;

X_1 — шаг расстановки роликов, м;

X_2 — масса груза, кг;

X_3 — натяжение ленты, Н;

X_4 — высота падения, м;

X_5 — жесткость обечаяк, Н/м.

Адекватность моделей (2)-(5) проверялась по критерию Фишера. Сравнение экспериментальных и теоретических результатов показывает, что полиномиальные модели (2) — (5) достаточно адекватно отражают ударное взаимодействие модели груза с лентой и податливыми роликоопорами (табл.2,3).

Таблица 2

СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СЛУЧАЕ УДАРА ГРУЗА ПО ЛЕНТЕ НАД ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ РОЛИКОМ С ПОДАТЛИВОЙ ОБЕЧАЙКОЙ

| Точка плана | Эксперимент | | Теория | | Ошибка, % | |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| | <i>A</i> , кН | <i>F</i> , кН | <i>A</i> , кН | <i>F</i> , кН | ΔP | ΔF |
| 1 | 3,21 | 29,9 | 3,66 | 35,3 | 14 | 18 |
| 2 | 6,29 | 15,7 | 7,30 | 18,1 | 16 | 15 |
| 3 | 9,15 | 37,9 | 10,13 | 44,3 | 11 | 17 |
| 4 | 6,07 | 52,1 | 7,15 | 61,3 | 16 | 18 |
| 5 | 5,45 | 16,3 | 6,34 | 18,5 | 16 | 13 |
| 6 | 2,37 | 25,7 | 2,79 | 28,9 | 18 | 12 |
| 7 | 7,19 | 47,9 | 8,01 | 56,3 | 11 | 18 |
| 8 | 10,27 | 38,5 | 12,10 | 44,3 | 18 | 15 |
| 9 | 8,95 | 32,7 | 10,23 | 37,9 | 14 | 16 |
| 10 | 4,83 | 46,9 | 5,62 | 52,9 | 16 | 13 |
| 11 | 7,65 | 69,1 | 8,91 | 80,9 | 16 | 17 |
| 12 | 11,81 | 54,9 | 13,84 | 62,1 | 17 | 13 |
| 13 | 5,27 | 42,7 | 6,09 | 48,6 | 16 | 14 |
| 14 | 9,39 | 33,3 | 10,82 | 37,4 | 15 | 12 |
| 15 | 14,21 | 55,5 | 16,81 | 63,7 | 18 | 15 |
| 16 | 10,09 | 64,9 | 11,84 | 72,1 | 17 | 11 |

Таблица 3

СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СЛУЧАЕ УДАРА ГРУЗА ПО ЛЕНТЕ МЕЖДУ РОЛИКАМИ С ПОДАТ ЛИВЫМИ ОБЕЧАЙКАМИ

| Точка плана | Эксперимент | | Теория | | Ошибка, % | |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| | <i>A</i> , кН | <i>F</i> , кН | <i>A</i> , кН | <i>F</i> , кН | ΔP | ΔF |
| 1 | 3,36 | 40,5 | 3,81 | 46,3 | 13 | 14 |
| 2 | 2,28 | 58,7 | 2,64 | 67,3 | 16 | 15 |
| 3 | 5,46 | 51,7 | 6,04 | 57,8 | 10 | 12 |
| 4 | 3,62 | 69,9 | 3,98 | 80,3 | 10 | 15 |
| 5 | 4,62 | 35,5 | 5,24 | 40,1 | 13 | 13 |
| 6 | 2,78 | 53,7 | 3,09 | 59,3 | 11 | 10 |
| 7 | 4,96 | 50,3 | 5,63 | 58,8 | 14 | 17 |
| 8 | 4,16 | 68,5 | 4,81 | 78,3 | 16 | 14 |
| 9 | 5,56 | 53,3 | 6,38 | 59,9 | 15 | 12 |
| 10 | 3,16 | 71,5 | 3,58 | 82,6 | 13 | 16 |
| 11 | 6,62 | 64,5 | 7,54 | 71,0 | 14 | 10 |
| 12 | 5,26 | 84,5 | 6,10 | 96,3 | 16 | 14 |
| 13 | 5,78 | 48,3 | 6,63 | 55,4 | 15 | 15 |
| 14 | 4,42 | 66,5 | 4,89 | 77,0 | 11 | 16 |
| 15 | 7,16 | 63,1 | 8,36 | 74,0 | 17 | 17 |
| 16 | 4,76 | 81,3 | 5,38 | 92,4 | 13 | 14 |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблезов К.Т. Стендовые испытания роликпопор с податливыми обечайками в загрузочных узлах ленточных конвейеров // Молодые ученые — науке Центрального Казахстана: Тез. докл. регион. конф. Караганда, 1988. С.46.
2. Баштаков Э. Планирование эксперимента в разведочном бурении. М.: Недра, 1985. 185с.
3. Зедгенидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М.: Наука, 1976. 390с.

Раздел 3

Горное дело

УДК 622.831.327: 622.831.325

С.С. КВОИ
Д.В. СОИ

Проблемы управления геомеханическими явлениями при интенсификации угледобычи

Повышения добычи угля в Карагандинском бассейне в условиях рыночной экономики возможно достичь только путем создания высокопроизводительных лав и постепенным переводом шахт на модель работы по типу «шахта-лава» или «шахта-пласт». Эта цель достижима при внедрении высокопроизводительных и надежных очистных комплексов, аналогичных тем, которые применяются в ведущих угледобывающих странах мира, таких как США, Германия, Англия, Австралия, ЮАР, где обеспечивается добыча на уровне 15-20 тыс.т в сутки с одной лавы.

Одной из главных задач в этих условиях является повышение надежности функционирования добычных участков на основе совершенствования способов и средств управления геомеханическим и газодинамическим состоянием углепородного массива.

Основными горно-геологическими факторами, влияющими на надежность и технико-экономические показатели добычи, являются: выбороопасность угольных пластов, горное давление и газовыделение.

На показатели горных работ газовыделение оказывает значительное влияние. Так, доля ограничения производительности очистного оборудования по газовому фактору при нагрузках 1200-1500 т/сутки составляет 13-15%, а при нагрузках на уровне 2.5-5 тыс. т в сутки может достигать 35-40% и во многих случаях «газовым порогом» является нагрузка 5-6 тыс. т/сутки. Еще более остро эта проблема стоит при проведении подготовительных выработок, что усиливает диспропорцию между темпами подготовительных и очистных работ.

Проявления горного давления в виде отжима, конвергенции пород влияют не только на технико-экономические показатели добычи, но и на надежность функционирования добычных участков.

Новые экономические отношения приносят дополнительные особенности в разработку угольных месторождений. Так, в ряде случаев вынужденно вводятся ограничения на добычу, что влечет за собой интенсификацию отжима угля в очистных забоях.

Надрработка или подработка пластов защитным пластом от горных ударов и от внезапных выбросов газа, угля и породы широко применяется в мировой практике. В условиях Карагандинского бассейна подработка пласта К12 пластом К10 применяется на шахтах им. Костенко, «Стахановская», им. Калинина, «Саранская» и др. Основной задачей такой подработки является предварительная дегазация пласта К12 для эффективности дальнейшей его разработки. Кроме того, подработка обеспечивает предварительное ослабление сопротивления угля и пород, что значительно облегчает работу очистного комбайна и обрушение пород кровли, особенно, если они представлены крепкими мощными песчаниками. Несмотря на большой опыт подработки пласта К12 пластом К10, детальный анализ последствий такого восходящего способа разработки до сих пор не был произведен. Поэтому на основании накопленного опыта и имеющихся материалов сделан анализ эффективности подработки.

В процессе подработки верхний пласт последовательно проходит через следующие стадии деформирования:

- 1) нагрузка и уплотнение в зоне опорного давления, возникающей впереди очистного забоя нижнего пласта;
- 2) разгрузка, опускание и разломы над породами, нависающими над выработанным пространством подготавливаемого пласта;
- 3) повторная нагрузка и уплотнение в зоне опорного давления, возникающей позади нависающих

пород (т.е. в той части выработанного пространства, где эти породы получают опору);

4) частичное восстановление первоначальных напряжений в зоне полных сдвижений.

Механизм деформирования пород непосредственно над выработанным пространством подрабатывающего пласта хорошо известен. Вслед за выемкой угля и передвижкой призабойной крепи происходит обрушение слоев непосредственной кровли, которые подвергаются совместному действию изгибающих и растягивающих напряжений. Обрушенные слои непосредственной кровли частично поддерживают вышележащие слои пород. Однако степень этого поддержания недостаточна для восстановления начальных геостатических напряжений, в результате чего девиаторные напряжения в массиве горных пород возрастают, особенно за счет увеличения растягивающих напряжений над зоной обрушения. В результате чего разрушение может вызываться относительно небольшими деформациями. Прочность же пород эффективно снижается от пикового до остаточного значения с потерей несущей способности и перераспределением напряжений. Кроме того, подвергшиеся сдвигу и сильно слоистые породы будут расслаиваться с увеличением разрушения массива.

Обрушаемость кровли в лаве зависит от толщины слоев, прочности, трещиноватости, условий их контакта, глубины с учетом перемещения основной кровли. Обычно при кровлях с узкоблочным и короткоблочным типом разрушения блоки при перемещениях проскальзывают относительно друг друга. При длинноблочном разрушении происходит их взаимный разворот.

Давление на крепь может быть рассчитано из условия ее работы в режиме заданной нагрузки. Важное значение в этом случае имеет установление реальной схемы ее формирования и возможных расчетных схем ожидаемых нагрузок на крепь в зависимости от свойств непосредственной и основной кровель.

В условиях того или иного способа управления кровлей существенное влияние на состояние кровли в призабойном пространстве оказывают длина лавы и скорость ее продвижения, прочность почвы (из-за возможности вдавливания стоек и пучения породы), рабочее сопротивление крепи и другие факторы в процессе добычи.

При выборе способа управления кровлей следует учитывать ее деформационные и прочностные характеристики, соотношение вынимаемой мощности пласта и непосредственной кровли. Тяжелые условия поддержания очистного забоя создаются при больших пролетах зависающих породных консолей. Возникающие при этом максимальные напряжения выражаются формулой:

$$\sigma_{1\max} = \frac{1}{4} \cdot \varphi \left(\frac{a}{b} \right) \cdot (1 - \nu^2) \cdot \frac{qb^2}{h^2}, \quad (1)$$

где a, b — длины сторон плиты, м;
 h — мощность плиты, м;
 ν — коэффициент Пуассона;
 q — интенсивность нагружения;

$\varphi(a/b)$ — функция, значения которой определяются отношением a/b и протабулированы.

Для однопролетной балки длиной l с защемленными концами с теми же условиями нагружения максимальные напряжения у опоры составляют

$$\sigma_{2\max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{ql^2}{h^2}. \quad (2)$$

Эквивалентный пролет находится из условия равенства максимальных напряжений (1) и (2). Таким образом,

$$l_3 = b \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \varphi \left(\frac{a}{b} \right) \cdot (1 - \nu)}. \quad (3)$$

Расчеты можно вести для балки длиной l_3 , соотношением $\varphi(a/b)$ устанавливаются размеры плиты.

Максимальный прогиб плиты W_{\max} , при расчете прочностью кровли можно пренебречь, предположив, что напряжение продольного сжатия

$$\sigma_x = 0; \quad \sigma_y = 0. \quad (4)$$

Тогда

$$W_{\max} = \frac{q}{\pi^4 \cdot \left[3 \cdot \left(\frac{1}{a^4} + \frac{1}{b^4} \right) + \frac{2}{a^2 b^2} \right] D}, \quad (5)$$

где $D = Eh^3/12(1-\nu^2)$ — цилиндрическая жесткость пластинки.

Из (1) и (5) видно, что при этом возрастают напряжения у забоя, в прогибах кровли и просадке крепи. Периодически происходящие обрушения основной кровли (вторичные осадки) приводят к динамическому воздействию на пласт, возможным завалам лав. Могут создаваться ситуации, приводящие к внезапным выбросам угля и газа, а главное, при разработке сближенных или свиты пластов — к разрушению рельефа поверхности земли, резко способствующих образованию водоемкостей, разрушению зданий, сооружений и т.д., которые в совокупности коренным образом усугубляют экологическую обстановку.

Вторичные осадки не происходят при подбучивании основной кровли обрушающимися породами непосредственной кровли. Практика показывает, что в этом случае мощность непосредственной кровли должна в 6-8 раз превышать вынимаемую мощность пласта, то есть породы кровли должны относиться к первому классу или управление кровлей должно осуществляться полной закладкой выработанного пространства при коэффициенте усадки закладочного материала $K_y=1$. Это достигается при полном бетонировании закладываемого материала. Подбучивание основной кровли произойдет при условии:

$$m + h_{н.к} = k \cdot m, \quad (6)$$

откуда

$$\frac{h_{н.к}}{m} = \frac{1}{k-1}, \quad (7)$$

где m и $h_{н.к}$ — вынимаемая мощность пласта и мощность непосредственной кровли, м;
 k — коэффициент разрыхления (отношение объема обрушенной породы к ее объему в массиве).

При недостаточной мощности непосредственной кровли вторичные осадки основной кровли проявляются тем сильнее, чем меньше отношение (7). Чтобы соблюдались условия $m + h_{н.к} = km$, необходимо выполнение равенства $k = k_y$, если при отработке пластов необходимо значительно уменьшить прогибы пород непосредственной и основной кровли или не допустить их обрушения, т.е. условия $k = k_y$, то необходима полная закладка выработанного пространства с трамбовкой закладываемых материалов.

Рассмотрим характер проявления геомеханических процессов в условиях работы высокопроизводительной лавы на шахте «Саранская».

В таблице представлено взаимное расположение пластов на шахте «Саранская».

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПЛАСТОВ ПО СКВ. №394
(САРАНСКИЙ УЧАСТОК, ШАХТА «САРАНСКАЯ»)

| Индекс пласта | Структ. колонка | Общая мощность пласта, м | Мощность пород между пластами, м | | Общая мощность пласта, м |
|------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|
| | | | общая | в т.ч. песч. | |
| K ₂₀ | | 0.29 | 170.0 | 30 | 0.29 |
| K ₁₉ | | 1.97 | 74.0 | 53 | 1.97 |
| K ₁₈ | | 2.00 | 37.0 | 7 | 2.00 |
| K ₁₇ | | 1.18 | 38.0 | 29 | 1.18 |
| K ₁₆ | | 1.45 | 10.0 | | 1.45 |
| K ₁₅ | | 2.73 | 10.0 | | 2.73 |
| K ₁₃ | | 2.03 | 57.0 | 45 | 2.03 |
| K ₁₂ ¹ | | 2.62 | 35.0 | 30 | 2.62 |
| K ₁₂ ³ | | 0.34 | 20.0 | 60 | 0.34 |
| K ₁₂ ² | | 0.29 | 64.0 | | 0.29 |
| K ₁₂ ¹ | | 0.59 | 9.0 | | 0.59 |
| K ₁₂ | | 6.53 | 9.0 | | 6.53 |
| K ₁₁ | | 2.00 | 32.0 | 15 | 2.00 |
| K ₁₀ | | 4.93 | 36.0 | 31 | 4.93 |
| K ₇ | | 6.80 | 53.0 | 17 | 6.80 |
| K ₅ ³ | | 5.38 | 32.0 | 11 | 5.38 |
| K ₄ | | 2.15 | 54.0 | 25 | 2.15 |

Как видно из таблицы при разработке пласта K₁₀ вынимаемой мощностью 4-5м в I-ю зону, т.е. зону «беспорядочного» обрушения кровли, попадают пласты K₁₁, K₁₂, K₁₂¹, K₁₂² и K₁₂³, а во II-ю зону — остальные пласты: K₁₃, K₁₄, K₁₅, K₁₆, K₁₇, K₁₈, K₁₉ и K₂₀. Поскольку породы кровли пласта K₁₀ в I-й зоне в основном представлены мощными крепкими песчаниками, процесс обрушения как непосредственной, так и основной кровли будет происходить большими блоками с образованием сквозных трещин, а в зонах наложения блоков — больших пустот. Этот чрезвычайно опасный геомеханический процесс в I-й зоне обрушения пород кровли может вызвать недопустимую концентрацию напряжения у забоя очистного пространства, особенно в момент обрушения основной кровли, что может привести к завалу большой части лавы. Кроме того, в пустотах, образованных в зонах наложения блоков, могут быть скопления большого количества метана, катастрофический выброс которого может произойти в призабойное пространство в момент дальнейшего обрушения блоков. В то же время в период разработки подработанных пластов, особенно пласта K₁₂, геомеханические условия их выемки будут более благоприятны, чем до подработки. Надрработка пласта K₇ и нижележащих пластов из-за значительного расстояния до пласта K₇ (53 м) не окажет существенного влияния в их разгрузке напряжений, хотя возникнут незначительные растягивающие напряжения с образованием микротрещин, через которые может проникать метан.

Таким образом, первоочередная разработка пласта K₁₀ с подработкой вышележащих сближенных и надработкой нижележащих пластов создает дополнительные трудности в геомеханическом процессе, негативные последствия которых трудно прогнозировать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989. 488с.
2. Презент Г.М., Баймухаметов С.К., Квон С.С., Роот Э.Г., Алиев С.Б. Проблемы реструктуризации и интенсификации угледобычи в Карагандинском бассейне. Караганда, 2000.
3. Фармер Я. Выработки угольных шахт. М.: Недра, 1990.
4. Перзадаев М.А., Ермеков Т.Е., Исабек Т.К. Установление параметров движения горных пород при селективной выемке угольных пластов короткими очистными забоями // Труды университета. Вып.2. Караганда: КарГТУ, 1997.

УДК 550.838.08

В.С. ПОРТНОВ

Магнитное поле в скважине конечных размеров. I. Общая задача

Эксплуатационная разведка магнетитовых месторождений железных руд, разрабатываемых открытым, подземным способами, предусматривает бурение скважин с отбором керна или без отбора. КERN используется для изучения геологического строения разреза скважины и определения общего содержания железа, включающего в себя содержание железа, связанного с магнетитом, силикатными, сульфидными и другими минералами. Буровой шлам скважин, пробуренных без отбора керна, в основном используется для оценки содержания железа. В том и другом случа-

ях в скважинах проводятся измерения магнитной восприимчивости и напряженности магнитного поля.

Каротаж магнитной восприимчивости позволяет дифференцировать породы по магнитной восприимчивости (проницаемости), а при наличии корреляционной связи между измеряемой величиной общего или железа, связанного с магнетитом — определять эти содержания по рудным интервалам, рудному телу. Измерения напряженности магнитного поля в скважине позволяют находить намагниченные объекты в окколоскважинном призабойном пространстве [1-3].

Рассмотрим характер применения потенциала магнитного поля U в скважине. При этом отметим, что эта характеристика магнитного поля не измеряется, а измеряются ее производные вдоль каких-либо направлений — напряженности магнитного поля. Малый диаметр скважины по отношению к ее длине позволяет аппроксимировать ее бесконечным цилиндром [1-3]. Рассмотрим решение задачи для скважины конечных размеров, например, взрывные скважины шарошечного бурения карьеров, имеющие диаметр $2R = 250$ мм и длину $\ell = 10-20$ м.

Для решения поставленной задачи рассмотрим цилиндрическую скважину конечных размеров, вдоль оси которой (ось Z) по закону $\beta(t)$ опускается магнитный зонд (индукционная катушка, подключенная к измерителю ЭДС индукции, наводимой в катушке). Предположим, что скважина пересекает немагнитное полупространство. Приближение катушки со скоростью $d\beta(t)/dt$ по немагнитному полупространству можно уподобить движению магнитного поля в глубь скважины с границей раздела сред, движущейся по закону $\beta(t)$. Задача аналогична проблеме Стефана в аналитической теории теплопроводности с подвижной границей раздела фаз [4-6].

Во многих случаях расчет магнитного поля упрощается, если вместо векторной величины напряженности магнитного поля \vec{H} пользоваться магнитным потенциалом U , который определяется соотношением $\vec{H} = -grad U$. Несмотря на то, что магнитное поле имеет вихревой характер и поэтому не может быть описано скалярным потенциалом, повсюду, в любой односвязной области, не содержащей токов, скалярное описание допустимо. Этот подход уже давно используется при вычислении магнитных полей [например, 7] в геофизике.

Нестационарное уравнение (с учетом движения соленоида) для магнитного потенциала U (при его изменении вдоль оси Z и по радиусу r) в цилиндрической системе координат будет иметь вид

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \left[\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U}{\partial r} \right) \right], \quad (1)$$

где $a = \sqrt{\mu/\rho_m}$, μ — магнитная проницаемость;

ρ_m — плотность магнитной массы.

Начальное и граничные условия выберем в общем виде:

$$U(r, z, t)|_{r=0} = \varphi(r, z), \quad (2)$$

$$U(r, z, t)|_{r=R} = \gamma(z, t), \quad (3)$$

$$U(r, z, t)|_{z=0} = \gamma_1(r, t), \quad (4)$$

$$U(r, z, t)|_{z=\beta(t)} = \gamma_2(r, t), \quad (5)$$

Функции $\beta(t)$, $\varphi(r, z)$, $\gamma(z, t)$, $\gamma_1(r, t)$ и $\gamma_2(r, t)$ будем считать непрерывными. Решение задачи ищем в виде

$$U(r, z, t) = \sum_{k=0}^{\infty} \bar{U}_k(z, t) I_0(\lambda_{ok} r), \quad (6)$$

где λ_{ok} — корни уравнения

$$I_0(\lambda_{ok} R) = 0 \quad (7)$$

и $I_0(\lambda_{ok} R)$ — функция Бесселя нулевого порядка, удовлетворяющая уравнению

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left[r \frac{dI(\lambda_{ok} r)}{dr} \right] + I_0(\lambda_{ok} r) = 0, \quad (8)$$

$$\bar{U}_k(z, t) = \int_0^R U_k(r, z, t) I_0(\lambda_{ok} r) r dr. \quad (9)$$

Применяя интегральное преобразование (9) и учитывая (7) и (8), уравнение (1) приведем к виду:

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial \bar{U}_k}{\partial t} = \frac{\partial^2 \bar{U}_k}{\partial z^2} + \bar{\Phi}_k(z, t) - \bar{U}_k(z, t) \quad (10)$$

Используя замену $\bar{U}_k = \tilde{U}_k \ell^{-a^2 t}$ и преобразуя аналогично граничные условия, получим следующую задачу:

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial \tilde{U}_k}{\partial t} = \frac{\partial^2 \tilde{U}_k}{\partial z^2} + \tilde{\Phi}_k(z, t), \quad (11)$$

$$\tilde{U}_k(z, t)|_{r=0} = \tilde{\varphi}(z), \quad (12)$$

$$\tilde{U}_k(z, t)|_{z=0} = \tilde{\gamma}_1(t), \quad (13)$$

$$\tilde{U}_k(z, t)|_{z=\beta(t)} = \tilde{\gamma}_2(t), \quad (14)$$

в области $D: (t > 0, 0 < z < \beta(t))$.

Решение задачи (11)-(14) ищем в виде суммы потенциалов I и II рода, а также двух потенциалов двойного слоя [6]:

$$\begin{aligned} \tilde{U}_k(z, t) = & \frac{1}{2a} \int_0^t \frac{\tilde{\varphi}(\xi)}{\sqrt{\pi t}} \ell^{-\frac{(z-\xi)^2}{4a^2 t}} d\xi + \int_0^t d\tau \int_0^t \frac{\tilde{\Phi}_k(\xi, \tau)}{2a\sqrt{\pi(t-\tau)}} \ell^{-\frac{(z-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} d\xi + \\ & + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{z}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{z^2}{4a^2(t-\tau)}} K_1(\tau) d\tau + \\ & + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{z-\beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{[z-\beta(\tau)]^2}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau. \end{aligned} \quad (15)$$

Используя условия (13), (14), получим систему интегральных уравнений:

$$\tilde{\gamma}'_1(t) = \frac{K_1(t)}{2a^2} - \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta^2(\tau)}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau,$$

$$\tilde{\gamma}'_2(t) = \frac{K_2(t)}{2a^2} + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t)-\beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{[\beta(t)-\beta(\tau)]^2}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau +$$

$$+ \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta^2(t)}{4a^2(t-\tau)}} K_1(\tau) d\tau,$$

где

$$\tilde{\gamma}'_1(t) = \tilde{\gamma}_1(t) - \frac{1}{2a} \int_0^t \frac{\tilde{\varphi}(\xi)}{\sqrt{\pi t}} \ell^{-\frac{\xi^2}{4a^2 t}} d\xi - \int_0^t d\tau \int_0^t \frac{\tilde{\Phi}_k(\xi, \tau)}{2a\sqrt{\pi(t-\tau)}} \ell^{-\frac{\xi^2}{4a^2(t-\tau)}} d\xi,$$

$$\tilde{\gamma}'_2(t) = \tilde{\gamma}_2(t) - \frac{1}{2a} \int_0^t \frac{\tilde{\varphi}(\xi)}{\sqrt{\pi t}} \ell^{-\frac{[\beta(t)-\xi]^2}{4a^2 t}} d\xi - \int_0^t d\tau \int_0^t \frac{\tilde{\Phi}_k(\xi, \tau)}{2a\sqrt{\pi(t-\tau)}} \ell^{-\frac{[\beta(t)-\xi]^2}{4a^2(t-\tau)}} d\xi.$$

Исключая из первого уравнения системы (16) и подставляя в следующее уравнение $K_1(t)$, имеем:

$$\begin{aligned} \tilde{\gamma}'_2(t) &= \frac{K_2(t)}{2a^2} + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t) - \beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{\frac{[\beta(t)-\beta(\tau)]^2}{4a^2(t-\tau)}} \times \\ &\times K_2(\tau) d\tau + \frac{2a^2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta^2(t)}{4a^2(t-\tau)}} \tilde{\gamma}'_1(\tau) d\tau + \frac{a^2}{8\pi} \times \\ &\times \int_0^t \frac{\beta(t)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta^2(t)}{4a^2(t-\tau)}} \left(\int_0^\tau \frac{\beta(\tau_1)}{[a^2(t-\tau_1)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta^2(\tau_1)}{4a^2(t-\tau_1)}} K_2(\tau_1) d\tau_1 \right) d\tau. \end{aligned} \quad (17)$$

Вводя обозначение

$$q(t) = \tilde{\gamma}'_2(t) - \frac{a^2}{2\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \tilde{\gamma}'_1(\tau) \ell^{-\frac{\beta^2(t)}{4a^2(t-\tau)}} d\tau \quad (18)$$

и вычисляя интеграл в (17), получим

$$\begin{aligned} -\frac{K_2(t)}{2a^2} + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t) - \beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{[\beta(t)-\beta(\tau)]^2}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau + \\ + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta(t)^2}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau = q(t). \end{aligned} \quad (19)$$

Обозначая

$$\begin{aligned} \lambda = \frac{1}{2a}, \quad f(t) = 2a^2 q(t), \quad K(t, \tau) = \frac{\lambda}{\sqrt{\pi}} \frac{\beta(t) - \beta(\tau)}{(t-\tau)^{3/2}} \times \\ \times \ell^{-\lambda^2 \frac{[\beta(t)-\beta(\tau)]^2}{(t-\tau)}} + \frac{\lambda}{\sqrt{\pi}} \frac{\beta(t)}{(t-\tau)^{3/2}} \ell^{-\lambda^2 \frac{\beta(t)^2}{(t-\tau)}}, \end{aligned} \quad (20)$$

получаем интегральное уравнение

$$K_2(t) - \int_0^t K(t, \tau) K_2(\tau) d\tau = f(t). \quad (21)$$

Интегральное уравнение (21) вольтеррово в $C(0, \ell)$, тогда и только тогда, когда [8]

$$\lim_{t \rightarrow 0} \int_0^t K(t, \tau) d\tau = 0.$$

Действительно, учитывая, что $\ell^{-z} < 1$ при $z > 0$, легко показать, что приведенное выше равенство выполняется. Тогда для уравнения (21) существует единственное решение, которое имеет вид:

$$\begin{aligned} K_2(t) &= \sum_{n=0}^{\infty} K_{2,n}(t), \\ K_{2,0}(t) &= f(t), \\ K_{2,1}(t) &= \int_0^t K(t, \tau) K_{2,0}(\tau) d\tau, \end{aligned} \quad (22)$$

$$K_{2,2}(t) = \int_0^t K(t, \tau) K_{2,1}(\tau) d\tau,$$

$$K_{2,n}(t) = \int_0^t K(t, \tau) K_{2,n-1}(\tau) d\tau,$$

причем (22) сходится абсолютно и равномерно в топологии $C(0, \ell)$. Тогда

$$K_1(t) = 2a^2 \tilde{\gamma}'_1(t) + \frac{a^2}{2\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{\beta(t)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{\beta^2(t)}{4a^2(t-\tau)}} \sum_{n=0}^{\infty} K_{2,n}(\tau) d\tau. \quad (23)$$

Выполняя обратное преобразование, окончательно имеем:

$$\begin{aligned} U(r, z, t) &= \sum_{k=0}^{\infty} I_0(\lambda_{ok} r) \left\{ \ell^{a^2 t} \left[\frac{1}{2a\sqrt{\pi}} \int_0^\ell \frac{(z-\xi)^2}{4a^2 \tau} \times \right. \right. \\ &\times \left. \left(\int_0^\ell \varphi(r, \xi) I_0(\lambda_{ok} r) r dr \right) d\xi + \frac{RI_1(\lambda_{ok} R)}{2a\sqrt{\pi}} \int_0^t d\tau \int_0^\ell \frac{\gamma(\xi, \tau)}{\sqrt{t-\tau}} \times \right. \\ &\times \left. \ell^{-a^2 \tau} \ell^{-\frac{(z-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} d\xi + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{z}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{z^2}{4a^2(t-\tau)}} K_1(\tau) d\tau + \right. \\ &\left. \left. + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{z - \beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{[z-\beta(\tau)]^2}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau \right\}. \end{aligned} \quad (24)$$

Таким образом, получено аналитическое решение задачи о нахождении компонент магнитного поля в скважине конечных размеров. Уравнение (24) поддается численному решению при заданных начальных и граничных условиях (2)-(5).

Сделаем теперь несколько замечаний. Изменяя закон движения феррозонда (например, с помощью регулировки числа оборотов двигателя, осуществляющего спуск датчика), можно поддерживать значение измеряемой величины постоянной. Это дает возможность по диаграмме $\beta(t)$ судить об однородности магнитного поля в скважине, т.е. о характере залегания околоскважинных рудных тел.

Важную информацию можно получить также о соотношении радиуса околоскважинного пространства r и глубины скважины $1l$. Это позволит ответить на вопросы — на какую глубину нужно бурить скважину и на каком расстоянии бурить следующую.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахвалов А.Н., Кусонский О.А. Моделирование магнитного поля железорудных месторождений // Разведка и охрана недр. 1987. №6. С.43-48
2. Бахвалов А.Н., Мухаметшин А.А. Особенности интерпретации результатов шахтно-скважинной магниторазведки: НТО. Сер. Регион., развед. и промысл. геофизика. Вып. 13. М.: Изд. ВИЭМС. 1975. С.57-71.
3. Инструкция по каротажу магнитной восприимчивости и электромагнитному каротажу / Под ред. В.П.Кальварской. Л.: Изд. НПО «Рудгеофизика». 1987.
4. Любов Б.Я. Решение нестационарной одномерной задачи теплопроводности для областей с равномерно движущейся границей / ДАН СССР. 1947. Т. 57. №6. С.551-554.
5. Цыбин А.М. К решению задачи Стефана // Журн. техн. физ. 1974. Т. 64. С.2441-2444.
6. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высш. шк., 1985. 480 с.
7. Кудрявцев Ю.И. Теория поля и ее применение в геофизике. Л.: Недра, 1988. 335 с.
8. Крейн С.Г. Линейные уравнения в банаховом пространстве. М.: Наука, 1971. 265 с.

Магнитное поле в скважине конечных размеров. II. Зависимость магнитной проницаемости от поля

Для ферромагнетиков, к которым также относятся и естественные постоянные магниты, например куски магнетитовой руды, характерна сложная зависимость намагниченности от величины поля \vec{H} .

Зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля приведена на рисунке. В области больших значений \vec{H} магнитная проницаемость практически не зависит от напряженности поля и в этом случае справедливы результаты, изложенные нами в части I нашей работы. В области средних полей можно воспользоваться степенным законом. Задача нахождения магнитного потенциала в скважине конечных размеров, в отличие от части I, будет иметь вид:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[\mu(U) \frac{\partial U(r, z, t)}{\partial r} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu(U) \frac{\partial U(r, z, t)}{\partial z} \right] = \rho_m \frac{\partial U}{\partial t}, \quad (1)$$

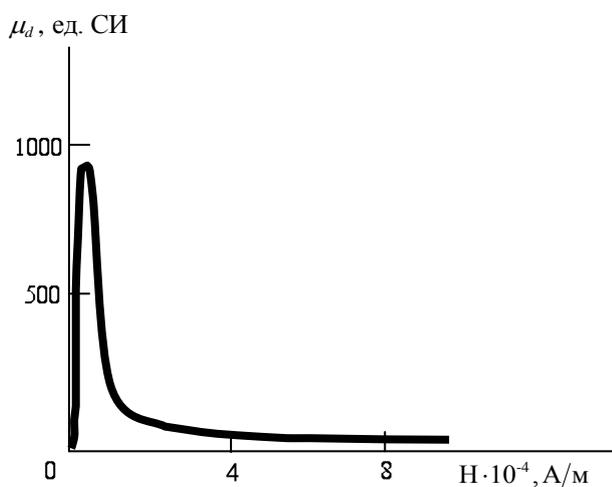
где обозначения те же, что и в ч. I. Граничные условия имеют вид:

$$U(r, z, t)|_{z=0} = \varphi(r, z), \quad (2)$$

$$U(r, z, t)|_{r=R} = \gamma(z, t), \quad (3)$$

$$U(r, z, t)|_{z=0} = \gamma_1(r, t), \quad (4)$$

$$U(r, z, t)|_{z=\beta(t)} = \gamma_2(r, t). \quad (5)$$



Зависимость магнитной проницаемости от напряженности поля ферромагнетика [1]

Здесь мы также предполагаем, что $\beta(t)$ -функция положительная, дифференцируемая при $t > 0$, причем $\beta(0) \neq 0$, а функции $\varphi(r, z)$, $\gamma(z, t)$, $\gamma_1(r, t)$ и $\gamma_2(r, t)$ являются непрерывными.

Зависимость магнитной проницаемости от поля выберем в виде:

$$\mu(U) = \mu_c \left(\frac{U}{U_c} \right)^{k-1}, \quad (k=1, 2, 3, \dots), \quad (6)$$

где U_c и μ_c — соответственно, потенциал магнитного поля и магнитная проницаемость внешней среды.

Проводя все преобразования, как и в части I нашей работы, мы получим аналитическое решение задачи (1)-(6) в виде:

$$U(r, z, t) = \left[\frac{k U_c^{k-1}}{\mu_c} \right]^{\frac{1}{k}} \left\langle \left\langle I_0(\lambda_{oi} r) \left\{ \ell^{a^2 t} \left[\frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} \times \int_0^\ell \frac{(z-\xi)^2}{4a^2 t} \left(\frac{\mu_c U_c}{k} \int_0^R \frac{\varphi(r, \xi)}{U_c} \right)^k I_0(\lambda_{oi} r) r dr \right] d\xi - \frac{R I_1(\lambda_{oi} R)}{2a\sqrt{\pi}} \frac{\mu_c U_c}{k} \int_0^t d\tau \int_0^\ell \left[\frac{\gamma(\xi, \tau)}{U_c} \right]^k \ell^{-a^2 \tau} \ell^{-\frac{(z-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} d\xi + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{z}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{z^2}{4a^2(t-\tau)}} K_1(\tau) d\tau + \frac{1}{4\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{z-\beta(\tau)}{[a^2(t-\tau)]^{3/2}} \ell^{-\frac{[z-\beta(\tau)]^2}{4a^2(t-\tau)}} K_2(\tau) d\tau \right\} \right\rangle \right\rangle. \quad (7)$$

Полученное уравнение поддается численному решению при заданных начальном и граничных условиях. Отметим, что при $\beta(t) = 0$ мы получаем сингулярное интегральное уравнение, требующее специального исследования. Отметим, далее, что в скважинной магниторазведке изменение магнитного поля рудного тела много меньше земного, поэтому приведенная выше формула (7) может быть использована в методе искусственного подмагничивания [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магниторазведка: Справочник геофизика / Под ред. В.Е. Никитского и Ю.С. Глебовского. М.: Наука, 1979. 832 с.
2. Стадухин В.Д., Туранов В.Н., Шабанова К.Н. и др. Метод искусственного подмагничивания при поисках магнетитовых месторождений: Методические рекомендации. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. 106 с.

Зависимость устойчивости подготовительных выработок от условий их поддержания

В последние годы на шахтах Карагандинского угольного бассейна существует тенденция увеличения нагрузки на очистной забой (170..550 т в год).

Рост нагрузки на комплексно-механизированные забои обусловлен совершенствованием выемочного оборудования: повышением производительности

очистных комбайнов и забойных конвейеров, увеличением надежности и долговечности машин и механизмов, приведением оборудования в более полное соответствие горно-геологическим условиям — применением струговой выемки, соблюдением технологических паспортов и картограмм ведения добычных работ и др. Так, например, УД ОАО «Испат-Кармет» приобретено в 2000-2002 гг. и эффективно используется высокопроизводительное выемочно-забойное оборудование: механизированные крепи с высокой несущей способностью типа 2М-144С и «Фазос»; очистные комбайны: КК-500 «Испат», SL-300 и SL-500 с производительностью до 2000 т/ч; струг «Гляйт-хобель» скользящего типа с забойным конвейером РР (2.30); забойные приводы КС-26 и КС-34 с производительностью 720 т/ч, штрековые перегружатели ПС-34 и ПС-30 с производительностью 750 т/ч, участковые ленточные конвейеры 2ЛКР-1000, дизелевозы и доставочные дороги фирм «Шарф» (Германия) и «Феррит» (Чехия).

В связи с этим наблюдается определенная тенденция роста технико-экономических показателей по шахтам. Объем добычи, приходящийся на одну шахту угольного департамента, составляет 1.255 млн.т в год и растет последние пять лет из расчета от 0.4 до 1.4 млн.т в год; производительность труда рабочего по добыче в среднем составляет 60.2 т/мес. и увеличивается в темпе 3...12 т/год, нагрузка на лаву составляет 2500 т в сутки и растет в среднем на 15...25 % в год. Это позволяет снизить простои оборудования по внутрилавным причинам. Однако, несмотря на рост потенциальных возможностей комплексно-механизированных забоев, уровень реализации их еще недостаточно высок.

Одной из основных причин возникновения внелавных простоев является неудовлетворительное состояние участковых подготовительных выработок, вызванное в первую очередь ухудшением горно-геологических условий эксплуатации с ростом глубины горных работ и значительной протяженностью поддерживаемых воздухоподводящих путей.

Обработкой статистических данных по бассейну установлена прямо пропорциональная зависимость объема перекрепления выемочных горных выработок с ростом глубины ведения горных работ. Увеличение темпов отработки выемочных столбов с 50 до 80 м/мес. снижает вывалообразование в лавах в 2.5...3.5 раза, а снижение до 30 м/мес., соответственно, увеличивает на 50...60 %.

С переходом на прогрессивные технологические схемы отработки угольных пластов по варианту «шахта-лава» или «шахта-пласт» с высокой степенью концентрации ведения горных работ можно сократить объем обслуживаемых выработок на одну лаву до 10...15 км. По данным на 01.01.2002 г. объем поддерживаемых горных выработок на одну шахту составляет около 95 км, на одну лаву в среднем 58 км или 780 м на 1000т добычи, при средних ежегодных объемах погашения от 5 до 17 км или в среднем 10 км горных выработок на одну шахту. Протяженность поддерживаемых горных выработок неадекватна эффективности их использования.

В неудовлетворительном состоянии могут находиться как вентиляционные, так и конвейерные выемочные выработки. В вентиляционных выработках ведется интенсивная подрывка пород почвы, по крайней мере, проводится «штраба» (например, на пластах K_1 , K_2 , K_7 , K_{10} , K_{12}), а также при необходимости и перекрепление (по мощному пласту K_{12}) для обеспечения минимально требуемых эксплуатационных размеров площади поперечного сечения.

Для оценки устойчивости подготовительной транспортной выработки необходимо учесть и установить степень влияния различного рода горно-геологических, горно-технических и технологических факторов.

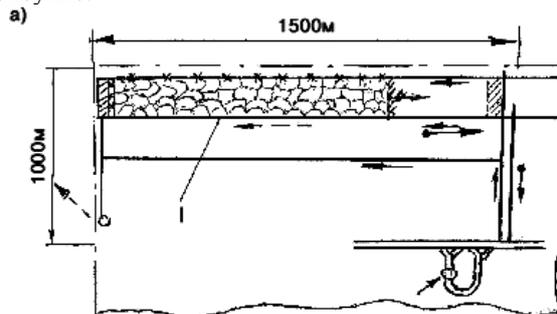
К горно-геологическим факторам следует отнести: физико-механическую характеристику пород кровли и почвы (строение напластований, прочность и трещиноватость, мощность слоев непосредственной и основной кровли и почвы), наличие тектонических разрывных нарушений, водопиток и наличие мест скопления воды на почве выработок.

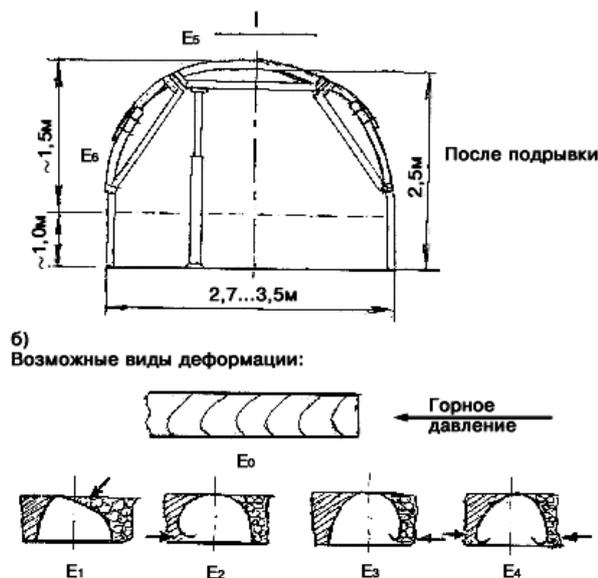
Из горно-технических факторов для оценки устойчивости выемочной выработки следует учесть: глубину заложения выработки, наличие совместно разрабатываемых пластов и пересекаемых фронтом горных работ выработок и камеры (дегазационные, для сухих подстанций), наличие зон повышенного горного давления от целиков по вышележащим пластам, периодичность посадок основной кровли.

Из факторов технологического плана существенное влияние на параметры поддержания конвейерной выработки оказывают: скорость движения лавы, тип и характеристики крепи горной выработки и крепи ее усиления, паспорт крепления сопряжения, наличие выработок по ходу движения лавы и технологических камер.

Для определения последствий проявления горно-геологических, горно-технических и технологических факторов были проведены геомеханические наблюдения за элементами крепи горной выработки на примере конвейерного промштрека 43 $K_{2,3}$ пласта K_2 шахты им. Костенко УД ОАО «Испат-Кармет». Были установлены статистические данные по характеру пучения почвы горной выработки, параметров сдвижения пород кровли, деформации элементов крепления выработки.

Ситуационная выкопировка из плана горных работ отработки выемочного столба лавой 43 $K_{2,3}$ (а) и возможные виды деформаций (б) представлены на рисунке.





б) Возможные виды деформации:

При слабых породах почвы их алевролитов и аргиллитов прочностью до 2.0 МПа пучение почвы составляло до 2.5...2.9 м по всему сечению выработки, а при прочных породах почвы ее разломы во внутреннее сечение выработки со смещением от оси выработки на 0.5 м в сторону нетронутого угольного массива.

Наблюдались выполаживание (выдавливание) верхняков в полость выработки со стороны выработанного пространства (10 % длины выработки); разрыв замковых соединений на элементах крепи усиления УКР: со стороны целика (0.2 %), со стороны выработанного пространства (2.5 %), верхних УКР (3.3 %). По длине выработки выдавливание боковых ножек наблюдалось: со стороны целика на 8.8 % длины выработки, что привело к потере несущей способности крепи выработки и ее перекреплению на 6.7 % ее длины или замене боковых арочных ножек; со стороны выработанного пространства выдавливание боковых ножек арочной металлокрепи произошло на 2.1 % длины выработки. Выдавливание обеих боковых ножек арочной крепи произошло на 1.6 % длины выработки с необходимостью перекрепления в этой зоне. На ряде участков – 1.2 % длины выработки — из-за возможных посадок кровли боковые стойки арочной крепи и частично рамы в целом наклонены в сторону, противоположную направлению движения очистного забоя.

Были учтены возможные состояния рамы крепи и элементов крепи усиления участковой выработки и на их основе построен граф. Дифференциальное уравнение, описывающее средние численности состояний можно представить в виде [1]:

$$\begin{aligned}
 \frac{dm_0}{dt} &= \mu_1 m_1 + \mu_2 (m_2 + m_3) + \\
 &+ \mu_0 (m_1 + m_5 + m_6) - m_0 (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3), \\
 \frac{dm_1}{dt} &= \lambda_1 m_0 - m_1 (\mu_1 + \lambda_4 + \lambda_5), \\
 \frac{dm_2}{dt} &= \lambda_2 m_0 - m_2 (\mu_2 + \lambda_6 + \lambda_7), \\
 \frac{dm_3}{dt} &= \lambda_3 m_0 - m_3 (\mu_3 + \lambda_8 + \lambda_9), \\
 \frac{dm_4}{dt} &= \lambda_4 m_1 - \lambda_8 m_3 - m_4 \mu_0, \\
 \frac{dm_5}{dt} &= \lambda_5 m_1 - m_2 \lambda_8 - m_5 \mu_0, \\
 \frac{dm_6}{dt} &= \lambda_7 m_2 - m_3 \lambda_9 - m_6 \mu_0,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где $\lambda_1 \dots \lambda_i$ — интенсивности деформаций от различных факторов; сут^{-1} , переводящие элемент рамы крепи из одного состояния в другое; μ_0, μ_1, μ_2 — интенсивности восстановления, соответственно, целой рамы, верхняка, бокового элемента, сут^{-1} ; m — математическое ожидание времени ликвидации отказов.

