

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

✻ 4 (37)
2009

2000 жылдан бастап шығарылады
Мерзімділігі жылына 4 рет

Издается с 2000 года
Периодичность 4 раза в год

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

МЕНШІК ИЕСІ

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

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

СОБСТВЕННИК

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

Главный редактор

А.М. Газалиев

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

Редакционный совет

Газалиев А.М.	<i>ректор, академик НАН РК, д-р хим. наук, проф. (председатель)</i>
Жетесова Г.С.	<i>и.о. проректора по ИиУМР, д-р техн. наук, проф. (ответственный редактор)</i>
Фешин Б.Н.	<i>профессор кафедры автоматизации производственных процессов, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)</i>
Акимбеков А.К.	<i>профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, д-р техн. наук</i>
Ахметжанов Б.А.	<i>зав. кафедрой экономики предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.</i>
Байджанов Д.О.	<i>профессор кафедры технологии строительных материалов и изделий, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Бакиров Ж.Б.	<i>зав. кафедрой механики, д-р техн. наук, проф.</i>
Брейдо И.В.	<i>зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, чл.-кор. АЕН РК, д-р техн. наук, проф.</i>
Ермолов П.В.	<i>зав. лабораторией ИПКОН, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук, проф.</i>
Жумасултанов А.Ж.	<i>профессор кафедры социально-гуманитарных дисциплин, д-р ист. наук</i>
Исагулов А.З.	<i>первый проректор, академик МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.</i>
Климов Ю.И.	<i>профессор кафедры систем автоматизированного проектирования, академик МАИН, чл.-кор. АЕН РК, д-р техн. наук, проф.</i>
Колесникова Л.И.	<i>доцент кафедры экономической теории, канд. экон. наук</i>
Малыбаев С.К.	<i>зав. кафедрой промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.</i>
Низаметдинов Ф.К.	<i>зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, д-р техн. наук, проф.</i>
Нургужин М.Р.	<i>зам. председателя правления АО «Национальный научно-технологический холдинг «Самгау»», академик МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.</i>
Пак Ю.Н.	<i>руководитель группы ГОС, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.</i>
Пивень Г.Г.	<i>почетный ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.</i>
Портнов В.С.	<i>начальник Учебно-методического управления, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Смирнов Ю.М.	<i>зав. кафедрой физики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Тутанов С.К.	<i>зав. кафедрой высшей математики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.</i>
Швоев В.Ф.	<i>профессор кафедры технологии машиностроения, канд. техн. наук, доц.</i>

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ	5
ГАЗАЛИЕВ А.М., ЖЕТЕСОВА Г.С. Тенденции развития мировой образовательной системы	5
ГАЗАЛИЕВ А.М., ПАК Ю.Н. Модернизация высшего образования и Болонский процесс	12
АБДУЛДИНА А.А. Критерии оценки расписания занятий высшего учебного заведения и автоматизация его оптимизации.....	18
ТЛЕБАЛДИНОВА А.С., КАЛЕНОВА Б.С., ЖАНТАСОВА Ж.З. О некоторых вопросах автоматизации кадровой службы вуза	21
РАЗДЕЛ 2. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ	23
ЖАКАТАЕВ Т.А. Моделирование и расчет выдуваемой полости жидкого металла в плавильной ванне	23
ЕФИМЕНКО С.А., ПОРТНОВ В.С., ТУРСУНБАЕВА А.К. Рентгенорадиометрический анализ медных руд фильтрами Росса	27
БАКИРОВ Ж.Б., ТАЖЕНОВА Г.Д. Расчет нелинейных виброизоляторов вязкого трения при гармоническом воздействии	30
КАДЫРОВ А.С., ХАЙБУЛЛИН Р.Р. Анализ теоретической модели резания грунта при фрезеровании.....	33
ТУРСУНБАЕВА А.К. Фазовый и химический состав сырья для получения реагента цианирования золота.....	35
ИЛЬКУН В.И., МИХЕЕВ А.С., ЗОРИН А.В. Исследование горизонтальных смещений подушек рабочих валков ДПДС-1400.....	37
РАЗДЕЛ 3. ГЕОТЕХНОЛОГИИ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.	40
ДЕМИН В.Ф., ТУТАНОВ С.К., ПОРТНОВ В.С., ЖУРОВ В.В., ДЕМИНА Т.В. Проявления горного давления вокруг выработки с анкерной крепью.....	40
КЕНЖИН Б.М. Исследования исполнительного органа гидравлического вибрационно-сейсмического модуля.....	43
АКШАНАШЕВ С.К., ЗИНОВЬЕВ Л.А., ТОРОХОВА Е.С., ЯКОВЛЕВ Е.А. Моделирование процесса воспламенения аэрозвеси угольных частиц	46
ИМАНГАЗИН М.К. Прогноз травматизма при добыче руд на шахте «Молодёжная» Донского горно-обогатительного комбината	48
ЕРМЕКОВ Т.Е., ТАЗАБЕКОВ И.И., АРПАБЕКОВ М.И. Особенности робота-манипулятора как объекта программного регулирования.....	50
ТУТАНОВ С.К., ИСАБЕК Т.К., ДЕМИН В.Ф., ЖУРОВ В.В., ИСАБЕКОВ Е.Т. Исследования геомеханического состояния массива вокруг горных выработок	52
АКИМБЕКОВ А.