Решение функциональных уравнений (1) позволило определить необходимые затраты на поддержание выемочной выработки.

Для инженерной интерпретации результатов исследований произведена обработка массива статистических данных по методике М.А. Еремкова и А.А. Махова [2].

В качестве влияющих приняты следующие факторы: наличие зон повышенного горного давления, прочностные характеристики пород кровли и почвы пласта и их мощности, строение и водонасыщенность пород, шаг посадки основной кровли, наличие геологических нарушений дизъюнктивного характера, скорость движения лавы, силовые характеристики крепи выемочной выработки.

Выходными параметрами являются: величины пучения пород почвы пласта, деформации элементов крепи горной выработки; разрывы замковых соединений крепи, смещение контура выработки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, смещение боковых арочных ножек в полость выработки и др. Все эти параметры рассматривались с точки зрения необходимости вложения в выработку материальных и трудовых затрат для приведения ее в эксплуатационное состояние.

Общая зависимость совокупности влияющих факторов описывается функцией

$$Y' = f(Y'_1) \cdot f(Y'_2) \cdot \dots \cdot f(Y'_i), \tag{2}$$

где Y' — вероятность выхода из строя различных элементов крепи выработки.

Произведенные расчеты позволили установить, что стоимость поддержания конвейерного промежуточного штрека в условиях пласта K_2 шахты им. Костенко составляет от 10 до 15 % от исходной стоимости проведения выработки, с учетом затрат на уста-

новку крепи усиления в выработке или, в среднем, 20 тенге на 1 т добываемого угля.

Разработанный методический подход позволит проектировать горные выработки с учетом комплекс-

ного влияния горно-геологических, горно-технических и технологических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адилов К.Н., Муров В.М. Исследование надежности горных выработок угольных шахт // Технология разработки полезных ископаемых. Сб. статей КПТИ. Вып.3. – Караганда, 1973. С. 43-46.
2. Ермеков М.А., Махов А.А. Статистико-детерминированный метод построения многомерных моделей с использованием ЭВМ, КарГТУ. Караганда, 1988. 70 с.

УДК 622.232

Т.С. ФИЛИПОВА

Классификация исполнительных органов горных машин по виду движения режущего инструмента

Для разработки методики расчета вероятностных характеристик усилия резания на основе математической модели, предложенной в [1], необходимо знать параметры резания — толщину (h) и ширину (t) стружки. Изменение этих параметров зависит от вида движения, совершаемого режущим инструментом исполнительных органов горных машин.

М.М. Протодьяконов (младший) [2], исходя из того, что в общем случае число элементарных движений равно шести и что каждое движение может быть равномерным или колебательным, а сами движения могут быть различно ориентированы одно относительно другого, показал, что возможны 96 основных комбинаций движения инструментов исполнительных органов. Однако в практике применяются лишь простые сочетания, охватывающие одно, два или три элементарных движения [3].

В данной статье классификация исполнительных органов горных машин по виду движения режущего инструмента, имеющаяся в [4], дополнена исполнительными органами, не охваченными в этой работе и необходимыми расчетными соотношениями для определения h и t .

Режущий инструмент совершает одно поступательное движение. Исполнительные органы этой группы называются строгоющими. Резание производится с постоянной толщиной стружки (рис. 1, а).

Максимальная толщина стружки определяется исходя из пропускной способности конвейера при работе струга в отстающем режиме ($v_c < v_k$)

$$h_{\max} = \frac{F_k (v_k - v_c)}{m k_p v_c}, \quad (1)$$

где v_c — скорость струга, м/с;

v_k — скорость движения цепи конвейера, м/с;

F_k — загрузочное сечение конвейера, м²;

k_p — коэффициент разрыхления угля;

m — мощность обрабатываемого слоя, м;

при работе струга в опережающем режиме ($v_c > v_k$)

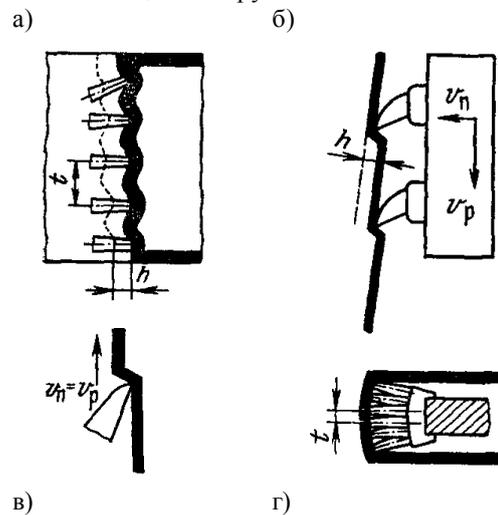
$$h_{\max} = \frac{F_k (v_c^2 - v_k^2)}{m k_p v_c [(2n + 3)v_c - v_k]}, \quad (2)$$

где n — любое числовое значение (0,1,2,3 и т.д.),

$$\text{причем } \frac{v_c}{v_k} = \frac{2n + 1}{2n + 3}.$$

Исполнительные органы с таким движением режущего инструмента применяются на струговых установках — СО75М, СН75, УСВ2, УСТ2М, агрегатах АФК, АНЦМК.

Режущий инструмент совершает два поступательных движения. Исполнительные органы с таким движением режущего инструмента называются цепными. Режущий инструмент совершает два поступательных движения (рис. 1, б): со скоростью подачи v_n (переносное движение) и со скоростью резания v_p (относительное движение). Резание производится с постоянной толщиной стружки.



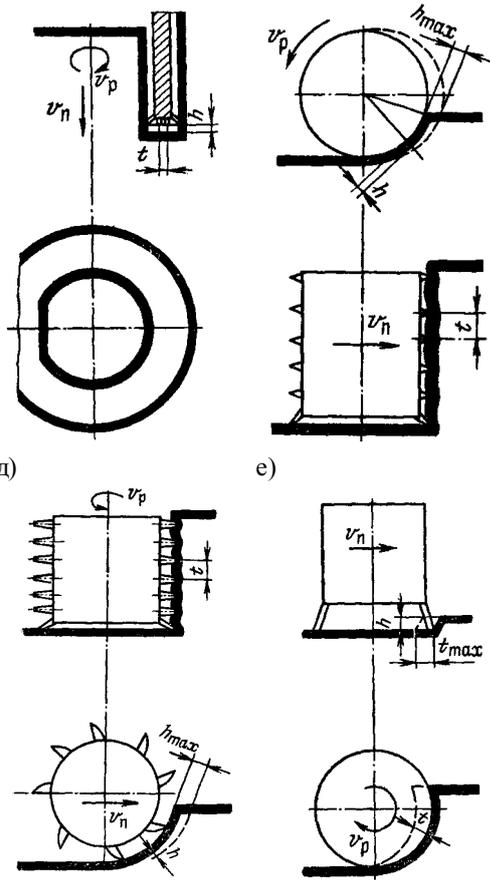


Рис. 1. Схема резания исполнительным органом

Толщина стружки определяется по формуле

$$h = \frac{1000v_n L_{\text{ц}}}{60z_{\text{л.р.}}v_p} \text{ или } h = \frac{1000v_n l}{60v_p}, \quad (3)$$

где $z_{\text{л.р.}}$ — число резцов в линии резания;

$\frac{L_{\text{ц}}}{v_p}$ — время одного оборота цепи ($L_{\text{ц}}$ — длина режущей цепи, м);

$\frac{l}{v_p}$ — время прохода шага установки резцов со скоростью v_p , с;

l — расстояние между соседними резцами в линии резания (шаг установки резцов), м.

Цепные исполнительные органы применяются на врубковых машинах и широкозахватных комбайнах в сочетании с отбойными устройствами — врубковая машина «Урал-33М», очистные комбайны «Кировец-2К» «Кировец-3К», комплекс нарезной КН78.

Режущий инструмент совершает два движения — вращательное и поступательное. В этой группе различают пять подгрупп.

1. *Буровые исполнительные органы — вращение режущего инструмента относительно горизонтальной оси, параллельной забою* (рис. 1, в). Оптимальные размеры целиков при больших диаметрах буровых коронок и многощелевой схеме разрушения забоя связаны между собой определенными соотношениями, определяющими минимальную энергоемкость процесса разрушения целиков скальвателями

$$h_{\text{онм}} = k_h R_{\text{ср}}, \quad (4)$$

где k_h — коэффициент пропорциональности, зависящий от физико-механических свойств горного массива, $k_h = 0,1 \div 0,14$ — для калийной соли, $k_h = 0,15 \div 0,2$ — для углей;

$R_{\text{ср}}$ — средний радиус целика.

Среднее значение толщины стружки

$$h_{\text{ср}} = 5,24 D_{\text{ср}} (v_n / v_p) (\varphi / 360), \quad (5)$$

где $D_{\text{ср}}$ — средний диаметр бурового органа, м;

v_n — скорость подачи, м/мин;

v_p — скорость резания, м/мин;

φ — центральный угол между соседними забойными резцами в одной линии резания, град.

Исполнительные органы этой подгруппы применяются на комбайнах на горизонтальных осях вращения, параллельных забою, в сочетании с цепными или фрезерующими исполнительными органами — БК89, 2КЦТГ.

2. *Фрезерующие боковые исполнительные органы — вращение режущего инструмента относительно горизонтальной оси, перпендикулярной забою* (рис. 1, г). Резание осуществляется с переменной толщиной стружки (рис. 2, а).

Максимальная толщина стружки

$$h_{\text{max}} = \frac{v_n}{n_{\text{и.о.}} z_{\text{л.р.}}}. \quad (6)$$

Текущее значение толщины стружки

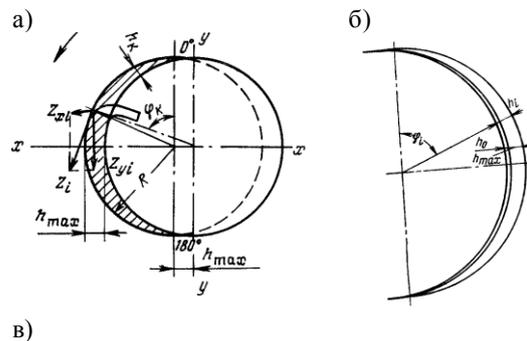
$$h_k = h_{\text{max}} \sin \varphi_k + \left[R - \sqrt{R^2 - h_{\text{max}}^2 \sin^2 \varphi_k} \right], \quad (7)$$

где φ_k — текущее значение угла положения резца;

R — радиус вылета резца.

И если траекторию движения резца считать окружностью,

$$h_k = h_{\text{max}} \sin \varphi_k. \quad (8)$$



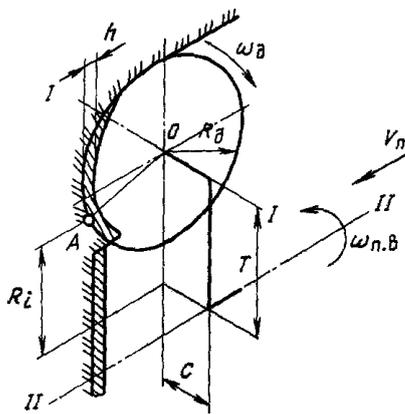


Рис. 2. Схемы резания с переменной толщиной стружки

Конструктивное исполнение исполнительных органов — шнековые, дисковые и барабанные. Комбайны со шнековым исполнительным органом предназначены для работы в камерах, но частично могут быть использованы и при проходческих работах. Наиболее широко такие исполнительные органы применяются в современных очистных узкозахватных комбайнах 1К101, КШЗМ, 1ГШ68, К103М, 1ГШ68Е, 2ГШ68Б, 1КШЭ, РКУ, К85, К88, КСП, К10П, «Поиск-3». Дисковые исполнительные органы предназначены для подрезания массива и образования уступов, которые разрушаются отрывом от забоя. Барабанные исполнительные органы нашли применение на очистных комбайнах «Темп-1», «Поиск-2Р».

3. *Фрезерующие боковые исполнительные органы — вращение режущего инструмента относительно вертикальной оси, параллельной забою* (рис. 1, д). Резание осуществляется с переменной толщиной стружки.

Конструктивное исполнение исполнительных органов — барабанные и дисковые. Барабанные исполнительные органы с вертикальной осью вращения применяются в узкозахватных комбайнах КА8, КА90.

4. *Фрезерующие торцевые исполнительные органы* (рис. 1, е). Резание осуществляется с постоянной толщиной стружки, но с переменной шириной.

Максимальная ширина резания t_{max} (м) для i -го резца в плоскости вращения резца определяется

$$t_{max i} = \frac{v_n R_i \cos(\arctg \frac{r_i}{R_i})}{n_k z_{л.р.} (R_c - \frac{L}{2})}, \quad (9)$$

где v_n — скорость поперечной подачи средней части коронки по забою, м/мин;

R_i — длина стрелы от оси ее поворота до плоскости вращения i -го резца (по оси стрелы), м;

r_i — радиус вращения i -го резца, м;

n_k — частота вращения коронки, 1/мин;

$z_{л.р.}$ — число резцов в линии резания;

R_c — длина стрелы от оси поворота до самого отдаленного резца (резца забурника), м;

L — длина коронки по контуру резцов, м.

Начальная ширина резания t_{oi}

$$t_{oi} = \frac{\varphi_{oi}}{360} t_{max i}, \quad (10)$$

где φ_{oi} — угловая координата резца, отсчитываемая в направлении, противоположном вращению коронки.

Каждому резцу соответствует определенное значение t_{oi} и φ_{oi} .

Последовательно складывая значения ширины резания, получим схему стружкообразования для коронки в соответствующем режиме (рис. 2, б).

Корончатые исполнительные органы применяются в проходческих комбайнах — 4ПП-2М, 4ПУ, 1ПКЗР, 1ГПКС, 4ПП-5, КП-25, КП20, П160, проходческо-очистном комбайне К56МГ.

Режущий инструмент совершает три движения: два вращательных и одно поступательное. Планетарными принято называть исполнительные органы горных машин, обеспечивающих рабочему инструменту два и более вращательных движений.

Различные варианты планетарных исполнительных органов были исследованы А.А. Архангельским, В.Г. Унгефугом, Е.К. Губенковым [5, 6, 7]. Основопологающие исследования планетарных исполнительных органов проведены А.А. Архангельским. Им была построена математическая модель движения инструмента в пространственной системе координат и получены расчетные зависимости для нахождения длины пути и скорости движения инструмента, угла поворота инструмента, радиуса кривизны траектории.

Развитием исследований А.А. Архангельского стала работа В.Г. Унгефуга [6], в которой получены общее уравнение кинематики движения инструментов планетарных рабочих дисков и уравнения геометрии резцов при отделении стружки от массива инструментом этих дисков, а также последующее обобщение указанных уравнений для всех классов дисковых исполнительных органов горных машин.

Е.К. Губенков разработал математическую модель движения инструмента для планетарных исполнительных органов с любым числом как угодно расположенных в пространстве осей вращения и получил аналитические зависимости для нахождения кинематических параметров планетарных исполнительных органов.

Возможные модификации планетарных исполнительных органов по способу установки дисков достигаются заданием определенных характерных значений углов γ и ξ в пределах от 0 до $\pi/2$ (рис. 3).

Толщина стружки определяется по формуле

$$h = h_0 \frac{A + B + C}{\sqrt{G_0 - F_0^2}}, \quad (11)$$

где h_0 — шаг продвижения на забой;

$$A = [\lambda \cos \varphi + \cos i\varphi \cos(\varphi + \xi) - \sin i\varphi \cos \gamma \sin(\varphi + \xi)] \cos i\varphi \sin \gamma \cos \theta \sin \sigma;$$

$$B = [\lambda \sin \varphi + \cos i\varphi \cos(\varphi + \xi) + \sin i\varphi \cos \gamma \cos(\varphi + \xi)] \cos i\varphi \sin \gamma \sin \theta;$$

$$C = [\sin i\varphi \cos i\varphi \sin^2 \gamma + \lambda(\sin i\varphi \cos \xi + \sin \xi \cos i\varphi \cos \gamma)] \cos \theta \cos \sigma;$$

$$F_0 = -\lambda(\sin i\varphi \sin \xi - \cos i\varphi \cos \gamma \cos \xi) + \cos \gamma;$$

$$G_0 = \lambda^2 + 1 - \sin^2 i \varphi \sin^2 \gamma + 2\lambda(\cos i \varphi \cos \xi - \sin i \varphi \cos \gamma \sin \xi);$$

$$\lambda = \frac{R}{r} \text{ — отношение радиуса } R \text{ переносного}$$

движения к радиусу r относительного вращения инструмента;

φ — угол поворота водила;

$$i = \frac{\omega_d}{\omega_B} \text{ — отношение относительной } \omega_d \text{ и пере-}$$

носной ω_B скоростей инструмента;

ξ — угол между радиусом переносного вращения водила и ребром — общей прямой пересечения плоскостей двугранного угла γ ;

γ — двугранный угол, образованный пересечением плоскости вращения резцов диска с плоскостью вращения радиуса R водила;

θ — угол между осью переносного вращения и направлением подачи на забой.

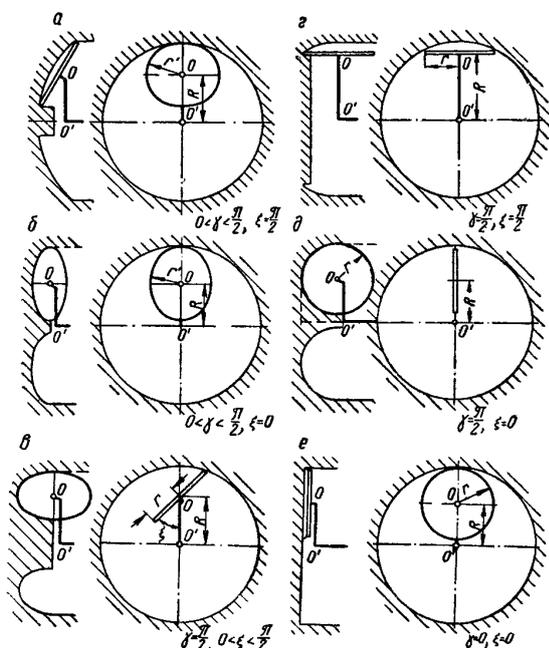


Рис. 3. Модификация установки диска на исполнительном органе

Исполнительные органы с установкой дисков по схеме рис. 3, а были применены на машине ПД-1М и комбайне «Караганда 07-2», по схеме рис. 3, б — на комбайнах «Караганда 15-1», «Караганда 07-2», по схеме рис. 3в — на комбайнах «Караганда - 1м», «Караганда 07-1», по схеме рис. 3, г — на комбайнах ПКГ-3, ПКГ-4, ФСО-1, КП, по схеме рис. 3, д — на комбайнах «Караганда 13-1», «Караганда 07-1».

Из вышеперечисленных модификаций серийное применение получили исполнительные органы с установкой дисков по схеме рис. 3, д. Схема резания показана на рис. 2, в.

Выражение (11) в этом случае принимает более простой вид: $A=0, B=0, F_0=0$

$$h = h_0 \sin i \varphi, \quad (12)$$

где $h_0 = \frac{v_n}{an_B}$;

v_n — скорость подачи комбайна на забой, мм/мин;

a — число дисков, идущих по одному следу;

n_B — число оборотов или число двойных качаний (в мин) водила.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палев П.П., Филиппова Т.С. Модель усилия резания угля одиночным резцом в виде элементарной случайной функции // Научные труды / КарГТУ. Вып. 4. Караганда, 1999.
2. Протодьяконов М.М. Состояние и пути развития теории отделения горных пород от массива // Сб.: Разрушение углей и пород. М.: Углетехиздат, 1958.
3. Берон А.Н., Казанский А.С., Лейбов Б.М., Позин Е.З. Резание угля. М.: Госгортехиздат, 1962.
4. Позин Е.З., Меламед В.З., Тон В.В. Разрушение углей выемочными машинами. М.: Недра, 1984.
5. Архангельский А.С. Некоторые вопросы теории планетарных исполнительных органов проходческих комбайнов // Расчет, конструирование и испытания горных машин. Вып. 2. М.: Углетехиздат, 1955.
6. Унгефуг В.Г. К теории аналитического расчета кинематических и геометрических параметров отделения стружки от массива инструментом резцовых дисковых исполнительных органов горных машин // Научные труды КНИУИ. Вып. 11. М.: Горгостехиздат, 1962.
7. Берон Л.И., Глатман Л.Б., Губенков Е.К. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. М.: Наука, 1968.

УДК 622.023:686.22.016

В.Ф. ДЕМИН

К вопросу об охране повторно используемых выработок породными полосами

Условия поддержания и охраны подготовительных выработок на шахтах угольного департамента ОАО «Испат-Кармет»: «Тентекская», «Казахстанская», «Шахтинская», им. Ленина, «Саранская», им. Кузембаева, «Абайская» и им. Костенко, а также на шахтах ТОО «Комир-Инвест» (им. Горбачева, им. 60-летия ОР) и шахт ТОО «Трансэнерго» («Кировская» и «Долинская»), отработывающих запасы угольных пластов Карагандинского бассейна, являются одними из самых сложных среди угольных предприятий, ведущих добычу подземным способом на территории стран СНГ.

Это обусловлено следующими причинами. На двенадцати действующих шахтах бассейна очистные и подготовительные работы ведутся на глубинах более 400-800 м, предопределяющих повышенный уровень горного давления. На всех шахтопластах породы непосредственной почвы слабые, склонные к интенсивному пучению и размоканию, породы кровли средней и трудноуправляемые, требующие жестких опор из-за обрыва кровли на сопряжениях с выемочными выработками или технологических мероприятий (например, отсечного торпедирования высоконапорного гидроразрыва пород) и установки в выработках различных типов усиливающих крепей. Мощные толщи основной кровли представлены песчаниками прочностью на одноосное сжатие 50-70 МПа.

Проведение подготовительных выработок по мощным и средней мощности пластам осуществляется комбайновым способом. Крепление протяженных выемочных выработок производится металлической прочной крепью КМП-А3 с замками ЗПК в узлах податливости. В последнее время находит применение в сочетании с другими видами крепей и без них — анкерная цепь. Сечение в свету оконтуривающих выемочный столб горных выработок составляет 12,8 и 14,4 м с шагом установки арочного рамного крепления — от 1,33 до 2 рам на 1 м.

На шахтах Карагандинского угольного бассейна применяются все способы подготовки шахтного поля — в порядке убывания объема применения: этажный, погоризонтный и панельный (односторонние панели), преимущественно с повторным использованием выемочных выработок при бесцеликовых способах их охраны и с проведением вприсечку к выработкам ранее отработанных выемочных столбов с оставлением целиков шириной 2-4 м — при слоевой выемке мощных пластов, требующих значительных затрат на поддержание выработок. Практика применения бесцеликовых способов охраны с поддержанием выработок позади лавы показала, что при несоответствии характеристик крепи нагрузочно-деформационным характеристикам пород кровли и почвы величины смещений пород кровли за весь срок службы выработок составляет от 600 до 1700 мм, превышая на 100-120 мм податливость установленной в них рамной крепи. Величины смещений кровли в бортовых выработках в зоне интенсивных проявлений горного давления за очистным забоем отработываемого столба составляют до 60-75 % общих смещений кровли за весь срок службы выработок.

Большие величины смещений кровли в зоне влияния очистного забоя отработываемого столба приводят к систематическим обрушениям пород на сопря-

жениях лав с выемочными выработками, деформации и разрушению рамной и усиливающей крепей, уменьшению сечений выработок на 30-70 %.

Слабые породы непосредственной почвы так же, как и прочные, причем с осложнениями (крепкие негабариты), требуют неоднократной подрывки, обычно трехкратной: впереди очистного забоя (мощность 1,0-1,5 м); при необходимости — за кареткой скребкового перегружателя 0,5-0,7 м; и в 130-150 м в поддерживаемой части выработки мощностью 1,3-1,5 м (рис. а, б). Паспорт работ по подработке почвы конвейерного промежуточного штрека представлен на примере отработки пласта K_2 лавой 43 $K_{2.3}$ шахты им. Костенко УД ОАО «Испат-Кармет». Весь этот значительный объем породы требует отдельной выдачи, т.е. отдельных с добычей угля смен или отдельных породных транспортных цепочек в шахте и на поверхности. Все это увеличивает трудоемкость добычных работ на 10-15% и увеличивает себестоимость угля на 15-20%. При совместной транспортировке и выдаче угля из лав и горной массы от подрывки повышается зольность угля на 0,5-0,7%.

Таким образом, основными источниками поступления породы в горную массу, выдаваемую из шахты, являются следующие:

- проведение подготовительных транспортных и вентиляционных выработок на пластах мощностью до 2,0 м с подрывкой вмещающих пород с их селективной выемкой (19-21% объема породы, выдаваемой из шахты);

- проведение пластовых подготовительных выработок сечением 14,4...17,2 м² сильно газонасытым пластам, что потребует подрывки боковых пород и отдельной выдачи угля и породы (10-12% объема);

- ремонт (перекрепление и подрывка) выемочных и магистральных выработок (10-12% объема);

- засорение угля в лавах из-за вывалов пород кровли (39-43% объема), а также присечки пород кровли и почвы при интенсивной гипсометрии и мелкоамплитудной тектонической нарушенности угольных пластов, наличия массивных прослоев породы в пластах сложного строения (16-12% объема);

- несоблюдение технологического паспорта ведения очистных работ (например, присечка слабых боковых пород);

- наличие породных прослоек в пластах сложного строения.

По данным работы отдельных лав при систематическом проявлении отжима угля, сопровождающегося вывалами пород кровли, нагрузка на очистной забой снижается на 15-20%, сменная производительность рабочих — на 25-30%. При труднообрушающихся кровлях образуются заколы впереди забоя, и в период осадок основной кровли возможны вывалы породы в призабойное пространство.

Уменьшение зольности товарного угля и размещение сопутствующей пустой породы в шахте без выдачи ее на поверхность позволит сократить производственные расходы в целом по шахте и тем самым повысить технико-экономическую эффективность ее работы.

Перед повторным использованием выемочных выработок требуется их трудоемкое перекрепление,

стоимость которого составляет от 2500 до 7500 тыс.т. на 1 км выработки. Перекрепление осуществляется со скоростью 20-40 м /мес, что ниже темпов продвижения очистных забоев. Несвоевременное перекрепление выработок и одновременная подрывка (мощность 0.5-1.0) для их повторного использования может привести к потерям добычи из-за несвоевременных сроков введения в добычу очистных забоев.

При величинах смещений кровли, больших, чем податливость рамной крепи, повторное использование извлекаемой из погашаемых выработок крепи составляет 85-90%. Стоимость одной рамы составляет 12.5014.0 тыс.т. Поэтому уменьшение повторного использования рамной крепи приводит к экономическому ущербу на 1 км выработки до 2500 тыс.т.

Широкое внедрение бесцеликовой отработки выемочных полей в определенной степени сдерживается отсутствием эффективных способов обеспечения надежного устойчивого поддержания выемочных выработок, сохраняемых за лавой.

На границе краевой зоны выработанного пространства за линейными секциями механизированной крепи нижнего пая не образуется надежной подбучивающий слой из пород непосредственной кровли из-за отсутствия жесткой опоры. Это ведет к интенсивному давлению со стороны пород основной кровли, деформации арочной крепи за лавой, разрушению краевой части пласта, отсутствию устойчивого равновесия пород на сопряжении с конвейерной выработкой.

Эффективное применение бесцеликовых способов охраны выемочных выработок обеспечивается при максимальной податливости рамной крепи не более 15...20% от высоты выработки при рабочем сопротивлении крепи. Этого достаточно, чтобы разлом и обрушение как непосредственной, так и основной кровли происходит не над кромкой угольного массива,

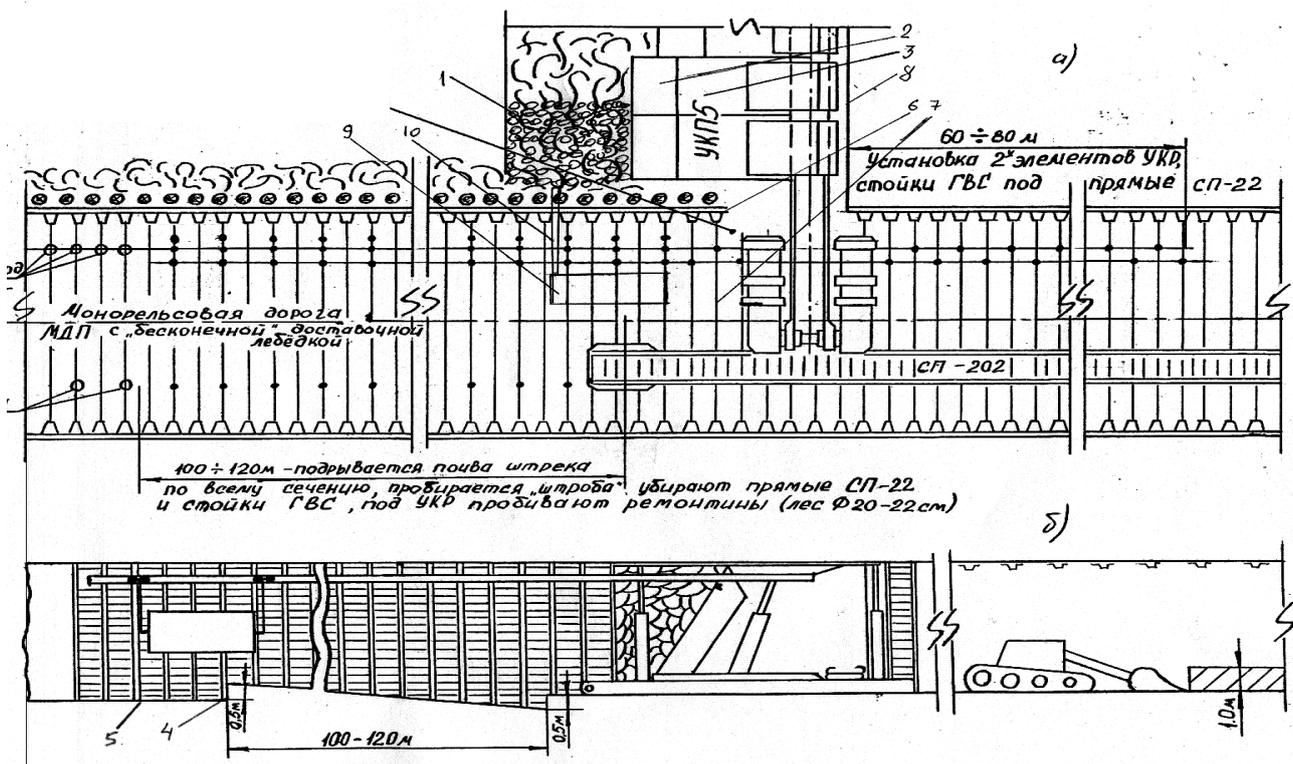
а за ее пределами, например, за жесткой охранной конструкцией. Существующими нормативными документами РК на шахтах рекомендуется применять следующие охранные конструкции:

- литые полосы из быстротвердеющих материалов;
- двух и трехрядные ряды из деревянных стоек; чураковые стенки, кусты и костры из деревянных стоек;
- тумбы из железобетонных стоек.

Все эти виды жестких конструкций ввиду их трудоемкости при возведении и высокой стоимости являются неэффективными.

С целью решения ряда вышеуказанных проблем предлагается использование в качестве жесткой конструкции полосы (1), возводимой на сопряжении в завале за контуром ограждения (2) линейных секций (3) нижнего пая механизированной крепи; из породы, получаемой от подрывки почвы (4) конвейерной выемочной выработки (5), доставляемой из зоны подрывки (см. рис.) и укладываемой в полость выработанного пространства между восстанавливаемой боковой ножкой (6) арочного крепления (7) выработки за очистным забоем (8) и обрушенными породами кровли с помощью специального устройства (9) с трубопроводом (10), например, пневмозакладочной машиной, пневматической закладочной установки с загрузочной воронкой, оборудованной соплом.

Для уплотнения пород и создания полостей для сооружения бутовых полос в выработанном пространстве на ограждениях каждой из линейных секций механизированной крепи нижнего пая жестко крепятся три гидродомкрата, штоки которых соединены шарнирно с продольным штампом, которым и производится при выдвигании штоков гидродомкратов по мере необходимости уплотнение обрушенных пород



Паспорт работ по подрывке почвы конвейерного промштрека

на конечном участке выработанного пространства лавы. Для увеличения площади контакта с обрушенными породами непосредственной кровли концы штоков гидродомкратов соединены между собой и снабжены штампом в виде параллелепипеда, имеющим сечение в виде трапеции, обращенным в сторону, противоположную движению очистного забоя, что позволит беспрепятственно возвращать (сокращать) штоки гидродомкратов в исходное (заряженное) состояние.

С целью получения и сопоставления фактических характеристик различных конструкций жестких охранных сооружений была произведена их сравнительная оценка. Относительная податливость определялась при каждом значении нагрузки как отношение уменьшения высоты (Δh) при данной нагрузке (P) к первоначальной высоте охранный конструкции.

Исследовались характеристики следующих известных жестких охранных конструкций:

- двухрядного органного ряда из основных рудничных стоек диаметром 120-130 мм;
- трехрядного органного ряда из основных рудничных стоек;
- куста, костра и чураковой стенки, из лесоматериалов;
- труб из блоков БЖБТ из бетона марки 300 весом 75-80 кг.

По предлагаемому техническому решению предлагается для охраны выработки уплотненная бутовая полоса из породы от подрывки шириной 2.5-3.0 м в сочетании со спрессованными гидродомкратами обрушенных пород кровли.

Сравнительные силовые расчеты вышеуказанных охранных конструкций проведены для конвейерного промежуточного штрека пласта K_2 — 43 $K_{2.3}$ шахты им. Костенко УД ОАО «Испат-Кармет». Длина выемочного столба — 1500 м, длина лавы — 160 м. При отработке лавы применялась прямоточная схема проветривания с подвешиванием исходящей струи воздуха. Конвейерная выработка поддерживалась за лавой на границе с выработанным пространством.

Этот штрек будет использоваться в качестве вентиляционного для нижележащего выемочного столба — 44 $K_{2.3}$. Общая мощность угольного пласта K_2 — 4.8 м, вынимаемая — 3.7 м, угол залегания — 7° . Непосредственная кровля сложена алевролитом тонкослоистым темно-серым, алевролитом серым, переслаивающимся аргиллитом и алевролитами суммарной мощностью 7-16 м и прочностью на одноосное сжатие 28-35 МПа. Основная кровля — мелкозернистые песчаники средней крепости мощностью в среднем 36 м и $\sigma_{сж} = 60$ МПа. Шаг вторичных посадок песчаника — 25-30 м. Кровля по характеристике относится по среднеуправляемым. Непосредственная почва пласта представлена как мягкими, так и прочными породами: переслаивающийся аргиллит, алевролит и песчаник. Глубина заложения подэтажного штрека — 560 м.

Конвейерный штрек 43 $K_{2.3}$ сечением в свету 12.8 м² закреплен арочной металлической крепью КМП-А3 с замками ЗПК и плотностью установки рам СВП-22 — 2 рамы на 1 м. В связи с повышением горного дав-

ления в выработке устанавливалась усиливающая крепь: навешивались три элемента крепи УКР и вводились по две стойки трения типа С-20-3 или СТ-30 через 0.5 м выработки под две нитки продольных профилей. Крепление сопряжения лавы со штреком осуществлялось установкой поперечных специальных профилей, опирающихся одним концом на верхняк арочного крепления штрека, а другим — на козырьки первой и второй линейных секций механизированной крепи очистного забоя.

Замерные станции для наблюдений смещений оборудовались контурными реперами.

Смещения пород при проведении выработок вне зоны влияния очистных работ, в основном, происходят в течение первых 40-60 суток (на участке 90-120 м) и достигают 70-80% конечных величин при подходе очистного забоя. Скорость смещений пород в этих выработках устанавливается в пределах 0.10-0.15 мм / сут. В зоне влияния очистных работ активизация смещений проявляется на расстоянии от лавы 50-120 м. Максимальные значения интенсивности смещений пород в пределах 20-30 мм на 1 м длины лавы отмечены впереди лавы в 10-15 м. За пределами данной зоны и за лавой процесс смещений постепенно затухает. На уровне забоя лавы сближение кровли с почвой составляет 660-1660 мм — в зависимости от структуры, прочности пород и скорости подвигания очистного забоя.

В 100 м за лавой общая величина сближения пород кровли и почвы с учетом смещений, связанных с проведением и поддержанием выработок равняется 2600 мм. Позади лавы абсолютная величина смещений пород стремится к предельному значению: 2800-2900 мм и не зависит от прочностных свойств вмещающих пород и темпов подвигания очистных забоев.

Следует отметить, что деформации выработок в рассматриваемых условиях происходили, в основном, за счет пучения почвы. Доля же опускания кровли от общей величины вертикальных смещений составляла 30-35% при абсолютных величинах 780-900 мм, что также существенно превышало конструктивную податливость применяемой арочной крепи. На участках за очистным забоем (в 30-80 м) арочная крепь претерпела значительные деформации в виде выполаживания и прогиба верхняков с разрывами профиля, деформацией и выдавливанием боковых стоек в полость выработки, разрывом замковых соединений крепления на усиливающей крепи УКР. Высота выработки местами в свету составила не более 800-900 мм.

Для отработки смежного выемочного столба необходимо будет произвести работы по восстановлению выработки.

Произведенные расчеты показывают, что при извлечении металлокрепи из-за порывов замков, разрывов и кручения профиля не пригодны к повторному использованию 85-90 % рам.

По предложенной технологии рамная крепь будет работать, в основном, в податливом режиме. Разрывы замков, деформации профиля будут иметь не более 10-15% рам. Высота штрека составит 1.8-2.0 м.

От применения охранный конструкции в виде породных уплотненных полос по сравнению с суще-

ствующей технологией поддержания выемочных штреков за лавой можно обеспечить следующий экономический эффект на 1 км выработки:

- от уменьшения зольности добываемого угля (на 0.5 %) — 0.2 млн тг;
- исключения затрат на выдачу породы из шахты — 0.3 млн тг;
- снижения эксплуатационных затрат на охрану выработки — 0.1 млн тг;

УДК 622.236.2

Б.Н. ЦАЙ
Т.Т. БОНДАРЕНКО

О реономности прочностных и деформационных параметров при оценке устойчивости пород

Принципиальную возможность прогнозирования устойчивости породных массивов дает кинетическая концепция прочности твердых тел, рассматривающая процесс их разрушения с учетом временно-температурного фактора, т.е. [1]

$$t = t_0 \exp(U_0 - \gamma\sigma) / RT, \quad (1)$$

где t — время существования образца породы под нагрузкой σ ;
 t_0 — период колебания атома в кристаллической решетке;
 U_0 — начальная энергия активации;
 γ — коэффициент структуры испытываемого материала;
 R — универсальная газовая постоянная;
 T — температура нагруженного материала.

При определении устойчивости пород часто используют теорию предельного равновесия, которая может быть сформулирована как [2]

$$\tau_i = K + \operatorname{tg}\rho \cdot \sigma_n, \quad (2)$$

где τ_i и σ_n — соответственно, касательные и нормальные напряжения на элементарной площадке;
 ρ — угол внутреннего трения;
 K — сцепление породы.

Выразим τ_i и σ_n через главные напряжения σ_1, σ_3 и определим K .

Оно равно

$$K = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \sin 2\left(45 - \frac{\rho}{2}\right) - \left[\sigma_1 \sin^2\left(45 - \frac{\rho}{2}\right) + \sigma_3 \cos^2\left(45 - \frac{\rho}{2}\right)\right] \cdot \operatorname{tg}\rho. \quad (3)$$

Учитывая, что $\alpha = 45^\circ - \rho/2$ (где α — угол наклона элементарной площадки к оси σ_1), определим K из (1) и подставим его в (3) вместо σ_1 , тогда получим

$$K = \frac{RT}{\gamma} \left(\ln t_0 - \ln t + \frac{U_0}{RT} \right) \left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \sin^2 \alpha \cdot \operatorname{tg}\rho \right) - \sigma_3 \left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \cos^2 \alpha \cdot \operatorname{tg}\rho \right). \quad (4)$$

Из (4) следует, что величина сцепления K возрастает с понижением температуры испытываемого тела и уменьшается с увеличением времени действия нагрузки.

- увеличения нагрузки на очистной забой в связи с уменьшением объема вывалов и обрушений на сопряжении лавы со штреком — 0.2 млн тг;

- снижение затрат в связи с увеличением объема повторного использования рамной металлической крепи 0.3 млн тг.

Итого, обеспечивается совокупный эффект 1.0 млн тг на 1 км выработки.

Проверим достоверность формулы (4). Для этого используем экспериментальные графики $\dot{\varepsilon}(t)$ (где $\dot{\varepsilon}$ — скорость деформирования породы) и опытные данные K, ρ, τ_i и σ_n , полученные для мрамора при $\sigma_3 = 0$ [3]. Значения $U_0 = 0,611 \cdot 10^5$ Дж/моль, $\gamma = 0,124 \cdot 10^4$ Дж·мм²/моль·кг были определены из зависимостей

$\tau \left(\lg \dot{\varepsilon} \right)$, тогда при $\sigma_3 = 0$

$$K = \frac{RT}{\gamma} \left(\ln t_0 - \ln t + \frac{U_0}{RT} \right) \cdot \left[\frac{1}{2} \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2} \right) - \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2} \right) \cdot \operatorname{tg}\rho \right] = \frac{838 \cdot 300}{0,124 \cdot 10^4} \cdot (-30 + 10,52 + \frac{0,611 \cdot 10^5}{838 \cdot 300}) \cdot \left[\frac{1}{2} \sin 2 \left(45 - \frac{31}{2} \right) - \sin^2 \left(45 - \frac{31}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} 31 \right] = 27,4 \text{ МПа}.$$

Сравнение расчетной величины с экспериментальной $K = 24,0$ МПа [3] дает отклонение 14,1%.

Важными деформационными характеристиками породы являются модуль деформации E и коэффициент остаточной поперечной деформации μ . Для исследования динамики изменения прочностных деформационных параметров были выполнены эксперименты на образцах песчаника. При этом для изучения кинетики трещинообразования был использован метод акустической эмиссии (АЭ), а испытания образцов проводились в режиме нагружения $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ в широком диапазоне изменения времени нагружения t и бокового давления σ_3 .

На рис.1 приведены графики варьирования E и μ с начала нагружения образцов до полного его разрушения.

С позиций статистической модели неоднородной среды (рис.2,а) коэффициент остаточной поперечной деформации с учетом образования микроразрывов по площадкам **a** и **b** равен $\mu_1 = 1/2 \operatorname{tg} \alpha$ [3].

При сдвиге по плоскости \mathcal{O} без возникновения микроразрывов на площадках **b** $\mu_2 = \operatorname{tg} \alpha/2$ [3].

Дезинтеграция горных пород происходит в два этапа: подготовительный и катастрофический. Первоначально в нагруженном образце происходит стабильное накопление микротрещин (МИТ) за счет сдвиговых деформаций, поэтому, безусловно, этой стадии соответствует μ_1 . На втором этапе происходит

объединение этих микротрещин за счет образования микроразрывов по площадкам **a**. Причем в данном случае преимущественная роль принадлежит разрушению элементов породы отрывом, а дезинтеграция происходит в хрупком режиме на постоянной околозвуковой скорости.

Из вышеизложенного следует, что μ_1 и μ_2 характеризуют этапы разрушения — подготовительный, отражающий вязкий механизм дезинтеграции, и катастрофический, сопровождающийся бурным образованием макроразрыва в хрупком режиме. Тогда, в общем случае, коэффициент остаточной поперечной деформации определится выражением

$$\mu = \left(\frac{1}{2tg\alpha} + \frac{tg\alpha}{2} \right). \quad (5)$$

Определим динамику изменения μ и α при варьировании $C = \sigma_3/\sigma_1$. Для этого вновь обратимся к статической модели разрушения, согласно которой [3]:

$$\begin{aligned} C_1 < C_2 < C_3 < 1, \\ N_1 < N_2 < N_3, \\ \alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3, \\ n_1 < n_2 < n_3, \end{aligned} \quad (6)$$

где N — число структурных элементов, вовлеченных в деформационные и разрывные процессы, n — количество плоскостей сдвига.

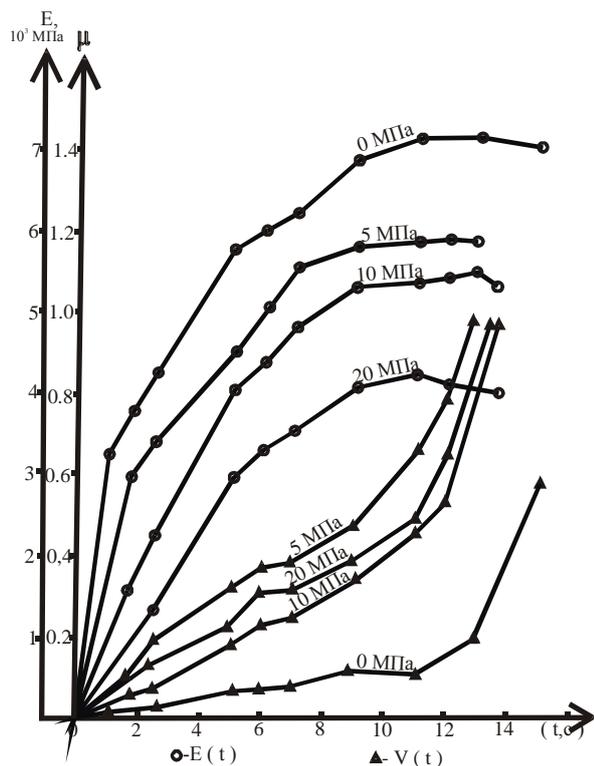


Рис. 1. Изменение модуля деформации E и коэффициента поперечной деформации μ во времени

С переходом от схемы «а» к схеме «б» происходит уменьшение угла α и возрастание угла внутреннего трения ρ . Дальнейшее увеличение внешней нагрузки (при нагружении по схеме $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ в формулу (1) вместо σ подставляется $\tau = (\sigma_1 - \sigma_2)/2 = (1/c - 1) \cdot \sigma_3/2$) приводит к убыванию α , N , n и, как это следует из (1), времени разрушения.

Исследуем изменение доли составляющих в (6) при раздавливании образцов в диапазоне напряжений $0 < C < 1$.

При сдвиге по микроплощадкам **a** на микроплощадках **b** происходит отрыв с образованием МИТ длиной b и шириной Δl (рис.2,а) [3], причем их появлению предшествуют пластические деформации. Однако, это не означает, что произошло разрушение образца, т.к. на микроплощадках **a** порода сохраняет свою целостность. При увеличении внешней нагрузки начинают взаимодействовать упругие поля напряжений соседних МИТ, и при достаточной плотности упругой энергии происходит образование микротрещин шириной $b tg\alpha$ отрывом, на микроплощадках **a** (рис.2, б).

Появление МИТ на этом этапе не связано с предшествующими пластическими деформациями, а вызвано преимущественно сопутствующей деформацией в виде разворота, изгиба зерен кристалла.

Разрушение породы по схеме «б» обусловлено возникновением МИТ как по микроплощадкам **a**, так и **b**. Поэтому в формуле (5) должны учитываться составляющие, отражающие вязкую и хрупкую стадии разрушения.

При $\alpha \rightarrow 0$ и $C \rightarrow 0$ доля сдвиговых деформаций при дроблении породы убывает и при $\alpha = 0$ полностью исключается (рис.2,в).

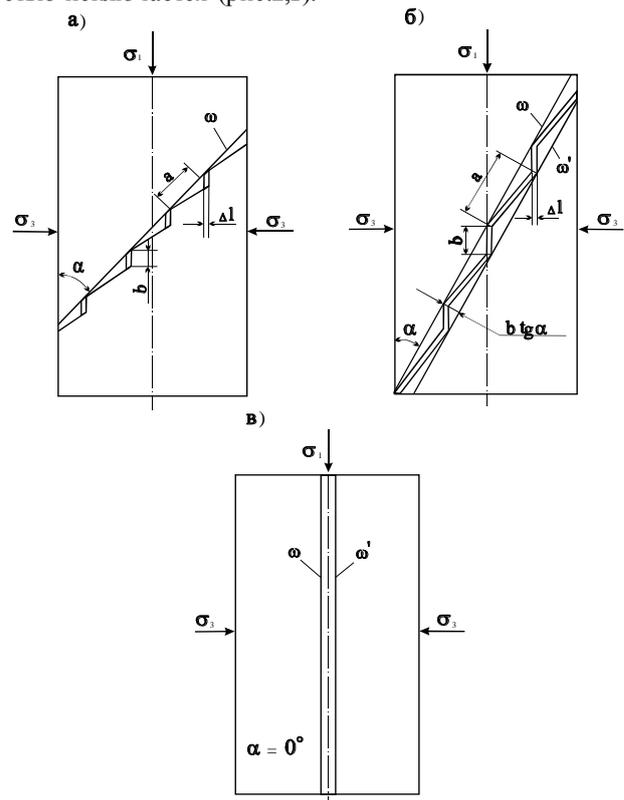


Рис. 2. Схемы разрушения пород при различных значениях C : а) $C \rightarrow 1$; б) $0 < C < 1$; в) $C \rightarrow 0$

Плоскость макроразрыва формируется в направлении, параллельном действию главного напряжения σ_1 . Кроме того, с убыванием C происходит снижение шероховатости (ступенчатости) плоскости макротрещины.

Анализ параметра μ также показывает, что увеличение ρ от 0 до 90 приводит к возрастанию μ_1 от 0 до 0,5, а μ_2 от 0,5 до ∞ .

Значение $\mu_1 = 0,5$ является границей между стадией вязкого и хрупкого разрушения породы, тогда величина модуля деформации для этого случая может быть определена из зависимости $0,5 = \varepsilon_r E / \tau$

В таблице приведены результаты определения E для песчаника при $\sigma_3 = 0; 5; 10; 20$ МПа и времени разрушения $t = 15$ с (рис. 1).

Численные значения μ и E есть интегральные характеристики испытываемой породы, т.к. они являются следствием коллективных деформационных и разрывных процессов всех ее элементов, вовлеченных в дезинтеграционные процессы в результате статистического отбора.

ЗНАЧЕНИЯ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ E

| σ_3 , МПа | $\tau = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$, МПа | $\varepsilon_r \cdot 10^{-3}$ | Модуль деформации E , 10^3 МПа | | Отклонение, % |
|------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|-------------|---------------|
| | | | расчетный | фактический | |
| 0 | 53,5 | 3,20 | 8,36 | 7,24 | 15,5 |
| 5 | 31,5 | 2,35 | 6,70 | 5,80 | 15,5 |
| 10 | 46,9 | 4,50 | 5,21 | 5,50 | 5,2 |
| 20 | 46,5 | 5,43 | 4,28 | 4,26 | 0,5 |

Из представленной картины разрушения также следует, что сцепление породы K при $\sigma_n = 0$ соответствует началу образования МИТ на микроплощадках a , т.е. с этого момента начинается переход дробления от вязкого режима к хрупкому. Следовательно, по величине K при $\sigma_n = 0$ можно определить значение внешнего напряжения, с которого начинается переход от одного механизма разрушения к другому, т.е.

$$\tau = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2 = K / \sin 2(45^\circ - \rho / 2). \quad (7)$$

Подставим опытные значения K и ρ , полученные для мрамора [3], в (7) и определим τ . Оно равно

$$\tau = 34 / \sin 2(45^\circ - 31^\circ / 2) = 40 \text{ МПа.}$$

Величина τ , полученная из экспериментальной зависимости $\tau(\lg \dot{\varepsilon})$, составляет 45 МПа, т.е. отклонение расчетной величины τ от опытной составляет 12,5%, что подтверждает ранее приведенный вывод.

Известно [1], что при $\tau = 0$ можно получить следующие уравнения:

$$\begin{aligned} \dot{N}_0 t_0 &= \dot{N} t, \\ \dot{\varepsilon}_0 N_0 &= \dot{\varepsilon} N, \\ \dot{\varepsilon}_0 t_0 &= \dot{\varepsilon} t - \varepsilon_1, \end{aligned} \quad (8)$$

где \dot{N}_0 — максимальная активность трещинообразования;

\dot{N} — активность образования МИТ;

$\dot{\varepsilon}_0$ — предельная скорость деформирования элементарной связи;

ε_1 — относительная продольная деформация.

Принимая во внимание (8), получим, что

$$\dot{\varepsilon}_0 \dot{N}_0 = \dot{\varepsilon} \dot{N} = \frac{\dot{\varepsilon}_l \dot{N}}{t} = \frac{\sigma \dot{N}}{Et} = \frac{V_l \cdot \dot{N}}{E}, \quad (9)$$

где V_l — скорость нагружения.

Активность трещинообразования также описывается кинетическим уравнением типа [1]

$$\dot{N} = \dot{N}_0 \exp\left(-\frac{U_0 - \gamma\tau}{RT}\right). \quad (10)$$

Подставив (10) в уравнение (9), получим следующее выражение для определения модуля деформации E :

$$E = \frac{V_l}{\dot{\varepsilon}_0} \exp\left(-\frac{U_0 - \gamma\tau}{RT}\right). \quad (11)$$

Коэффициент остаточных поперечных деформаций также можно представить как

$$\mu = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_l} = \frac{\dot{\varepsilon}_r}{\dot{\varepsilon}_l} = \frac{\dot{\varepsilon}_r}{\dot{\varepsilon}_0 t_0} = \frac{\dot{\varepsilon}_r}{\dot{\varepsilon}_0 t} \exp\left(-\frac{U_0 - \gamma\tau}{RT}\right) = \frac{\dot{\varepsilon}_r}{\dot{\varepsilon}_0} \exp\left(-\frac{U_0 - \gamma\tau}{RT}\right), \quad (12)$$

где $\dot{\varepsilon}_r$ — скорость относительной поперечной деформации.

При преобладании вязкого механизма разрушения породы с учетом формул для определения μ_1 и зависимости (12) можно записать как

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\dot{\varepsilon}_0}{2 \dot{\varepsilon}_r} \exp\left(-\frac{U'_0 - \gamma'\tau}{RT}\right). \quad (13)$$

При дезинтеграции пород в хрупком режиме получим следующее выражение:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \dot{\varepsilon}_r}{\dot{\varepsilon}_0} \exp\left(-\frac{U''_0 - \gamma''\tau}{RT}\right), \quad (14)$$

где U'_0 , γ' и U''_0 , γ'' — кинетические параметры, определенные соответственно для вязкой и хрупкой дезинтеграции пород.

Из сравнения уравнений (10), (11), (12), (13) и (14) с выражениями (1) и (10) следует, что основные деформационные характеристики зависят от временно-температурного фактора.

Принимая во внимание, что угол внутреннего трения $\rho = (\pi - 4\alpha)/2$, выражение (13) и (14) можно преобразовать в следующий вид:

$$\rho = \frac{\pi - 4}{2} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{\dot{\varepsilon}_0}{2 \dot{\varepsilon}_r} \exp\left(-\frac{U'_0 - \gamma'\tau}{RT}\right) \right), \quad (15)$$

$$\rho = \frac{\pi - 4}{2} \cdot \left(\operatorname{arctg} \frac{2 \dot{\varepsilon}_r}{\dot{\varepsilon}_0} \exp\left(-\frac{U''_0 - \gamma''\tau}{RT}\right) \right). \quad (16)$$

Таким образом, проведенными исследованиями установлена временно-температурная взаимосвязь деформационных и прочностных параметров пород, что является вполне закономерным, т.к. их проявления носят термоактивационную природу. Полученные результаты могут быть использованы при решении геомеханических задач с учетом реономности механических свойств горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регель В.Р., Слуцкер А.Н., Томашевский Э.К. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Недра, 1974. 376с.
2. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М.: Недра, 1965. 378с.
3. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Пластичность горных пород. М.: Недра, 1979. 301с.

Раздел 4

Строительство

УДК 624.131.54

Е.С. УТЕНОВ
В.Н. ПОПОВ

Методика оценки сжимаемости грунтов застроенных территорий, подверженных техногенезу

При проектировании зданий, вновь возводимых или реконструируемых в условиях застроенных территорий, подверженных техногенезу, возникает необходимость в определении фактических размеров зоны деформации уплотнения основания существующего фундамента, в пределах которой произошли послепопостроечные изменения механических свойств грунтов. Используемые в практике методы, основанные на теории линейно деформируемой среды не позволяют прогнозировать действительные размеры указанной зоны, так как предназначены для расчета условного, идеализированного грунта, поэтому их результаты дают, как правило, весьма завышенные значения. Эти методы также не приемлемы для расчета осадок фундаментов зданий, проектируемых в условиях городской застройки, в частности, при наличии в их основании локальных упрочненных или ослабленных зон, обусловливаемых техногенными факторами (длительное обжатие, подтопление). Поскольку действительные размеры указанных локальных зон реального грунтового основания нельзя непосредственно перенести на идеализированное основание, рассматриваемое существующими методами, то возникает необходимость нового подхода к разработке методики расчета осадки фундаментов.

На основе экспериментальных и теоретических исследований механизма взаимодействия фундаментов с грунтовым основанием нами разработана расчетная модель основания (рис. А), наиболее близко отражающая поведение реальных грунтов при нагружении. Осадку фундамента в соответствии с принятой расчетной схемой основания предлагается определять по формуле (1):

$$S = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \left[V_{i3} \cdot \left(1 - \frac{1 + e_2^{i3}}{1 + e_1} \right) \right], \quad (1)$$

где A — площадь подошвы ленточного фундамента;
 i — рассматриваемая напряженная зона основания фундамента;

n — количество выделенных зон основания;

V_{i3} — объем i -й уплотняемой зоны основания;

e_1 — коэффициент пористости неуплотненного грунта природной структуры, определяемый по компрессионной кривой при нагрузке

$$p_1 = \sigma_1 = p_{str};$$

e_2^{i3} — коэффициент пористости уплотненного грунта от действия максимального сжимающего напряжения в i -й зоне, принимаемый по компрессионной кривой при нагрузке $p_2^{i3} = p_1 + \Delta\sigma_1^{i3}$;

здесь $\Delta\sigma_1^{i3}$ — уплотняющее давление, определяемое как разность диапазонов сжимающих напряжений, действующих в рассматриваемой i -й зоне:

$$\Delta\sigma_1^{i3} = \sigma_1^{(i-1)3} - \sigma_1^{i3}.$$

Сравнительные расчеты показали высокую достоверность предлагаемой методики не только для расчета осадок фундаментов, но и для контрольного определения деформационных характеристик грунтов в ходе изысканий, в частности, по результатам компрессионных испытаний. Это объясняется главным достоинством нового подхода, которое заключается в учете при расчете осадок фундаментов непосредственно закона уплотнения (по эксперименту) рассматриваемого грунта основания. Как известно, при применении существующих методов расчета осадок фундаментов к большим погрешностям приводят «производные» (вычисляемые) характеристики сжимаемости (m_0 , m_v , β , E) идеализированного грунта, получаемые на основе принятия ряда допущений и множества промежуточных вычислений. В результате этого получаемые на начальном этапе опытным путем исходные досто-

верные характеристики (e_0 , $e_i=f(\sigma_i)$), отражающие действительные свойства грунтов на конечном этапе входят в расчет со значительным искажением в виде «производных» характеристик: m_0 , m_v , β , E . Поэтому Н.А. Цытович [2] не рекомендует спрямления соответствующего участка компрессионной кривой при нахождении указанных показателей деформируемости для слабых грунтов, характеризующихся с ярко выраженной нелинейной сжимаемостью.

Для сравнения были выполнены расчеты при следующих исходных данных: грунт суглинок тугопластичный (рис. Б) с характеристиками $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$; $e_1=0,732$; $m_v=0,11 \text{ МПа}^{-1}$; $E_0=6 \text{ МПа}$; $\mu_0=0,35$; $P_{str}=0,54 \text{ МПа}$; $p_0=0,2 \text{ МПа}$; фундамент ленточный $b=2 \text{ м}$; $d=2,6 \text{ м}$. Расчеты показали, что общепринятое при изысканиях спрямление (рис. Г, прямая 2) компрессионной кривой на участке уплотняющих нагрузок $0,1 \dots 0,3 \text{ МПа}$ приводит к существенным погрешностям, в частности для суглинка, к уменьшению осадки фундамента на 28%, а деформации основания в рассмотренных зонах I, II и III соответственно на 20%; 34% и 51%.

Для суглинка с характеристиками $e=0,61$; $W=7,4$; $W_L=21$; $W_P=13$ по результатам компрессионных испытаний образца, отобранного на глубине 2,5 м при использовании существующей методики (путем спрямления кривых, см. рис. Г, прямые 2) изыскателями получено: для грунта при естественной влажности $E_{ecm}=5,4 \text{ МПа}$; $m_0=0,30 \text{ МПа}^{-1}$; для грунта в водонасыщенном состоянии $E_W=5,5 \text{ МПа}$; $m_0=0,30 \text{ МПа}^{-1}$. При этом коэффициент изменчивости модуля деформации грунта с учетом фактора обводнения составил

$$K_W^E = \frac{E_{ecm}}{E_W} = \frac{5,4}{5,5} = 0,97 < 1, \text{ что не соответствует действительности.}$$

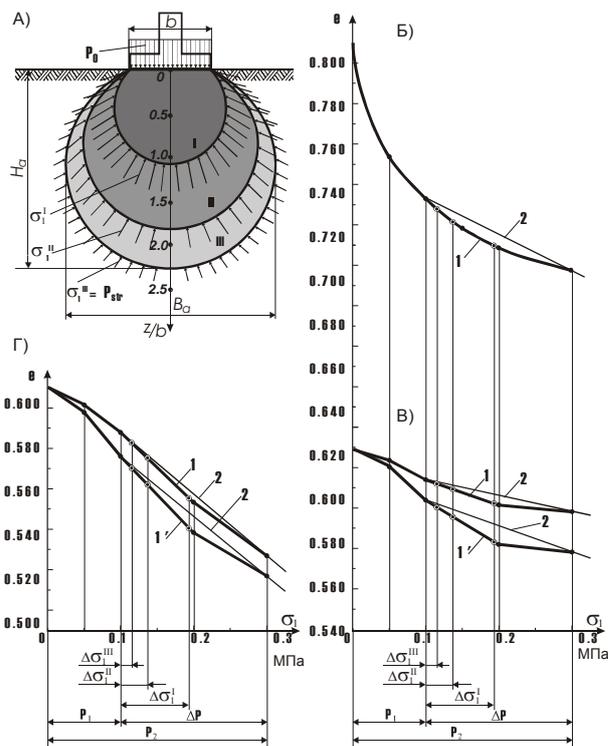
Осадку фундамента, вычисленная при вышеизложенных исходных данных применительно для этого грунта по методу СНИП, составила: при естественной влажности основания (при $E_{ecm}=5,4 \text{ МПа}$) $S_{ecm}=9,2 \text{ см}$; при водонасыщенном основании (при $E_W=5,5 \text{ МПа}$) $S_W=8,9 \text{ см}$. Оказалось, что увлажнение грунта основания практически не влияет на величину осадки фундамента. Такой вывод тоже противоречит законам механики грунтов. В связи с этим представляет интерес результаты расчета осадки рассмотренного фундамента по предлагаемой методике, позволяющей учет фактического (не линейного) закона уплотнения грунта (см. рис. Г, кривые 1 и 1'). По новой методике для тех же оснований нами получено: $S_{ecm}=7,8 \text{ см}$; $S_W=11 \text{ см}$. Решая обратную задачу по формуле СНИП (метода суммирования), подставляя уточненные значения осадки $S_{ecm}=7,8 \text{ см}$ и $S_W=11 \text{ см}$, получим соответствующие значения модуля деформации грунта $E_{ecm}=6,4 \text{ МПа}$ и $E_W=4,5 \text{ МПа}$. При этом коэффициент изменчивости модуля деформации грунта при обводнении составил $K_W^E = \frac{E_{ecm}}{E_W} = \frac{6,4}{4,5} = 1,4$, что близко отражает фактическую сжимаемость грунтов.

Приведем аналогичные данные для супеси с характеристиками $e=0,61$; $W=10,1$; $W_L=18$; $W_P=13$, отобранной с глубины 2,0 м. При применении существующей методики изыскателями получено: $E_{ecm}=20$

МПа; $m_0=0,08 \text{ МПа}^{-1}$; $E_W=12,5 \text{ МПа}$; $m_0=0,13 \text{ МПа}^{-1}$. С учетом фактора обводнения грунта коэффициент изменчивости составил $K_W^E = \frac{E_{ecm}}{E_W} = \frac{20}{12,5} = 1,6$. Согласно

предлагаемой методике сначала определим для условного фундамента осадки по компрессионным кривым (рис. В, кривые 1 и 1'): $S_{ecm}=3,23 \text{ см}$; $S_W=6,19 \text{ см}$. Решая обратную задачу по формуле СНИП, подставляя эти значения осадок, получим уточненные значения модуля деформации грунта $E_{ecm}=15,3 \text{ МПа}$; $E_W=8 \text{ МПа}$. Определим коэффициент изменчивости $K_W^E = \frac{E_{ecm}}{E_W} = \frac{15,3}{8} = 1,9$. Про-

изводим сравнение значений K_W^E , полученных по старой и новой методике и для расчета рекомендуем принимать наибольшее значение из них, как наиболее надежное. В частности, для супеси сравнивая значения $K_W^E = 1,6$ и $K_W^E = 1,9$, окончательно принимаем для расчета оснований проектируемых фундаментов максимальное значение коэффициента изменчивости $K_W^E = 1,9$ и соответствующие значения модуля деформации грунта $E_{ecm}=15,3 \text{ МПа}$ и $E_W=8 \text{ МПа}$.



● — точки на опытных кривых, используемые при расчете по новой методике; ○ — опытные точки.

Определение характеристик сжимаемости грунтов по предлагаемой методике: А — расчетная схема основания и фундамента; Б, В и Г — компрессионные кривые; 1 и 1' — опытные кривые сжатия грунта с природной влажностью и в водонасыщенном состоянии; 2 — спрямление опытных кривых при расчете по существующей методике; ○ — точки на опытных кривых, используемые при расчете по новой методике; ● — опытные точки.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет более достоверно и точно оценивать сжимаемость грунтов не только при расчете осадок оснований, но и при определении деформационных характеристик

грунтов по результатам компрессионных испытаний | на стадии инженерно-геологических изысканий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утепов Е.С. К методу расчета объемных осадок оснований фундаментов с учетом реальных свойств грунтов // Труды университета. Караганда, 2001. Вып.2. С. 85-88.
2. Цытович Н.А. Проблемы теории и практики строительства на слабых водонасыщенных глинистых грунтах // Материалы Всес. совещания по новым методам возведения промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах «Проблемы строительства на слабых грунтах» / РИО РПИ. Рига, 1972.

УДК 624.043.2

К.С. АЛЬМЕНОВ

Устойчивость сжатых стержней с упругоподатливыми опорами

Случаи жесткой заделки или жесткого шарнирного опирания стержней, входящих в состав каркасов зданий или строительных конструкций, на практике в чистом виде встречаются довольно редко. Больше распространение имеют случаи закрепления упругого опирания и упругой заделки. Рассмотрим случай упругого шарнирного опирания одного конца стержня и жесткой заделки другого (рис. 1). При потере устойчивости на опоре *B* возникает реакция $R_b = Q$ [1], зависимость между R_b и y_b можно записать:

$$R_b = c \cdot y_b, \tag{1}$$

где *c* — коэффициент жесткости опоры *B*.

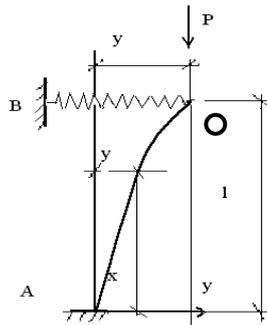


Рис. 1

С учетом возможного перемещения на опоре *B* дифференциальное уравнение упругой линии в этом случае будет иметь вид

$$M(x) = EI_{\min} \frac{d^2 y}{dx^2} = P(y_b - y) - cy_b(l - x). \tag{2}$$

Проведя преобразования и подстановку коэффициента $k^2 = P_{кр} / EI_{\min}$, получим уравнение следующего вида:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = k^2(y_b - y) - \frac{cy_b}{EI_{\min}}(l - z). \tag{3}$$

После дополнительных алгебраических преобразований уравнение (3) примет следующий вид:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = k^2 y - k^2 y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}) + k^2 \frac{cy_b}{P_{кр}} x. \tag{4}$$

Для уравнения (4) решение:

$$y = C \sin kx + D \cos kx + y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}) + k^2 \frac{cy_b}{P_{кр}} x. \tag{5}$$

В данном решении первые два слагаемых соответствуют случаю жесткой заделки и жесткого опирания

стержня, а третье и четвертое — учитывают податливость шарнирной опоры.

Постоянное интегрирование *C* и *D*, а затем и критическую нагрузку определяют из граничных условий:

$$\text{при } x=0, y_0=y_A=0 \text{ и угол поворота } \varphi(0) = \frac{dy}{dx} = 0;$$

$$\text{при } x=l, y_1=y_b.$$

Из (5) при подстановке $x=0$ и приравняв $y=y_0=0$, получим

$$D = -y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}). \tag{6}$$

Вычислив угол поворота сечения, производную (5) и приравняв ее нулю при $x=0$, получим уравнение

$$kC + \frac{cy_b}{P_{кр}} = 0, \tag{7}$$

из которого в свою очередь определяется постоянная *C*:

$$C = -\frac{cy_b}{kP_{кр}}. \tag{8}$$

Подставив полученные значения *C* и *D* в уравнение прогибов по длине стержня (5), получим

$$y(x) = -\frac{cy_b}{kP_{кр}} \sin kx - y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}) \cos kx + y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}) + \frac{cy_b}{P_{кр}} x. \tag{9}$$

Используя граничные уравнения, когда при $x=l$ функция $y(x)=y_l=y_b$, найдем

$$y_l = -\frac{cy_b}{kP_{кр}} \sin kl - y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}) \cos kl + y_b(1 - \frac{cl}{P_{кр}}) + \frac{cly_b}{P_{кр}} = y_b. \tag{10}$$

После преобразований уравнение примет вид:

$$-\frac{c}{P_{кр}} \sin kl - (1 - \frac{cl}{P_{кр}}) \cos kl = 0, \tag{11}$$

откуда

$$tgkl = kl(1 - \frac{P_{кр}}{cl}). \tag{12}$$

Из полученного смешанного тригонометрического уравнения в зависимости от изменения коэффициента жесткости опоры *C* можно определить коэффициент приведения расчетной длины стержня μ , который изменяется от 2 до 0,7.

Довольно распространенным в строительной практике может быть случай, когда у стержня опора *B* шарнирно опирается на неперемещаемую опору, а опора *A* упруго заделана (рис. 2). Зависимость между опорным моментом M_A и угловым перемещением — поворотом опоры *A*, можно записать

$$M_A = c \cdot \varphi_A, \quad (13)$$

где c – коэффициент жесткости опоры, изгибающий момент в заделке при угле поворота $\varphi=1$.

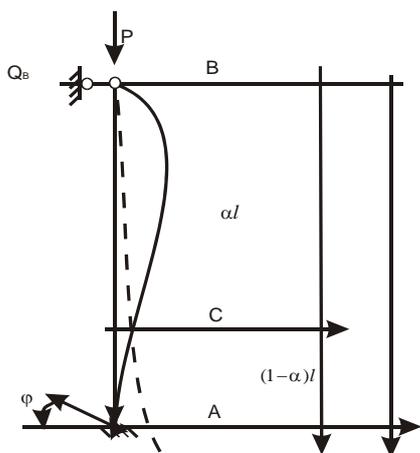


Рис. 2

Рассмотрим случай, когда стержень на опоре A сделан абсолютно жестко, коэффициент $c = \infty$, угол поворота $\varphi=0$. Данную задачу можно решить графоаналитическим способом [2], в которой изгибающий момент будет равен $M_c=0$.

Прогиб в точке C будет равен y_c . Из расчетной схемы можно установить зависимость

$$Q_b = P \frac{y_c}{\alpha l}. \quad (14)$$

Участок стержня BC можно рассматривать как центрально-сжатый стержень с шарнирными опорами, нагруженный силой P_1 , которая в свою очередь представляет геометрическую сумму сил P и $Q_b=Q$. Если допустить, что при потере устойчивости участок BC принимает форму квадратной параболы, то грузовая площадь опоры изгибающих моментов определится по формуле

$$\omega_1 = \frac{2}{3} \alpha l P_1 y_1, \quad (15)$$

где y_1 – наибольшее значение прогиба условного стержня BC .

Фиктивные опорные реакции стержня BC

$$B_\phi = C_\phi = \omega_1 / 2 = 1/3 \alpha l P_1 y_1. \quad (16)$$

Фиктивный изгибающий момент по середине стержня BC

$$M_\phi = B_\phi \frac{\alpha l}{2} - \frac{\omega_1 \cdot 3 \cdot \alpha l}{2 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{5}{48} P_1 y_1 \alpha^2 l^2. \quad (17)$$

Значение ординат линии изгиба определяется уравнением $y = M_\phi / EI$, отсюда наибольший прогиб по середине условного стержня BC будет

$$y_1 = \frac{5 P_1 y_1 \alpha^2 l^2}{48 EI}. \quad (18)$$

Из (18) можно определить критическую силу для условного стержня BC

$$P_{1кр} = \frac{48 EI}{5(\alpha l)^2}. \quad (19)$$

Из формулы (18) видно, что коэффициент α играет роль коэффициента приведения геометрической длины сжатого стержня к расчетной.

Для определения значения коэффициента α необходимо рассмотреть участок CA , который заменяется на эквивалентный условный стержень удвоенной длины и с шарнирными опорами CD (рис. 3). Помимо продольной силы P_2 стержень CD будет нагружен и поперечной сосредоточенной силой $P_3=2Q$ в точке A . Если предположить, что изогнутая ось стержня CD представляет собой квадратную параболу, то фиктивные реакции в точках C и D будут иметь вид

$$C_\phi = D_\phi \frac{1}{2} (\omega_2 + \omega_3) = \frac{2}{3} P_2 y_c (1-\alpha) l + \frac{P_2 y_c}{2\alpha} (1-\alpha)^2 l, \quad (20)$$

где ω_2 – грузовая площадь изгибающих моментов по стержню CD от действия силы P_3 ;

ω_3 – то же от действия силы P_2 .

Фиктивный изгибающий момент по середине стержня CD в точке A :

$$\begin{aligned} M_\phi &= D_\phi (1-\alpha) l - \omega_2 \frac{3}{8} (1-\alpha) l - \omega_3 \frac{3}{8} (1-\alpha) l = \\ &= \frac{P_2 y_c l^2 (1-\alpha)^2 (4+\alpha)}{12\alpha}. \end{aligned} \quad (21)$$

По уравнению ординат линии изгиба стержня определяется значение критической силы для условного стержня CD

$$P_{2кр} = \frac{12EI\alpha}{l^2 (1-\alpha)^2 (4+\alpha)}. \quad (22)$$

Приравняв $P_{1кр} = P_{2кр}$, после преобразований уравнение для определения величины α будет иметь вид

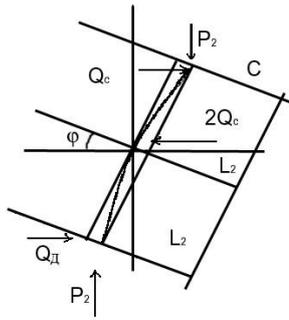
$$4(1-\alpha)^2 (4+\alpha) - 5\alpha^3, \quad (23)$$

после решения которого можно найти $\alpha \approx 0,7$, т.е. для случая с жесткой дозаделкой стержня на опоре A при $c = \infty$.

При значении коэффициента жесткости опоры $c=0$ точка C , где происходит перегиб изогнутой оси стержня, опустится и совпадет с точкой A , то есть стержень будет иметь шарнирную опору и коэффициент $\alpha=1$. Если коэффициент жесткости опоры будет иметь промежуточное значение $0 < c < \infty$, то и значение коэффициента α будет между значениями 0,7 и 1, а точка перегиба оси будет находиться на участке CA .

При определении значения коэффициента α с учетом коэффициента жесткости опоры выполняется аналогично только с учетом угла поворота опоры A (рис. 3).

Рис. 3



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В.; Отв. ред. Писаренко Г.С. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Наукова думка, 1988. 736с.
2. Татур Г.С. Курс сопротивления материалов. Ч. 3. Минск: Высшая школа, 1966. 192с.

УДК 624.15

Е.С. УТЕНОВ

Определение размеров зоны уплотнения грунтов под фундаментами реконструируемых зданий

Экспериментальные исследования показывают, что осадка фундамента обусловлена деформированием основания в пределах ограниченного объема, где преимущественно развиваются структурные деформации уплотнения, приводящие к существенному изменению исходных характеристик сжимаемости, прочности и других свойств грунтов природного сложения. Этот объем основания, где нарушается природная структура грунта, принято называть зоной деформации уплотнения (рис.1), где H_a , B_a и l_a — соответственно, глубина, ширина и вынос зоны деформации уплотнения, или в относительных величинах H_a/b , B_a/b и l_a/b , где b — ширина подошвы фундамента.

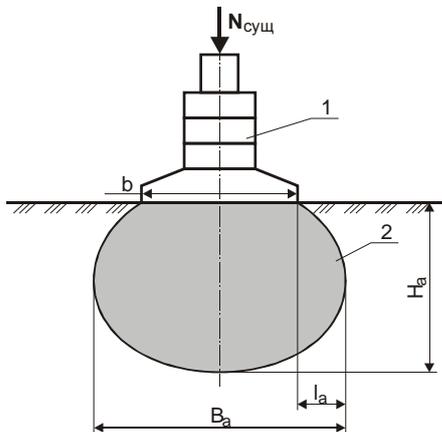


Рис.1. Размеры зоны деформации уплотнения грунта основания фундамента: 1 — существующий фундамент; 2 — граница зоны деформации уплотнения грунта; H_a , B_a и l_a — соответственно, глубина, ширина и вынос зоны уплотнения грунтов в основании фундамента; b — ширина фундамента; $N_{\text{суц}}$ — нагрузка

Достоверная оценка действительных размеров (H_a , B_a , l_a) деформируемой зоны оснований зданий и сооружений имеет большое научное и практическое значение для строительства, так как эти параметры являются ключевыми при решении многих задач изысканий и проектирования. В частности, для уточнения методов расчета осадок фундаментов с учетом

локальных изменений свойств грунтов в пределах активной зоны основания здания в период его эксплуатации (учет влияния фактора уплотненности грунтов — при надстройке существующих сооружений или достройке незавершенных законсервированных объектов, проектировании близко расположенных сооружений). Однако используемые в практике методы, базирующиеся на теории линейно-деформируемых тел не позволяют прогнозировать фактические размеры активной зоны основания, так как предназначены для расчета условного, идеализированного грунта, поэтому результаты их расчетов дают, как правило, весьма завышенные значения параметров H_a , B_a и l_a . Отсюда возникает необходимость поиска нового подхода к оценке действительных размеров деформируемой зоны оснований фундаментов зданий и сооружений.

Известно, что при расчете осадок фундаментов главной задачей ставится определение перемещений грунтов от действия вертикальных составляющих напряжений σ_z . Однако в действительности осадка фундамента происходит за счет объемного сжатия грунтов основания в пределах ограниченной зоны от результирующего действия всех компонентов напряжений. Это подтверждается результатами многочисленных экспериментов — фактические размеры зоны уплотнения грунтов под фундаментами значительно выходят за пределы изобар $\sigma_z = \sigma_{\text{стр}}$ (где $\sigma_{\text{стр}}$ — структурная прочность грунта при сжатии) для случаев плоской и пространственной задач [1]. В.Н. Голубков экспериментально установил, что зона деформации уплотнения грунтов под квадратными фундаментами имеет шарообразную форму [2].

Нами предложено — размеры зоны уплотнения грунтов под ленточными фундаментами определять по изобарам наибольших главных нормальных напряжений, имеющим очертание окружности, приняв следующее условие:

$$\sigma_1 = \sigma_{\text{стр}} \quad (1)$$

Вынос зоны уплотнения основания за пределы загруженной площади шириной b определяется по формулам [1]:

$$l_a = (B_a - b)/2; \quad l_a/b = 0,5(B_a/b - 1). \quad (2)$$

Автором ранее, на основе литературного материала, путем статистического анализа результатов 28 полевых опытов, проведенных в странах СНГ в различных грунтовых условиях и выполненных по единому стандарту с использованием квадратных крупноразмерных штампов (с площадью подошвы не менее $0,5\text{ м}^2$), были получены корреляционные зависимости $B_a/b = f(H_a/b)$; $l_a/b = f(H_a/b)$ и $H_a/b = f(\sigma_{стр})$ [1]. Однако для практики строительства наибольший интерес представляет методика определения размеров деформируемой зоны основания с учетом деформационных (E_0 , m_0) и прочностных (c , φ) характеристик грунтов, получаемых в процессе инженерно-геологических изысканий.

Анализ результатов 26 полевых опытов (в том числе собственных экспериментов), в ходе проведения которых наряду с измерением размеров зоны уплотнения основания штампов также определялись модули деформации грунта, позволил нам установить весьма тесную корреляционную зависимость $H_a/b = f(E_0)$ с корреляционным отношением $\eta = 0,9$ (рис. 2).

Исходя из полученных закономерностей представляется возможным размеры зоны уплотнения грунтов под квадратными фундаментами определять по следующим корреляционным уравнениям:

$$B_a/b = 0,14 + 1,13 H_a/b, \quad (3)$$

$$l_a/b = -0,43 + 0,565 H_a/b, \quad (4)$$

$$H_a/b = 0,596 + 0,046/\sigma_{стр}, \quad (5)$$

$$H_a/b = 1,05 + 1,95/E_0, \quad (6)$$

где $0,046$ — коэффициент, имеющий размерность МПа^{-1} ;
 E_0 — модуль общих деформаций грунта в МПа;
 $\sigma_{стр}$ — структурная прочность грунта при сжатии в МПа.

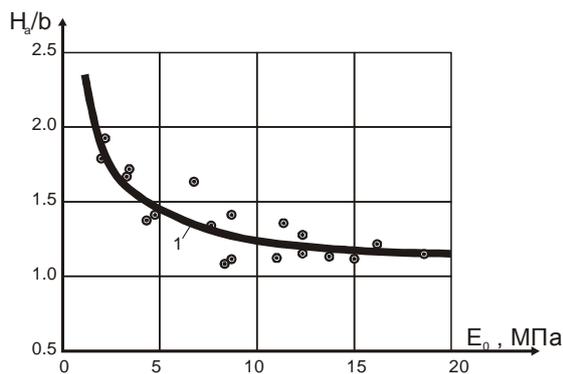


Рис. 2. Зависимость относительной глубины зоны деформации уплотнения основания H_a/b квадратных фундаментов от величины модуля деформации грунта E_0 : \odot — экспериментальные точки (поле корреляции); 1 — кривая, полученная по эмпирической формуле

Предложенные формулы применимы и для фундаментов круглой площади, если ввести соотношение $b = D/1,13$, где D — диаметр круглого фундамента, а 1,13 — коэффициент перехода. Причем величину $\sigma_{стр}$, вхо-

дящую в выражение (5), рекомендуется определять по формулам, полученным нами из условия разрушения естественной структуры грунта при уплотнении [3]:

для связных грунтов

$$\sigma_{стр} = \frac{1}{\xi_a} [(\xi_0 - \xi_a) \cdot P_{эф} + 2c\sqrt{\xi_a}], \quad (7)$$

для несвязных грунтов, не обладающих сцеплением:

$$\sigma_{стр} = \frac{\xi_0 - \xi_a}{\xi_a} \cdot P_{эф}, \quad (8)$$

где $P_{эф}$ — эффективное давление, принимаемое для нормально уплотненных грунтов равным бытовому давлению;

c — сцепление грунта;

ξ_0 — коэффициент бокового давления грунта, находящегося в состоянии покоя или допредельного равновесия [4];

ξ_a — коэффициент бокового давления грунта, находящегося в состоянии активного предельного равновесия, определяемый по формуле [4]:

$$\xi_a = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (9)$$

где φ — угол внутреннего трения грунта.

Вышеприводимые зависимости можно применить также для ориентировочной оценки размеров фактической зоны уплотнения грунтов под ленточными фундаментами, если ввести в формулы (5) и (6) корректирующие коэффициенты, учитывающие различие напряженного состояния для случаев пространственной и плоской задач. Для этой цели предлагается использовать переходной коэффициент:

$$K_\sigma^y = \frac{F_\sigma^{nl}}{F_\sigma^{np}}, \quad (10)$$

где F_σ^{nl} и F_σ^{np} — соответствующие для случаев плоской и пространственной задач площади эпюр коэффициентов влияния K_z (кривые 1 и 2 на рис.3), используемых для определения характера распределения по глубине основания нормальных напряжений ($\sigma_z = \sigma_1$), возникающих под центром подошвы фундамента от действия нагрузки P_0 [4].

При этом переходной коэффициент K_σ^y следует определять для значений H_a/b , вычисленных по формулам (5) и (6). Например, при заданных значениях $H_a/b = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5$, по формуле (10) нами подсчитаны следующие значения переходного коэффициента: $K_\sigma^y = 1,17; 1,27; 1,36; 1,45$.

Для промежуточных значений H_a/b соответствующие значения коэффициента K_σ^y рекомендуется определять путем линейной интерполяции.

В таком случае фактическую глубину уплотнения основания ленточных фундаментов можно определять по формулам:

$$H_a^{nl}/b = K_\sigma^y \cdot (0,596 + 0,046/\sigma_{стр}), \quad (11)$$

$$H_a^{nl}/b = K_\sigma^y \cdot (1,05 + 1,95/E_0). \quad (12)$$

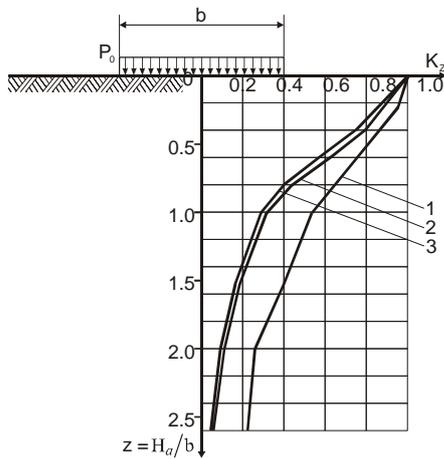


Рис. 3. Эпюры коэффициентов влияния K_z для определения нормальных напряжений под центром подошвы фундамента от действия нагрузки P_0 : 1 — для случая плоской задачи (для ленточных фундаментов); 2 и 3 — для случая пространственной задачи (соответственно для квадратных и круглых фундаментов).

На рис. 4 представлены графики зависимости $H_a^{кв.}/b = f(\sigma_{стр})$; $H_a^{кв.}/b = f(E_0)$, полученные по формулам (5) и (6) для квадратных фундаментов (кривые 1), а также графики $H_a^{лп.}/b = f(\sigma_{стр})$; $H_a^{лп.}/b = f(E_0)$, построенные по формулам (11) и (12) для ленточных фундаментов (кривые 2).

Ширину ($B_a^{лп.}$) или вынос ($l_a^{лп.}$) зоны уплотнения основания ленточных фундаментов следует принимать по размерам изобар наибольших главных нормальных напряжений σ_1 при заданных значениях $Z = H_a^{лп.}/b$, определяемых из выражений (11) и (12).

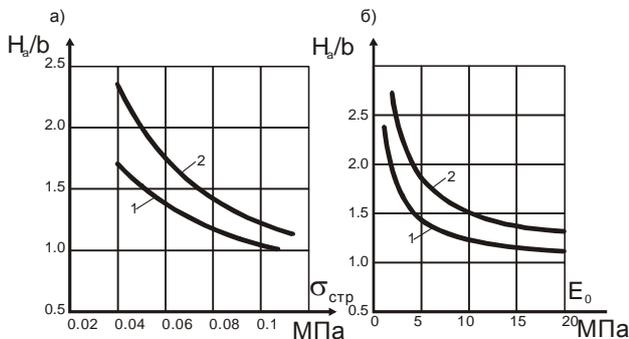


Рис. 4. График зависимости относительной глубины зоны деформации уплотнения основания H_a/b фундаментов от прочностных и деформационных свойств грунтов: а — зависимость фактической глубины уплотнения основания от величины структурной прочности грунта ($\sigma_{стр}$); 1 — по эксперименту, полученный по эмпирической формуле (5) для квадратных фундаментов; 2 — график, построенный по формуле (11) для ленточных фундаментов; б — зависимость фактической глубины уплотнения основания от величины модуля деформации грунта (E_0); 1 — по эксперименту, полученный по эмпирической формуле (6) для квадратных фундаментов; 2 — график, построенный по формуле (12) для ленточных фундаментов.

На рис. 5 показаны графики зависимости l_a (или B_a) от H_a в относительных координатах, полученные по экспериментальным данным (график 1) по формулам (3) и (4) и по теории — графики 2, 2' и 3, построенные соответственно по размерам изобар σ_z (для

квадратных и ленточных фундаментов) и σ_1 при значениях $Z = H_a/b = 1; 1,5; 2,0; 2,5$. Как видно из сравнения графиков 1 и 3, наше предложение об оценке ширины (или выноса) зоны уплотнения грунтов под ленточными фундаментами по размерам изобар σ_1 имеет экспериментальное подтверждение, так как эти графики в пределах наиболее вероятных значений $H_a = 1b \dots 2b$ сближаются. В то же время известные рекомендации об определении размеров деформируемой зоны основания фундаментов путем построения изобар вертикальных нормальных напряжений σ_z (для квадратных — кривая 2 и для ленточных — кривая — ?)

не подтверждаются результатами экспериментальных исследований — графики 1, 2 и 2' — расходятся.

Такой инженерный метод оценки размеров деформируемой зоны основания в случае плоской задачи можно использовать также применительно для прямоугольных фундаментов, если коэффициент перехода по формуле (10) определить с учетом соотношения сторон их подошвы (l/b). Тогда эпюра коэффициентов влияния K_z будет находиться между кривыми 1 и 2 (рис. 3). В этом случае расчет ведется как для ленточного фундамента по формулам (11) и (12), но с учетом переходного коэффициента K_σ^y , вычисленного для прямоугольного фундамента.

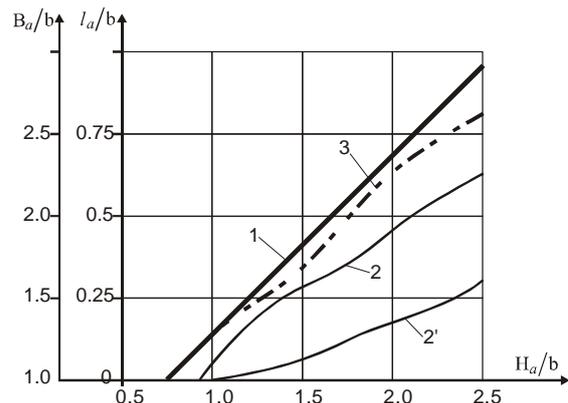


Рис. 5. Графики зависимости ширины (B_a) и выноса (l_a) зоны уплотнения грунтов оснований фундаментов от ее глубины (H_a) в относительных координатах: 1 — по эксперименту, полученный по эмпирической формуле; 2 и 2' — по теории, построенные по размерам изобар σ_z (для квадратного и ленточного фундаментов) при значениях $z = H_a/b = 1; 1,5; 2,0$ и $2,5$. 3 — по теории, полученный по размерам изобар σ_1 при значениях $z = H_a/b = 1; 1,5; 2,0$ и $2,5$.

Таким образом, предлагаемая методика, базирующаяся на результатах натуральных экспериментов, позволяет по эмпирическим зависимостям определять фактические размеры зоны деформации уплотнения грунтов не только под квадратными, круглыми фундаментами, но и в основаниях ленточных и прямоугольных фундаментов, причем вести расчет параллельно с использованием прочностных и деформационных характеристик грунта, что будет способствовать повышению достоверности получаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утенов Е.С. К оценке уплотненности глинистых грунтов под фундаментами существующих зданий // Изв. вуз. Строительство и архитектура. 1984. №2. С.19-23.
2. Голубков В.Н. О проектировании оснований и фундаментов на глинистых водонасыщенных грунтах по условию равенства работ внешних и внутренних вил. В кн.: Материалы Всес. совещ. по строительству на слабых водонасыщенных глинистых грунтах. Таллин, 1965.
3. Утенов Е.С. К методике определения структурной прочности грунтов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Строительные материалы XXI века. Технология и свойства. Импортзамещение». Кн. 2. Алматы, 2001. С.138-141.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов: Учебник для строит. вузов. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1983. 288 с.: ил.

Раздел 5

Технические средства и программное обеспечение автоматизированных систем

УДК 001.891.57:004.652.2:62.112.81

*М.Р. НУРГУЖИН
К.Т. АБЛЕЗОВ
Г.Т. ДАНЕНОВА
Т.Я. КАЦАГА*

Блочно-иерархический подход в инженерном анализе сварных конструкций

Технологические машины, от технического состояния которых зависит не только нормальное функционирование технологических процессов (совокупность технологий), но и безопасность работающих, относятся к классу машин с высокой интенсивностью использования. Учитывая то обстоятельство, что большая часть металла (60-80%), необходимая для выпуска данного класса машин, используется на производство металлоконструкций, можно констатировать, что создание совершенных по металлоемкости, экономичных в изготовлении и надежных в эксплуатации металлоконструкций является одной из важнейших задач в машиностроении. Важную роль при этом играет сварка, являющаяся доминирующим технологическим процессом в области их производства. Вместе с тем, использование сварочных технологий имеет ряд особенностей, без учета которых не могут быть получены надежные и экономичные сварные конструкции. Это характерная форма сварных соединений, вызывающая концентрацию напряжений и деформаций, влияние термического цикла сварки на свойства основного металла, высокие сварочные остаточные напряжения, значительные пластические деформации, сварочные дефекты и др. [1].

В свете требований обеспечения надежности изделий и рационального использования металла особую актуальность приобретает создание совершенных методов анализа сварных металлоконструкций. Осознание же того, что во всех сварных конструкциях с самого

начала существуют трещиноподобные дефекты, требует разработки новых подходов к исследованию прочности с учетом реальной геометрии их узлов и соединений и влияния технологических факторов. Ныне действующие методики (руководящие технические материалы — РТМ, руководящие документы — РД и пр.) не учитывают в полной мере указанные факторы.

Обзор существующих методов расчета показывает, что наиболее серьезное признание получила концепция «fitness for purpose», в рамках которой предложены процедуры автоматизированного инженерного анализа (computer aided engineering — CAE), основанные на сочетании соответствующих стандартных испытаний материалов и численных расчетов с привлечением современных подходов механики деформирования и разрушения.

В данной работе рассматривается блочно-иерархический подход к созданию и применению методов автоматизированного анализа, охватывающих жизненный цикл сварной металлоконструкции, на основе имитационного моделирования и CAE-технологий. Он предполагает использование функциональных математических моделей на мета-, макро- и микроуровнях, различающихся степенью детализации рассмотрения процессов в области анализа (рис.1), и базируется на следующих положениях:

1. Определение системных факторов и расчетных случаев основано на имитационном моделировании систем типа «машина-совокупность технологий».

2. Формирование расчетных схем для принятия решения осуществляется на основе макроанализа металлоконструкции.

3. Учет технологических факторов реализуется на основе описаний реальной геометрии сварных соединений и узлов и определения остаточных сварочных напряжений и деформаций.

4. Конструкционное соответствие реального изделия и его модели реализуется на основе применения метода конечных элементов.

5. Принятие решения базируется на критериальных зависимостях механики разрушения при действии статических либо динамических нагрузок.



Рис.1. Иерархия моделей автоматизированного инженерного анализа

Метауровень

При построении имитационной модели системы «машина-совокупность технологий» используется, как правило, типовая Q-схема [2], реализующая особенности непрерывно-стохастического процесса обслуживания, которая задается в виде:

$$Q = \langle W, U, H, Y, Z, R, A \rangle. \quad (1)$$

Здесь W и U — потоки событий; H — множество внутренних параметров системы; Y — выходной поток событий; Z — множество состояний системы; R — оператор сопряжения элементов системы; A — множество алгоритмов обслуживания.

Считается, что события (технологические операции) можно классифицировать следующим образом: чисто случайные события, события с известным законом распределения, фиксированные во времени события. Собранные данные о заданиях на операции оформляются на бланке описания модели. Работа машины моделируется на основе накопителя и канала обслуживания с учетом длительности операции. Интерпретация результатов моделирования осуществляется на основе анализа статистической информации по проведенному моделированию и позволяет оценить режим работы машины, наиболее опасные расчетные случаи сочетания нагрузок, пропускную способность системы в целом, определить необходимое число машин для реализации совокупности технологий.

На рис. 2 в качестве примера показана Q-схема, позволяющая моделировать систему «грузоподъемные машины — совокупность технологий» [3].

Примером другого подхода к анализу объектов на метауровне является исследование взаимодействия крепи и горной породы [4]. Здесь используется расчетно-экспериментальный метод, основанный на методе конечных элементов, реализованном в виде программы ANSYS [5] и результатах натурных замеров деформирования металлоконструкции крепи.

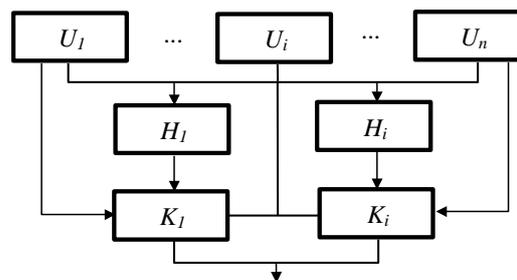


Рис.2. Q-схема

Макроуровень

На макроуровне сварная металлоконструкция представляется в виде дискретно распределенной системы. Математической моделью объекта в этом случае является матричное дифференциальное уравнение

$$[K]\{\delta\} + [C]\frac{\partial}{\partial t}\{\delta\} + [M]\frac{\partial^2}{\partial t^2}\{\delta\} + \{\bar{F}\} = 0, \quad (2)$$

где $[K]$ и $\{\bar{F}\}$ — матрицы жесткости и сил системы конечных элементов; $[M]$, $[C]$ — матрица масс и матрица демпфирования; $\{\delta\}$ — вектор узловых перемещений системы конечных элементов.

Решение уравнения (2) методом конечных элементов (ANSYS) позволяет определить перемещения и напряжения в элементах дискретной модели в функциях времени, выявить наиболее нагруженные узлы и соединения сварной металлоконструкции, определяющие ее прочность и сформировать для них расчетные схемы. При этом граничные условия определяются на основе результатов макроанализа.

Кинематический и силовой анализ металлоконструкции в целом реализуется на основе программы ADAMS [6] для уточнения граничных условий при решении уравнения (2).

На рис. 3 и 4 приведены дискретные модели мостового крана и механизированной крепи с применением конечного элемента SHELL63 (ANSYS).

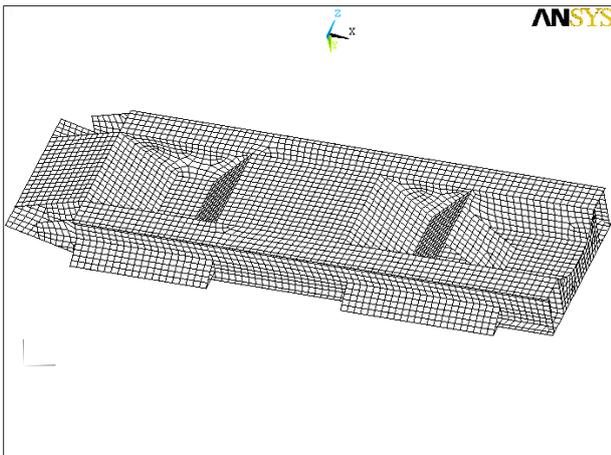


Рис.3. Конечно-элементная модель перекрытия крепи

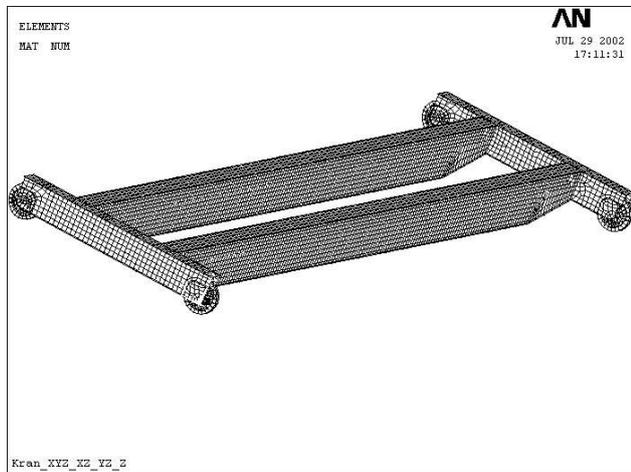


Рис.4. Конечно-элементная модель мостового крана

Технологические факторы

Определение технологических факторов базируется на методе конечных элементов (КЭЛАПС, ANSYS). При этом рассматривается упругопластическое деформирование тела, дискретизированного на конечные элементы, в термическом цикле сварки и используется пошаговый метод нагружения. Расчет тепловых процессов в сварке базируется на решении нестационарного уравнения теплопроводности с заданными краевыми условиями

$$K_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + Q = \lambda \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (3)$$

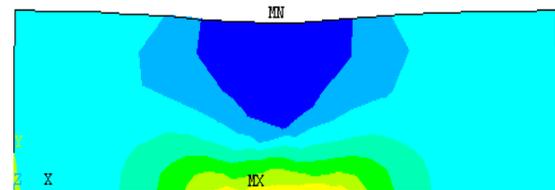
где K_x, K_y, K_z — коэффициенты теплопроводности;
 Q — удельная мощность сосредоточенного движущегося источника тепла;
 λ — удельная объемная теплоемкость.

Для решения уравнения (3) используется МКЭ (ANSYS) в сочетании с разностной схемой Кранка-Николсона. В модели приняты допущения: все теплофизические параметры рассматриваются как функции температуры; температурное поле оказывает незначительное влияние на форму элементов; изменение фазы

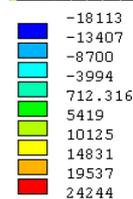
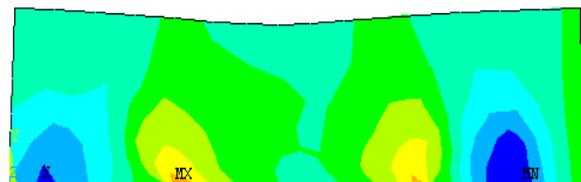
происходит при фиксированной температуре и учитывается скрытая теплота плавления.

Результаты расчета полей остаточных сварочных напряжений и деформаций в дальнейшем используются на микроуровне для учета их влияния. В случае наличия трещин в расчетной зоне оценивается коэффициент интенсивности остаточных напряжений K_I' [7].

На рис.5 представлены поля продольных и поперечных напряжений в пластине с коротким сварным швом, полученные на основе описанного подхода.



а



б

Рис.5. Остаточные напряжения в сварных соединениях, выполненных короткими швами: а — σ_x (Н/см²); б — σ_y (Н/см²)

Микроуровень

На микроуровне рассматривается конкретный узел или сварное соединение, выбранное на макроуровне, с известной геометрией и граничными условиями. На первом этапе на основе МКЭ (ANSYS) оценивается напряженно-деформированное состояние (НДС) объекта с учетом технологических факторов. В случае отсутствия трещиноподобных дефектов принятие решения базируется на традиционных критериях прочности и долговечности [8]. При их наличии статическая трещиностойкость оценивается на модифицированных выражениях для двухпараметрических критериев прочности в терминах КИН и J-интеграла:

$$K_{a\theta}^{\max} = \frac{K_{IC}}{n_x} \eta \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_B/n_B} \right)^2}, \quad (4)$$

$$J = \frac{J_c}{n_B} \left[1 - \left(\frac{\sigma_i}{n_B / \sigma_B} \right)^{\frac{1}{m}} \right]^{m+1} \quad (5)$$

Здесь n_x и n_b — коэффициенты безопасности; η — коэффициент, учитывающий жесткость нагружения и величину притупления у вершины трещины; σ_i — расчетные напряжения в элементе; σ_B — временное сопротивление; m — показатель упрочнения в степенной зависимости; K_{IC} — и J_C — вязкость разрушения в терминах КИН и J-интеграла. В выражениях (4) и (5) левая часть определяется с учетом влияния остаточных напряжений согласно формулам для КИН и J-интеграла [9] или на основе МКЭ.

В основу определения долговечности сварных соединений с трещиноподобными дефектами положена модифицированная формула Элбера [10]. Остаточный ресурс в этом случае выражается как

$$N_c = \frac{e^{-\lambda(R+1)} l_c}{C_{-1}} \int_{l_0}^{l_c} \frac{dl}{\Delta K^{m-1} \cdot \varphi(K_I^r, R)}, \quad (6)$$

где C_{-1}, m, λ — экспериментальные характеристики материала по данным [10];
 ΔK — размах КИН;
 R — коэффициент асимметрии цикла нагружения;
 $\varphi(K_I^r, R)$ — функция влияния остаточных напряжений [11];
 l_0 и l_c — начальная и критическая длины трещины.

Для принятия решения при сохранении требований к безопасности необходимо обоснование области

безопасных состояний поврежденных трещинами конструкций по критериям живучести. В рамках рассматриваемого подхода это достигается введением в критерий предельного состояния (4), (5) коэффициента m_0 (коэффициента запаса на длину трещины). Тогда обоснованная величина коэффициента живучести: $m_N \geq m_0^n$ ($n = m-1$). С учетом этого живучесть объекта определяется как $N = N_c / m_N$. Коэффициент живучести определяет запас по количеству циклов нагружения в условиях развития трещины. Можно констатировать, что проблема безопасности, живучести и ресурса металлоконструкций, поврежденных трещинами, является связанной.

На рис.6 в качестве примера расчета представлено НДС сварного соединения с трещиноподобным дефектом при статической нагрузке, близкой к предельной. Диаграмма живучести указанных сварных соединений с учетом влияния остаточных напряжений показана на рис.7. Ее определение базировалось на уравнении (6).

На основе описанного подхода создана система автоматизированного проектирования и прогнозирования ресурса сварных соединений металлоконструкций ANWELD [11]. Применение ANWELD и ее подсистем, охватывающих жизненный цикл изделия, позволяет создавать современные металлоконструкции, соответствующие назначению, а также решать вопросы о возможности их сверхнормативной эксплуатации.

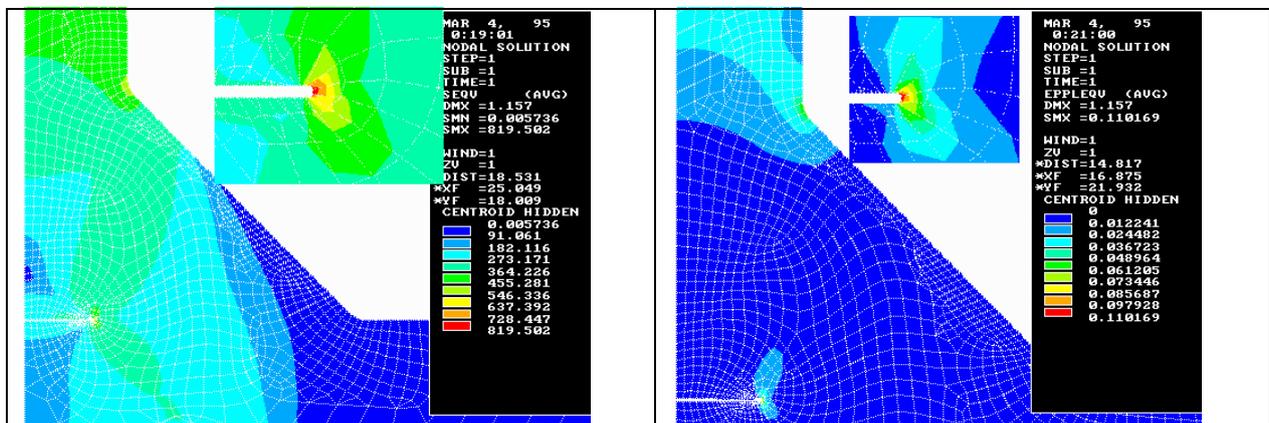


Рис.6. Напряженно-деформированное состояние таврового соединения при статических нагрузках, близких к предельным

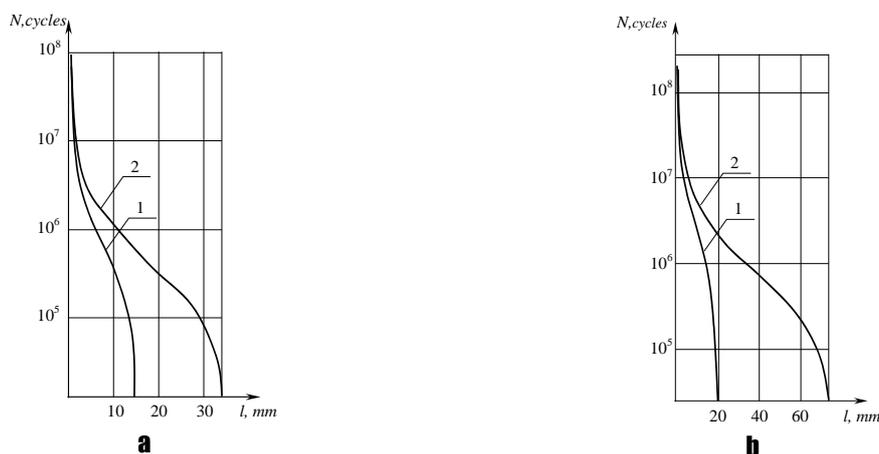


Рис.7. Диаграммы живучести: 1 — с учетом остаточных напряжений; 2 — без учета остаточных напряжений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Masubushi K. Analysis of Welded Structures: Residual Stress, Distortion and their Consequences. Oxford etc.: Pergamon Press, 1980. 642 p.
2. Советов Б.А., Яковлев С.А. Моделирование систем. М.: Высшая школа, 1998. 642 с.
3. Нургужин М.Р. Имитационное моделирование систем типа «машина — совокупность технологий» // Изв. вузов. Машиностроение. 1996. №3. С. 28-34.
4. Кацага Т.Я. Метод автоматизированного расчета сварных металлоконструкций механизированных крепей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Караганда, 2000. 13 с.
5. ANSYS, Inc., 1998, «ANSYS 5.5 — Finite Element Software». User's Manual.
6. www.cadfem.ru
7. Даненова Г.Т. Разработка методов расчета прочности сварных металлоконструкций с трещиноподобными дефектами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Караганда, 2001. 18 с.
8. Коллинз Дж. Повреждение материала в конструкциях. Анализ, предсказания, предотвращения. М.: Мир, 1984. 624 с.
9. Nurguzhin M.R., Danenova G.T., Katsaga T.Ja. Application of FEM in the analysis of welded constructions with defects as cracks // Eighth International ANSYS Conference and Exhibition: Proceeding. Pennsylvania (USA), 1998. P. 121-127.
10. Прочность сварных соединений при переменных нагрузках / Под ред. В.И. Труфякова. Киев: Наукова думка, 1990. 256 с.
11. M.R.Nurguzhin, G.G.Piven, T.Ya.Katsaga. About One Approach to Solving Problem of Computer-Aided Engineering Analysis of Machine-Building Structures // The 8th International NAFEMS World Congress, Italy, Lake Como, 2001. P. 229-241 p.

УДК 004.832.2

Л.Г. ЗАРТЕНОВА

Особенности использования генетического алгоритма в задаче поиска оптимального решения

Генетический алгоритм (ГА) был получен в процессе обобщения и имитации в искусственных системах таких свойств живой природы, как естественный отбор, приспособляемость к изменяющимся условиям среды, наследование потомками жизненно важных свойств от родителей и т.д.

В описании ГА обычно используется терминология, принятая для описания процесса эволюции в природе: хромосома, ген, мутация, отбор, скрещивание, выживание. Хромосома описывает набор свойств отдельной особи в виде последовательности генов. Каждый ген кодирует одно из свойств особи. Некоторое число одновременно живущих особей образует популяцию. В процессе эволюции одна популяция сменяет другую, так как одни особи погибают, а другие рождаются. Выживание каждой особи зависит от ее степени приспособленности к окружающей среде и условиям существования. Рождение новой особи осуществляется за счет скрещивания пары особей и обмена ими своей генетической информацией. При этом в скрещивании могут участвовать или только лучшие и наиболее приспособленные особи и тем самым по-

рождать более выносливых потомков, или пары родителей могут формироваться совершенно случайно, тогда новое потомство не обязательно будет лучше своих родителей. Кроме этого, вследствие мутации, т.е. случайного воздействия неконтролируемых факторов внешней среды, могут осуществляться непредвиденные изменения некоторых генов особи, что приводит к рождению особей с совершенно новыми сочетаниями свойств.

Сила ГА в том, что этот метод очень гибок, и, будучи построенным в предположении, что об окружающей среде нам известен лишь минимум информации (как это часто бывает для сложных технических систем), алгоритм успешно справляется с широким кругом проблем, особенно в тех задачах, где не существует общеизвестных алгоритмов решения или высока степень априорной неопределенности.

Поскольку для работы ГА в качестве информации об оптимизируемой функции используются лишь её значения в рассматриваемых точках пространства поиска и не требуется вычисления ни производных, ни каких-либо иных характеристик, то данный алго-

ритм применим к широкому классу функций, в частности, не имеющих аналитического описания. Использование набора начальных точек позволяет применять для их формирования различные способы, зависящие от специфики решаемой задачи.

Для применения ГА в конкретной задаче на первом этапе необходимо описать в виде хромосомы структуру предполагаемого решения. В общем случае, его можно представить строками из последовательности закодированных свойств-генов или параметров решения задачи.

Строки или хромосомы формируются в виде упорядоченных наборов из n элементов: $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$, при этом каждый элемент S_i , $i = 1, 2, \dots, n$ может быть задан в своём собственном алфавите V_i , где V_i — некоторое множество из конечного числа символов: $V = (V_1, V_2, \dots, V_m)$. В простейшем случае это может быть двоичная строка длиной m . (В природе это набор из молекул ДНК, описывающих, например, цвет глаз или волос и т.п.)

На втором этапе необходимо на множестве строк $W = (S_1, S_2, \dots, S_k)$ задать неотрицательную функцию $F(S_j)$, определяющую степень приспособленности или «ценность» особи-строки-решения S_j . $F(S_j)$, которую называют фитнес-функцией.

ГА за один шаг выполняет обработку некоторой популяции G , которая представляет собой конечный набор из N строк $S_{j..}$, где N — размер популяции, причём строки-особи в популяции могут повторяться.

Далее ГА осуществляет переход от популяции $G(t)$ к популяции $G(t+1)$ таким образом, чтобы средняя ценность составляющих её строк увеличивалась, причём количество новых строк в популяции может быть постоянным, уменьшаться или увеличиваться пропорционально некоторому критерию, например коэффициенту новизны популяции. Это и является основной задачей и целью работы генетического алгоритма.

Увеличение ценности популяции обеспечивается корректно построенными операторами эволюционного процесса, которые моделируются на третьем этапе и включают три операции: выбор родительской пары, скрещивание, отбор и мутацию.

Выбор родительской пары. Первый подход самый простой — это случайный выбор родительской пары («панмиксия»), когда обе особи, которые составят родительскую пару, случайным образом выбираются из всей популяции, причём любая особь может стать членом нескольких пар. Несмотря на простоту, такой подход универсален для решения различных классов задач. Однако он достаточно критичен к численности популяции, поскольку эффективность алгоритма, реализующего такой подход, снижается с ростом численности популяции.

Второй способ выбора особей в родительскую пару — так называемый селективный. Его суть состоит в том, что «родителями» могут стать только те особи, значение функции, приспособленности которых не меньше среднего значения приспособленности по популяции, при равной вероятности таких кандидатов составить брачную пару. Такой подход обеспечивает более быструю сходимость ГА. Однако из-за быстрой сходимости селективный выбор родительской пары не подходит тогда, когда ставится задача определения

нескольких экстремумов, поскольку для таких задач алгоритм, как правило, быстро сходится к одному из решений. Кроме того, для некоторого класса задач со сложным ландшафтом приспособленности быстрая сходимость может превратиться в преждевременную сходимость к квазиоптимальному решению. Этот недостаток может быть отчасти компенсирован использованием подходящего механизма отбора, который бы «тормозил» слишком быструю сходимость алгоритма.

Другие два способа формирования родительской пары, на которые хотелось бы обратить внимание — это инбридинг и аутбридинг. Оба эти метода построены на формировании пары на основе близкого и дальнего «родства» соответственно. Под «родством» здесь понимается расстояние между членами популяции как в смысле геометрического расстояния особей в пространстве параметров. В связи с этим различают генотипный и фенотипный (или географический) инбридинг и аутбридинг. Под инбридингом понимается такой метод, когда первый член пары выбирается случайно, а вторым с большей вероятностью будет максимально близкая к нему особь. Аутбридинг же, наоборот, формирует брачные пары из максимально далеких особей. Использование генетического инбридинга и аутбридинга оказалось более эффективным по сравнению с географическим для всех тестовых функций при различных параметрах алгоритма. Наиболее полезно применение обоих представленных методов для многоэкстремальных задач. Однако два этих способа по-разному влияют на поведение ГА. Так, инбридинг может привести к концентрации поиска в локальных узлах, что фактически выражается в разбегании популяции на отдельные локальные группы вокруг подозрительных на экстремум участков ландшафта. Аутбридинг напротив, направлен на предупреждение сходимости алгоритма к уже найденным решениям, заставляя алгоритм просматривать новые, неисследованные области возможных решений.

Воспроизводство оперирует со строками, уже присутствующими в рассматриваемой популяции, и само по себе не способно открывать новые области поиска. Для этой цели используется операция скрещивания.

Скрещивание представляет собой процесс случайного обмена значениями соответствующих генов для произвольно сформированных пар строк. Для этого выбранные на этапе отбора строки случайным образом группируются в пары. Далее каждая пара с заданной вероятностью $p_{\text{скр}}$ подвергается скрещиванию. При скрещивании происходит случайный выбор позиции разделителя d ($d = 1, 2, \dots, n-1$, где n — длина строки). Затем значения первых d элементов первой строки записываются в соответствующие элементы второй, а значения первых d элементов второй строки — в соответствующие элементы первой. В результате получаем две новых строки, каждая из которых является комбинацией частей двух родительских строк.

Операция скрещивания создаёт новые строки путём некоторой комбинации значений элементов наиболее ценных в популяции $G(t)$ строк. Получившиеся в результате строки могут превосходить по ценности родительские строки.

Возможен отход от такой традиционной схемы «размножения», используемой в большинстве реализованных ГА и повторяющих классическую схему. Классическая схема предполагает ограничение численности потомков путем использования $P_{скр}$ — вероятности скрещивания. Такая модель придает величине, соответствующей численности потомков, вообще говоря, недетерминированный характер. Можно использовать метод, предлагающий отойти от вероятности скрещивания и использовать фиксированное число брачных пар на каждом поколении, при этом каждая брачная пара «дает» двух потомков. Такой подход хорош тем, что делает процесс поиска более управляемым и предсказуемым в смысле вычислительных затрат.

В качестве генетических операторов скрещивания применяются два типа кроссоверов: одно- и двухточечный. Вычислительные эксперименты показали, что даже для простых функций нельзя говорить о преимуществе того или иного оператора. Более того, было показано, что использование механизма случайного выбора одно- или двухточечного кроссовера для каждой конкретной брачной пары подчас оказывается более эффективным, чем детерминированный подход к выбору кроссоверов, поскольку достаточно трудно определить, который из двух операторов более подходит для каждого конкретного ландшафта приспособленности. Иногда при скрещивании особи могут обмениваться не всеми генами, а только определенной или случайно выбираемой частью.

Так как открытие новых областей поиска в операции скрещивания происходит лишь путём перегруппирования имеющихся в популяции комбинаций символов, то при использовании только этой операции некоторые потенциально оптимальные области возможных решений могут оставаться не рассмотренными. Для предотвращения подобных ситуаций применяется операция мутации.

Мутация представляет собой процесс случайного изменения значений элементов строки. Для этого строки, получившиеся на этапе скрещивания, просматриваются поэлементно, и каждый элемент с заданной вероятностью мутации $p_{мут}$ может мутировать, т.е. изменить значение на любой случайно выбранный символ, допустимый для данной позиции. Операция мутации позволяет находить новые комбинации признаков, увеличивающих ценность строк популяции.

Повышение эффективности поиска при использовании случайного выбора операторов кроссовера (одно- или двухточечный) повлияло на то, чтобы применить аналогичный подход при реализации процесса мутации новых особей, однако в этом случае преимущество перед детерминированным подходом не так очевидно в силу традиционно малой вероятности мутации. В основном, вероятность мутации составляет 0.001-0.01.

Механизм отбора. Решение вопроса о выборе метода создания родительских пар и их скрещивания невозможно в отрыве от реализуемого механизма отбора при формировании нового поколения. Наиболее эффективны два механизма отбора: элитный и отбор с вытеснением.

Идея элитного отбора основана на построении новой популяции только из лучших особей репродуктивной группы, объединяющей в себе родителей, их потомков и мутантов. В основном это объясняется потенциальной опасностью преждевременной сходимости, отдавая предпочтение пропорциональному отбору. Быстрая сходимость, обеспечиваемая элитным отбором, может быть, когда это необходимо, с успехом компенсирована подходящим методом выбора родительских пар, например, аутбридингом. Именно такая комбинация «аутбридинг — элитный отбор» является одной из наиболее эффективных.

Второй метод, на котором хотелось бы остановиться — это отбор вытеснением. Будет ли особь из репродукционной группы заноситься в популяцию нового поколения, определяется не только величиной ее приспособленности, но и тем, есть ли уже в формируемой популяции следующего поколения особь с аналогичным хромосомным набором. Из всех особей с одинаковыми генотипами предпочтение сначала отдается тем, чья приспособленность выше. Так достигаются две цели: во-первых, не теряются лучшие найденные решения, обладающие различными хромосомными наборами, а во-вторых, в популяции постоянно поддерживается достаточное генетическое разнообразие. Вытеснение в данном случае формирует новую популяцию из далеко расположенных особей, вместо особей, группирующихся около текущего найденного решения. Этот метод особенно хорошо себя показал при решении многоэкстремальных задач, при этом помимо определения глобальных экстремумов появляется возможность выделить и те локальные максимумы, значения которых близки к глобальным.

Технически процесс отбора представляет собой процесс выбора определенным способом N строк популяции $G(t)$ для дальнейших генетических операций, например, выбор строки S_{jt} может быть пропорционален её ценности, т.е. величине фитнес-функции.

Последним этапом реализации ГА является определение условия окончания его работы. Такими условиями могут быть определенное время эволюции, отсутствие дальнейшего улучшения качества популяции, выполнение определенных ограничений и т. д. На этом же этапе определяется правило выбора наилучшей особи из последней популяции, которое описывает найденное решение задачи.

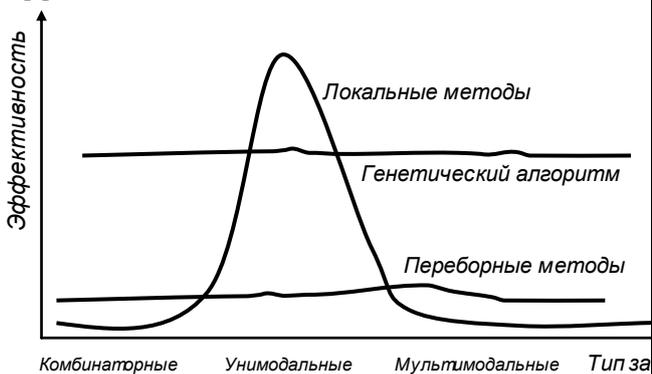


Схема генетического алгоритма

На сегодня наиболее популярное приложение ГА — оптимизация многопараметрических функций. Многие реальные задачи могут быть сформулированы как поиск оптимального значения, где значение — сложная функция, зависящая от некоторых входных параметров. В некоторых случаях, представляет интерес поиск тех значений параметров, при которых достигается наилучшее точное значение функции. В

других случаях, точный оптимум не требуется — решением может считаться любое значение, которое лучше некоторой заданной величины. В этом случае, ГА — часто наиболее приемлемый метод для поиска «хороших» значений. Сила ГА заключена в его способности манипулировать одновременно многими параметрами, и эта особенность уже используется в сотнях прикладных программ, включая проектирование самолетов, настройку параметров алгоритмов и поиску устойчивых состояний систем нелинейных дифференциальных уравнений.

Однако нередки случаи, когда ГА работает не так эффективно, как ожидалось.



Сравнительная эффективность алгоритмов поиска

Предположим, есть реальная задача, сопряженная с поиском оптимального решения, станет ли ГА хорошим методом для ее решения? До настоящего времени не существует строгого ответа, однако многие исследователи разделяют предположения, что, если пространство поиска, которое предстоит исследовать,

большое и предполагается, что оно не совершенно гладкое и унимодальное (т.е. содержит один гладкий экстремум) или не очень понятно, или функция приспособленности с шумами, или задача не требует строго нахождения глобального оптимума, т.е. если достаточно быстро просто найти приемлемое «хорошее» решения (что довольно часто имеет место в реальных задачах) — ГА будет иметь хорошие шансы стать эффективной процедурой поиска, конкурируя и превосходя другие методы, которые не используют знания о пространстве поиска.

Если же пространство поиска небольшое, то наилучшее решение находится методом полного перебора, тогда как ГА может с большей вероятностью приводить к локальному оптимуму, а не к глобально лучшему решению. Если пространство гладкое и унимодальное, любой градиентный алгоритм, такой как метод скорейшего спуска, будет более эффективен, чем ГА. Если о пространстве поиска есть некоторая дополнительная информация (например, пространство для хорошо известной задачи о коммивояжере), методы поиска, использующие эвристики, определяемые пространством, часто превосходят любой универсальный метод, каким является ГА. При достаточно сложном рельефе функции приспособленности методы поиска с единственным решением в каждый момент времени, такой как простой метод спуска, могли «затыкаться» в локальном решении, однако считается, что ГА, так как они работают с целой «популяцией» решений, имеют меньше шансов сойтись к локальному оптимуму и лучше функционируют на многоэкстремальном ландшафте.

УДК 624.073.1
А.Т. КАСИМОВ

Исследование напряженно-деформированного состояния прямоугольных многослойных пластин методом конечных разностей

Многослойные пластины находят широкое применение в различных отраслях машиностроения и строительства. К числу преимуществ этих конструкций относится то, что они изготовлены из разномодульных материалов, обладают высокими прочностными показателями и эксплуатационными требованиями при относительно малой массе. Низкая сдвиговая жесткость в поперечном направлении требует применения при расчете уточненных теорий.

В основу уточненной модели напряженно-деформированного состояния (НДС) многослойной пластины положена следующая система гипотез:

$$\begin{aligned} \sigma_{i3}^k &= G_{i3}^k \psi_{i,3}^k(z) \chi_{i,i}; \\ \sigma_{33}^k &= -\sum_{i=1}^n n_{i3}^k(z) \chi_{i,i}; \quad (i=1, 2); \\ U_3^n &= W. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь W и χ — искомые функции прогиба и сдвига координатной поверхности, для которой координата $z=0$; G_{i3}^k — модуль сдвига k -го слоя пластины, остальные компоненты — функции распределения,

зависящие от поперечной координаты z (индекс после запятой означает порядок производных по соответствующим направлениям осей).

Приведенные выражения получены на основе гипотез, предложенных А.Ш. Боженовым [1], путем их существенного упрощения из-за допущений, которые позволили пренебречь рядом факторов, несущественно влияющих на напряженно-деформированное состояние пластин.

Гипотезы (1) удовлетворяют условиям совместной работы слоев без отрыва и смещения, условиям на поверхностях пластины и определяют нелинейный закон изменения по толщине пластины напряжений поперечного сдвига и нормальных поперечных напряжений. Нормальные перемещения считаются равными прогибам. Учет поперечного сдвига в двух направлениях, давления слоев друг на друга, а также ортотропии слоев произведен с помощью одной функции χ , называемой функцией сдвига.

На основе принятых гипотез строится линейная геометрическая модель многослойной пластины и

устанавливается связь между напряжениями и деформациями.

Построенная модель является двумерной, но описывает трехмерный закон изменения НДС многослойных пластин.

Из вариационного принципа Лагранжа выведены уравнения изгиба многослойных пластин несимметричной структуры по толщине с ортотропными слоями и соответствующие им граничные условия в усилиях. Затем, введя функции усилий, система уравнений и граничные условия преобразуются в смешанную форму. В результате получается система трех уравнений 12-го порядка, которая описывает изгиб многослойной пластины.

$$\begin{aligned} \Delta_F^2 \phi + \Delta_{1S}^2 W - (\Delta_{2S}^2 - \Delta_{13}^2) \chi &= 0; \\ \Delta_{1S}^2 \phi + (\Delta_{3S}^2 - \Delta_D^2) W + (\Delta_P^2 - \Delta_{23}^2 - \Delta_{4S}^2) \chi &= -q; \quad (2) \\ \Delta_{2S}^2 \phi + (\Delta_{5S}^2 - \Delta_P^2) W + (\Delta_{P1}^2 - \Delta_{33}^2 - \Delta_{P3}^2) \chi &= 0. \end{aligned}$$

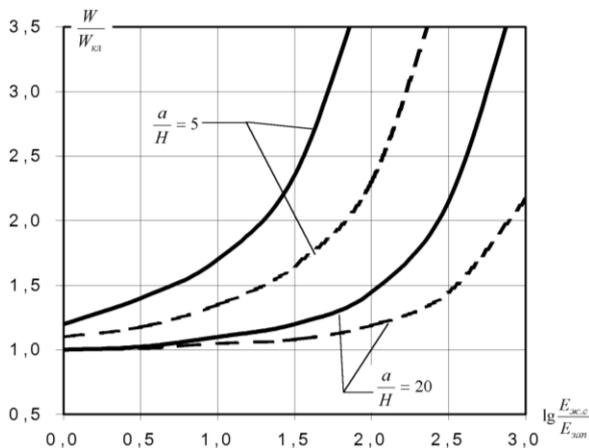
Система учитывает поперечный сдвиг и давление слоев. Неизвестными являются три функции координатной поверхности: функция усилий, прогиба и сдвига.

Уравнения (2) содержат дифференциальные операторы 4-го и 2-го порядков, которые определяются по (3) с коэффициентами соответственно A_j^* ($j=1,2,3$), B_i^* ($i=1,2$) зависящими от жесткостей многослойной пластины (таблица).

$$\begin{aligned} \Delta_f^2 &= A_1^*(\cdot)_{,1111} + A_2^*(\cdot)_{,1122} + A_3^*(\cdot)_{,2222}; \\ \Delta_g &= B_1^*(\cdot)_{,11} + B_2^*(\cdot)_{,22}. \quad (3) \end{aligned}$$

Коэффициенты дифференциальных операторов

| Значение f | Коэффициент | | | Значение g | Коэффициент | |
|--------------|-------------|-----------------------|----------|--------------|-------------|----------|
| | A_1^* | A_2^* | A_3^* | | B_1^* | B_2^* |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| F | F_1 | $F_4 - 2F_2$ | F_3 | P_3 | P_{13} | P_{23} |
| 1S | R_1 | $R_2 + R_3 - R_5$ | R_4 | | | |
| 2S | I_1 | $I_2 + I_3 - I_5$ | I_4 | | | |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 13 | H_1 | H_2 | H_3 | | | |
| D | D_{11} | $2(D_{12} + 2D_{66})$ | D_{22} | | | |
| 3S | RK_1 | RK_2 | RK_3 | | | |
| 4S | IK_1 | IK_2 | IK_3 | | | |
| 23 | C_{14} | $C_{14} + C_{24}$ | C_{24} | | | |



Относительные прогибы и напряжения в семислойной пластине

| | | | | | | |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--|--|--|
| P | P_{11} | P_{122} | P_{222} | | | |
| 5S | I_1 | $I_2 + I_3 + I_5$ | I_4 | | | |
| P_1 | S_{111} | S_{122} | S_{222} | | | |
| 33 | C_{15} | $C_{15} + C_{25}$ | C_{25} | | | |

На основе разработанной численной методики расчета [3, 4] исследовано напряженно-деформированное состояние многослойных пластин с различным количеством и расположением слоев по толщине, симметричной и несимметричной структуры. Пластины — квадратные в плане, свободно опертые и защемленные по контуру (на графиках — сплошная линия), действующая нагрузка — равномерно распределенная. Рассматриваемые пластины (двух-, трех-, четырех-, пяти-, семислойные) имеют равную массу, т.е. для всех пластин суммарные толщины несущих слоев и слоев заполнения соответственно одинаковы.

В процессе расчета варьировались отношения: модуля упругости жестких несущих слоев и заполнителя $E_{жст}/E_{зап}$, размера пластин в плане к ее общей толщине a/H . Шаг сетки при решении всех задач принят равным $\lambda = a/8$.

Для слоев приняты следующие жесткостные характеристики:

$$E_{жст} = 7 \cdot 10^4 \text{ МПа}; E_{зап} = E_{жст} / 100;$$

$$\nu_{жст} = 0,3; \nu_{зап} = 0,4.$$

По полученным результатам для рассматриваемых пластин построены графики относительных прогибов и напряжений.

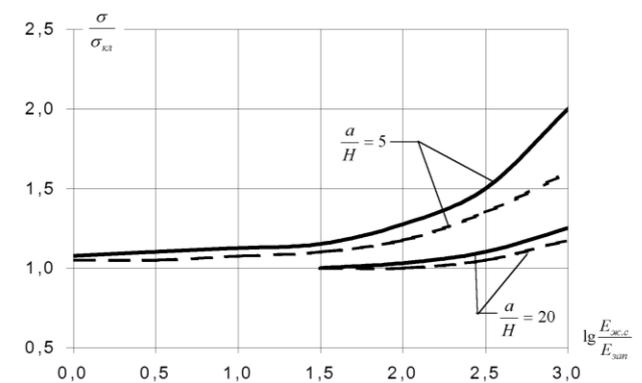
На рисунке представлены графики для семислойных пластин относительных прогибов и напряжений.

Анализируя результаты, можно сделать следующие выводы:

- чем больше жестких слоев в пластинах с одинаковым расходом материала, тем жестче становится пластина;

- выгодным по прогибам оказался случай трехслойной пластины, когда верхний жесткий слой в два раза превышает по толщине нижний жесткий слой;

- чем больше разница в модулях упругости жестких слоев и заполнителя, тем больше разница между результатами, полученными по предлагаемой методике и по классической теории.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боженов А.Ш. К теории колебаний и устойчивости многослойных неоднородных пологих оболочек и пластин // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1984. №11. С. 34-39.
2. Касимов А.Т. Напряженно-деформированное состояние многослойных ортотропных пластин с учетом поперечного сдвига. Оболочки и пластины // Труды КарПТИ. Караганда, 1987. С. 64-68.
3. Касимов А.Т., Сембин Р.Е. Численное исследование НДС многослойных ортотропных пластин несимметричной структуры по толщине // Численные методы строительной механики: Материалы Всес. конф. Волгоград, 1990. С. 56-59.
4. Касимов А.Т. Алгоритм расчета многослойных ортотропных пластин в уточненной постановке // IV Междунар. научн-теор. конф. «Наука и образование — ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030», посвящ. 10-летию Независимости Казахстана: Тез. докл. Караганда: КарГТУ, 2001. С. 22-24.

УДК 004.8

Л.Г. ЗАРТЕНОВА

Представление знаний при разработке информационных систем

Любая информационная система оперирует знаниями о той или иной части реального мира — предметной областью, которая рассматривается как некоторая совокупность реальных объектов (сущностей) и связей между ними.

Использование компьютера привело к необходимости формализованного описания знаний, на которых базируется решение той или иной задачи в рамках определенной предметной области. Наиболее распространенным подходом описания знаний стал алгоритмический или процедурный подход. Суть его заключается в выражении знаний в виде жесткой последовательности действий, которые выполняются компьютером с использованием информации из базы данных. Базой данных принято называть отражение предметной области в виде массивов информации, описывающих и представляющих предметную область. При этом они должны быть оптимальным образом организованы для хранения и обработки, должна обеспечиваться их целостность, непротиворечивость, связность и структурированность.

Недостатком такого представления знаний является следующее:

- увеличение сложности решаемых задач приводит к тому, что программы, реализующие алгоритмы обработки, становятся все сложнее для понимания и поэтому затрудняется их разработка.
- изменения, происходящие в предметной области, зачастую требуют корректировки алгоритма решения задачи, что затем выражается в повторном написании отдельных фрагментов программы, а иногда и всей программы целиком.

Кроме этого, существует множество задач, и оно значительно большее, для которых просто невозможно написать алгоритм как предопределенную последовательность действий, — это так называемые плохо поставленные или неформализованные задачи.

Попытки решения таких задач, а также стремление устранить недостатки процедурного подхода привели к формированию в области искусственного интеллекта другого подхода описания знаний, названного инженерией знаний. Суть этого подхода заключается в использовании баз знаний и механизма логического вывода, который, формально оперируя знаниями, позволяет решать задачи из данной предметной области. Сложность решаемой задачи в таких системах зависит только от формы, полноты и корректно-

сти представления знаний. В настоящее время в области разработки и реализации так называемых интеллектуальных систем сложилось следующее положение: с одной стороны, квалификация коллективов разработчиков здесь, как правило, достаточно высока, с другой стороны, одна из сложнейших проблем, препятствующих широкому внедрению ИС, является недостаточное знание системными аналитиками, инженерами по знаниям и программистами предметных областей, в рамках которых создаются проекты. Создание и внедрение интеллектуальных систем общения с базами данных, и особенно экспертных систем, и их широкое распространение выдвинуло проблему представления знаний на передний план.

Анализ современного состояния программных средств, приобретения знаний и поддержки деятельности инженера по знаниям позволяет выявить две группы проблем.

Методологические проблемы:

- размытость критериев выбора подходящей задачи;
- слабая проработанность теоретических аспектов процессов извлечения знаний (философские, лингвистические, психологические, педагогические, дидактические и другие аспекты), а также отсутствие обоснованной классификации методов извлечения знаний и разброс терминологии;
- отсутствие единого теоретического базиса процедуры структурирования знаний;
- жесткость моделей представления знаний, заставляющая разработчиков обеднять и урезать реальные знания экспертов;
- несовершенство математического базиса моделей представления знаний (дескриптивный, а не конструктивный характер большинства имеющихся математических моделей);
- эмпиричность процедуры выбора программного инструментария и процесса тестирования (отсутствие критериев, разрозненные классификации).

Технологические проблемы:

- отсутствие концептуальной целостности и согласованности между отдельными приемами и методами инженерии знаний;
- недостаток или отсутствие квалифицированных специалистов в области инженерии знаний;
- отсутствие технико-экономических показателей оценки эффективности ЭС;
- несмотря на обилие методов извлечения знаний,

практическая недоступность методических материалов по практике проведения сеансов извлечения знаний;

- явная неполнота и недостаточность имеющихся методов структурирования знаний, отсутствие классификаций и рекомендаций по выбору подходящего метода;
- несмотря на обилие программных средств, недостаток систем поддержки разработки в их узкой направленности (зависимость от платформы, языка реализации, ограничений предметной области), разрыв между ЯПЗ и языками, встроенными в «оболочки» ЭС;
- жесткость программных средств, их низкая адаптивность, отсутствие индивидуальной настройки на пользователя и предметную область;
- слабые графические возможности программных средств, недостаточный учет когнитивных и эргономических факторов;
- сложность внедрения ЭС, обусловленная психологическими проблемами персонала и неприятия.

Анализ существующих методологий построения систем приобретения знаний показал, что методология KADS приобрела наибольшее распространение и является основой современных направлений исследований в СПЗ.

Методология KADS (Knowledge Acquisition and Documentation Structuring), в основе которой лежит понятие интерпретационной модели, позволяющей процессы извлечения, структурирования и формализации знаний рассматривать как «интерпретацию» лингвистических знаний в другие представления и структуры. Результатом анализа является концептуальная модель, состоящая из четырех уровней (уровня области — уровня вывода — уровня задачи — стратегического уровня), которая затем вводится в пространство проектирования и преобразуется в трехуровневую модель проектирования.

При проведении анализа знаний о предметной области на лингвистическом уровне исходным материалом являются тексты (протоколы) — записи интервью с экспертом, протоколы «мыслей вслух» и любые другие тексты. Затем происходит выделение фрагментов в анализируемом тексте, установление связей между фрагментами, группирование фрагментов, аннотирование фрагментов. Фрагменты могут иметь любую длину — от отдельного слова до протокола в целом. Фрагменты могут перекрывать друг друга. Возможны следующие типы связей между фрагментами:

- аннотация (связь между фрагментом протокола и некоторым текстом);
- член группы (связь между фрагментом и названием — именем группы фрагментов; объединение фрагментов в группу позволяет структурировать протоколы, при этом группа фрагментов получает уникальное имя);
- поименованная связь (связь между двумя фрагментами);
- понятийная связь (поименованная связь между фрагментом и понятием).

В последнее время возрастает количество теоретических и практических работ, посвященных интеллектуальному поиску и анализу информации в Интернет. Основной идеей современных исследований в этой области становится превращение неструктурированных массивов данных в сети в знания и создание средств и приложений работы с ними. Архитектура таких систем представляет информационные потребности пользователя в виде специальных баз знаний (онтологии) для поиска необходимой информации в сети Интернет.

Основной характерной чертой онтологического исследования является, в частности, разделение реального мира на составляющие и классы объектов (at its joints) и определение их онтологий, или же совокупности фундаментальных свойств, которые определяют их изменения и поведение.

Стандарт онтологического исследования IDEF5 (INTEGRATED DEFinition) — представитель семейства государственных стандартов США IDEFx, включающих 14 стандартов, представляющих методологии исследования систем в различных отраслях знаний.

Принципы стандарта онтологического исследования:

1. Онтологический анализ начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов. Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими введенным терминам понятиями. Результатом этого анализа является онтология системы или же совокупности словаря терминов, точных их определений и взаимосвязей между ними.

2. В любой системе существует две основные категории предметов восприятия, такие как сами объекты, составляющие систему (физические и интеллектуальные), и взаимосвязи между этими объектами, характеризующие состояние системы. В терминах онтологии понятие взаимосвязи однозначно описывает или, другими словами, является точным дескриптором зависимости между объектами системы в реальном мире, а термины — соответственно, точными дескрипторами самих реальных объектов.

Таким образом, онтология представляет собой некий словарь данных, включающий в себя терминологию и модель поведения системы.

Процесс построения онтологии, согласно методологии IDEF5, состоит из пяти основных действий:

1. **Изучение и систематизирование начальных условий.** Это действие устанавливает основные цели и контексты проекта разработки онтологии, а также распределяет роли между членами проекта.

2. **Сбор и накопление данных.** На этом этапе происходит сбор и накопление необходимых начальных данных для построения онтологии.

3. **Анализ данных.** Эта стадия заключается в анализе и группировке собранных данных и предназначена для облегчения построения терминологии.

4. **Начальное развитие онтологии.** На этом этапе формируется предварительная онтология на основе отобранных данных.

5. **Уточнение и утверждение онтологии** — заключительная стадия процесса.

Для поддержания построения онтологии в IDEF5 существуют специальные онтологические языки: язык доработок и уточнений (Elaboration Language — EL) и схематический язык (Schematic Language — SL). EL представляет собой структурированный текстовый язык, который позволяет детально характеризовать элементы онтологии, и обеспечивает полноту представления структуры данных. SL является наглядным графическим языком, специально предназначенным для изложения компетентными специалистами в рассматриваемой области системы основных данных в форме онтологической информации. Язык SL позволяет строить разнообразные типы диаграмм и схем, наглядно и визуально представляющие основную онтологическую информацию. Наиболее важные и заметные зависимости между объектами описываются четырьмя видами основных видов схем, которые используются для накопления информации об онтологии в графической форме:

1. Диаграмма классификаций, обеспечивающая механизм для логической систематизации знаний, накопленных при изучении системы. Существует два типа таких диаграмм: Диаграмма строгой классификации (Description Subsumption — DS) и Диаграмма естественной или видовой классификации (Natural Kind Classification — NKC).

2. Композиционные схемы, являющиеся механизмом графического представления состава классов онтологии и фактически представляют собой инструменты онтологического исследования по принципу «Что из чего состоит».

3. Схемы взаимосвязей позволяют разработчикам визуализировать и изучать взаимосвязи между различными классами объектов в системе.

4. Диаграммы состояния объекта, позволяющие документировать тот или иной процесс с точки зрения изменения состояния или вида объекта.

В соответствии со стандартом IDEF5 и методологией KADS можно выделить следующие основные концепции исследований онтологии предметной области.

- При построении концептуальной модели используются предметные знания в виде набора понятий и связывающих их отношений. Каждое понятие имеет имя и может иметь атрибуты, каждый атрибут может иметь значение с учетом специфики предметной области.
- Модель может быть построена с использованием следующих средств: словаря терминов, используемых при описании характеристик объектов и процессов, имеющих отношение к рассматриваемой системе, точных и однозначных определений всех терминов этого словаря и классификации логических взаимосвязей между этими терминами.

Базисом проектирования концептуальной модели ИС является предметная область, обладающая хорошо отработанным и выверенным понятийным аппаратом, корректно построенной иерархией определений предметно-ориентированных понятий. Она является основой для выполнения концептуального и информационного моделирования.

Концептуальной (инфологической) моделью предметной области будем называть описание (модель) предметной области, выполненное без ориентации на используемые в дальнейшем программные и технические средства ее реализации. Концептуальная модель предметной области указывает, какая информация будет содержаться и обрабатываться в проектируемой системе, не касаясь вопросов, как это будет реализовано. Структура данных, описывающая предметную область на инфологическом уровне, является проблемно ориентированной и системно независимой, то есть независимой от конкретной СУБД, операционной системы и аппаратного обеспечения.

Определим основные понятия, необходимые для построения концептуальной модели:

1. Понятие объекта. Объект — это такое абстрактное множество предметов, в котором все предметы в этом множестве — экземпляры — имеют одни и те же характеристики. Все экземпляры подчинены и согласованы с одним и тем же набором правил и линий поведения. Каждый объект в информационной модели должен быть обеспечен уникальным именем и идентификатором. Объекты могут абстрагироваться в класс объектов для представления объектов специализированного назначения, имеющих общие атрибуты.

2. Понятие атрибута. Все предметы в реальном мире имеют характеристики. Каждая отдельная характеристика, которая является общей для всех возможных экземпляров объекта, абстрагируется в отдельный атрибут. Атрибут — это абстракция одной характеристики, которой обладают все абстрагированные как объект сущности. Каждый атрибут обеспечивается именем, уникальным в пределах объекта. Множество атрибутов может объединяться в группу атрибутов и иметь идентификатор группы атрибутов. Множество идентификаторов групп могут быть объединены в класс и иметь идентификатор класса.

3. Представление. Объект вместе со своими атрибутами в информационной модели можно представить в графическом или текстовом виде.

4. Понятие связи. Связь — это абстракция набора отношений, которые систематически возникают между различными видами предметов в реальном мире. Реальные предметы должны быть сами абстрагированы как объекты. Каждая связь должна иметь уникальный идентификатор. Представление связи в информационной модели может быть текстовым или графическим.

5. Безусловные связи. Существуют три вида связи: один — к — одному, один — ко — многим и многие — ко — многим.

6. Условные формы связей. В условной связи могут существовать экземпляры объектов, которые не принимают участие в процессе передачи информации.

7. Формализация связей. Для формализации связи к объекту добавляются вспомогательные атрибуты, имеющие ссылки на идентификаторы связей. Для формализации связи один — ко — многим создается ассоциативный объект, который содержит ссылки на идентификаторы каждого из участвующих в модели объектов.

8. Композиция связи. Некоторые связи образуются как неизбежное следствие существования других связей.

Использование построения концептуальной модели предметной области как основного этапа формализации представления знаний о предметной области позволяет строить достаточно простые, универсаль-

ные, точные, структурированные и обзримые (конечные) семантические модели ПО. Последнее обеспечивает возможность применения ЭВМ.

УДК 535.37

В.М. ЮРОВ
К.Р. КУРБАНОВ
Ю.С. СИДОРЕНЯ

Люминесценция активированных кристаллов оксогалогенидов висмута

Активация оксогалогенидов висмута проводилась в откачанных кварцевых ампулах при температуре $0,52 T_{пл}$ — (температура плавления активирующей соли) в течение 2-х суток. Концентрация активатора в шихте составляла 0,01 моль%. В качестве активаторов использованы ионы Tl^+ , Pb^{2+} и Sn^{2+} , имеющие электронную конфигурацию атома ртути, аналогичную ионам Bi^{3+} .

На рисунке 1 показаны спектры излучения и возбуждения кристаллов $BiOCl-Tl$ при $T = 80$ К.

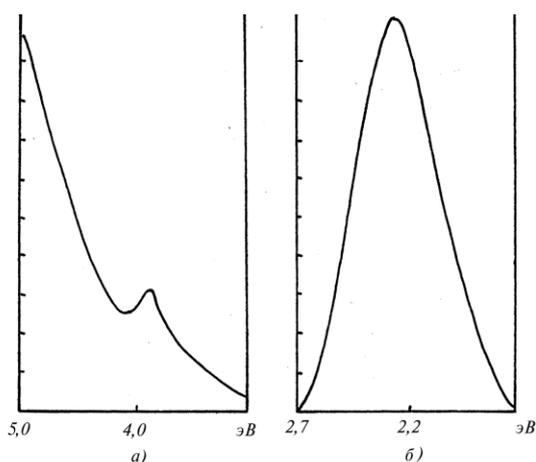


Рис. 1. Спектры $BiOCl-Tl$ при $T = 80$ К: а) излучения; б) возбуждения

Из рисунка 1 следует, что наблюдаемая люминесценция 2,26 эВ эффективно возбуждается на спаде экситонной полосы поглощения и далее во всей области фундаментального поглощения. В области прозрачности основного вещества в спектре поглощения

не наблюдается примесных полос поглощения, что говорит о том, что состояния $^3P_{0,1,2}$ и 1P_1 накладываются на континуум. Указанное выше свечение наблюдается и при комнатной температуре, причем полуширина спектра излучения изменяется незначительно. Это говорит о том, что излучение АЛЭ (2,4 эВ) при $T = 80$ К сильно подавлено и не вносит заметного вклада в наблюдаемую люминесценцию кристалла.

На рисунках 2 и 3 показаны спектры излучения и возбуждения кристаллов $BiOCl-Pb$ и $BiOCl-Sn$, соответственно. Люминесценция Pb^{2+} -центров с максимумом 2,29 эВ и Sn^{2+} -центров с максимумом 2,14 эВ, как и в случае Tl^+ -центров, возбуждается на спаде экситонной полосы поглощения и, далее, в области фундаментального поглощения.

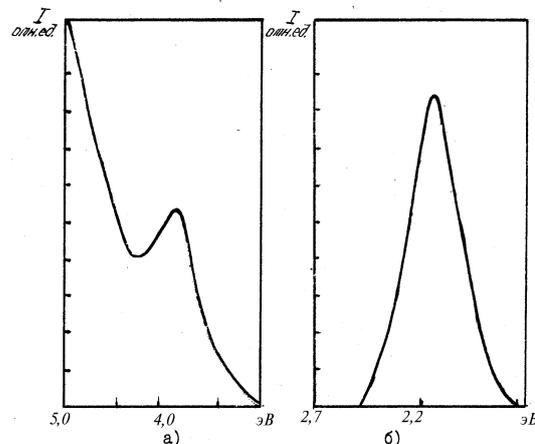


Рис. 2. Спектры $BiOCl-Sn$ при $T = 80$ К: а) возбуждения; б) излучения

Полосы люминесценции приведенных выше ртутеподобных ионов в кристаллах *BiOCl* хорошо аппроксимируются гауссовыми функциями. Отклонения наблюдаются лишь на спаде полос. Гауссова форма оптических полос свидетельствует о применимости гармонического приближения при рассмотрении свойств центров люминесценции.

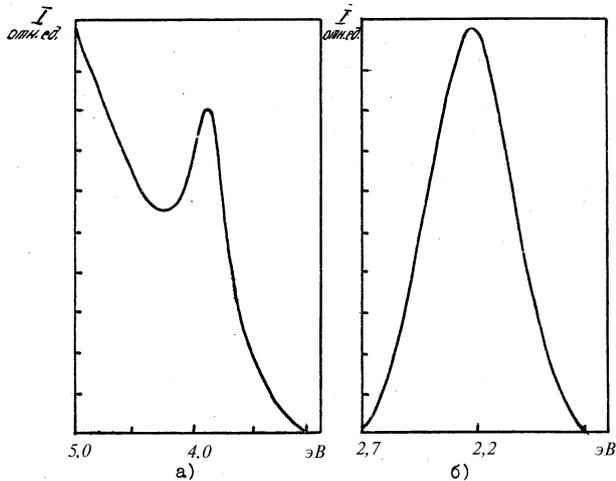


Рис. 3. Спектры *BiOCl-Pb* при $T = 80$ К: а) возбуждения; б) излучения

Основные спектральные характеристики Tl^+ , Pb^{2+} и Sn^{2+} -центров в кристаллах *BiOCl* представлены в таблице 1.

Таблица 1

СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РТУТЕПОДОБНЫХ ИОНОВ В КРИСТАЛЛЕ

| Кристалл | E_m^b , эВ | E_m^l , эВ | ΔE_{cm} , эВ | δ^l , эВ |
|------------------------------|--------------|--------------|----------------------|-----------------|
| <i>BiOCl-Tl⁺</i> | 3,95 | 2,26 | 1,69 | 0,14 |
| <i>BiOCl-Pb²⁺</i> | 3,95 | 2,29 | 1,66 | 0,17 |
| <i>BiOCl-Sn²⁺</i> | 3,95 | 2,14 | 1,81 | 0,15 |

E_m^b , E_m^l — максимум полос возбуждения и излучения, соответственно; ΔE_{cm} — стоксовы потери; δ^l — полуширина спектра излучения. Наличие больших стоксовых потерь характерно для центров люминесценции с большим тепловыделением.

Рассмотрим теперь механизм возникновения свечения центров люминесценции в кристаллах *BiOCl* с примесью ртутеподобных ионов.

Облучение кристалла в области экситонных полос поглощения и возникновение свечения примесных центров является первым доводом о переносе энергии экситонами на большие расстояния. Вопросам переноса энергии электронного возбуждения примесным центрам посвящено огромное количество работ, из которых мы отметим лишь некоторые [1-4]. Рассмотрение механизмов экситонной передачи энергии примесным центрам позволяет выделить четыре группы явлений [2]:

1) резонансная передача энергии от автолокализованного экситона к пространственно удаленному примесному центру;

2) передача энергии путем прыжковой диффузии аксиально-релаксированных экситонов;

3) передача энергии путем миграции нерелаксированных или частично релаксированных экситонов;

4) резонансная передача энергии примесным центрам от пространственно удаленных экситонов до полной колебательной релаксации последних.

Резонансная передача энергии (случай 1) возможна в случае перекрытия спектров излучения АЛЭ и спектров поглощения активатора. Число систем с этим механизмом ограничено и в нашем случае, как это следует из приведенных выше спектров, не реализуется. Эффективность процесса прыжковой диффузии (случай 2) зависит от произведения $W \cdot \tau$, где $W = W_0 \exp(-E_j/kT)$ вероятность перескока экситона в соседнее положение через барьер E_j ; а $\tau = d_0^{-1} \exp(Q/kT)$ время жизни экситонов в области сильного теплового тушения их люминесценции в результате безызлучательных переходов $d = d_0 \exp(Q/kT)$. Увеличение эффективности процесса диффузии экситонов с ростом температуры возможно в том случае, если $E_j > 0$ и $\omega_0 d_0^{-1} > 1$. Число систем, для которых такие условия выполняются, также не велико. Независимость эффективности передачи энергии экситонами примесным центрам от температуры в нашем случае говорит о том, что, как и в большинстве ионных кристаллов, мы имеем дело с передачей энергии путем миграции нерелаксированных экситонов (случай 3).

Вкладом от резонансной передачи энергии примесным центрам от пространственно удаленных экситонов до их полной колебательной релаксации (случай 4) также можно пренебречь ввиду очень малого выхода краевого свечения свободных экситонов. Отметим, что свечение свободных экситонов в оксогалогенидах висмута нами пока не обнаружено.

Отметим, что наиболее эффективно свечение активатора в оксогалогенидах висмута возбуждается при создании электронно-дырочных пар. В сочетании с «хорошим» спектральным составом излучения (табл. 1) возможно использование этих кристаллов либо в качестве сцинтилляторов, либо в качестве радиолюминофоров.

Предельный энергетический выход радиолюминесценции, соответствующий излучательной рекомбинации всех электронно-дырочных пар, которые генерируются излучением, описывается выражением [5]

$$\rho_{\max} = \frac{\overline{h\nu}}{\varepsilon}, \quad (1)$$

где $\overline{h\nu}$ — средняя энергия испускаемого фотона $\overline{h\nu} = E_m^l$;

ε — средняя энергия, затраченная на создание электронно-дырочной пары. Приблизненно $\varepsilon \approx (1,5 - 2)Eg$ (Eg — ширина запрещенной зоны). Для *BiOCl* $Eg = 3,45$ эВ и соответствующие оценки для ρ_{\max} приведены в таблице 2, здесь же приведены оценки для ряда ШГК, взятые из [5].

Таблица 2
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ВЫХОД РАДИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
НЕКОТОРЫХ КРИСТАЛЛОВ

| Кристалл | E_g , эВ | $h\nu_{max}$, эВ | ρ_{max} , % |
|--------------------------------|------------|-------------------|------------------|
| <i>NaI</i> | 5,9 | 4,25 | 36-48 |
| <i>NaI - Tl</i> | 5,9 | 2,9 | 24-33 |
| <i>KI</i> | 6,3 | 3,3 | 27-35 |
| <i>KI - Tl</i> | 6,3 | 2,9 | 23-30 |
| <i>CsI</i> | 6,1 | 3,7 | 30-40 |
| <i>CsI - Tl</i> | 6,1 | 2,4 | 21-27 |
| <i>KCl - Tl</i> | 8,7 | 4,05 | 23-31 |
| <i>NaCl - Tl</i> | 8,7 | 4,25 | 24-32 |
| <i>BiOCl - Tl</i> | 3,45 | 2,26 | 33-44 |
| <i>BiOCl - Pb</i> | 3,45 | 2,29 | 33-44 |
| <i>BiOCl - Sn²⁺</i> | 3,45 | 2,14 | 31-41 |

Из таблицы 2 следует, что теоретически оксогалогениды висмута с примесью ртутеподобных ионов могут составить конкуренцию хорошо зарекомендовавшим себя на практике сцинтилляторам на основе ШЦК. Этот вопрос следует исследовать отдельно и подробно.

В заключение отметим, что в излучении *BiOCl - PI* нами не обнаружено расщепление уровня 3P_1 , видимо, оно незначительно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агранович В.М., Галанин М.Д. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах. М.: Наука, 1978. 383с.
2. Экситоны / Под ред. Э.И. Рашба и М.Д. Стердиса. М.: Наука, 1985. 616с.
3. Спектроскопия и динамика возбуждений в конденсированных молекулярных системах / Под ред. В.М. Аграновича и Р.М. Хохштрассера. М.: Наука, 1987. 492с.
4. Нокс Р. Теория экситонов. М.: Мир, 1966. 283с.
5. Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов С.А. Электронные возбуждения и радиолюминесценция щелочно-галогидных кристаллов. Рига: Зинатне, 1979. 250с.

УДК 535.37

В.М. ЮРОВ
К.Р. КУРБАНОВ

Безызлучательные переходы в автолокализованных экситонах

Автолокализованные экситоны (АЛЭ) в ионных кристаллах рассматриваются как аналоги двухвалентной молекулы благородного газа в случае анионного экситона, либо как аналоги возбужденного состояния ионов примесного металла в случае катионного экситона [1, 2].

В настоящей работе мы применим развитую нами в работе [3] концепцию о термодинамике безызлучательных переходов в примесных центрах и анализ безызлучательных процессов в АЛЭ как анионного, так и катионного типа. В таблице 1 приведены параметры триплетных экситонов в некоторых щелочно-галогидных кристаллах (ШЦК) [4].

Таблица 1

| Кристалл | E_m^a , эВ | E_m^l , эВ | Q , мэВ | $-\Delta G_0$, эВ | N/N_A |
|-------------|--------------|--------------|-----------|--------------------|---------|
| <i>KCl</i> | 7,76 | 2,54 | 73 | 4,09 | 0,58 |
| <i>KBr</i> | 6,76 | 2,28 | 37 | 3,80 | 0,57 |
| <i>NaCl</i> | 7,93 | 3,36 | 99 | 3,56 | 0,45 |
| <i>KI</i> | 5,87 | 3,31 | 110 | 3,23 | 0,55 |

Здесь E_m^a — полоса поглощения свободных экситонов; E_m^l — полоса излучения триплетных экситонов; Q — энергия активации безызлучательного перехода.

В [3] для энергии активации безызлучательного перехода Q нами было получено выражение

$$Q = E_m^a - G_0 / N, \quad (1)$$

где N — концентрация АЛЭ;

G_0 — энергия Гиббса кристалла.

Соотношение (1) экспериментально подтверждено нами в [5].

Поскольку в реальном эксперименте концентрация созданных экситонов N неизвестна, то из соотношения (1) можно по данным температурного тушения люминесценции АЛЭ оценить концентрацию экситонов, испытывающих безызлучательный распад. Из (1) следует, что $N = G_0 / E_m^a - Q$. Поскольку всегда $E_m^a \ll Q$ и $E_m^a \approx E_g$ — ширина запрещенной зоны, то имеем

$$N \approx G_0 / E_g. \quad (2)$$

Выражение (2) показывает, что концентрация экситонов определяется как термодинамическим параметром кристалла, так и шириной запрещенной зоны. При $E_g \rightarrow 0$ концентрация экситонов резко возрастает, что приводит к таким эффектам в полупроводниках, как, например, бозе-эйнштейновская конденсация экситонов. Для ШЦК и целого ряда ионных соединений характерны малые значения G_0 и большие значения ширины запрещенной зоны. Следовательно, при даже больших плотностях возбуждения N мала для того, чтобы возникал экситонный конденсат.

Поскольку интенсивность I люминесценции экситонов пропорциональна их концентрации N , то из (2) следует:

$$I \sim G_0 / E_g. \quad (3)$$

Зависимость (3) ограничивает реальный квантовый выход как свободных, так и автолокализованных экситонов.

В таблице 1 представлены, вычисленные нами из соотношения (1), концентрации N АЛЭ в ШЦК, приведенные к значению числа Авогадро N_A . Учитывая, что в силу трансляционной симметрии, экситон при-

надлежит всему кристаллу, из таблицы 1 следует, что почти половина оптически созданных экситонов в ШГК испытывает безызлучательный распад. Это, в свою очередь, обуславливает весьма эффективный канал образования дефектов в ШГК — экситонный механизм образования дефектов.

Рассмотрим теперь безызлучательные переходы в АЛЭ катионного типа в оксогалогенидах висмута и сурьмы. Вопрос электронной структуры АЛЭ в этих кристаллах рассматривался нами ранее [6]. Здесь же мы приводим экспериментальные результаты по температурному тушению люминесценции АЛЭ в кристаллах $BiOX$ ($X = Cl, Br$), $Sb_4O_5Cl_2$ и $Sb_8O_{11}X_2$. Температурная зависимость относительного квантового выхода люминесценции АЛЭ в этих кристаллах показана на рисунках 1, 2.

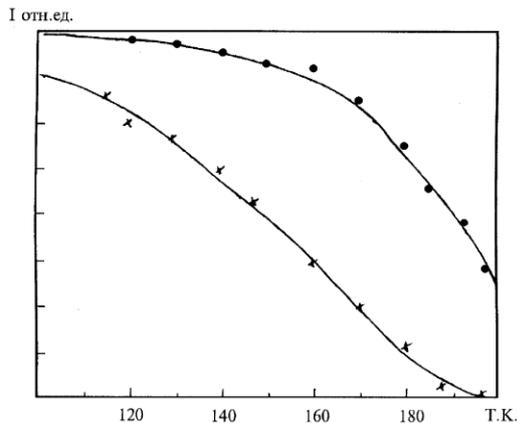


Рис. 1. Температурная зависимость относительного квантового выхода люминесценции $BiOCl$ и $BiOBr$

В принципе, возможны три механизма безызлучательных переходов [например, 7]:

1. Термически активированный безызлучательный переход.
2. Оптически активированный безызлучательный переход.
3. Туннельный безызлучательный переход.

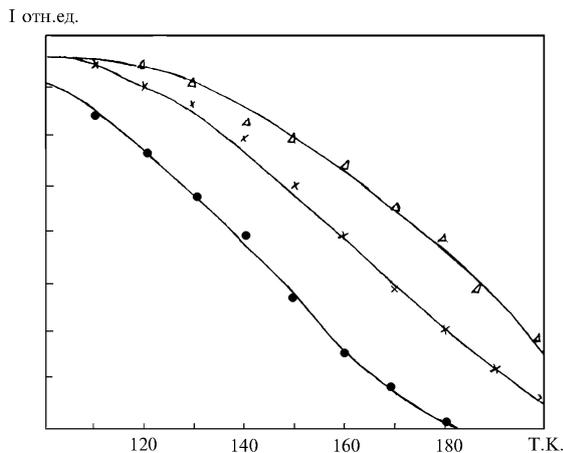


Рис. 2. Температурная зависимость относительного квантового выхода люминесценции $Sb_4O_5Cl_2$, $Sb_4O_{11}Cl_2$, $Sb_8O_{11}Br_2$

Первый механизм был предложен Моттом [8], который постулировал, что вероятность безызлучательных переходов экспоненциально зависит от «обратной температуры» и определяется формулой

$$d = d_0 \exp(-Q/kT), \quad (4)$$

где Q — энергия активации безызлучательного перехода;

d_0 — предэкспоненциальный множитель.

Предполагая, что вероятность безызлучательных переходов не зависит от температуры, для квантового выхода получаем выражение

$$\eta = \frac{1}{1 + C \exp(-Q/kT)}, \quad (5)$$

где $C = d_0/f$ — постоянная тушения;

f — вероятность излучательных переходов.

Термически активированный безызлучательный переход осуществляется после установления равновесия возбужденного центра свечения с кристаллической решеткой по колебательной энергии. Безызлучательный переход происходит в точке пересечения адиабатических потенциалов основного и возбужденного состояний центра. Для этого перехода необходима энергия активации, численно равная энергетической разности между минимумом потенциальной кривой возбужденного состояния и точкой пересечения потенциальных кривых.

Сущность второго механизма заключается в том, что при оптическом возбуждении центра на колебательный уровень с энергией большей, чем энергия, соответствующая пересечению потенциальных кривых, возможна безызлучательная дезактивация центра.

Туннельный эффект сильно зависит от ширины энергетического барьера, поэтому вероятность туннельных безызлучательных переходов должна значительно увеличиваться с ростом температуры. Квантовый выход люминесценции в этом случае должен зависеть от частоты возбуждающего света.

Предположение о независимости вероятности излучательных переходов от температуры проверялось нами по спектрам поглощения оксогалогенидов висмута и сурьмы. Поскольку вероятность спонтанного перехода пропорциональна площади под кривой поглощения для данного перехода, то интеграл поглощения не должен зависеть от температуры. Это и наблюдается для исследованных нами кристаллов.

Экспоненциальная зависимость квантового выхода люминесценции от «обратной температуры» наблюдается как для кристаллов $BiOCl$, $BiOBr$, так и для сложных кристаллов (рис. 1, 2).

Факт установления равновесного распределения центров свечения по колебательной энергии доказан нами исследованием зависимости спектров излучения от частоты возбуждающего света. Оказалось, что в стоксовой и антистоксовой областях спектр излучения не зависит от частоты возбуждающего света. Измерениями квантового выхода нами установлено, что квантовый выход люминесценции как для $BiOCl$, $BiOBr$, так и для оксогалогенидов сурьмы, при возбуждении в длинноволновой полосе не зависит

от частоты в широком интервале температур (80-250К), тем самым показано, что роль туннельных безызлучательных переходов незначительна.

Таким образом, для исследованных нами кристаллов существенную роль играют лишь термически активированные безызлучательные переходы.

В таблице 2 приведены параметры АЛЭ в исследованных нами кристаллах.

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ АЛЭ В ОКСОГАЛОГЕНИДАХ
ВИСМУТА И СУРЬМЫ

| Кристалл | E_m^x , эВ | E_m^l , эВ | Q, мэВ |
|--|--------------|--------------|--------|
| <i>BiOCl</i> | 3,75 | 2,40 | 113 |
| <i>BiOBr</i> | 3,60 | 2,20 | 72 |
| <i>Sb₄O₅Cl₂</i> | 3,50 | 2,45 | 68 |

Из сравнения таблиц 1 и 2 следует, что величина Q для оксогалогенидов висмута и сурьмы имеет тот

же порядок величины, что и в ШГК. Однако значения G_0 для оксогалогенидов висмута и сурьмы пока никем еще не определены. Это не позволяет сделать оценку концентрации АЛЭ в этих кристаллах, используя соотношение (2). Однако можно оценить G_0 для оксогалогенидов висмута и сурьмы, используя приближенное соотношение

$$\eta = \frac{1}{1 + C \exp(-Q/kT)} \approx G_0 / E_m^x, \quad (6)$$

где η — экспериментально определялось нами в режиме счета фотонов. Такая оценка дала значение G_0 для исследованных кристаллов порядка 1 эВ, что приводит, как и в случае ШГК, к безызлучательному распаду почти половины АЛЭ и, следовательно, к эффективному экситонному механизму образования структурных дефектов в оксогалогенидах висмута и сурьмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соболев В.В. Экситоны и зоны в щелочно-галогенидных кристаллах. Кишинев: Штиинца, 1984. 302с.
2. Соболев В.В. Зоны и экситоны галогенидов металлов. Кишинев: Штиинца, 1987. 264с.
3. Юров В.М., Кукетаев Т.А. К вопросу о термодинамике безызлучательных переходов в центрах люминесценции // Изв. АН КазССР, сер. физ.-мат., 1988. №6. С.35-37.
4. Лущик Ч.Б., Лущик А.Ч. Распад электронных возбуждений с образованием дефектов в твердых телах. М.: Наука, 1989. 263с.
5. Юров В.М., Кукетаев Т.А., Мурзахметов М.К. Концентрационные эффекты в температурном тушении люминесценции примесных центров // Оптика и спектроскопия, 1989. Т.67. Вып.6. С.1398-1399.
6. Юров В.М., Лозинский Д.М., Кукетаев Т.А. Автолокализованные экситоны в оксогалогенидах висмута и сурьмы //ФТТ, 1991. Т. 33. №2. С.623-625.
7. Стоунхэм А.М. Теория дефектов в твердых телах. М.: Мир, 1978. Т. 1. 469с.
8. Мотт Н., Герни Р. Электронные процессы в ионных кристаллах. М.: ИЛ, 1950. 462с.

УДК 541.128

Т.Н. НАЛИБАЕВ
А.С. ЖАКУПОВА
М.К. МАЛЫБАЕВА

Роль поверхностного состояния активированных твердых тел в каталитических процессах

В процессе превращения свободных молекул на поверхности активированных металлов существенную роль играет скорость процесса хемосорбции и десорбции. Скорость гетерогенной реакции может лимитироваться рядом стадий: адсорбцией реагирующих веществ, реакцией на поверхности или десорбцией продукта. Таким образом, скорость определяется реакцией взаимодействия на поверхности катализаторов. Природа состояния и структура гетерогенной поверхности скелетных катализаторов [1-3] считается важным этапом в контакте для превращения адсорбируемой молекулы и субстратов в конечные продукты.

На поверхности гетерогенных катализаторов происходят обменные процессы между легкими лигандами (H_2 , O_2) и адсорбатами. Этот процесс является сложным объектом, и многие его стороны до сих пор остаются нерешенными. Скорее всего в превращении молекул в ходе процесса существенную роль играет доля хемосорбированной части легких лигандов.

Состав и природа поверхности катализаторов зависят от исходной системы сплавов и составляющих их компонентов, а также их количественного соотношения. Известно [4,5], что в составе двухкомпонент-

ных ($Ni - 50\% Al$) сплавов содержатся фазы, в основном, алюминиды двухструктурного типа: $NiAl_3$ (ромбическое), Ni_2Al_3 (триклинное) и обнаружено частично присутствие свободного металлического алюминия.

Влияние количественного соотношения двух этих алюминидов на изменение химического и фазового состава поверхности катализаторов. В любых соотношениях исходных компонентов Ni и Al в системе сплава $Ni - Al$, всегда преобладает количество фаз Ni_2Al_3 (55-70%), а $NiAl_3$, соответственно (20÷35%). В процессе активации в щелочной среде почти во всех ее концентрациях фазы $NiAl_3$ практически полностью разрушаются за короткое время, а фаза Ni_2Al_3 распадается значительно труднее. Поэтому, при совместном присутствии двух фаз, возможно сильное влияние процесса разрушения структуры $NiAl_3$ [6]. Активационный процесс идет с бурным выделением теплоты, т.е. экзотермические реакции дают повод сделать вывод, что остаток энергии связи между атомами (Al и Ni) в структуре внутри сплава ($Ni - Al$) полностью разрушается.

Испытание этих алюминидов ($NiAl_3$ и Ni_2Al_3) в индивидуальном чистом виде в активационном процессе

показало, что на поверхности катализаторов из $NiAl_3$ полностью преобладает чистый металлический никель. Поверхности катализатора из Ni_2Al_3 оказались значительно сложнее в отношении химических и фазовых составов (см. табл.).

СТРУКТУРА И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ КАТАЛИЗАТОРОВ ИЗ АЛЮМИНИДОВ НИКЕЛЯ ($NiAl_3$ и Ni_2Al_3)

| Алюминиды никеля | Фазовый состав объема и поверхности | | Размеры кристаллов | Содержание свободного алюминия, % |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | Рентгеновский анализ | Электроннографический анализ | | |
| $NiAl_3$ | Ni | $Ni > \gamma - Al_2O_3$ | 30÷70 | 6 |
| Ni_2Al_3 | $Ni_2Al_3 \geq Ni$ | $Ni_2Al_3 > Ni \geq \gamma - Al_2O_3$ | 25÷37 | 4÷5 |
| $Ni - Al$ | Ni, Ni_2Al_3 | $Ni \geq Ni_2Al_3 > \gamma - Al_2O_3$ | ~8 | 6÷8 |

На практике часто применяют в качестве катализаторов модифицированные тройные системы $Ni - M - Al$ сплавов с добавкой dM -переходных металлов периодической системы элементов. Добавки до 20% вес. переходных d -металлов в системе $Ni - 50\% Al$ наблюдаются во многих случаях, смещению перетектического равновесия между алюминидами: $Ni_2Al_3 + 3Al \rightarrow 2NiAl_3$ происходит в области температуры 600÷800°С обогащением фаз ромбической структуры $NiAl_3$. Это явление наблюдалось при отжиге в вакууме тройных систем сплавов, содержащих переходные металлы, с разницей ионных радиусов (не более 10-12%) между металлом-ионов никеля. Большинство переходных металлов в тройной системе сплавов, где богатое содержание алюминиевого угла, образовались соответствующие двойные алюминиды: $TiAl_3, VAl_3, CrAl_3 (Cr_2Al_5), FeAl_3, FeAl_5, Fe_2Al_7, NiFe_3Al_9, ZnAl_3, Ni_2ZnAl_5, NbAl_3, Nb_2NiAl_5, MoAl_3, NiMo_3Al_{10}, TaAl_3, WAl_{12}$ и др. Эти алюминиды в составе сплавов по объему содержались не более ~8-20% при добавке переходных металлов (10-20% вес.) в качестве лигатуры.

Алюминиды переходных металлов, в большинстве случаев имеющие высокое содержание алюминия, при активации исходных сплавов легко подвергались разрушению. Катализаторы из тройных систем сплавов и их поверхности оказались значительно сложнее, т.к. в расшифровке дифрактограмм и электронограмм показано присутствие не менее 3÷4 фаз с каждого образца. Причем не было постоянного соотношения формирующих фаз на поверхности одного и того же образца химического состава компонентов. Таким образом, выявилось настолько большое разнообразие микрообъектов состава поверхности, которое в реальных условиях не всегда соответствует полученной информации от поверхностных картин. Состояние электроотрицательности (ЭО) переходных металлов и сродство к кислороду показывает наличие различных соединений.

Поэтому на различных участках поверхности происходит своеобразное взаимное проникновение ионов металлов, быстро происходят различные обменные процессы (замещение) и формируются более сложные комплексные соединения.

Один из этих неустойчивых комплексов, который координирует переходные металлы, возможно, в данном случае, формирует активные точки на поверхности. Малые добавки переходных металлов способствуют формированию на поверхности более разнооб-

разных форм химических составов, активных центров для превращения, особенно, в процессе гидрирования ненасыщенных углеводородов.

Во многих случаях добавляемые переходные металлы оказывают влияние на стабилизацию размеров кристаллов свободного никеля не больше $>45 \text{ \AA}$, а иногда и меньше. Наблюдалось, что валентность переходных металлов ($Ti, Cr, Mn, Fe, Zr, Mo, Ta$) из-за их различного состояния, а иногда с изменением условий среды меняется и легко проявляются изоморфные взаимные переходы. Эти явления еще раз подтверждают непостоянность структуры и способность к взаимному проникновению, к образованию более сложного состава, где происходит насыщение протонами ($H^+, H^0 > H^-$), а также лигандами (OH^0, OH^-) и молекулами H_2O .

Из-за сложности количественного соотношения нахождения водородной формы на поверхности твердых тел и из-за их выборочного участия в гидrogenизационных процессах вопрос остается нерешенным. Поэтому перед катализом стоят следующие проблемные вопросы: полное сведение структуры и фазового состава поверхностной картины твердых тел, особенно во время процесса в «in Situ», состояние формы водорода (хемосорбированной или физической адсорбцией), размеры кристаллов металлов (в \AA), удельной и активной поверхности ($\text{ м}^2/\text{ г}$).

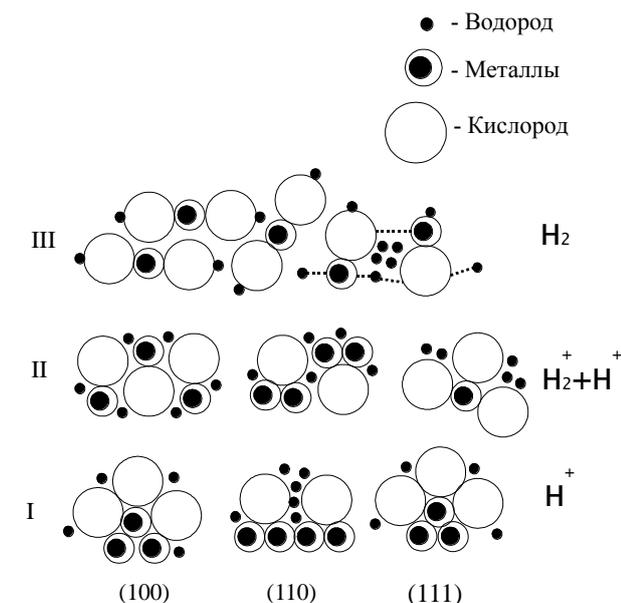
Последнее, более тонкое исследование поверхности методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии [7, 8] показало, что на поверхности были обнаружены заряженные и нейтральные атомы (Ni и Al), расположенные в различных участках слоев.

Морфологическое расположение фаз (сверху вниз) (рисунок) примерно можно представить ($Ni \rightarrow NiO \rightarrow Ni(OH)_2$ так, что полосы линий $Ni 2P_{3/2}$ энергии связи соответствовали: 852,5÷852,8; 853,1÷853,5 и 855,4 эв. При образовании связи химического сдвига, соответственно изменились на 1,4÷2,5 эв. (участок №1).

Образцы, богатые алюминиевым компонентом, имели следующие переходы ($Al \rightarrow Al_2O_5 \rightarrow Al_2O_3$) $Al 2P_{1/2}$ и энергии связи колебались в пределе Al (72,85 эв.), Al_2O_3 (73,72 эв.) и $Al(OH)_3$ (73,90-74,3 эв.). Химический сдвиг составлял — 1,5 эв. (участок № 2). Также был обнаружен ряд участков смешанного типа: $Al_2O_3, TiO_2 (Ti \rightarrow TiO_2), Ni \rightarrow NiO$ полосы $Ti 2P_{3/2}$ (840,3 эв.), $Ti \rightarrow Ti \rightarrow TiO_2$ (454,0-458,5 эв.). Химические сдвиги были равны 4,5 эв. (участок №4).

Валентное состояние никеля и алюминия в катализаторах было изучено с помощью РФЭС в работах [10, 11]. Анализ электронных спектров в различных областях поверхности и их слоев показал, что большая часть хемосорбированных атомов кислорода находится в растворенном состоянии. Энергия связи линии $O 1s$ кислорода в оксидах имеет различные энергетические положения, и поэтому ее значения различаются по химическим сдвигам. По нахождению кислорода в гидроксильной группе (OH^-) и в ионе и (O^{2-}) по химическому сдвигу $O 1s$ линии составляют от 1 до 1,5 эв. Линии $O 1s$ соответствует энергия связи 530 ± 1 эв. При взаимодействии атомов с атомом никеля ($Ni 2P_{3/2} - 852,5$ эв.) происходит смещение линии на $\Delta t = \pm 1,4$

эв. Относительный химический сдвиг в образовании $Ni(OH)_2$ оказался незначительным $\Delta E = \pm 0,5$ эв.



| hkl | Морфологические слои | | |
|-----|----------------------|-------------|---|
| | I | II | III |
| 100 | M^+ | M-O/MO | $MO + H_2O \rightarrow M(OH)_2$ $MO + H_2O \rightarrow MOH \ H_x + O$ |
| 110 | M^+ | M-O/ M_2O | $M_2O + H_2O \rightarrow MOH \ H_x + O$ |
| 111 | M^+ | M-O/ M_xO | $M_xO + H_2O \rightarrow MO \rightarrow MOH \ H_x$ $M_2O \rightarrow M(OH)_2$ $M(OH)_2$ |

Механизмы формирования морфологических слоев структуры поверхности скелетных катализаторов Ренея $[M^I \rightarrow M^{II} \rightarrow M^{III}(OH)_2 \text{ и } MOH \ H_x]$

Полученные в настоящей работе экспериментальные данные позволяют решить некоторые из спорных вопросов, относящихся к структуре и механизму формирования скелетных катализаторов. Так, вплоть до самого последнего времени не удавалось получить однозначную информацию о структуре продуктов выщелачивания металлуда Ni_2Al_3 . На дифрактограммах катализаторов имеется только один максимум в районе линии (111) никеля, несколько смещенный в сторону больших углов рассеяния. Этот факт был истолкован как доказательство разрушения исходного

алюминида и образования ГЦК никеля. Сложность отнесения размытой линии на дифрактограммах к Ni или Ni_2Al_3 наложила отпечаток и на работы авторов настоящей статьи. Через некоторое время после завершения специального исследования было доказано, что она принадлежит искаженной тригональной решетке Ni_2Al_3 . Наличие такого нераспавшегося «скелета» подтверждается и аномалиями малоуглового рассеяния.

При анализе профильной линии продуктов выщелачивания Ni_2Al_3 на дифрактограмме в интервале $2\theta = 43 \div 46^\circ$, с учетом отсутствия на ней остальных линий ГЦК никеля, можно было лишь предполагать, что катализатор является смесью Ni и искаженной с решеткой Ni_2Al_3 . Таким образом, после неоднократного выяснения расшифровки электронограмм вопрос решается однозначно. Более того, становится ясным, что поверхностные слои крупных зерен Ni_2Al_3 разрушены в значительно большей степени, чем глубинные. Существенно также, что ГЦК никеля образуется уже при низкой температуре активации ($50^\circ C$). Параметры решетки никеля, полученного выщелачиванием $NiAl_3$ и Ni_2Al_3 , практически одинаковы ($a=3,52 \text{ \AA}$).

Образование $Ni \ 2P_{3/2}$ -линий с переходом в NiO и $Al \ 2P_{3/2}$ ($70 \div 75$ эв.) с переходом в ($Al \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow AlOOH \rightarrow Al(OH)_3$ как бы является координатором и стабилизатором pH -среды. Для источников кислорода в ее различных формах имеются внутренние запасы OH лигандов, которые находятся внутри пор и легко превращаются в кислород для окислительного процесса. При образовании (до стабильного состояния) зародыша оксида алюминия происходят бурные электронные переходы между фазами, т.е. центрами. На поверхности в разных участках формируются несколько отличающихся по подвижности структурных типов химических соединений. Они как бы работают по потребности извне субстратов в определенном промежутке периодов.

Таким образом, исследование структуры поверхности катализаторов никеля Ренея электронным спектром дополняется данными, которые дают возможность по-новому осмыслить роль химического состава и процесса их формирования.

В перспективе с учетом структурных факторов и исследования состояния поверхности катализаторов в условиях его эксплуатации «in Situ», возникает возможность ускорить процесс прогнозирования для создания оптимальных катализаторов с учетом гидрогенизационных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Налибаев Т.Н., Фасман А.Б., Иноятов Н.Ш. // Журнал физической химии. 45. Вып.2. 383. 1971.
2. Фасман А.Б., Сокольский Д.К. Структура и физико-химические свойства скелетных катализаторов. Алма-Ата: Наука. 1968.
3. Налибаев Т.Н., Алмашев Б.К., Фасман А.Б., Талипов Г.Ш. // Журнал физической химии. 48. №4. 889. 1974.
4. Налибаев Т.Н., Фасман А.Б., Иноятов Н. Кинетика и катализ. 12. №2. 515. 1971.
5. Налибаев Т.Н., Талипов Г.Ш., Фасман А.Б., Султанов А.С. Кинетика и катализ. 15. 744. 1974.
6. Налибаев Т.Н., Талипов Г.Ш., Фасман А.Б. Сборник научных трудов. СредазНИИ НП. 1973. Вып. 7. С.3-5.
7. Налибаев Т.Н. Известия МН АН Республики Казахстан. №3. 50. 1998.
8. Налибаев Т.Н. Доклады АН Республики Казахстан. №2. 59. 1999.
9. Налибаев Т.Н. Доклады АН Республики Узбекистан. №4. 29. 1999.
10. Миначев К.М., Антошин Г.В., Шапиро Е.С. Применение рентгенофотоэлектронной спектроскопии для исследования гетерогенного катализа // Проблемы кинетики и катализа. 1975. Т. 16. С.189-211.
11. Миначев К.М., Антошин Г.В., Шапиро Е.С. Фотоэлектронная спектроскопия и ее применение в катализе. М. 1981. С.47-139.

О поверхностной энергии активированных переходных d-металлов

На поверхности твердых тел при контакте между молекулами жидкости и газов происходит сложный взаимообменный процесс, состоящий из следующих стадий: диффузия компонентов к катализатору, адсорбция, химические превращения на поверхности (из нескольких стадий), десорбция и обратная диффузия продуктов реакции. Процесс физической и химической адсорбции легко можно отличить по диапазону теплоты адсорбции.

В процессе физической адсорбции выявляемое тепло может колебаться в пределах 2-6 ккал/моль для простых молекул, до 20 ккал/моль — для сложных. При хемосорбции обычно выделяется большой объем тепла. Теплота хемосорбции всегда выше 20 ккал/моль, но иногда доходит до 100 ккал/моль. При физической адсорбции молекулы газа или адсорбата могут находиться в разных слоях кристаллов на поверхности катализатора.

Таким образом, твердое тело как адсорбент не является инертным при адсорбции реагента, и происходит специфическое уменьшение свободной энергии поверхности (G). В процессе хемосорбции на поверхности образуется три типа связей: чисто ионная связь, ковалентная и смешанного типа.

Адсорбция всегда является экзотермическим процессом, который сопровождается уменьшением свободной энергии Гиббса (G) и одновременно приводит к уменьшению энтропии (ΔS), то есть, согласно второму закону термодинамики:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

где ΔH — дифференциальная теплота адсорбции — должна быть отрицательной.

Прочность адсорбционной связи определяется величиной теплоты адсорбции, т.е. чем больше количество тепла, тем прочнее химическая связь. На основе этих показаний можно выяснить природу активности катализатора. Если теплота адсорбции ($Q = -\Delta H$) очень высокая, то очевидно, что каталитические процессы превращения будут низкими, потому что на поверхности катализатора, содержащего легкие атомы, H , O и N прочно удерживаются и количество обменов резко сокращается в превращении молекул.

Изучение физических и химических явлений, сопровождающих процесс адсорбции на поверхности катализаторов, формирующих промежуточные нестойкие комплексы, характеризует проявление активности катализаторов, связанной с уменьшением энергии активации ($E_{акт.}$), образующей новые молекулы [1-3]. Некоторые спорные вопросы в отношении связи ($M-C$) во всех соединениях на поверхности катализаторов и их оптимальные формы до сих пор не решены однозначно.

Многие каталитические реакции связаны с оптимальными условиями адсорбции реагентов, т.е. определенная форма адсорбции молекулы влияет на рост выхода продукции.

Поэтому для создания оптимальных условий необходимо учесть многие физико-химические факторы: размеры кристаллов сорбента, энергию межатомных связей металлолегких атомов, природу электронных строений комплексообразующих металлов, дефектность в кристаллах и размеры параметров решетки в элементарной ячейке металлов (A) и др.

Как известно, по внутренней структуре определяются типы кристаллических решеток большинства d-металлов: гранцентрированная кубическая (г.ц.к.), объемно-центрированная кубическая (о.ц.к.) и гексагональная плотнейшая упаковка (г.п.у.). При равновесном состоянии на поверхности поликристаллической фазы металла будут формироваться грани определенного типа. Эти грани по способности их реакционной активности делятся на низко- и высокоэнергетические. К низкоэнергетическим относятся кристаллические решетки грани (111) — г.ц.к., (110) — о.ц.к. и (001) — г.п.у., а другие грани значительно высокоэнергетические, так как способны содержать более подвижные атомы на поверхности металлов.

Результаты анализа показали, что хемосорбция кислорода и водорода на кристаллической г.ц.к. решетке никеля в плоскости (110) наиболее сильная, а в плоскостях (110) и (111) значительно слабая. На плоскости (110) никеля стабильно удерживаются два атома кислорода (или $2O^{2-}$), а на (111) не могут удерживаться три атома кислорода.

Хемосорбция кислорода в кристаллической решетке никеля из-за термодинамического превращения атомов наблюдается при переходе в октаэдрическое окружение за счет электронного смещения и образования химической связи. Показано, что грани (110) в пять раз активнее в реакциях гидрирования этилена по сравнению с другими неориентированными гранями поверхности плоскостей (100) и (111).

В зависимости от направления переноса электронов каталитические реакции подразделяются на донорные и акцепторные. Возможно, в лимитирующей стадии процесса происходит смещение электронов от субстрата к катализатору или наоборот. Таким образом, поверхностью катализатора определяется хемосорбционная способность по отношению к субстрату и их связи энергии.

Практика показала, что превращение субстрата при контакте на поверхности катализатора происходит процесс взаимодействия по типу ковалентной или координационной связи. По прочности связи адсорбата с катализатором определяются их химические превращения с хемосорбированной молекулой.

Интенсивность взаимодействия между субстратом и катализатором имеет существенное значение, т.е. слишком быстрая приводит к дезактивации катализатора, при нормальных скоростях — процесс продолжается обратимо хемосорбцией. Эти процессы связаны с давлением, температурой и природой адсорбента, а также удельной и активной площадью его поверхности.

Сила хемосорбционной связи зависит от химической природы катализатора, координационной насыщенности атомов на поверхности, степени диссоциации адсорбированной молекулы и т.д. Хемосорбция [2] приводит к образованию новых химических соединений путем деструкции молекулы или путем ее электронного дополнения, способствует появлению новых полос поглощения, которые не являются ни адсорбатом, ни адсорбентом. Существуют две формы хемосорбции («слабые» и «прочные»). В «слабой» хемосорбции часто на поверхности частиц не участвуют свободные электроны или свободные «дырки» кристаллической решетки, а в «прочной» хемосорбции водорода поверхность металла покрывается мономолекулярным слоем, связь между металлом и водородом (M-H) происходит через «дырки» кристаллической решетки или через электроны.

Один из существенных вопросов заключается в процессе быстрого превращения в различные формы хемосорбции (слабую или сильную связь), которые являются обязательными промежуточными состояниями на поверхности. На этот вопрос до сих пор не получен исчерпывающий ответ. Кроме поверхности платинового электрода: $Pt-H^+$, многие d-металлы легко поляризуются с водородным электродом типа $M^{n+} - H^{m-}$. Теплота хемосорбции водорода и кислорода ($-\Delta H_x$) на поверхности металлов всегда выше, чем теплота образования объемного процесса соединения ($-\Delta H_y$). Хемосорбция — это простое присоединение или внедрение в поверхностный слой, а затем следуют: ионизация, диссоциация на атомы, ионы или радикалы, изомеризация исходных молекул и другие химические превращения.

Были выяснены хемосорбции O_2 , CO , H_2 в ряде металлов Pt , Ir , Ru и Ni . Окись углерода во всех этих металлах адсорбировалась в молекулярной форме с теплотой адсорбции $H=100 \div 150$ кДж/моль, энергия связи (M-O) кислорода 180-220 (Pt) и 500 кДж/моль (Ni). По этим данным можно предположить, что определяющую роль активности в ряду $Pt \rightarrow Ni$ играют изменение энергии и состояние хемосорбированного кислорода. В работе [3] показаны степень заполнения (Θ) кислородом на грани Ni (111) и появление ряда структур $(3 \times 1)O$, $(2 \times 1)O$, $P(9 \times 4)O$ и, наконец, $(100)NiO$. Все эти механизмы адсорбции кислорода с металлами, по-видимому, идут по типам последовательности ряда соединений: $M + O_2 \rightarrow M - O_{2адс}$. (1 тип) $\rightarrow M - O_{хем}$. (2 тип) $\rightarrow MO_{окисел}$. Теплотой образования [5] называют тепловой эффект реакции образования 1 моль данного соединения из простых веществ, взятых в устойчивом состоянии при условиях температуры и давления.

Методом термодесорбции водорода на Pt-черни были обнаружены четыре типа, соответствующие разным температурам от 673 до 373 К. Однако существенные отличия в энергиях связи не обнаружены, несмотря на катализаторы, имеющие разные формы и дисперсность (50-130 Å). Однако присутствие четырех форм водорода на всех типах катализаторов не сохраняется.

При изучении механизмов гидрогенизации было обнаружено в лимитирующих стадиях процесса существование рядов активных форм водорода: H_2^+ , H , H^+ , H . С помощью теплоты адсорбции различных газов (H_2 , O_2 , CO) на металлах VIII группы (Ni , Ru , Rh , Pd , Pt) и их скорости гидрирования адсорбции значительно высокими оказались металлы (чернь): Ni , Rh , Pt . Эти металлы находились в носителе катализатора и поэтому из-за большой дисперсности часть металлов находилась в окисленном состоянии. Поэтому не все активные металлы участвовали в процессе адсорбции этих газов. Существуют различные энергии связи между атомом металлов и субстратами, например, для металла никеля энергии связи с H_2 , O_2 , CO и H_2O следующие: $Ni-H \cdot 137-132$ кДж/моль, $Ni-O : 449$, $Ni-CO \cdot 552$ и $Ni-H_2O \cdot 226-138$.

По исследованию кристаллографической анизотропии хемосорбции водорода на переходных металлах и по результатам нашего исследования теоретические и опытные данные показали, что во многих случаях теплота хемосорбции водорода на переходных d-металлах имеет многие сходности.

Анализ энергетического баланса хемосорбции двухатомных молекул (H_2 , O_2) для энергии диссоциативной хемосорбции $\Delta E_{адс}$ [6], $\Delta H_{адс}$ [7] согласуется с результатами, полученными нами в опыте. В зависимости от технологии приготовления катализаторов, соответственно могут возникнуть разные поверхностные хемосорбционные структуры. Для вычисления энергии связи металл-водород было использовано уравнение Л. Полинга [5], которое позволило получить уравнение [6,7].

$$E_{(M-H)} = \frac{1}{2} [E_{(M-M)} + E_{(H-H)}] + 96,5 (X_m - X_H)^2,$$

где E — энергия связи: (M - M), (H - H) взяты из источника,

X — электроотрицательности металла и водорода,

$$\left(X_m = \frac{\Phi}{272} \right),$$

Φ — работа выхода (кДж/моль).

$$E_{(M-M)} + \frac{\Delta H_{ам}}{\left(\frac{n}{2} \right)},$$

где n — число ближайших соседей атома металла в решетке ($n=12$),

ΔH — теплота атомизации металла.

В случае хемосорбции теплота двухатомных молекул газов определяется:

$$Q_H = 2E_{MH} - D_{(H-H)} - \alpha E_{(M-M)},$$

где Q_H — теплота хемосорбции водорода (газа),

$E_{(M-H)}$ — энергия связи атома водорода с металлом поверхности,

$D_{(H-H)}$ — энергии диссоциации молекулы,

α — число связей (M-M); для переходных металлов значения $\alpha=0$,

$E_{(M-M)}$ — энергии связи (M-M) в поверхностном слое величина порядка ниже Q газа.

На рис.1 показаны сопоставительные характеристики теоретических и опытных данных по энергии

связи $E_{(M-H)}$ и теплотам хемосорбции $Q_{(M-H)}$ между водородом и металлом (*Ni, Cu, Mo, W, Cr*), имеющие небольшое отличие.

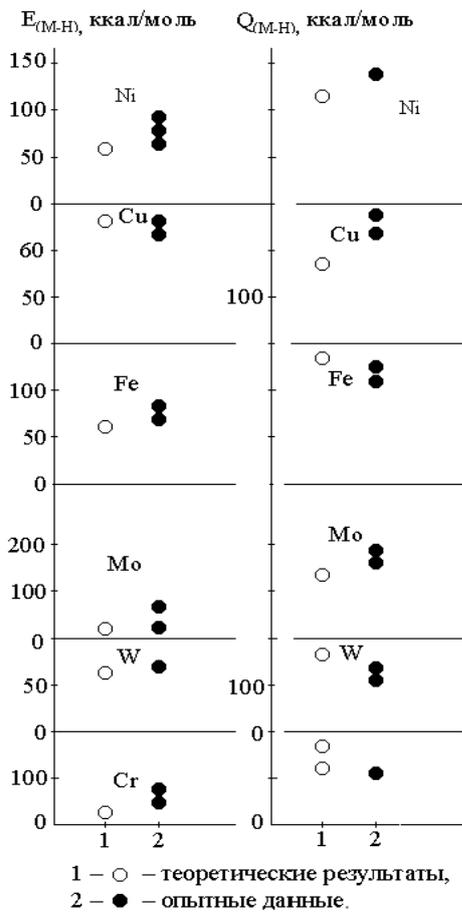


Рис. 1. Сопоставительные характеристики теоретических (1) и опытных данных (2) по энергиям связи $E_{(M-H)}$ и теплотам хемосорбции водорода $Q_{(M-H)}$ на металлах

На рис.2 показан характер хемосорбционных свойств водорода для трех основных граней кристаллов (100), (110) и (111) для металлов: *Ni, Pd, Pt* приведены значения теоретических результатов и опытных, а также сопоставительных данных. На основании природы поверхности d-металлов и по данным теплоты хемосорбции водорода можно судить о превращении ионизации атомов водорода ($H_2 \rightarrow H_2^+$) и образовании новой молекулы (переходного типа) гидридной формы металлов (MH_x) в октаэдрическом пространстве внутри кристаллической решетки.

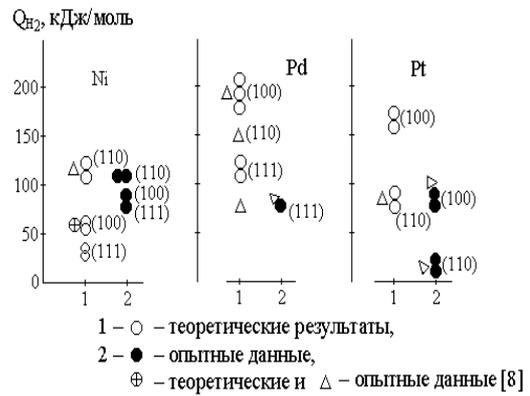


Рис. 2. Теплоты хемосорбции водорода

Изучение теплоты хемосорбции кислорода (Q_{M-O}) и азота (Q_{M-N}) ряда металлов *Ni, Fe, W* позволило выявить природу свободной энергии и их поверхности, с которыми связана близкая сходность теоретических результатов и опытных данных.

Из-за отсутствия и неполной разработанности гидридной теории до сих пор существуют два противоречивых мнения по отношению к состоянию атомов водорода в кристаллической решетке металлов. В одном случае выясняется, что атомы водорода отдают свои электроны металлу, а в другом — принимают, т.е. и окислителем, и восстановителем становятся атомы водорода.

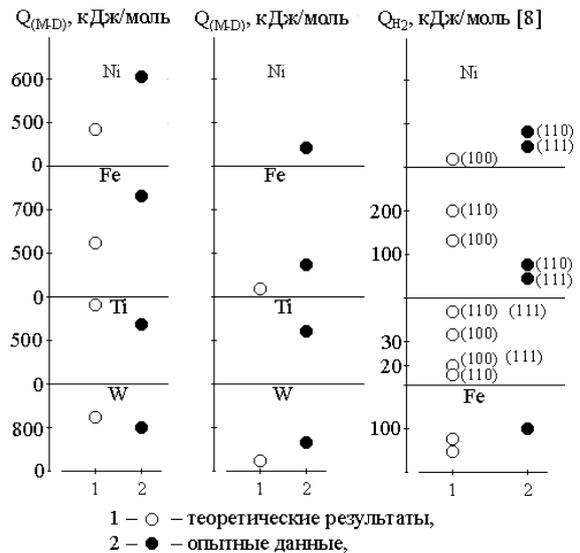


Рис. 3. Сопоставительные данные по теплотам хемосорбции кислорода и азота на металлах: *Ni, Fe, Ti, W*.

Скорее всего, при «внедрении» молекулярной формы (H_2) в решетку металла при очень близком контакте атомов металла и атомов водорода происходит сильное смещение «электронного облака» в зависимости от сродства к электрону данного атома металлов, которые проявляют способности не везде одинаково. В области кристаллической решетки, где существуют «дырки», значительно интенсивно наблюдается процесс превращения ($H^e \rightarrow H^+$), а в других местах, возможно, наоборот ($H^{+e} \rightarrow H$).

Поэтому, когда на активированной поверхности металлов преобладает дефектная структура, скорее

всего, на большей части площади происходит окисление водорода, и в этом случае поверхность катализатора превращается в отрицательно заряженное состояние.

Этот процесс охватывает очень малую долю площади поверхности, и создается активный локальный центр быстрого реагирования.

Большинство переходных металлов по их индивидуальной структуре в элементарной ячейке внутри кристаллической решетки создает октаэдрические и тетраэдрические поры и по объему внутренней октаэдрической пустоты в два раза превосходит тетраэдрические.

О природе состояния атомов водорода в этих пустотах и их превращениях пока еще трудно судить, особенно сложно дать количественные характеристики.

Таким образом, по значениям величины энергии (теплоты) хемосорбции газов (H_2 , O_2 , N_2) на поверхности металлов ориентировочно можно определить (способности d-электронных вкладов, физико-химических свойств и неоднородности кристаллографических анизотропий и др.) их возможности сохранения и выделения реакционноспособной активной формы водорода (H_2^+) на поверхности металла. Это та энергия (теплота), выделяющаяся при разрыве связи в молекулах газов и образующая новые соединения (гидридов) *M-H* и окислов *M-O*. Две величины — энергия активации (E_a) и энергия (теплота) хемосорбции (Q_x) — между собой неразрывно связаны. Начало любого каталитического процесса связано с энергией активации поверхности катализаторов, а дальнейшее продолжение ее связано с энергией связи, т.е. тепловой хемосорбции газов. Для выяснения механизма каталитического акта достаточно глубоко разобрать и

изучить хемосорбционные способности отдельных металлов и природу поверхности катализаторов в отношении легких лигандов (газов) в конкретных условиях модельной реакции. По оптимальной величине хемосорбции газов на поверхности катализаторов ориентировочно можно определить активность химических реакций. Поэтому энергии связи металл-газов, способность хемосорбционных явлений на поверхности характеризуют природу активности катализаторов. Проведенные расчеты по теплоте (энергии) хемосорбции газов на d-металлах дают возможность для приготовления механизмов каталитических процессов гидрогенизации.

До сих пор в литературе отсутствует полное объяснение сущности происходящих явлений в контакте между двумя фазами и механизмами превращения молекул этиленовых углеводородов. Причина отсутствия полного механизма превращения органических молекул и несоответствие некоторых результатов, возможно, состоит из следующих недостатков:

- во-первых, исследования всегда проводятся на малых пробах и поэтому трудно получить объективную среднюю величину;

- во-вторых, исследования структуры и физико-химических свойств проводятся в изолированных условиях, поэтому всегда резко отличаются от «живого» контактного состояния двух фаз;

- в-третьих, без испытания в «*insitu*» трудно получить объективные результаты влияния природы поверхности на скорость процесса.

Эти факторы должны соблюдаться с некоторыми поправками при испытании поверхности твердых тел для получения объективных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томас Дж., Томас У. Гетерогенный катализ. М.: Мир, 1969. 450с.
2. Мортимер К. Теплоты реакции и прочность связей. М.: Мир, 1964.
3. Сокольский Д.В., Сокольская А.М. Металлы-катализаторы гидрогенизации. Алма-Ата: Наука, 1970. 382с.
4. Кнор З. Некоторое применение автоэмиссии для изучения взаимодействия на поверхности переходных металлов. Механизм катализа. Ч.2. Методы исследования каталитических реакций. Новосибирск: Наука, 1984. С.41-56.
5. Паулинг Л. Природа химической связи. М.-Л.: Гостехиздат, 1947.
6. D.P. Swenson // J.Chem.Phys. 1955. V.23. P.203.
7. Tanaka Y., Tamaru K. // J. Catalysis. 1963. V.2. P.366.
8. Савченко В.Н. Поверхности структуры кислорода на металлах VIII группы и реакции окисления простых молекул. Механизм катализа. Ч.2. Методы исследования каталитических реакций. Новосибирск: Наука, 1984. С.126-142.

Раздел 7

Экономика

УДК 338.242:621 (574.3)

Г.М. АУБАКИРОВА

Антикризисное управление промышленным предприятием

Финансово-экономический анализ состояния и развития промышленных предприятий Карагандинской области — АОЗТ «Машиностроительный завод им. Пархоменко», завода по ремонту горно-транспортного оборудования (РГТО) УД ОАО «Испат-Кармет», АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС» и АООТ «Карагандинский литейно-машиностроительный завод» корпорации «Казахмыс» — в период с 1995 по 2000гг. позволил сделать следующий вывод: несмотря на имеющиеся трудности, в целом в деятельности предприятий просматриваются хотя и неустойчивые, но позитивные тенденции. Объектам исследования удалось сохранить кадровый, технологический, интеллектуальный потенциал и производственные мощности, задействовав которые можно в достаточно короткие сроки в несколько раз увеличить объем производства ликвидной и конкурентоспособной продукции, а также услуг промышленного характера. На предприятиях проведена большая работа по модернизации и выпуску новых видов продукции, в том числе импортозамещающей и экспортной [1, 2, 3].

Основой антикризисного развития промышленных предприятий стала инвестиционная привлекательность. Как показали аналитические расчеты [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11], предприятия смогли выйти из кризисной ситуации и в настоящее время находятся в стадии оживления своей производственно-хозяйственной деятельности, наращивают объемы выпуска продукции и вовлекают в производственный процесс практически весь свой промышленный аппарат, во многом благодаря инвестиционной поддержке со стороны ОАО «Испат-Кармет» и корпорации «Казахмыс».

На инвестиционную активность объектов настоящего исследования оказали влияние причины, вызвавшие их неплатежеспособность и кризисную финансовую устойчивость, особенно в период 1995-1997гг. Это прежде всего сокращение объемов производства и реализации, и, соответственно, прибыли от деятельности предприятий, извлечение из оборота и, вследствие этого, омертвление значительной величины средств в запасах, в частности, готовой и нереализованной продукции, отсутствие средств на оплату наиболее срочных обязательств, приводящее к их самоувеличению за счет штрафных санкций. Проблема с финансовыми ресурсами, с одной стороны, высокие цены на приобретаемое оборудование — с другой, стали ведущими причинами инвестиционного спада на изучаемых предприятиях. Анализ показал, что ни огромные размеры взаимной задолженности, ни неопределенные перспективы инвестиционных проектов, ни неполная загрузка имеющихся мощностей не препятствовали осуществлению капиталовложений в такой степени, как устойчиво высокие издержки поставщиков и потребителей инвестиционных товаров и услуг [4, 5, 6, 9].

О стремлении предприятий к серьезной реструктуризации свидетельствуют цели разработки и реализации инвестиционных проектов, большая часть из которых связана с переходом к выпуску новой продукции или модернизацией производственных мощностей, и лишь некоторые проекты были направлены на повышение качества продукции и снижение издержек. Отдельные проекты преследовали цель экстенсивного развития, а именно увеличение и сохранение

производственных мощностей и наращивание объемов выпуска продукции.

В качестве источников финансирования инвестиционных проектов предприятия использовали иностранные инвестиции (завод РГТО и КИМЗ) и собственные средства (завод им. Пархоменко и «Каргор-маш-ИТЭКС»). С одной стороны, такая ситуация означает, что предприятия оказались способны извлекать те или иные способы для реализации воспроизводственных процессов. Им удалось в какой-то степени компенсировать негативные макроэкономические эффекты и хотя бы отчасти заняться модернизацией и реструктуризацией производства. С другой стороны, сложившуюся практику финансирования вряд ли можно считать эффективной в долгосрочном плане. Предприятия объективно не могут вести чисто финансовые операции лучше, чем специализированные кредитные учреждения. Трансакционные издержки предприятий при таком способе инвестирования заведомо высоки. Доминирование на казахстанском финансовом рынке краткосрочных банковских кредитов, предоставляемых под очень высокие и в номинальном и реальном выражении проценты, не позволяло эффективно использовать средства банковского капитала в реальном секторе экономики и негативно отражалось на инвестиционной активности промышленных предприятий.

Положительные сдвиги в деятельности промышленных предприятий Карагандинской области сделали возможным их выживание и смягчение отрицательных воздействий различных кризисных явлений. Это было достигнуто благодаря, главным образом, экономии материальных ресурсов, сокращению персонала, прекращению выпуска нерентабельной продукции, консервации производственных мощностей, внедрению более экономических технологий. Параллельно с этим объекты исследования приступили к выпуску новой продукции или модернизации ранее выпускаемой, улучшили качество изделий, причем по ряду наименований имело место принципиальное улучшение качественных характеристик, освоили новые рынки сбыта своей продукции. Кроме того, ввиду сложности общей экономической ситуации (чрезмерное фискальное давление, нехватка оборотных средств, отсутствие денег на долгосрочные проекты), объекты исследования использовали другие способы адаптации к рынку (увеличение бартерных сделок в случае дефицита оборотных средств, сдача в аренду имущества, поддержание баланса между кредиторской и дебиторской задолженностью). Вышесказанное свидетельствует о достаточно высокой квалификации управленческого персонала предприятия и об их стремлении к поиску наиболее оптимальной стратегии в условиях кризиса и неадекватной экономической политики государства [3].

В сложных условиях хозяйствования для промышленных предприятий целесообразна разработка тактической системы мероприятий, имеющей, во-первых, защитный жизнеобеспечивающий характер, направленный на резкое сокращение расходов, распродажу или закрытие отдельных подразделений предприятий, либо доведение до радикального уровня загрузки существующих производственных мощно-

стей, а во-вторых, носящей наступательный характер и включающей наиболее активные действия, к которым можно отнести мероприятия инновационной программы, а именно модернизацию оборудования, внедрение новых технологий и передовых способов хозяйствования, освоение и производство новой конкурентоспособной продукции, поиск новых рынков и закрепление позиций в ранее освоенных и др.

В этой связи задача антикризисного управления предприятием состоит в нахождении и освоении новых продуктов и процессов, которые способны заменить прежние, сделав деятельность предприятия рентабельной, динамичной и финансово привлекательной. Антикризисное управление можно охарактеризовать двумя функциями — финансовой и социальной. Финансовая функция заключается в максимизации рыночной стоимости предприятия, чего необходимо достичь в результате его финансово-экономического оздоровления и рационального инвестирования в новые для предприятия бизнесы. Социальная функция антикризисного управления состоит в сохранении предприятия как действующего и способного привлекать дополнительные инвестиции.

Что касается целей антикризисного управления на предприятии, то они должны быть направлены на поиск тех выходов из финансово-экономического кризиса, которые позволили бы обеспечить доходы предприятию не только в ближайшей, но и более отдаленной перспективе. Конечно, при этом наиболее срочной задачей остается восстановление и/или обеспечение текущей платежеспособности предприятия. Однако краткосрочные цели антикризисного управления должны преследоваться параллельно с долгосрочными. Соответственно, в рамках антикризисного управления должны планироваться мероприятия, рассчитанные и на получение скорейшей отдачи, и на отдачу в обозримом будущем.

Антикризисное управление, нацеленное на улучшение продаж, является решающим в выводе предприятия из финансово-экономического кризиса, если у предприятия существуют проблемы с конкурентоспособностью либо наличием на нее платежеспособного спроса. Даже когда указанные проблемы не кажутся самыми значимыми, ориентированность антикризисного управления на увеличение продаж на предприятии с неиспользованными резервами производственных мощностей и в краткосрочном, и в долгосрочном плане должна рассматриваться в качестве первоочередной задачи. Причина подобной постановки вопроса заключается в том, что платежеспособность предприятия всегда в большой степени зависит от налаженного регулярного притока средств, от выполнения предприятием главной его функции — продать товары и услуги. Если предприятие не способно это делать, то оно не является предприятием в истинном смысле этого слова, т.е. не имеет своего бизнеса, не может быть сколь-либо привлекательным для инвестора.

Ориентацию на увеличение выпуска и продаж продукции следует сочетать с экономией на текущих (особенно постоянных) издержках. Именно при условии такого сочетания нацеленность на рост выпуска и реализацию изделий в наибольшей степени соответ-

ствуется истинному понятию антикризисного управления предприятием.

Антикризисное управление предприятием на основе увеличения выпуска и продаж продукции является также предпочтительным в условиях конкурентного рынка. Если предприятие на таком рынке позволит себе выходить из кризиса просто путем сокращения текущих затрат, уменьшая объем выпуска продукции, оно практически безвозвратно потеряет свою долю рынка. Возвратить ее можно будет только с помощью значительных инвестиций в улучшение и продвижение продукта. Кроме того, максимизация продаж чаще всего является как в долгосрочном, так и в краткосрочном плане более финансово-эффективным способом преодоления убытков, чем экономия на издержках и продаж активов при сокращении выпуска и объема реализации. Это связано с тем, что указанная экономия имеет технологические ограничения. В некоторых отраслях (например в угольной промышленности) невозможно уменьшить издержки сверх минимума, позволяющего поддерживать дееспособность производственных мощностей.

Антикризисное управление, нацеленное на увеличение продаж, освоение новых изделий и технологий, экономически, социально и финансово более предпочтительно, чем антикризисное управление, сводящееся к простому сокращению издержек и реализации лишнего имущества предприятия [12]. Такое управление предполагает ориентированность на осуществление доступных предприятию инвестиций в расширение выпуска и продаж прежней продукции и освоение новой. Антикризисное управление, направленное на налаживание выпуска и реализацию конкурентоспособной продукции может быть охарактеризовано как инвестиционное антикризисное управление — при условии доступности инвестиции как за счет самофинансирования, так и путем привлечения дополнительных инвестиций.

Для промышленных предприятий наиболее эффективными мероприятиями по выходу из кризиса должны стать санационные мероприятия, выходящие за рамки режима экономии, носящие инвестиционный характер: оздоровление предприятий на основе запуска инновационно-инвестиционных проектов с небольшим сроком окупаемости и незначительным стартовым капиталом. Инвестиционные проекты финансово-экономического оздоровления предприятия могут планироваться многовариантно, в зависимости от того:

- какие проекты реальны для предприятия на основе имеющегося у него научно-технического потенциала, а также располагаемого предприятием доступа к новым технологиям;

- какое финансирование будет закладываться в планы инвестиционных проектов.

Инвестиционные проекты финансово-экономического оздоровления предприятия изначально должны планироваться в расчете на разные варианты обеспеченности финансированием капиталовложений. Это относится и к долгосрочному, и к краткосрочному планированию. Инвестиционные проекты по снижению постоянных издержек предприятия характеризуются наиболее короткими сроками окупаемости и не

основываются, как правило, на внедрении каких-либо технологий. Инвестиционные проекты по снижению переменных издержек предприятия дольше по сроку окупаемости и более капиталоемкие, чем проекты по обеспечению экономии постоянных текущих расходов. Но эти проекты имеют более долгий срок полезной жизни, т.е. дольше дают отдачу. Инвестиционные проекты по освоению новой, более выгодной продукции могут осуществляться в порядке диверсификации или репрофилирования. В первом случае они относительно недорогие и быстро окупаемы; во втором такие проекты оказываются самыми дорогими и долгосрочными, но и самыми эффективными (по показателям чистой текущей стоимости и внутренней нормы рентабельности).

Перечисленные инвестиционные проекты создают самую основательную базу для оздоровления предприятия, поскольку позволяют получить постоянный источник поступлений от продаж продукции. В свою очередь предприятие понесет большие расходы на разработку и освоение новой продукции и технологии, покупку прав собственности на них и ноу-хау по конструкциям и технологиям, переобучение персонала и приобретение нового оборудования.

Финансирование санационных мероприятий, связанных с внедрением эффективных и быстрокупаемых инновационно-инвестиционных проектов, должно осуществляться за счет собственных средств и за счет кредитов, санлируемых предприятием в форме реструктуризации их долгов (отсрочка уплаты долга, дополнительные займы и поставки в кредит). Более сложные схемы финансирования связаны с реорганизацией предприятий, дроблением крупных или средних предприятий на более мелкие, выделением коммерчески перспективных направлений деятельности и закрытием неперспективных. Главное внимание должно быть обращено на анализ и оценивание инвестиционного проекта, реализация которого может улучшить финансовое положение и повысить рыночную стоимость предприятия в недалеком будущем.

Реализация инвестиционного проекта связана, прежде всего, с денежными средствами предприятия, острая потребность в которых во многом вызвана весьма жесткими условиями предоставления кредита банками. Поэтому для предприятия важной задачей является поиск собственных денежных средств. Существует пока редко используемая возможность изыскания финансовых ресурсов — реструктуризация операционной деятельности таким образом, чтобы необходимые денежные источники были получены без привлечения средств кредитов. Проблема денежного дефицита может решаться либо путем увеличения массы прибыли, либо ускорением оборачиваемости капитала. Как показывает анализ деятельности отечественных промышленных предприятий, собственные источники финансирования чистая прибыль и амортизация часто растворяются в различных статьях оборотных активов, а не идут на финансирование программ по обновлению капитала [8, 11].

Расширяя номенклатуру выпускаемой продукции, предприятия сталкиваются с проблемой встраивания нового продукта в общую систему. Это влечет за собой, как правило, серьезное усложнение производства.

Трудность состоит в снижении степени свободы и принятия решений относительно реструктуризации выпуска, поскольку сложность структуры производства, обусловленная большим количеством непростых взаимосвязей между отдельными продуктами, создает объективные препятствия для проведения сколько-нибудь существенной реструктуризации. В такой ситуации принятие финансово-обоснованных решений оказывается затруднительным. Речь идет не о появлении новых изделий, а о невозможности ликвидации неэффективных из существующих продуктов в пользу более эффективных.

Промышленные предприятия, функционировавшие в условиях плановой экономики со структурой производства, ориентированной на количество продукции, а не на ассортимент, не смогли в короткие сроки приспособить производственную систему к новым требованиям. В результате они показали абсолютную беспомощность перед меняющейся структурой спроса. Спад промышленного производства на объектах исследования, недогрузка производственных мощностей во многом были обусловлены неспособностью этих самых мощностей произвести хотя бы те же продукты, но в другой структуре. Не видя выхода из создавшегося положения, предприятия продолжали выпускать не пользующуюся спросом продукцию. В результате при расширении ассортимента выпускаемой продукции в устоявшийся воспроизводственный цикл внедрялись новые потребители денежных средств. Чем больше их появлялось, тем большую потребность в оборотном капитале и денежных ресурсах они вызывали и тем большую финансовую нагрузку несла операционная деятельность предприятия [8, 11].

Если расширение ассортимента производимой продукции осуществляется планомерно, по мере создания необходимых инвестиционных ресурсов, то предприятие с успехом может выйти на уровень диверсификации, который увеличит его стоимость.

Если же темпы расширения достаточно велики, то предприятие начинает сталкиваться с «финансовыми перегрузками», которые приводят к ослаблению конкурентной силы, снижению денежных потоков по остальной продукции и обесценению предприятия. Это накладывает финансовые ограничения на перспективы дальнейшего роста всего предприятия.

Хозяйствующие субъекты имеют финансовые ограничения на темпы достижения оптимального уровня диверсификации, поэтому как избыточный уровень диверсификации, так и неоправданно высокие темпы расширения производства могут стать для предприятия причиной ухудшения его финансово-экономического состояния и снижения рыночной стоимости бизнеса. Это особенно важно учитывать тем предприятиям, которые стоят на пороге реструктуризации.

Поскольку кризис промышленных предприятий был вызван во многом несоответствием их финансово-хозяйственных параметров, параметров окружающей среды, что, в свою очередь, обусловлено неверной стратегией и, как следствие, слабым адаптированием к требованиям рынка, то способом решения подобных проблем или устранения самой возможности их воз-

никновения может стать реструктуризация предприятия, проводимая на основе разработанной стратегии. Предприятиям, стремящимся выйти из кризиса, необходимо решать две последовательные задачи: устранить последствия кризиса — восстановить платежеспособность и стабилизировать финансово-экономическое положение; устранить причины кризиса — разработать стратегию развития и провести на ее основе реструктуризацию предприятия с целью недопущения повторения кризисных явлений в будущем [1].

Для промышленных предприятий Карагандинской области на современном этапе развития одной из актуальных задач является переход к их управлению на основе анализа финансово-экономического состояния с учетом постановки стратегических целей деятельности.

При разработке стратегии поведения предприятия на рынке необходимо оценить его положение, установить цели деятельности и определить пути их достижения.

Несмотря на множество вариантов стратегий, их выбор можно ограничить четырьмя альтернативными стратегическими категориями, каждая из которых имеет два варианта [13].

Основные стратегические альтернативы:

– стратегия расширения. Предприятие ориентируется на крупное увеличение масштабов активности в рынках определенной миссии или пересматривает свое предназначение путем освоения новой продукции, новых рынков или технологии. Принятие стратегии расширения обычно требует значительных инвестиций и часто связано с большими рисками;

– стратегия стабилизации. Предприятие нацелено на постепенное наращивание улучшений в оперативной деятельности, продолжая работать в соответствии со своей миссией. Стратегия стабилизации не означает, что предприятие «ничего не хочет делать», скорее оно ориентируется на «тонкую отладку» уже осуществляемых операций;

– стратегия экономии. Активность предприятия направлена на улучшение показателей посредством ликвидации убыточных или маловыгодных операций в рамках действующих целевых установок или пересматривает их благодаря прекращению производства некоторых товаров, уходу с рынков или отходу от технологий. Этот вид стратегии может быть взят на вооружение как временная мера при решении специфического круга проблем;

– комбинированная стратегия. Предприятия одновременно осуществляют какие-либо две или даже все три переменные стратегии. Например, предприятие может выбрать стратегию расширения в наиболее перспективной в отношении роста области и в то же время выключиться из сфер активности, в которых ожидается спад.

Каждый из основных видов стратегии имеет два варианта, учитывающих внутренние и внешние аспекты деятельности предприятия:

– стратегия внутреннего расширения направлена на увеличение продаж выпускаемой продукции или освоение новых рынков;

– стратегия внутренней стабилизации означает постепенное наращивание эффективности в некоторых функциональных областях;

– стратегия внутренней экономии основное внимание уделяет сокращению издержек путем ликвидации малорентабельных производственных мощностей;

– стратегия внешнего расширения нацелена на слияние или покупку всей или части другого предприятия;

– стратегия внешней стабилизации направлена на сохранение достигнутой рыночной доли;

– стратегия внешней экономии базируется на продаже или свертывании части бизнеса;

– комбинированная внешняя и внутренняя стратегия представляет любое сочетание указанных стратегий.

При выборе стратегии предприятия необходимо учитывать, что кризисная ситуация и неблагоприятный инвестиционный климат вынуждают объекты исследования выбирать из всех стратегий наименее капиталоемкие. В этой связи машиностроительным предприятиям предлагается стратегия выживания, которая дифференцируется по этапам выхода их из кризиса. На первом этапе стратегия выживания содержит чрезвычайные меры по перестройке системы управления и оздоровлению финансов, а на втором — может включать различные инвестиции, направленные на развитие потенциала и повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции [2, 12].

Важнейшей целью антикризисной программы предприятий должна стать устойчивость работы, которая находит проявление не только в достижении требуемых показателей платежеспособности и доход-

ности, но и в поддержании их уровня, предотвращающего повторный кризис. Основные показатели деятельности предприятия необходимо устанавливать при разработке антикризисной программы. На их величину влияют достигнутый технико-экономический уровень производства, наиболее постоянные требования кредитов и общий уровень кредиторской задолженности. Разработке антикризисной программы предприятия должен предшествовать обстоятельный анализ его финансово-хозяйственной деятельности. Это позволит выявлять причины кризисного состояния предприятия, наметить способы его преодоления. Анализ, дополняемый прогнозированием перспективы, даст возможность определить структуру, объемы и источники ресурсов, необходимые для устранения убыточности и достижения поставленных условий.

Разрабатывая антикризисные меры, необходимо концентрировать внимание на отраслевых и региональных аспектах. Задача каждого предприятия, вступающего или уже вставшего на путь структурных преобразований, — выбрать и экономически обосновать их конкретную стратегию. При этом важно учитывать, насколько эта стратегия вписывается в стратегию развития промышленного региона, а следовательно, может ли данная хозяйственная структура рассчитывать на поддержку или же должна опираться на собственную ресурсную базу. Со стороны региональных органов таким предприятиям должна быть оказана помощь в целях обеспечения стабилизации и улучшения их экономического положения, содействие повышению конкурентоспособности, инвестиционной привлекательности и выходу на внешний рынок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубакирова Г.М. Прогнозные стратегии развития потенциала предприятия // Труды университета. Вып.1 / КарГТУ. Караганда, 2001. С.97-99.
2. Аубакирова Г.М. Оценка надежности финансово-экономической деятельности предприятия // Там же. С.101-105.
3. Аубакирова Г.М. Стратегия выживания промышленных предприятий // Там же. Вып.2. С.32-36.
4. Аубакирова Г.М. Методы влияния цены и спроса на финансовые результаты деятельности предприятия // Материалы респуб. науч.-теорет. конф. «Наука и образование в стратегии регионального развития». 1-2 октября 1999. Караганда: Изд-во КарГУ, 1999. С.372-375.
5. Аубакирова Г.М. Методика рейтинговой оценки финансового состояния предприятий // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Казахстан на пороге XXI века: человек, наука, экономика». Караганда: Изд-во КЭУ, 1999. С.284-287.
6. Аубакирова Г.М. Управление финансово-экономической устойчивостью предприятия в условиях рынка // Труды Междунар. науч. конф. «Наука и образование — ведущий фактор стратегии «Казахстан — 2030»». 24-28 июня 2000г. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2000. С.808-810.
7. Аубакирова Г.М. Экономическая безопасность промышленного предприятия в условиях кризиса // Материалы науч.-практ. конф. «Пути экономического развития Казахстана и подготовка специалистов на пороге XXI века». Караганда: Арко, 2000. С.25-27.
8. Аубакирова Г.М. Влияние выпуска промышленной продукции на финансово-экономическое положение предприятий // Труды университета. Вып. 1 / КарГТУ. Караганда, 2000. С.65-67.
9. Аубакирова Г.М. Комплексная оценка инвестиционной привлекательности промышленного предприятия // Материалы Междунар. науч. конф. «Десять лет на постсоветском пространстве: ожидания, результаты, перспективы». 18-19 мая 2001г. Алматы: Ун-т «ТУРАН», 2001. С.374-376.
10. Аубакирова Г.М. Прогнозирование решений в экономике и бизнесе: Учебное пособие. Караганда: КарГТУ, 2001. 155с.
11. Аубакирова Г.М. Оценка финансово-экономической устойчивости предприятия с помощью показателей денежных потоков // Труды университета. Вып. 1 / КарГТУ. Караганда, 2000. С.68-70.
12. Валдайцев С.В. Антикризисное управление на основе инноваций: Учебное пособие. Спб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001. 232с.
13. Кэхилл Д. Хозяйственная стратегия: разработка, осуществление, контроль // Проблемы теории и практики управления. 2001. №1. С.92-95.

Тенденции и регулирование кризиса неплатежей в казахстанской экономике (опыт Карагандинской области)

Более 10 лет экономика и общество Казахстана находятся в стадии реформирования, в поиске оптимального соотношения между действием свободных рыночных механизмов и регулированием со стороны государства, которое бы обеспечило необходимый уровень безопасности и подъем национальной экономики. В ряду препятствий одно из решающих мест продолжают занимать неплатежи, которые характеризуются большими объемами взаимной задолженности между хозяйствующими субъектами, долгами перед бюджетом, работниками.

Особенно остро кризис неплатежей проявился в 1996-1999 годах. Это стало результатом применения жесткой денежно-кредитной политики государства в 1994-1995 годах в целях обеспечения макроэкономической стабилизации. Как следствие, к 1997 году большинство средних и крупных промышленных предприятий резко снизило объемы производства продукции, выполнение профильных работ и услуг, стало неплатежеспособным и подверглось процедурам банкротства. Основными причинами спада производства стали: отсутствие свободных оборотных средств, необходимых для функционирования любого промышленного предприятия, быстрый рост кредиторской задолженности, низкая платежная дисциплина, недостаточный платежеспособный спрос.

В Казахстане сформировались все симптомы кризиса неплатежей: рост общей кредиторской задолженности всех хозяйствующих субъектов, резкий спад производства в различных отраслях за исключением металлургии и угледобычи, нарушение хозяйственных связей, потеря рынков сбыта в связи с возникновением таможенных барьеров между странами СНГ и ухудшением финансового состояния предприятий. Так, к 1997 году на многих промышленных средних и крупных предприятиях суммы задолженности по пеням и штрафам превышали в несколько раз сумму основной задолженности, которая образовалась в 1994-1996 годах. Ситуация требовала незамедлительного решения во избежание краха промышленного сектора.

Передача в доверительное управление, а затем приватизация крупных промышленных предприятий были первыми действенными шагами в разрешении кризиса неплатежей. Так, в Карагандинской области сформировались две крупные вертикально интегрированные корпорации — ОАО «Испат-Кармет» и ОАО «Корпорация «Казахмыс»», которые занимают значительную долю как в промышленном производстве (82%), так и в общем объеме финансовых потоков региона.

Стабилизация и увеличение объемов производства структурных подразделений ОАО «Испат-Кармет» и ОАО «Корпорация «Казахмыс»», работающих в разных отраслях промышленности (угле- и рудодобыва-

ющая, машиностроение, химическая, черная и цветная металлургия и др.), улучшили социально-экономическое положение в городах Темиртау, Караганде, Жезказгане, Балхаше, Шахтинске, Каражале, т.к. позволили выплачивать заработную плату, пополнять местный бюджет, обеспечивать занятость населения. В доверительное управление были переданы, а позже проданы пакеты акций ряда предприятий пищевой промышленности: ОАО «Конфеты Караганды», ОАО «Эфес-Караганда», ОАО «Карагандинский маргаринный завод» и др.

Для запуска производства на других предприятиях были организованы новые юридические лица, в то время как прежнее юридическое лицо было включено в процедуры банкротства. С принятием в 1997 году Закона РК «О банкротстве» [1] в Карагандинской области для решения проблемы неплатежей стали активно использоваться конкурсные производства, а с 1998 года — процедуры реабилитации.

Тем не менее, последствия кризисного процесса, начало которому было заложено в 1994-1996 годах, проявляются на протяжении уже 5 лет, несмотря на результативность мер, предпринимаемых Правительством РК, местными органами власти. Банкротство как последняя стадия кризисного процесса представляет собой завершение кризиса неплатежей на отдельном предприятии.

Попробуем проанализировать динамику кризиса неплатежей в Карагандинской области на основе объемов кредиторской задолженности (первая стадия кризиса неплатежей) и количества банкротств (последняя стадия кризисного процесса), а также дать оценку мерам, предпринимаемым государством.

Сумма общей кредиторской задолженности всех хозяйствующих субъектов Карагандинской области и количество объявленных банкротств в период 1997-2001 годов приведены в таблице.

ПОКАЗАТЕЛИ НЕПЛАТЕЖЕЙ ПО КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

| Наименование показателя | 1.01.97 г. | 1.01.98 г. | 1.01.99 г. | 1.01.00 г. | 1.01.01 г. | 1.01.02 г. | 1.01.03 (прогноз) |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Общая сумма кредиторской задолженности, тыс. тенге | 22732,3 ¹ | 37287,0 ¹ | 40377,1 ² | 75355,9 ² | 32914,6 ² | 89131,3 ¹ | 61501,5 ¹ |
| Количество объявленных банкротств за год* | 3 ^{**} | 9 [†] | 36 [‡] | 16 [‡] | 22 [‡] | 26 ^{***} | |

* — по данным Карагандинского филиала ОАО «Агентство по реорганизации и ликвидации предприятий».

** — признано банкротами за 1995-1997 годы согласно Закону РК «О банкротстве».

*** — за 1 полугодие 2001 года

До 2000 года наблюдался рост кредиторской задолженности хозяйствующих субъектов области. Пиковое количество объявленных банкротов также приходится на 2000 год (322 признанных банкрота). Но к 01.01.2000 года 376 предприятий-должников уже были объявлены банкротами, ликвидированы и исключены из реестра юридических лиц. По окончании конкурсного производства кредиторская задолженность либо была поочередно погашена, либо списана на основании решения суда.

Если в середине 90-х годов на откуп каждому предприятию, предпринимателю отдавались свобода и бесконтрольность со стороны государства финансово-хозяйственной деятельности, то это привело в большинстве случаев к ослаблению финансово-платежной дисциплины, поиску нелегального, бесконтрольного оборота капитала, финансовых потоков, преднамеренным и ложным банкротствам.

Начиная с 1997 года государством предпринимались целенаправленные шаги по усилению контроля за финансово-хозяйственной деятельностью предприятий. В первую очередь это лицензирование широкого спектра видов профессиональной и коммерческой деятельности (в том числе и деятельности по управлению делами и имуществом несостоятельного должника); меры по ведению реестра неплатежеспособных предприятий; разработка и реализация различных программ по разрешению кризиса неплатежей (например, Программа по снижению кредиторской задолженности по Карагандинской области [2]), организация Агентства по реорганизации и ликвидации предприятий и впоследствии Комитета по работе с несостоятельными должниками; перераспределение функций и полномочий в процедурах банкротства между судебными, исполнительными, финансовыми и контролирующими государственными органами.

Исполнение Постановления Правительства РК №1336 от 25 декабря 1998 года [3] и реализация Программы по снижению кредиторской задолженности по Карагандинской области на 2000 и 2001 годы позволили значительно снизить кредиторскую задолженность в целом по субъектам области и по отдельным блокам: задолженность в бюджет, просроченная заработная плата, задолженность поставщикам, банкам и небанковским учреждениям (рис. 1).

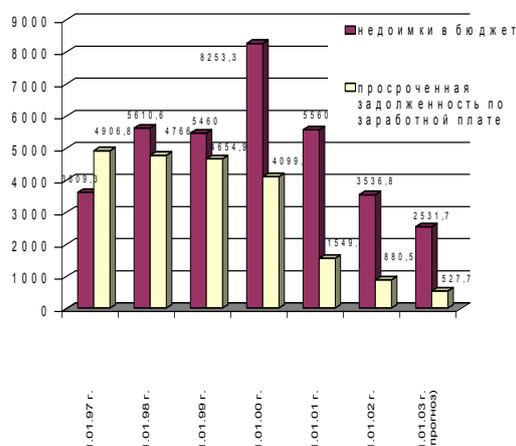


Рис. 1. Динамика объемов задолженности перед бюджетом и работниками предприятий Карагандинской области

Программа по снижению кредиторской задолженности в Карагандинской области разрабатывается с 2000 года и дала положительные результаты. Программа предусматривает еженедельный мониторинг за ходом погашения задолженности и работой ответственных органов:

- по долгам в бюджет — Налогового комитета;
- по долгам бюджетных организаций — Областного финансового управления;

- по долгам предприятий в процедурах банкротства — Агентства по реорганизации и ликвидации предприятий (с ноября 2001 года Комитета по работе с несостоятельными должниками).

Такой контроль за кредиторской задолженностью со стороны государства был необходим по следующим причинам:

- вплоть до 2000 года наблюдался рост общей кредиторской задолженности;

- сохранялась социальная напряженность в области из-за задолженностей по заработной плате и социальным выплатам;

- проявлялась нескоординированность работы государственных органов по разрешению проблемы неплатежей;

- отсутствовало системное представление о финансовых потоках между хозяйствующими субъектами области;

- отсутствовал контроль за деятельностью руководителей предприятий, что давало возможность для проведения преднамеренных и ложных банкротств;

- обязательная отчетность конкурсных управляющих только перед судом давала возможность необоснованного продления сроков конкурсного производства и, как следствие, роста размеров административных расходов и непогашения кредиторской задолженности в полном объеме.

В рамках реализации Программы была создана единая система планирования погашения кредиторской задолженности, оперативного контроля, мониторинга, выявления причин не связанного с ростом производства роста кредиторской задолженности, взаимодействия и координации работы государственных органов, руководителей предприятий всех форм собственности, конкурсных и реабилитационных управляющих.

Агентством по реорганизации и ликвидации предприятий с 2000 года осуществлялся мониторинг финансового состояния средних и крупных предприятий, велся реестр неплатежеспособных предприятий. Но Агентство было организовано в форме открытого акционерного общества с наделенными полномочиями согласно Постановлению Правительства РК № 1029 от 27 июня 1997 года [4]. Большую роль в контроле за ходом конкурсного производства и реабилитации играли Коллегии по хозяйственным делам, а с середины 2001 года — экономические суды.

Постановлением Правительства РК №1303 от 23 ноября 2001 года [5] ОАО «Агентство по реорганизации и ликвидации предприятий» было ликвидировано

и организован новый государственный орган — Комитет по работе с несостоятельными должниками. С появлением этого государственного органа произошло перераспределение функций и полномочий представителей государства в деле о банкротстве — Комитета по работе с несостоятельными должниками, экономического судов и Налогового комитета.

Вновь образованный Комитет приобрел широкий спектр полномочий при проведении процедур банкротства, мер воздействия на конкурсного и реабилитационного управляющих и контроля за ходом процедур банкротства. При этом к Налоговому комитету полностью перешли функции по инициированию дел о признании банкротами и представлению интересов государства как кредитора.

Таким образом, в Казахстане идет активный поиск путей выхода из кризиса неплатежей, становление института банкротства как одной из необходимых частей инфраструктуры рыночной экономики, применение механизмов института банкротства для оздоровления экономической среды региона. Наряду с этим устанавливается оптимальное соотношение между государственным регулированием, контролем за финансовым состоянием предприятий и свободой действия рыночных субъектов в конкурентной среде.

Проследим динамику изменения объемов кредиторской задолженности хозяйствующих субъектов Карагандинской области в 2000-2001 годах, т.е. за период разработки и реализации Программы по снижению кредиторской задолженности и ведению Агентством по реорганизации и ликвидации предприятий реестра неплатежеспособных предприятий.

Благоприятное для экономики региона снижение просроченной задолженности как по объему, так и по удельному весу (рис. 2 и 3) на фоне общего роста объемов производства товаров, услуг в области подчеркивает эффективность реализации Программы.

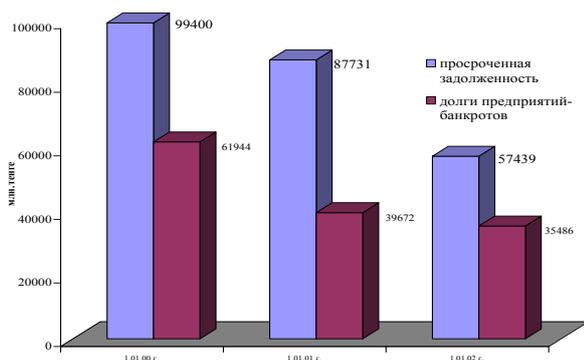


Рис. 2. Соотношение объемов просроченной задолженности и задолженности предприятий-банкротов Карагандинской области

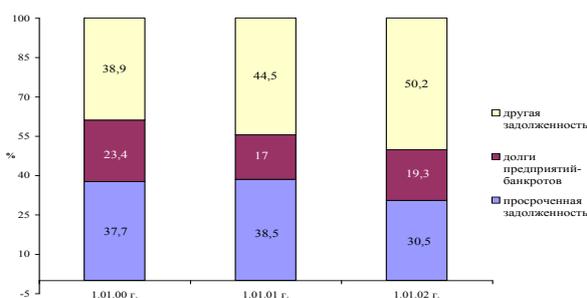


Рис. 3. Структура кредиторской задолженности хозяйствующих субъектов области

Доля кредиторской задолженности предприятий, вовлеченных в процедуры банкротства, колеблется от 17 до 23,4%. Наибольшую часть кредиторской задолженности ликвидируемых и реабилитируемых предприятий составляют долги перед бюджетом и поставщиками, сторонними организациями. По предприятиям в конкурсном производстве 4 очередь (долги по платежам в бюджет) составляла за 2000-2001 годы 37-38%, а 5 очередь (штрафы, пени, долги другим хозяйствующим субъектам) — 49-52%.

Таким образом, сохраняется постоянное соотношение, хотя на 01.01.2000 года в процедурах банкротства находились 425 предприятий, а за 2 года были исключены из реестра по причине окончания конкурсного производства 446 юридических лиц, т.е. наблюдается практическая смена контингента.

По погашению долгов ликвидируемых предприятий согласно очередности, установленной Законом РК «О банкротстве», тоже имеются постоянные соотношения (рис. 4 и 5). После объявления должников свободными от долгов по окончании конкурсных производств в общем по Карагандинской области было списано на 01.06.2000 года — 10663 млн.тенге, на 01.01.2001 года — 20196 млн.тенге, на 01.07.2001 года — 24989 млн.тенге.

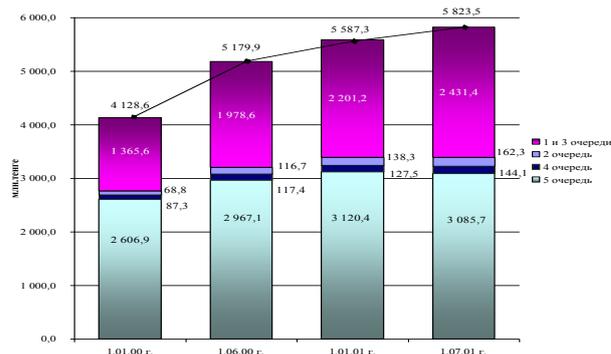


Рис. 4. Объемы погашения по очередям задолженности предприятий-банкротов

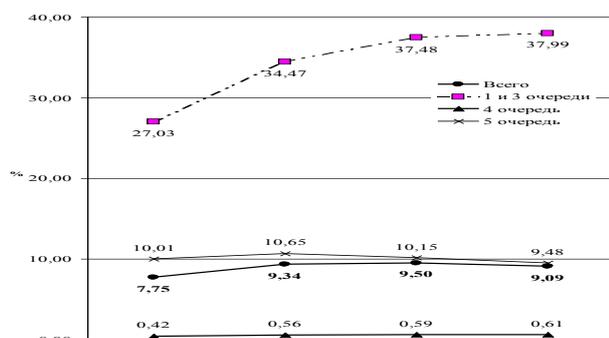


Рис. 5. Доля погашения по очередям от суммы задолженности в реестре кредиторов

Конкурсной массы (ликвидных активов) хватает только для погашения административных расходов конкурсного производства и в среднем 10% требований кредиторов. Остальная часть задолженности списывается и выбывает из финансового оборота региона. Сумма списанной задолженности на 01.07.2001 года составила около 20% совокупного производства области за первое полугодие 2001 года.

С чем связана такая малая доля погашения долгов? Практика выявила следующий ряд причин:

- наличие в ликвидационном процессе большого количества предприятий-«пустышек», конкурсной массы которых недостаточно даже для покрытия административных расходов;
- трудности в ликвидации предприятий-должников, по которым отсутствуют первые руководители, главные бухгалтеры или финансовая документация;
- использование процедур банкротства для списания долгов предприятия через умышленное доведение его до несостоятельности, выявить и квалифицировать которое затруднительно;
- продление судами сроков конкурсного производства, затягивание ликвидационного процесса и тем самым увеличение административных расходов;
- подотчетность конкурсных управляющих только экономическому суду и комитету кредиторов, недостаточный контроль за их деятельностью со стороны государственных органов;
- назначение конкурсных управляющих без учета профиля должника и его места расположения.

По вопросам ликвидации некоторых государственных предприятий и погашения их долгов необходимы решения со стороны Правительства, республиканского бюджета. Это и ГАО «Карметкомбинат», имеющий на своем балансе значительные суммы задолженности, но решения о признании его банкротом до сих пор нет. Это и ОАО «Карагандашахтуголь» с кредиторской задолженностью 12 873,37 млн.тенге на начало 2001 года, которая должна быть погашена из средств республиканского бюджета, но фактически выплачено за 2001 год только 154,04 млн.тенге.

Ярким примером неотлаженности механизмов применения процедур банкротства и ухода от погашения долгов является ОАО «КРЭК». С 14.01.1999 года данное предприятие проходило процедуру реабилитации. Но до завершения срока реабилитации в начале 2001 года РГЭП НЭС «Казахстанэнерго» отозвало свое заявление в суд о признании несостоятельного должника банкротом. А уже 14.05.2001 года была

повторно введена реабилитация на основании заявления в суд кредитора ТОО «Жанат». При этом погашение 3999 млн.тенге кредиторской задолженности ОАО «КРЭК» вновь отсрочено на 2 года согласно Закону «О банкротстве».

В настоящий момент в местных органах власти решается дальнейшая судьба ОАО «Водоканал», поскольку за 10 месяцев применения процедуры реабилитации с сентября 2000 года задолженность предприятия только увеличивалась. Из 3322,6 млн.тенге кредиторской задолженности на 01.12.2001 года просроченными являются 3189,7 млн.тенге (или 96%).

Для решения проблемы неплатежей в дальнейшем предлагается реализация ряда мероприятий:

- разработка методики определения потенциальных банкротов на ранних стадиях, квалификация преднамеренного и ложного банкротства;
- внесение изменений в законодательные и нормативные акты РК по предупреждению-исключению фактов преднамеренного и ложного банкротства, ухода от погашения долгов;
- организация в регионе юридического лица, которое бы имело лицензию на право управления имуществом и делами несостоятельного должника, вело конкурсные производства по большому количеству предприятий и позволило бы ускорить выведение юридических лиц из реестра, в особенности предприятий, не имеющих конкурсной массы;
- организация Центра ликвидации неплатежей, выполняющего операции, связанные с продажей-уступкой дебиторской задолженности банкротируемых и действующих предприятий;
- организация вексельного обращения.

На практике имеют место случаи, когда предприятия безвозмездно или за небольшую плату передают свои активы другому юридическому лицу, совершают другие хозяйственные сделки, которые резко ухудшают финансовое состояние и не позволяют удовлетворять требования кредиторов. Примеры таких предприятий в Карагандинской области — АОЗТ «Теплоприбор», АО «Гея», ТОО «Арка» и др.

Действующим законодательством РК подобные сделки не запрещены, но дают возможность для ухода от погашения долгов через процедуры банкротства. Законом «О банкротстве» предусматривается отмена сделок, ущемляющих права кредиторов и совершенных в течение одного последующего года. А поскольку дело о банкротстве возбуждается, как правило, по прошествии большего, чем один год, периода времени, отменить такие сделки не представляется возможным.

Для устранения негативных последствий совершения крупных сделок предлагается:

1. Внести изменения в Закон РК «О банкротстве» и ГК РК о продлении срока возможной отмены сделок до 3 лет.

2. Регистрировать юридические лица, совершившие сделки на сумму более половины уставного капитала, собственного капитала в государственных органах, ведущих мониторинг финансового состояния предприятий (Налоговый комитет, Комитет по работе с несостоятельными должниками). По этим предприятиям должен вестись отдельный список на протяже-

нии двух лет со дня регистрации сделки. И при планомерном снижении платежеспособности и росте просроченной и текущей кредиторской задолженности государственные органы могут обращаться в суд для отмены сделки как ущемляющей права кредиторов.

3. Дополнительным средством может послужить страхование крупных сделок в страховых компаниях. В случае неисполнения сделки страховая компания будет возмещать ущерб другой стороне.

Мониторинг финансового состояния будет вестись на основе данных баланса и другой официальной финансовой отчетности предприятий, что не нарушит коммерческой тайны. У государственных органов же появляется возможность опровергать через суд сделки, которые ведут к росту кредиторской задолженности перед бюджетом, трудовым коллективом, другими кредиторами и развивают кризис неплатежей между хозяйственными субъектами национальной экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон РК «О банкротстве» от 21 января 1997 года №67-1.
2. Программы по снижению кредиторской задолженности по Карагандинской области на 2000 и 2001 годы.
3. Постановление Правительства РК «О мерах по предупреждению роста кредиторской задолженности государственных учреждений» №1336 от 25 декабря 1998 года.
4. Постановление Правительства РК «О мерах по активизации деятельности по финансовому оздоровлению предприятий, предупреждению банкротства, ликвидации несостоятельных предприятий» № 1029 от 27 июня 1997 года.
5. Постановление Правительства РК «Вопросы Комитета по работе с несостоятельными должниками Министерства государственных доходов Республики Казахстан» №1303 от 23 ноября 2001 года.

УДК 339.138

К.М. АСЫЛОВА

Е.З. АБУОВ

Основные тенденции развития торгового маркетинга

В настоящее время вместе с развитием рыночных отношений и открытием границ повышается влияние международных компаний на развитие рынка в Казахстане. Многие компании, действующие в индустрии быстро меняющегося ассортимента ТНП, строят свою деятельность на основе концепции торгового маркетинга. В их число входят такие международные компании, как «Проктэр энд Гэмбл», «Пепси Кола» и др. На примере этих компаний строят свою деятельность некоторые местные производители продуктов питания и косметических средств.

Торговый маркетинг — это адаптирование продукции материально-технического снабжения таким образом, чтобы наиболее полно удовлетворить потребности конкретных каналов сбыта, а также приоритетных клиентов.

Иными словами, запросы каждого клиента будут рассмотрены, и ему будут предоставлены услуги, однако эти услуги будут различаться в зависимости от важности клиента с точки зрения потенциального объема продаж и масштаба маркетинга. Оказание таких услуг способствует созданию прочных связей между компанией, оказывающей эти услуги, и ее клиентом, а также является залогом превосходства этой компании в конкурентной борьбе.

При помощи торгового маркетинга компании обеспечивают постоянное наличие запаса товаров для потребителей, конкурентоспособные цены, эффективные витринные экспозиции и прибыль.

Изменяющиеся тенденции международной торговли создают необходимость применения торгового маркетинга как предпочтительного и наиболее эффективного средства, позволяющего удовлетворить нужды клиентов и достичь превосходства в конкурентной борьбе.

Изменения тенденций международной торговли влияют на две основные области: торговую среду и потребительскую среду.

Торговая среда в различных странах мира за последние десятилетия претерпела множество фундаментальных изменений. Каждая страна со свойственной ей динамикой прошла процесс развития в достижении более высокого усовершенствованного уровня своей торговой среды. Особенно это заметно в Казахстане, где за последние 6-8 лет она кардинально изменилась.

Такие изменения на мировом уровне приводят к возникновению значительных изменений в торговой среде внутренних рынков:

- концентрация торговли выходит за рамки государственных границ;
- по мере уменьшения препятствий для движения между различными странами товары шире проникают на другие рынки;
- интернациональный характер крупных торговых организаций продолжает усиливаться;
- товары, успешно реализуемые на отдельных рынках, проникают на рынки других стран;
- компании проводят закупочные операции там, где это наиболее выгодно для них;
- все больше возрастает престиж известных международных марок и товаров;
- сфера торговли разрабатывает стратегии международной деятельности по категориям товара;
- производители все более сближаются со своими клиентами.

Такие изменения в торговой среде толкают многие страны к сотрудничеству с целью сохранения своей конкурентоспособности. Примером такого сотрудничества является Европейское Сообщество:

- предполагается дальнейшая международная экспансия; меньшее количество уполномоченных дилер-

ских компаний при более активном сотрудничестве в закупках товара и обмене информацией;

– компании, на сегодняшний день доминирующие на своих внутренних рынках, находятся в наиболее выгодном положении для успешного использования будущих изменений.

Изменения в привычках и поведении потребителей каждой страны в отношении приобретения товаров внесли свою лепту в меняющиеся тенденции торговой среды. Общие тенденции, появляющиеся во всех странах мира, следующие:

- уменьшение темпов прироста населения;
- значительное увеличение срока жизни населения ввиду улучшения качества услуг здравоохранения;
- падение численного состава семей;
- повышенная мобильность населения;
- увеличение количества основных потребителей;
- стабильный рост доходов.

В различных регионах мира наблюдаются вариации этих мировых тенденций.

Общие тенденции развития международных компаний-производителей потребительских товаров быстрого употребления касаются четырех основных областей:

- концентрация торговли;
- международный характер торговли;
- специализация;
- влияние технологий.

За последние десять лет поведение потребителя при приобретении товаров претерпело множество изменений. Данные изменения наложили свой отпечаток на концентрацию торговых точек сбыта.

Изначально семьи полностью зависели от своего собственного производства, обеспечивающего удовлетворение их потребительских нужд. Излишки продукции привели к созданию мест для встреч с целью совершения товарообмена, а также, как естественный результат, появление множества независимых торговых точек сбыта.

В начале 1970-х годов число торговых точек сбыта начало уменьшаться. Оставшиеся торговые точки увеличились в размерах и развились в более крупные компании и магазины. Многие небольшие магазины как независимые продавцы исчезли с рынка. Некоторым независимым продавцам удалось выжить путем заполнения определенных ниш рынка, так как у них есть преимущества по времени обслуживания и удобному территориальному местоположению. Часы их работы отличаются от крупных торговых предприятий, они обслуживают тех клиентов, которые не хотят тратить время на поездки за покупками в крупный магазин.

Концентрация торговли привела:

- к сокращению количества точек сбыта;
- появлению крупных приоритетных клиентов;
- уменьшению количества независимых продавцов.

Торговля продолжает приобретать международный характер. Сегодня предприятия розничной торговли открывают свои торговые точки во многих различных странах. Крупные закупочные группы, появившиеся на международной арене и использующие комплексные торговые сети, оказывают значительное влияние на планы производителей по маркетингу.

Лояльность потребителей к товарам международных компаний была завоевана ими с помощью новых и разнообразных по форме услуг в сфере розничной торговли, нацеленных на удовлетворение различных нужд потребителя.

Дальнейшее развитие и усовершенствование компьютерных технологий имеет следующие следствия:

- лучшая информированность торговой клиентуры;
- усовершенствование управления многих аспектов бизнеса;
- полный инвентарный контроль товаров, упрощающий для клиентуры систему заказов на товар; сбалансированное регулирование не допускает недостатка или избытка товарных запасов;
- повышение потребительской активности, что позволяет торговле более целенаправленно выходить на потребителя.

Рассмотренные тенденции способствовали тому, что многие компании изменили направление своей деятельности в отношении концепции торгового маркетинга. В прошлом их усилия были направлены в основном на предоставление основных услуг в рамках их отрасли индустрии. Этот момент остается и впредь очень важным, потому что именно так закладывается фундамент будущего компании. Однако особое внимание получает также предоставление клиентам дополнительных услуг.

Основной задачей компаний по продаже потребительских товаров быстрого употребления является удовлетворение клиентов и потребителей при максимальном увеличении как доли рынка, так и прибыли. Две основные функции — распространение и торговый маркетинг — в сочетании обеспечивают поддержку процесса продаж по схеме, представленной ниже.



Распространение товара, с одной стороны, существует отдельно, с другой — является составной частью торгового маркетинга.

Распространение — это необходимая основная услуга; оно играет важную роль в объеме продаж товаров клиентам. Существует два аспекта сбыта:

- распространение по торговым точкам;
- распространение внутри торговой точки.

Распространение по торговым точкам включает в себя физическое движение товарного запаса к клиенту. Распространение внутри торговой точки обеспечивает постоянное наличие товара для потребителей в магазине.

Вхождение Кыргызстана в международную интеграцию

Кыргызстан является членом более 120 международных организаций. С 1992 года Кыргызстан является членом Организации Экономического Сотрудничества (ЭКО). Основателями этого союза являются Турция, Иран, Пакистан. Помимо Кыргызстана в этот союз входят следующие страны: Азербайджан, Туркменистан, Казахстан, Узбекистан, Таджикистан и Афганистан. Товарооборот Кыргызской Республики в 1997 году со странами, входящими в эту организацию, составил 38 % от всего товарооборота республики. Основная доля (33 %) приходилась на Туркменистан, Азербайджан, Казахстан, Узбекистан, Таджикистан и 5% — на Афганистан, Иран, Пакистан, Турцию.

В рамках ЭКО республика участвует в разработке проектов, направленных на углубление интеграционных процессов в регионе, решение вопросов региональных коммуникаций и транспортных связей, тарифов, свободной торговли и промышленных зон, приграничной торговли.

Учитывая возрастающий в мире авторитет ЭКО, Кыргызстану необходимо занять более активную позицию в этой организации с целью участия в области развития торгово-экономических отношений, туризма, создания совместных малых и средних предприятий.

Формирование Центрально-Азиатского экономического сообщества началось подписанием в 1994 году договора о создании Единого экономического пространства (ЕЭП) между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой и Республикой Узбекистан, к которому позднее присоединился Таджикистан.

За годы существования Договора о создании Единого экономического пространства сделано немало. В соответствии с его положением был осуществлен ряд первоочередных задач по формированию сообщества. Межгосударственным Советом и его институтами принят ряд полезных и нужных документов, многие из которых имеют конкретную направленность, облегчают взаимодействие экономических субъектов сторон. Были созданы облегченные условия пересечения границ физическими лицами, перемещения рабочей силы, принято соглашение о сотрудничестве в области миграции населения и т.д.

Однако на сегодняшний день основные цели, поставленные в Договоре о создании Единого экономического пространства, не вполне достигнуты. Не удалось в полной мере достичь согласованности в таможенной и налоговой политике, конвертации валют, антидемпинговой политике, защите внутреннего товаропроизводителя. Сохранились проблемы в сферах водного, энергетического, газового, транспортного комплексов.

Таможенный союз — важнейший элемент Экономического союза, чрезвычайно распространенная в мировой практике форма организации межгосударственных экономических связей, взаимной защиты экономических интересов. Эта форма коллективного протекционизма сводится к полной отмене таможен-

ных пошлин внутри союза и созданию единого внешнего таможенного тарифа (по отношению к «третьим» странам). Таможенные союзы создаются на добровольной основе и с целью получения в их рамках больших экономических выгод, чем это возможно вне таких рамок. Они строятся в основном по принципу территориальной близости.

В марте 1996 г. Кыргызская Республика присоединилась к Таможенному союзу России, Белоруссии и Казахстана, при этом все четыре страны подписали специальное Соглашение об углублении интеграции в экономической и гуманитарной областях. Согласно этому соглашению, создаются дополнительные координирующие организационные структуры на четырехсторонней основе, решается вопрос о расширении торгово-экономических связей на основе последовательной либерализации обмена факторами производства. Кыргызстан принял к руководству все положения Соглашения, выполнил все условия по разработке нормативных и ведомственных документов. Был подготовлен также Таможенный кодекс республики с соответствием с Основами таможенных законодательств государств-участников СНГ.

Условием первого этапа вхождения Кыргызской Республики в Таможенный союз было подписание межправительственных соглашений:

- об едином порядке урегулирования внешнеэкономической деятельности;
- об единстве управления таможенными службами.

Наряду с этим принят ряд следующих внутренних документов:

- о проекте таможенного кодекса Кыргызской Республики;
- о проекте Закона Кыргызской Республики о таможенном тарифе;
- о государственном регулировании внешнеторговой деятельности в Кыргызской Республике;
- о порядке экспорта и импорта товаров (работ, услуг) на территории Кыргызской Республики;
- об утверждении перечня стран-пользователей схемой преференции Кыргызской Республики;
- об утверждении положений о порядке экспорта и импорта материалов и технологий, применяющихся при создании химического, ракетного и ядерного оружия;
- о ставках таможенных пошлин на ввозимые товары.

Второй этап формирования Таможенного союза включает унификацию валютного, налогового и ценового законодательства, а также общей методологии определения цен на продукцию и услуги естественных монополистов. Прорабатываются предложения о внесении изменений в уголовное, уголовно-процессуальное, административное и таможенное законодательство, по обеспечению и взаимодействию по вопросам собственной безопасности таможенных органов госу-

дарств, технологии оформления товаров, перемещаемых железнодорожным, автомобильным и авиационным транспортом, а также в международных почтовых отправлениях.

До вступления Кыргызской Республики в Таможенный союз, торговая политика республики была гораздо либеральнее российской. В обмен на свободную торговлю с членами Таможенного союза Кыргызстан отказался от режима менее либеральной торговли с остальными государствами, не являющимися членами данного Союза. После ратификации договора об Едином таможенном союзе произойдет увеличение ставок импортных пошлин по отдельным позициям ввозимых товаров, что, возможно, вызовет корректировку условий сотрудничества с МВФ и ВБ. Увеличение импортных пошлин по отдельным позициям может привести к соответствующему росту цен на потребительском рынке. Чтобы этого избежать, считаем необходимым проведение следующих мероприятий:

– снижение таможенных пошлин на продукцию, не производимую в Кыргызской Республике;

– льготные таможенные пошлины на традиционные для Кыргызстана экспортные товары: шерсть, хлопок, табак;

В настоящее время Кыргызстан плодотворно сотрудничает со странами Европейского Союза (ЕС). Доля стран ЕС в общем товарообороте республики в 1995 году составляла 7%, в 1997 году — 9,36%, а уже за 8 месяцев 1998 года — 26,8%. В 2000 году основными потребителями продукции республики были Германия, Швейцария и Великобритания.

Кыргызская Республика сотрудничает со многими международными финансовыми организациями, такими как Международный валютный банк, Азиатский банк развития, Европейский банк развития.

В настоящее время Кыргызстан является членом различных международных организаций типа ЭКО, ЭСКАМО, ЮНИСЕФ, ЮНФПА, ЮНИДО, ПРООН и ряда других и строит светское, демократическое и правовое государство, стремясь развивать, прежде всего, экономическое сотрудничество, т.е. разрешать наиболее приоритетные вопросы экономической дипломатии, а именно торговли, транспорта, банковской системы, коммуникаций и связи, туризма, энергетики и сельского хозяйства путем привлечения прямых иностранных инвестиций, технологий, создания совместных предприятий, развития малого и среднего бизнеса.

ЭОЖ 339.138.001.5

Ө. НҮРҒАЛИЕВ

Маркетингтік зерттеу жүргізу тәсілдері

Рынок экономикасының өзіне тән заңдылықтары мен механизмі тек оған қажетті объективті ортада ғана бар болмысымен әрекет ете алады. Сондықтанда маркетингтік зерттеу жүргізудің нарықтық қатынастарды жетілдіре түсу үшін мәні аса зор.

Маркетингтік зерттеу деп, фирманың алдында тұрған маркетингтік ситуацияларды шешуге қажетті мәліметтер жиынтығын әрдайым жүйелі түрде анықтап отыру, оны жинау, талдау және оның нәтижесін шығаруды айтамыз. Маркетингтік зерттеу жүргізу қажеттілігі, рыноктағы коммерциялық қызметтің табысты неғұрлым көбейте түсу талабынан туындайды.

Негізгі мақсат кез келген рынок қайраткері алдымен тұтынушылар қажеттілігін қанағаттандыруды ойлайды. Сонда маркетингтік зерттеу алдында мынадай міндеттер туындайды: сол сатып алушыны іздеп табу және оған қажетті осы тауар екенін, оның қажеттілігін бұл бұйым толық қанағаттандыра алатынына, оны бұлтарыссыз сендіру. Осыған байланысты тағы бір сауал туындайды: сатушы үшін сатып алушыны «табу» және оны «сендіру» қаншаға түседі. Міне, сондықтанда фирмада қажетті деңгейде ақпарат болуға тиіс. Мұндай информацияны жинау және оны талдау бағытында жүргізілетін зерттеу жұмыстары әр түрлі. Ұсақ фирма мамандандырылған ұйымдарға маркетингтік зерттеу жүргізуге тапсырма береді. Ал, ірі ұйымдардың өзінің жеке маркетингтік зерттеу бөлімдері болуға тиіс. Фирманың маркетингтік зерттеу жүргізуінің түрлері мынадай болады:

1. Жарнама

1. Тұтынушылар мотивациясын зерттеу.

2. Жарнама мәтінін зерттеу.

3. Жарнама құралдарын талдау.

4. Жарнама хабарының тиімділігін талдау.

2. Коммерциялық қызмет және оны экономикалық талдау

1. Қысқа және ұзақ мерзімге болжау жасау.

2. Істің белсенділік тенденциясын білу.

3. Баға саясатын білу.

4. Фирманың және қойманың орналасу принциптерін талдау.

5. Тауар номенклатурасына талдау жүргізу.

6. Халықаралық нарықты зерттеу.

3. Фирма жауапкершілігі

1. Тұтынушылармен хабарландыру проблемасын талдау.

2. Қоршаған ортаға әсер ету.

3. Жарнаманың шектеу заңдылықтарын білу.

4. Қоғам пікірін және әлеуметтік саясат проблемаларын білу.

4. Жаңа тауар шығару

1. Жаңа тауарға көзқарасты білу.

2. Тауар конкуренттерін танып білу.

3. Тауарларға тест жасау.

4. Орап — түйіп, байлау жасау проблемаларын білу.

Маркетингтік ақпаратқа талдау жүйесінің негізіне статистикалық банк және банк моделі алынады.

Статистикалық — бұл информацияны статистикалық өңдеу жүргізу әдістемесінің жиынтығы, осы мәліметтер арасындағы өзара тәуелділікті анықтап және олардың сенімділік деңгейін белгілейді. Бұл әдістеме-

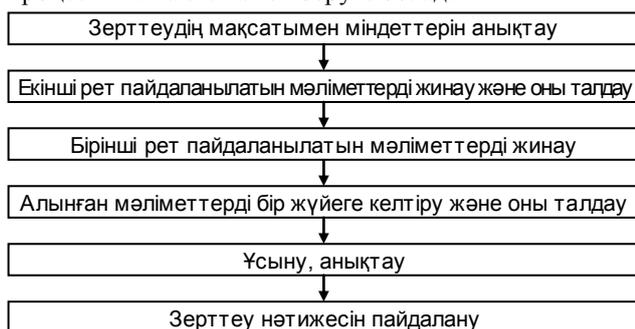
лік тәсіл әр түрлі ситуация жағдайында қалай болатынын көрсетеді. Мәселен, егер тауар бағасы 10%-ке өсіп, жарнамаға 20% шығын жұмсалатын болса, онда тауар өтімінде қандай өзгерістер болуы мүмкін?

Сонымен қатар тұтынушылар, конкурент тауарын алмай, маркалы тауарды алудың неғұрлым дұрыс та, артық көрсеткіштерін қалай таңдай алады?

Нарықта сегмент жүргізу үшін қандай көрсеткіштерді алған дұрыс және неше сегмент жүргізуге болады?

Міне осы сұрақтар да тиімді жауаптар алуға негіз болады.

Банк моделі — бұл неғұрлым ұтымды маркетингтік шешім қабылдауға мүмкіндік жасайтын математикалық модельдер жиынтығы. Бұл модельдер кейбір сұрақтарға жауап қайтаруға мүмкіндік береді. Ғалымдар соңғы 20 жыл ішінде маркетинг сферасында көптеген модельдер жасады. Мұның өзі маркетинг саласындағы менеджерлерге елеулі көмек болды. Атап айтсақ, олардың өнім өткізу шегін белгілеу қызметін жақсы атқаруға және коммерциялық жұмыс жоспарын жасауға, бөлшек сауда нүктесін орналастыру жерін таңдауға, жарнама құралдарының комплексін ұтымды іріктеуге және тауар өткізу жаңалықтарын болжау жасауға мүмкіндік береді. Бұл тәсілдің берері көп болды. Жалпы маркетингтік зерттеу ауқымды күрделі процесс. Оның бәрін топқа біріктіретін болсақ, онда маркетингтік зерттеу процесін мына схемамен беруге болады.

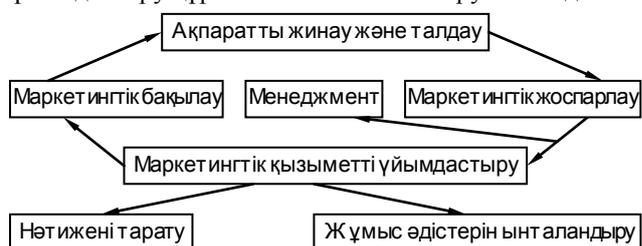


Маркетингтік ақпарат алудың негізін екіге бөлуге болады: ішкі және сыртқы. Ақпарат алудың ішкі бөлігіне фирманың пайда және зиян шегу туралы есебі, есеп баланысы, счет-фактура тауар мен материалдар бағаларының есебі, сол бұрынғы жүргізілген зерттеулердің қорытынды — есебі. Сонымен қажетті ақпарат алудың басқа да сыртқы бөлігі болады. Мәселен, статистикалық мәліметтерді, анықтамаларды, аналитикалық, салалық арнайы шығарған баспа беттерінен пайдалануға болады. Сондай-ақ халықаралық мерзімді статистикалық басылымдардан, жыл сайынғы ұлттық статистикалық жинақтауында фирма өз жұмысына аса қажетті материалдарды таба алады. Бұған қоса фирма маркетингтік ақпаратты эксперимент жүргізу арқылы сұрау көмегімен немесе басқа бақылау сұрау көмегімен және басқа бақылау жүргізу көмегінде ала алады.

Міне осылайша алынған ақпараттар коммерциялық қызметтің табысты болуына, маркетингтік зерттеу жүргізеді, одан әрі жетілдіре түсуге мүмкіндік ашады.

Маркетингтік зерттеу қызметін қоғамдық өмірдің кез-келген саласында жүргізуге болады. Әрине, қазіргі Қазақстан Республикасында нарықтық қатынастардың енді ғана қалыптасуы барысында мұндай зерттеулер, әсіресе, нарық экономикасының негізгі тұлғаларының

бірі — маркетингтік зерттеу өз қызметін кең қанатпен жая алмай отырғаны бүгінгі күннің кұпиясы емес. Сонда да болса бұл істің оқу-ағарту саласында да басталғанын нық айтуға болады. Мысалы, Астанадағы №5-мектеп-гимназиясындағы маркетинг қызметінің ұйымдастыру құрылымын былайша беруге болады:



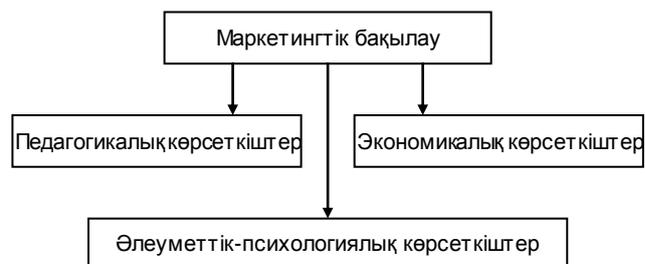
№5-мектеп-гимназиясындағы маркетинг қызметінің ұйымдастыру құрылымы.

Осы схемада көрсетілгендей бұл мектеп гимназияда ақпаратты жинау және талдау жұмысы дәйекті жолға қойылған.

Мұнда маркетингтік зерттеу әдетте екінші рет пайдаланылатын ақпараттарды жинаудан басталады. Айта кеткен жөн, екінші рет пайдаланылатын ақпарат деп, бұрын басқада бір мақсатқа жиналған, дайын тұрған мәліметтерді айтамыз. Екінші рет пайдаланылатын мәліметтер зерттеу жұмысының алғашқы бастау қадамы болып табылады. Өйткені, олар өте арзанға түседі және неғұрлым оңтайлы болады. Бірақ бұл мәліметтер зерттеу мақсатына сәйкес келмеуі мүмкін немесе ескірген болуы да ықтимал. Мұндай жағдайда зерттеуші көптеген шығын жұмсап бірінші рет пайдаланылатын мәліметтерді жинайды. Бұл мәліметтерді жинау үшін арнайы жоспар жасалуы тиіс. Онда зерттеу тәсілдерімен құрылымдары, іріктеу жолдары және аудиториямен байланыс жасау әдістері көрсетіледі.

Зерттеу жүргізуші алынған мәліметтерге талдау жасап, олардың ішінен ең негізгісін және қажеттісін ғана іріктеп, алынған нәтижені кестеге түсіру дұрыс болады. Сонда қазіргі заманғы озық әдісті қолдана отырып, шешім қабылдау модельдерінде пайдалану тиімді. Міне мұның бірі маркетингтік информацияны талдау жүйесінде неғұрлым толық пайдаланылатын құралдар мен тиімді тәсілдер.

Маркетингтік зерттеудің негізгі бөлімдерінің бірі-маркетингтік бақылау жүргізу. Бақылау жасаудың өзіндік мәні мен ерекшелігі бар. Айталық әрібір қабылданған шешімнің орындалуы барысына үнемі бақылау жасау қажеттілігі туады. Мысалы, №5-мектеп-гимназиясында маркетингтік бақылау жасау құрылымы төмендегі схемада беріліп отыр.



Кез-келген фирманың немесе ұйымның тұрақты тиімділікпен жұмыс істеудің алғы шарты-әрдайым экономикалық, әлеуметтік-психологиялық және өнді-

рістік көрсеткіштердің орындалуы барысында қатаң | бақылау жүргізіп отыру болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қашықов Ш., Нұрғалиев Ө. Кәсіпкерлік және маркетинг негіздері. Қарағанды, 2001.
2. Каменова М.Ж. Основы маркетинга. Караганда, 2001.
3. Накипова Г.Н. Маркетинг малого бизнеса. Караганда, 2001.

РЕЗЮМЕ

УДК 378.146. В.С. ПОРТНОВ, В.В. ЯВОРСКИЙ, А.М. НУРГУЖИНА, М.М. КОККОЗ. **Цели рейтинговой оценки и анализа учебы студентов.**

Рассмотрен анализ качества усвоения знаний по планируемым в рамках учебного плана предметам и общего уровня подготовки студентов, позволяющий обеспечить ритмичность изучения дисциплин, осуществлять постоянный контроль работы студентов, формировать управляющие воздействия по повышению качества обучения.

УДК 378.14:33 (574). Б.А. АХМЕТЖАНОВ. **Некоторые вопросы улучшения организации высшего профессионального экономического образования в Республике Казахстан: региональные аспекты.**

Рассмотрены отдельные вопросы совершенствования высшего образования в Казахстане на современном этапе с позиции реформирования высшей школы. Обоснована взаимосвязь проводимых экономических преобразований в стране с реформами высшей школы.

УДК 336. Ш.К. КАШИКОВ, Л.И. КОЛЕСНИКОВА. **Подготовка нового поколения управленческих кадров – ключевой элемент обеспечения экономической безопасности Казахстана.**

Рассмотрены проблемы качественного изменения управления экономикой и требования, предъявляемые к теоретической подготовке современного менеджера.

УДК 811.161'373.378.147. Г.М. НУРГУЖИНА. **Об экспериментальной проверке эффективности учебной модели взаимосвязанного обучения терминологической лексике и словообразованию.**

Статья посвящена вопросам обогащения потенциального словаря студентов-казахов компьютерной терминологией. По разработанной методике освоения словообразовательных возможностей терминологической лексики с учетом будущей специальности студентов приведены результаты экспериментальных срезов.

УДК 622.284.54.004.624. М.Р. НУРГУЖИН, Г.С. ЖЕТЕСОВА. **Влияние усадочной силы на прочность металлоконструкций секций механизированных крепей.**

Расчет на прочность перекрытий, ограждений и оснований механизированных крепей по существующим методикам заключается в определении результирующих напряжений и запасов прочности в принятых расчетных сечениях и сравнении полученных запасов прочности с допустимыми. Степень полноты удовлетворения своему основному назначению по поддержанию призабойного пространства и управлению боковыми породами зависит от того, насколько полно и правильно заданы исходные данные для расчета и конструирования механизированных крепей.

УДК 669.18:621.746:620.18. А.З. ИСАГУЛОВ, Л.А. ДАХНО, Е.В. СКВОРЦОВ, А.Б. СЕРИКБАЕВА. **Влияние модифицирования на формирование структуры стали и природу неметаллических включений.**

Исследовано влияние модифицирования стали марки 80Л на характер формирования дендритной структуры и распределение неметаллических включений в осях и междендритных участках. Установлено, что модифицирование приводит к изменению

ЭОЖ 378.146. В.С. ПОРТНОВ, В.В. ЯВОРСКИЙ, Э.М. НУРФОЖИНА, М.М. КӨККӨЗ. **Студенттердің оқуын рейтингтік бағалау және талдау мақсаттары.**

Пәндерді зерделеудің ырақтатылуын қамтамасыз етуге, студенттердің жұмысын тұрақты бақылауды жүзеге асыруға, оқыту сапасын жоғарылату бойынша басқарушы әсерлерді қалыптастыруға мүмкіндік беретін, студенттерді дайындаудың жалпы деңгейін және оқу жоспары шеңберінде жоспарланатын пәндер бойынша білімді меңгеру сапасын талдау қарастырылған.

ЭОЖ 378.14:33 (574). Б.А. АХМЕТЖАНОВ. **Қазақстан Республикасында жоғары кәсіптік экономикалық білім беруді ұйымдастыруды жақсартудың кейбір мәселелері: аймақтық аспектілері.**

Жоғары мектепті реформалаудың көзқарасынан алғанда қазіргі кезеңде Қазақстанда жоғары білім беруді жетілдірудің жеке мәселелері қарастырылған. Жоғары мектеп реформаларымен елде жүргізіліп жатқан экономикалық түрлендірулердің өзара байланысы негізделген.

ЭОЖ 336. Ш.К. ҚАШЫҚОВ, Л.И. КОЛЕСНИКОВА. **Басқарушы кадрлардың жаңа ұрпағын дайындау – Қазақстанның экономикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің өзекті элементі.**

Экономиканы басқаруды сапалы өзгерту мәселелері мен қазіргі менеджерді теориялық дайындауға қойылатын талаптар қарастырылған.

ЭОЖ 811.161'373.378.147. Г.М. НУРГУЖИНА. **Өзара байланысты түрде терминологиялық лексика мен сөзжасамды оқытудың оқу моделінің тиімділігін эксперименттік тексеру туралы.**

Берілген мақала қазақ студенттерінің потенциалды сөздік қорын компьютерлік терминологиямен байыту мәселелеріне арналған. Терминологиялық лексиканың сөзжасамдық мүмкіндіктерін меңгерудің әзірленген әдісі емесі бойынша студенттердің болашақ мамандықтарын есепке алумен эксперименттік қиықтардың нәтижелері келтірілген.

ЭОЖ 622.284.54.004.624. М.Р. НУРГУЖИН, Г.С. ЖЕТЕСОВА. **Шөгінді күшінің механикаландырылған бекітпелер секцияларының металл конструкцияларының беріктігіне әсер етуі.**

Қолданылып жүрген әдістемелер бойынша механикаландырылған бекітпелердің ара жабындарын, қоршамалары мен негіздерін беріктікке есептеу, қабылданған есептік қималардағы нәтижелендіруші кернеулер мен беріктік қорларын анықтаудан және алынған беріктік қорларын жарамды қорлармен салыстырудан тұрады. Забой жанындағы кеңістікті күтіп ұстау және бүйір жыныстарды басқару бойынша өзінің негізгі тағайындалуына толық қанағаттану дәрежесі, механикаландырылған бекітпелерді есептеу мен конструкциялау үшін алғашқы деректердің қаншалықты толық және дұрыс берілгеніне байланысты болады.

ЭОЖ 669.18:621.746:620.18. А.З. ИСАГУЛОВ, Л.А. ДАХНО, Е.В. СКВОРЦОВ, А.Б. СЕРИКБАЕВА. **Түр өзгертудің болат құрылымының қалыптасуына және металл емес кірмелер табиғатына әсер етуі.**

80Л маркалы болат түрін өзгертудің дендриттік құрылымды қалыптастыру сипатына және металл емес кірмелерді осьтер мен дендрит аралық учаскелерде таратуға әсер етуі зерттелген. Түр өзгертудің перлиттік

UDC 378.146. V.S. PORTNOV, V.V. YAVORSKY, A.M. NURGUZHINA, M.M. KOKKOZ. **Purpose of Rating Evaluating and Analyzing Students' Study.**

The analysis of the quality of mastering knowledge on the subjects planned within the curriculum and the general level of training the students has been considered. It allows to provide the rhythm of learning the subjects, to carry out the continuous check of the students' work, to form controlling influence on increasing the quality of training.

UDC 378.14:33 (574). B.A. AKHMETZHANOV. **Some Problems of Improving Organizing Higher Vocational Economic Training in Republic of Kazakhstan: Regional Aspects.**

Some problems of improving higher education in Kazakhstan at the present stage have been considered from the point of view of reforming higher educational institutions. The interrelation of economic reforms carried out in the country and those of higher education has been substantiated.

UDC 336. Sh.K. KASHIKOV, L.I. KOLESNIKOVA. **Training New Generation of Administrative Personnel, Key Element of Providing Economic Safety of Kazakhstan.**

The problems of the qualitative change of managing the economy and the requirements made on the theoretical training of a modern manager have been considered.

UDC 811.161'373.378.147. G.M. NURGUZHINA. **Of Experimental Test of Efficiency of Educational Model of Interconnected Training Terminological Vocabulary and Word Formation.**

The article given deals with the problems of enriching the potential vocabulary of the Kazakh students with the terms concerning computers. The results of experimental tests have been given based on the developed methods of using word formation possibilities of the terminological vocabulary taking into account students' future specialties.

UDC 622.284.54.004.624. M.R. NURGUZHIN, G.S. ZHETESOVA. **Influencing Shrinking Force on Strength of Metalworks of Powered Supports Sections.**

The strength analysis of spans, guards and powered supports bases according to the existing methods is in determining the resulting stresses and safety margins in the adopted reference sections and comparing the obtained safety margins with the assigned ones. The degree of the completeness of satisfying its main purpose of supporting a face space and handling wall rocks depends on the fact how completely and correctly the initial data to calculate and design powered supports have been assigned.

UDC 669.18:621.746:620.18. A.Z. ISAGULOV, L.A. DAKHNO, E.V. SKVORTSOV, A.B. SERIKBAYEVA. **Influencing Modification on Forming Steel Structure and Nature of Non-Metallic Inclusions.**

Influencing the modification of 80L steel quality on the character of forming the dendritic structure and distributing non-metallic inclusions in axes and interdendritic sections have been studied. It has been ascertained that modification results in grinding pearlite

перлитных колоний и общему диспергированию стальной структуры.

УДК 658.861.339:562. В.И. ИЛЬКУН, М.Х. ХАМИТОВ, Т.С. СЕЙСИМБИНОВ. **Влияние климатического районирования и транспортного фактора на некоторые качественные параметры тонколистовой стали.**

Изложены результаты взаимосвязи климатического районирования в странах-производителях тонколистовой стали и условий транспортировки этой стали от производителя к потребителю.

УДК 620.18:621.135.2. Л.А. ДАХНО, А.Б. СЕРИКБАЕВА, О.А. ШАРАЯ, А.А. ДАХНО. **Исследование причин растрескивания колесной стали.**

Приведены результаты металлографического исследования качества металла колесной пары. Показано наличие грубых неметаллических включений, которые неблагоприятно распределены в микроструктуре стали в виде пленок по границам зерен. Установлено, что причиной образования трещин и расслоения металла являются дефекты металлургического производства колесной заготовки.

УДК 669.168:669.782.9. А.М. ЕФИМЕЦ, А.А. АКБЕРДИН, У.К. КОНУРОВ, А.С. КИМ. **Вязкость шлаков производства ферросилиция.**

Экспериментально изучены вязкость шлаков производства ферросилиция и влияние на нее присадок борной ангидрида и боратовой руды. Для получения шлака оптимальных свойств в рекомендовано вводить в него боратную руду из расчета получения 1-2% В₂O₃. УДК 533.601.1. Н.Ж. ДЖАЙЧИБЕКОВ, С.К. РЫСМАГАНБЕТОВА. **Влияние параметров диспергированной фазы газозвеси на динамические характеристики несущего газа в ударном слое перед обтекаемым телом.**

На примере расчета обтекания сферы сверхзвуковым потоком газозвеси (газа с твердыми частицами) проводится анализ влияния параметров твердой фазы на изменение давления несущего газа перед телом и его коэффициента сопротивления.

УДК 621.867.2.К.Т. АБЛЕЗОВ. **Экспериментальные исследования ленточных конвейеров.**

Приведены результаты экспериментальных исследований ленточных конвейеров для перемещения крупнокускового скального груза. Выявлены основные закономерности взаимодействия груза с лентой. Изучено влияние роликов с податливыми обечайками, способа их расстановки в загрузочном узле и упругости самой ленты на ударную нагрузку. В результате проведения статистической обработки результатов эксперимента на ЭВМ получены полиномиальные модели: для силы удара груза по ленте и для деформации ленты конвейера.

УДК 622.831.327:622.831.325. С.С. КВОН, Д.В. СОН. **Проблемы управления геомеханическими явлениями при интенсификации угледобычи.**

Рассмотрен механизм протекания процессов при подработке угольных пластов. В условиях шахты «Саранская» проанализированы геомеханические явления при подработке пласта К₁₂ высокопроизводительной лавой по пласту К₁₁.

УДК 550.838.08. В.С. ПОРТНОВ. **Магнитное поле в скважине конечных размеров. I. Общая задача.**

Построено аналитическое решение задачи нахождения магнитного поля магнетитовых руд по измерениям в скважине конечных размеров.

колониялардың ұсақталуына және құрылымның жалпы дисперсиялануына әкеліп соғатыны анықталған.

ӘОЖ 658.861.339:562. В.И. ИЛЬКУН, М.Х. ХАМИТОВ, Т.С. СЕЙСИМБИНОВ. **Климаттық аудандастырудың және тасымалдау факторларының жұқа қаңылтыр болаттың кейбір сапалық параметрлеріне әсер етуі.**

Жұқа қаңылтыр болатты өндіруші елдерде климаттық аудандастыру мен осы болатты өндіруден тұтынушыға тасымалдау шарттарының өзара байланысының нәтижелері баяндалған.

ӘОЖ 620.18:621.135.2. Л.А. ДАХНО, А.Б. СЕРИКБАЕВА, О.А. ШАРАЯ, А.А. ДАХНО. **Доңғалақты болаттың жарылу себептерін зерттеу.**

Доңғалақты жұптың сапасын металл графикалық зерттеу нәтижелері келтірілген. Түйіршіктер шекаралары бойынша қабықшалар түрінде болаттың микроқұрылымында қолайсыз таралған, металл емес қалың кірмелердің бар болуы көрсетілген. Жарықшақтардың пайда болуы және металдың қабаттану себебі доңғалақты дайындаманың металлургиялық өндірісінің ақаулары болып табылатыны анықталған.

ӘОЖ 669.168:669.782.9. А.М. ЕФИМЕЦ, А.А. АКБЕРДИН, У.К. ҚОҢЫРОВ, А.С. КИМ. **Ферросилиций өндірісіндегі қождардың тұтқырлығы.**

Ферросилиций өндірісіндегі шлақтардың тұтқырлығы және оған бор ангидриді мен борат рудасы қосымдарының әсер етуі эксперимент түрінде зертделген. Оңтайлы қасиетті қожды алу үшін оған 1-2% В₂O₃ алу есебінен борат рудасын қосу ұсынылған. ӘОЖ 533.601.1. Н.Ж. ДЖАЙЧИБЕКОВ, С.К. РЫСМАГАНБЕТОВА. **Газ жүзгінінің бөлшектенген фазасы параметрлерінің сүйір дененің алдындағы соққы қабатындағы көтергіш газдың динамикалық сипаттамаларына әсер етуі.**

Газ жүзгінінің дыбыстан жылдам ортасында сүйірленуі есебінің (қатты бөлшектің бар газ) мысалында қатты фаза параметрлерінің дене алдындағы көтергіш газ қысымының және оның кедергі коэффициентінің өзгерісіне әсер етуін алдау жүргізіледі.

ӘОЖ 621.867.2.К.Т. АБЛЕЗОВ. **Таспалы конвейерлерді эксперименттік зерттеулер.**

Ірі кесекті жартастық жүктің орнын ауыстыруға арналған таспалы конвейерлерді эксперименттік зерттеу нәтижелері келтірілген. Жүктің таспамен өзара әрекеттесуінің негізгі заңдары айқындалған. Икемді ернеушелі шығыршықтардың, оларды тиеу торабында орналастыру және таспаның өзінің серпінділігі тәсімінің соққылық жүктемеге әсер етуі зертделген. Эксперимент нәтижелерін ЭЕМ-да статистикалық өңдеу нәтижесінде жүктің таспа бойымен соғылу күші үшін және конвейер таспасының деформациясы үшін полиномиал модельдер алынған.

ӘОЖ 622.831.327:622.831.325. С.С. КВОН, Д.В. СОН. **Көмір өндіруді қарқынды тудайы геомеханикалық құбылыстарды басқару проблемалары.**

Көмір қабаттарын кеулеу кезіндегі процестердің өту механизмі қарастырылған. «Саран» шахтасы жағдайларында К₁₀ қабаты бойынша жоғары өнімді лавамен К₁₂ қабаттын кеулегендегі геомеханикалық құбылыстар талданған.

ӘОЖ 550.838.08. В.С. ПОРТНОВ. **Шеткі мөлшерлер ұңғымасындағы магнит өрісі. I. Жалпы міндеті.**

Шеткі мөлшерлер ұңғымасындағы өлшемдер бойынша магнетит рудаларының магнит өрісін табу міндетінің аналитикалық шешімі салынған.

colonies and the general structure dispersion.

UDC 658.861.339:562. V.I. ILKUN, M.Kh. KHAMITOV, T.S. SEYSIMBINOV. **Influence of Climatic Zoning and Transport Factor on Some Qualitative Parameters of Sheet Steel.**

The results of interrelation of climatic zoning in the countries-producers of sheet steel and the conditions of transporting the steel from a producer to a consumer have been stated.

UDC 620.18:621.135.2. L.A. DAKHNO, A.B. SERIKBAYEVA, O.A. SHARAYA, A.A. DAKHNO. **Investigating Reasons of Cracking Wheel Steel.**

The results of metallographic investigations of a wheel pair quality have been given. The existence of rough non-metallic inclusions has been shown which are distributed unfavourably in the steel microstructure in the form of films at the grain boundaries. It has been stated that the reason of cracking and steel separation into layers are the defects of metallurgical production of wheel blanks.

UDC 669.168:669.782.9. A.M. YEFIMETS, A.A. AKBERDIN, U.K. KONUROV, A.S. KIM. **Viscosity of Slags of Ferrosilicon Production.**

The viscosity of slags of ferrosilicon production and the influence of boric anhydride additives and borate ores on it have been studied experimentally. To obtain slag of optimal properties it is recommended to add borate ores into it on the basis of obtaining 1-2% B₂O₃.

UDC 533.601.1. N.Zh. DZHAICHIBEKOV, S.K. RISMAGANBETOVA. **Influencing Parameters of Gas-Suspension Disperse Phase on Dynamic Characteristics of Carrying Gas in Impact Layer in Front of Body Flown Over.**

The analysis of influencing the solid-phase parameters on changing the carrying gas pressure in front of the body and its resistance coefficient is given on the example of calculating the sphere flowing-over with a supersonic gas-suspension flow (gas and solid particles).

UDC 621.867.2.К.Т. АБЛЕЗОВ. **Experimental Investigations of Belt Conveyers.**

The results of experimental investigations of belt conveyers to move large lump-size rock load have been given. The basic mechanism of interacting the load and the belt has been revealed. The influence of rollers having pliable shells, the way of their arrangement in a loading unit and the elasticity of the belt itself on the impact load has been studied. As a result of carrying out the statistical computer processing of the experiments results the polynomial models have been obtained for a load impact force onto the belt and for the conveyer belt strain.

UDC 622.831.327:622.831.325. S.S. KVON, D.V. SON. **Problems of Controlling Geomechanical Phenomena in Intensifying Coal Mining.**

The mechanism of the process course in underworking coal seams has been considered. The geomechanical phenomena have been analyzed in underworking the K₁₁ seam with a highly effective face along the K₁₂ seam in the conditions of the mine «Saranskaya».

UDC 550.838.08. V.S. PORTNOV. **Magnetic Field in Well of Finite Size. I. General Task.**

The analytical solution of the problem of detecting magnetic field of magnetite ores by measurements in a well of finite size has been constructed.

УДК 550.838.08. В.С. ПОРТНОВ. **Магнитное поле в скважине конечных размеров. II. Зависимость магнитной проницаемости от поля.**

Получено аналитическое решение задачи нахождения аналитического поля магнетитовых руд по измерениям в скважине конечных размеров с учетом зависимости и магнитной проницаемости от величины магнитного поля.

УДК 622.268.6. В.Ф. ДЕМИН. **Зависимость устойчивости подготовительных выработок от условий их поддержания.**

Приведены результаты исследований по поддержанию выемочных выработок в зависимости от комплекса горно-геологических, горно-технических и технологических факторов.

УДК 622.232. Т.С. ФИЛИПОВА. **Классификация исполнительных органов горных машин по виду движения режущего инструмента.**

Приведена классификация исполнительных органов горных машин по виду движения режущего инструмента, формирующего основные параметры резания – толщину и ширину стружки.

УДК 622.023:686.22.016. В.Ф. ДЕМИН. **К вопросу об охране повторно используемых выработок породными полосами.**

Приводятся результаты исследований по обоснованию эффективности охраны выемочных выработок породными полосами, получаемыми из породы от подрывки транспортных выработок, поддерживаемых позади лавы.

УДК 622.236.2. Б.Н. ЦАЙ, Т.Т. БОНДАРЕНКО. **О реономности прочностных и деформационных параметров при оценке устойчивости пород.**

К позиции кинетической теории прочности установлено временно-температурная связь деформационных и прочностных параметров горных пород.

УДК 624.131.54. Е.С. УТЕНОВ, В.Н. ПОПОВ. **Методика оценки сжимаемости грунтов застроенных территорий, подверженных техногенезу.**

Для оценки сжимаемости грунтов предложен метод расчета осадок, базирующийся на идее объемного сжатия основания под действием главных нормальных напряжений, возникающих в пределах его активной зоны. Расчет осадок фундаментов, контрольное определение деформационных характеристик грунтов в процессе изысканий показали высокую достоверность.

УДК 624.043.2. К.С. АЛЬМЕНОВ. **Устойчивость сжатых стержней с упругоподатливой опорой.**

Рассмотрен вопрос устойчивости стержней с учетом упругоподатливой заделки на опорах. Предложено приближенное решение, в котором центрально-сжатый стержень условно заменяется на балку, нагруженную фиктивной поперечной нагрузкой.

УДК 624.15. Е.С. УТЕНОВ. **Определение размеров зоны уплотнения грунтов под фундаментами реконструируемых зданий.**

По результатам полевых экспериментов установлены корреляционные зависимости размеров деформируемой зоны основания фундаментов от механических свойств грунтов. Предложена методика определения фактических размеров зоны деформации уплотнения грунтов под квадратными, круглыми, прямоугольными и ленточными фундаментами, которая позволяет вести расчет параллельно с использованием прочностных и деформационных характеристик грунтов.

ЭОЖ 550.838.08. В.С. ПОРТНОВ. **Шеткі мөлшерлер ұңғымасындағы магнит өрісі. II. Магнит өткізгіштігінің өрістен тәуелділігі.**

Магнит өткізгіштігінің магнит өрісінің шамасынан тәуелділігін есепке алумен шеткі мөлшерлер ұңғымасындағы өлшемдер бойынша магнетит рудаларының магнит өрісін табу міндетінің аналитикалық шешімі алынған.

ЭОЖ 622.268.6. В.Ф. ДЕМИН. **Даярлау қазбалары тұрақтылығының оларды күтіп ұстау шарттарынан тәуелділігі.**

Тау-кен-геологиялық, тау-кен-техникалық және технологиялық факторлар кешеніне байланысты алым қазбаларын күтіп ұстау бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

ЭОЖ 622.232. Т.С. ФИЛИПОВА. **Кескіш құрал қозғалысының түрі бойынша тау-кен машиналарының атқару органдарын жіктеу.**

Кесудің негізгі параметрлерін – жоңқаның қалыңдығы мен енін қалыптастыратын, кескіш құрал қозғалысының түрі бойынша тау-кен машиналарының атқару органдарын жіктеу келтірілген.

ЭОЖ 622.023:686.22.016. В.Ф. ДЕМИН. **Жыныс жолақтарымен қайта пайдаланылатын қазбаларды қорғау мәселесі.**

Алым қазбаларын лаваның артында күтіп ұсталынатын, тасымалдық қазбаларды қопарудан болған жыныстан алынатын жыныс жолақтарымен қорғау тиімділігін негіздеу бойынша зерттеулердің нәтижелері келтіріледі.

ЭОЖ 622.236.2. Б.Н. ЦАЙ, Т.Т. БОНДАРЕНКО. **Жыныстардың**

төзімділігін бағалауда беріктік және деформациялық параметрлердің реономдығы туралы.

Кинетикалық теория беріктігінің бағытына тау жыныстарының деформациялық және беріктік параметрлерінің уақытша-температуралық байланыс орналасырылды.

ЭОЖ 624.131.54. Е.С. УТЕНОВ, В.Н. ПОПОВ. **Техногенезге ұшыраған салынған аумақтар топырағының сығылғыштығын бағалау әдістемесі.**

Топырақтың сығылғыштығын бағалау үшін, оның активті белдемнің шекарасында пайда болатын, басты қалыпты кернеулердің әсерімен негіздің көлемдік сығылу идеясында негізделетін, шөгуді есептеу әдісі ұсынылған. Іргетастардың шөгуді есептеу, ізденістер процесінде топырақтың деформациялық сипаттамаларын бақылап анықтау жоғары сенімділікті көрсетті.

ЭОЖ 624.043.2. К.С. АЛЬМЕНОВ. **Серпімді-икемді тіректері бар қысылған шыбықтардың орнықтылығы.**

Тіректердегі серпімді-икемді қысып ұстауды есепке алумен шыбықтардың орнықтылығы мәселелері қарастырылған. Онда орталық-қысылған шыбық жалған көлденең жүктемемен жүктелген арқалыққа шартты түрде ауыстырылатын, жуықталған шешім ұсынылған.

ЭОЖ 624.15. Е.С. УТЕНОВ. **Қайта құрылымданатын үймереттер іргетастарының астындағы топырақтардың тығыздалу белдемнің мөлшерлерін анықтау.**

Даладағы эксперименттер нәтижелері бойынша іргетастар негіздің деформацияланатын белдемі мөлшерлерінің топырақтың механикалық қасиеттерінен корреляциялық тәуелділіктері анықталған. Квадрат, дөңгелек, тік бұрышты және таспалы іргетастар астындағы топырақтың тығыздалуының деформациясы белдемнің нақты мөлшерлерін анықтау әдістемесі ұсынылған, ол топырақтың беріктік және деформациялық сипаттамаларын пайдаланумен параллель есептеу жүргізуге

UDC 550.838.08. V.S. PORTNOV. **Magnetic Field in Well of Finite Size. II. Dependence of Magnetic Permeability on Field.**

The analytical solution of the problem of detecting magnetic field of magnetite ores by measurements in a well of finite dimensions taking into account the dependence of magnetic permeability on the magnetic field magnitude has been obtained.

UDC 622.268.6. V.F. DEMIN. **Dependence of Development Workings Stability on Conditions of their Support.**

The results of investigations on supporting mining workings depending on a complex of mining-and-engineering and technological factors have been given.

UDC 622.232. T.S. FILIPPOVA. **Classifying Actuators of Mining Machines Depending on Type of Cutting Tools Movement.**

The classification of mining machines actuators have been given depending on the type of cutting tools movement forming the basic parameters of cutting, chip thickness and width.

UDC 622.023: 686.22.016. V.F. DEMIN. **To Problem of Guarding Repeatedly Used Workings with Rock Belts.**

The results of investigations on studying the effectiveness of guarding mining workings with rock belts obtained from rocks by means of blasting haulage workings supported behind the face are given.

UDC 622.236.2. B.N. TSAY, T.T. BONDARENKO. **About Rheonomy of Strength and Strain Parameters in Evaluating Rock Stability.**

Time and temperature relation of strain and strength parameters of rocks has been stated to the position of kinetic strength theory.

UDC 624.131.54. E.S. UTENOV, V.N. POPOV. **Methods of Estimating Compressibility of Soils of Developed Territories Subjected to Technogenesis.**

To estimate soil compressibility the method of calculating settlements has been suggested which is based on the idea of compressing the base by main normal stresses occurring within its active zone. Calculations of foundation settlements, control determination of soil deformation characteristics in the course of investigations showed high reliability.

UDC 624.043.2. K.S. ALMENOV. **Stability of Compressed Bars Having Elastic-Compliance Supports.**

The problem of bars stability taking into account elastic-compliance restraints on supports has been considered. The approximate solution has been suggested in which a centrally compressed bar is arbitrarily changed into a beam loaded by forged transverse load.

UDC 624.15. E.S. UTENOV. **Determining Dimensions of Soil Compaction Zone below Foundations of Building Being Reconstructed.**

The correlation dependences of the dimensions of the foundation base zone being formed on the soil mechanical properties have been stated as a result of field experiments. The methods of determining real dimensions of soil compaction deformation zone below square, round, rectangular and belt foundations have been suggested which allow to do calculations parallel with using soil strength and deformation characteristics.

UDK 001.891.57:004.652.2:62.112.81. М.Р. НУРГУЖИН, К.Т. АБЛЕЗОВ, Г.Т. ДАНОЕВА, Т.Я. КАЦАГА. **Блочно-иерархический подход в инженерном анализе сварных конструкций.**

Описаны методологические принципы применения блочно-иерархического подхода к автоматизированному анализу металлоконструкций технологических машин с учетом конструктивно-технологических факторов. Данный подход основан на современных CAE-системах, таких как ANSYS, GPSS, ADAMS.

UDK 004.832.2. Л.Г. ЗАРТЕНОВА. **Особенности использования генетического алгоритма в задаче поиска оптимального решения.**

Генетические алгоритмы в процессе поиска используют некоторую кодировку множества параметров вместо самих параметров, в качестве информации об оптимизируемой функции используются лишь её значения в рассматриваемых точках пространства поиска, не требуется вычислений ни производных, ни каких-либо иных характеристик. Благодаря этому генетические алгоритмы могут эффективно применяться для решения задач дискретной оптимизации, определенных как на числовых множествах, так и на конечных множествах произвольной природы.

UDK 624.073.1. А.Т. КАСИМОВ. **Исследование напряженно-деформированного состояния прямоугольных многослойных пластин методом конечных разностей.**

Получены уравнения изгиба многослойных пластин несимметричной структуры с ортотропными слоями. Реализованная численная методика расчета основана на методе конечных разностей. Исследуется напряженно-деформированное состояние изотропных многослойных пластин с учетом поперечного сдвига и давления слоев друг на друга.

UDK 004.8. Л.Г. ЗАРТЕНОВА. **Представление знаний при разработке информационных систем.**

Рассматривается один из возможных подходов описания семантики предметной области на основе построения ее концептуальной модели.

UDK 535.37. В.М. ЮРОВ, К.Р. КУРБАНОВ, Ю.С. СИДОРЕНЯ. **Люминесценция активированных кристаллов оксогалогенидов висмута.**

Исследование центров люминесценции в кристаллах дает важную информацию о процессах миграции и аккумуляции энергии, переноса заряда и т.д. В работе описаны центры люминесценции в оксогалогенидах висмута с применением различных ионов, исследованы их основные спектрально-люминесцентные свойства.

UDK 535.37. В.М. ЮРОВ, К.Р. КУРБАНОВ. **Безызлучательные переходы в автолокализованных экситонах.**

Проведен термодинамический анализ безызлучательных переходов в автолокализованных экситонах анионного и катионного типа. Показано, что по почт и половина экситонов испытывает безызлучательный распад на структурные дефекты.

UDK 541.128. Т.Н. НАЛИБАЕВ, А.С. ЖАКУПОВА, М.К. МАЛЫБАЕВА. **Роль поверхностного состояния активированных твердых тел в каталитических процессах.**

Рентгенофазовым анализом определен фазовый состав двойных Ni-50% Al сплава, который состоит из алюминидов NiAl₃, Ni₃Al₂ и свободного алюминия. Методом электронографии установлено активированная поверхность чистых алюминидов из NiAl₃, Ni₃Al₂ и Ni-Al и обнаружены фазы: Ni₃, γ-

мүмкіндік береді.

ӘОЖ 001.891.57:004.652.2:62.112.81. М.Р. НУРГУЖИН, К.Т. АБЛЕЗОВ, Г.Т. ДАНОЕВА, Т.Я. КАЦАГА. **Дәнекерлік құралымдарды инженерлік талдаудағы блокты-иерархиялық ыңғай.**

Құралымдық-технологиялық факторларды есепке алумен технологиялық машиналардың металл құралымдарын автоматтандырылған талдауға блокты-иерархиялық ыңғайды қолданудың әдіснамалық қағидалары сипатталған. Берілген ыңғай ANSYS, GPSS, ADAMS сияқты, қазіргі CAE-жүйелеріне негізделген.

ӘОЖ 004.832.2. Л.Г. ЗАРТЕНОВА. **Оңтайлы шешімді іздеу есебінде генетикалық алгоритмді пайдалану ерекшеліктері.**

Іздеу процесіндегі генетикалық алгоритмдер параметрлердің өздерінің орнына параметрлердің жиынын кейбір кодтауды пайдаланады, оңтайландырылатын қызмет туралы ақпарат ретінде іздеу кеңістігінің қарастырылатын нүктелерінде оның мәндері ғана пайдаланылады, туындыларды да, қандай да бір өзге сипаттамаларды да есептеу талап етілмейді. Осының арқасында генетикалық алгоритмдер сандық жиындарда қалай анықталса, еркін табиғаттың ақырлы жиындарында да солай анықталған, дискреттік оңтайландыру есептерін шешу үшін тиімді қолданылуы мүмкін.

ӘОЖ 624.073.1. А.Т. ҚАСИМОВ. **Шеткі айырымдар әдісімен тік бұрышты көп қабатты тілімдердің кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу.**

Ортотропты қабаттары бар симметриялы емес құрылымды көп қабатты тілімдер ілісінің теңдеулері алынған. Есептеудің іске асырылған сандық әдістемесі шеткі айырымдар әдісіне негізделген. Қабаттардың бір-біріне көлденең ығысуын және қысымын есепке алумен изотропты көп қабатты тілімдердің кернеулі-деформацияланған күйі зерттеледі.

ӘОЖ 004.8. Л.Г. ЗАРТЕНОВА. **Ақпараттық жүйелерді әзірлеуде білім көрсету.**

Оның концепциялық моделін салу негізінде пәндік облыс семантикасын сипаттаудың мүмкін болатын ыңғайларының бірі қарастырылады.

ӘОЖ 535.37. В.М. ЮРОВ, К.Р. КУРБАНОВ, Ю.С. СИДОРЕНЯ. **Висмут оксогалогенидтерінің активтендірілген кристалдарының люминесценциясы.**

Кристалдардағы люминесценция орталықтары зерттеу, энергия миграциясы және аккумуляциясы, зарядты тасымалдау және т.б. процестері туралы маңызды ақпаратты береді. Жұмыста әр түрлі иондардың қоспасы бар висмут оксогалогенидтеріндегі люминесценция орталықтары сипатталған, олардың негізгі спектрлік-люминесценттік қасиеттері зерттелген.

ӘОЖ 535.37. В.М. ЮРОВ, К.Р. КУРБАНОВ. **Автотаралмаған экситондардағы сәуле шығармайтын ауысулар.**

Анионды және катионды типті автотаралмаған экситондарда сәуле шығармайтын ауысуларды термодинамикалық талдау жүргізілген. Экситондардың жартысына дерлік құрылымдық ақауларға сәуле шығармайтын ыдырауға ұшырайды.

ӘОЖ 541.128. Т.Н. НАЛИБАЕВ, А.С. ЖАКУПОВА, М.К. МАЛЫБАЕВА. **Катализаторлық процестердегі активтендірілген қатты денелердің беттік күйінің атқаратын ролі.**

NiAl₃, Ni₃Al₂ алюминидтерінен және бос алюминийден тұратын, қос Ni-50% Al құймасының фазалық құрамы рентгенофазалық талдаумен анықталған. Электронография әдісімен NiAl₃, Ni₃Al₂ және Ni-Al-ден тәза алюминидтердің активтендірілген беті

UDC 001.891.57:004.652.2:62.112.81. M.R. NURGUZHIN, K.T. ABLEZOV, G.T. DANENOVA, T.Ya. KATSAGA. **Block-Hierarchy Approach in Engineering Analysis of Welded Structures.**

The methodological principles of applying the block-hierarchy approach to automated analysis of process machines metalworks taking into account structural and technological factors have been described. The given approach is based on modern CAE-systems such as ANSYS, GPSS, ADAMS.

UDC 004.832.2. L.G. ZARTENOVA. **Peculiarities of Using Genetic Algorithm in Task of Searching Optimal Solution.**

Genetic algorithms use some coding of a set of parameters instead of parameters themselves in the process of searching. The values of the optimized function at the considered points of the searching space are used as the information of it. Calculating of neither derivatives nor any other characteristic is required. Thanks to this genetic algorithms can be effectively used to solve discrete optimization tasks determined both on numerical and finite sets of optimal nature.

UDC 624.073.1. A.T. KASIMOV. **Investigating Stressed-Strained State of Rectangular Multilayered Plates by Finite Difference Method.**

The equations of bending multilayered plates of an asymmetric structure having orthotropic layers have been obtained. The realized numerical methods of calculating is based on the finite difference method. The stressed-strained state of isotropic multilayered plates is studied taking into account the transverse shear and pressure of layers on each other.

UDC 004.8. L.G. ZARTENOVA. **Representing Knowledge at Developing Information Systems.**

One of the possible approaches to describe the semantics of a subject field on the basis of constructing its conceptual model is considered.

UDC 535.37. V.M. YUROV, K.R. KURBANOV, Yu.S. SIDORENYA. **Luminescence of Doped Crystals of Bismuth Oxohalogenides.**

Investigating centers of luminescence in crystals gives an important information of the process of energy accumulation and migration, charge transfer etc. In the paper luminescence centers in bismuth oxohalogenides having various ions impurities have been described, their basic spectral and luminescence properties have been investigated.

UDC 535.37. V.M. YUROV, K.R. KURBANOV. **Transitions without Radiation in Autolocalized Excitons.**

Thermodynamic analysis of transitions without radiation in autolocalized excitons of anion and cation types has been carried out. It has been shown that almost a half of excitons undergo decay without radiation into structural defects.

UDC 541.128. T.N. NALIBAYEV, A.S. ZHAKUPOVA, M.K. MALIBAYEVA. **Role of Surface Condition of Activated Solids in Catalyst Processes.**

The phase composition of the double Ni-50% Al alloy, which is composed of aluminides NiAl₃, Ni₃Al₂ and free aluminium has been determined by the X-ray phase analysis. The activated surface of pure aluminides of NiAl₃, Ni₃Al₂ and Ni-Al has been stated and the phases of Ni₃, -Al₂O₃; Ni₃Al₂, Ni and -Al₂O₃ and Ni₃, Ni₃Al₂ have

Al_2O_3 ; $NiAl_2$, Ni , $\gamma-Al_2O_3$, Ni , $NiAl_2$.

УДК 541.128.13. Т.Н. НАЛИБАЕВ. **О поверхностной энергии активированных переходных d-металлов.**

Определены энергии связи E (м-н) и теплоты адсорбции Q (м-н) кДж/моль для переходных металлов: Ni , Fe , Cu , Mo , W , Cr . Показаны сопоставительные результаты теоретических и опытных данных для этих металлов (М-Н). Найдена теплота хемосорбции водорода для плоскости (hkl) граней: (100), (110) и (111). Теплота хемосорбции для кислорода (М-О)Ni (500-605 кДж/моль), Fe (590-730), Ti (560-580), W (820-) и для азота (М-Н) Ni (430-), Fe (105-480), Ti (530-), W (380-550).

УДК 338.242:621 (574.3). Г.М. АУБАКИРОВА. **Антикризисное управление промышленным предприятием.**

Показана роль антикризисных инвестиционных проектов в финансово-экономическом оздоровлении предприятий.

УДК 347.736 (574.3). В.А. МУНШ. **Тенденции и регулирование кризиса неплатежей в казахстанской экономике (опыт Карагандинской области).**

Рассматриваются причины возникновения, развитие кризиса неплатежей в Казахстане. Проанализировано негативное воздействие кризиса неплатежей на экономику Карагандинского региона, приведена динамика банкротств и объемов кредиторской задолженности и хозяйствующих субъектов. Предложен ряд мероприятий по улучшению финансово-платежной среды в регионе.

УДК 339.138. К.М. АСИЛОВА, Е.З. АБУОВ. **Основные тенденции развития торгового маркетинга.**

Рассматриваются современная концепция торгового маркетинга и тенденции его применения и развития применительно к компаниям по производству потребительских товаров быстрого употребления.

УДК 339.924 (51). Ж.А. ИСМАНБАЕВА. **Вхождение Кыргызстана в международную интеграцию.**

Кыргызская Республика с обретением государственного суверенитета осуществляет коренные экономические преобразования. Уже сегодня мировое сообщество признает значительные сдвиги в реформировании экономики. В частности, достигнуты определенные успехи в области макроэкономической стабилизации, республика постепенно входит в мировое экономическое сообщество и экономический интеграционный процесс.

УДК 339.138.001.5. У.Н. НУРГАЛИЕВ. **Способы ведения маркетинговых исследований.**

Рассматриваются теоретические вопросы маркетинговых исследований и практика организации маркетинговой службы и маркетингового контроля в школе-гимназии.

анықталған және Ni , $\gamma-Al_2O_3$; $NiAl_2$, Ni , $\gamma-Al_2O_3$ және Ni , $NiAl_2$ фазалары байқалған. ӘОЖ 541. 128.13. Т.Н. НӘЛІБАЕВ. **Активтендірілген ауыспалы d-металдардың беттік энергиясы туралы.** Ni , Fe , Cu , Mo , W , Cr ауыспалы металдары үшін байланыс энергиялары E (м-н) және адсорбция жылулықтары Q (м-н) кДж/моль анықталған. Осы металдар үшін теориялық және тәжірибелік деректердің салыстырмалы нәтижелері көрсетілген (М-Н). (100), (110) және (111) қырларының жазықтығы (hkl) үшін сутек хемосорбциясының жылулығы табылған. Оттек үшін (М-О) хемосорбция жылулығы Ni (500-605 кДж/моль), Fe (590-730), Ti (560-580), W (820-) және азот үшін (М-Н) Ni (430-), Fe (105-480), Ti (530-), W (380-550).

ӘОЖ 338.242:621 (574.3). Г.М. АУБАКИРОВА. **Өнеркәсіптік кәсіпорындардың дағдарысқа қарсы басқаруы.**

Кәсіпорындардың қаржылық-экономикалық сауықтыруда дағдарысқа қарсы инвестициялық жобалардың атқаратын ролі көрсетілген.

ӘОЖ 347.736 (574.3). В.А. МУНШ. **Қазақстандық экономикадағы өтелмеген төлемдер дағдарысының даму бағыттары және оларды реттеу (Қарағанды облысының тәжірибесі).**

Қазақстанда өтелмеген төлемдердің пайда болу, даму себептері қарастырылады. Өтелмеген төлемдер дағдарысының Қарағанды аймағының экономикасына жағымсыз әсер етуі талданған, шаруашылықты жүргізетін субъектілердің банкроттығы мен несиелік берешектері көлемдерінің динамикасы келтірілген. Аймақтағы қаржылық-төлемдік ортаны жақсарту бойынша бірқатар шаралар ұсынылған.

ӘОЖ 339.138. К.М. АСИЛОВА, Е.З. АБУОВ. **Сауда маркетингінің негізгі даму бағыттары.**

Сауда маркетингінің қазіргі тұжырымдамасы және жылдам қолданылатын тұтынымдық тауарларды өндіру бойынша компанияларға қатысты оны қолданудың даму бағыттары қарастырылады.

ӘОЖ 339.924 (51). Ж.А. ИСМАНБАЕВА. **Қырғызстанның халықаралық интеграцияға кіруі.**

Қырғызстан Республикасы мемлекеттік егемендікті алысымен түпкілікті экономикалық түрлендірулерді жүзеге асыруда. Бүгінгі өзінде әлемдік қауымдастық экономиканы реформаландыруда едәуір алға басуларды көріп отыр. Көбінесе, макроэкономикалық тұрақтандыру облысында белгілі табыстарға қол жетті, республика біртіндеп әлемдік экономикалық қауымдастыққа және экономикалық интеграциялық процеске кіріп жатыр.

ӘОЖ 339.138.001.5. У.Н. НУРГАЛИЕВ. **Маркетингтік зерттеулерді жүргізу тәсілдері.**

Маркетингтік зерттеулердің теориялық мәселелері және мектеп-гимназияда маркетингтік қызметті және маркетингтік бақылауды ұйымдастыру тәжірибесі қарастырылады.

been discovered with the method of electron diffractometry.

UDC 541.128.13. T.N. NALIBAYEV. **Of Surface Energy of Activated Transition d-Metals.**

The binding energy E (M-H) and the adsorption heat energy Q (M-H) kJ/mol have been determined for transition metals: Ni , Fe , Cu , Mo , W , Cr . The comparative results of theoretical and experimental data for these metals (M-H) have been shown. The hydrogen chemisorption heat has been found for the surface (hkl) sides: (100), (110) and (111). The chemisorption heat for oxygen is (M-O)Ni (500-605 kJ/mol), Fe (590-730), Ti (560-580), W (820-) and for nitrogen, (M-N)Ni (430), Ti (530-), W (380-550).

UDC 338.242:621 (574.3). G.M. AUBAKIROVA. **Anticrisis Management of Industrial Enterprise.**

The role of anticrisis investment projects in the financial and economic normalization of enterprises has been shown.

UDC 347.736 (574.3). V.A. MUNSH. **Tendencies and Regulating Crisis of Defaults in Paying in Kazakhstan's Economy (Karaganda Region Experience).**

The reasons of rising and developing the crisis of defaults in paying in Kazakhstan are considered. The negative influence of the crisis of defaults in paying on the Karaganda region economy has been analyzed; the dynamics of bankruptcy and the volume of creditor's debts of entities has been given. A number of measures to improve the finance payment sphere in the region has been suggested.

UDC 339.138. K.M. ASILOVA, E.Z. ABUOV. **Basic Tendencies of Developing Trade Marketing.**

The modern conception of trade marketing and tendencies of its use and development in reference to companies producing consumer goods of fast use are considered.

UDC 339.924(51). Zh.A. ISMANBAYEVA. **Kirghizstan's Entering International Integration.**

Having found the state sovereignty Kirghiz Republic is carrying out radical economic transformations. Today the world association recognizes considerable advances in reforming the economy. Specifically, certain advances have been achieved in the field of microeconomic stabilization, the republic enters gradually the world economic association and the economic integration process.

UDC 339.138.001.5. U.N. NURGALIYEV. **Ways of Conducting Marketing Studies.**

Theoretical problems of marketing studies and the practice of organizing the marketing service and marketing control at a school-gymnasium are considered.

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА. 2002. №4. 98 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. Рустимова, Р.С. Искакова, Б.А. Асылбекова, Қ.Ә. Үйсін

Аудармашылар — Переводчики

А.С. Қордабаева, Л.В. Евдокимова

Компьютерлік ажарлау және беттеу — Компьютерный дизайн и верстка

М.М. Утебаев

| | | |
|--------------------|------------|--------------------|
| Басуға қол қойылды | 12.12.2002 | Подписано к печати |
| Пішімі | 60×84/8 | Формат |
| Көлемі, ес.б.т. | 15,5 | Объем, п.л. |
| Таралымы | 500 | Тираж |
| Тапсырыс | 2651 | Заказ |
| Индексі | 75857 | Индекс |
| Келісімді баға | | Цена договорная |

Редакцияның мекен-жайы — Адрес редакции

470075, г. Караганда, бульвар Мира, 56. Издательство КарГТУ.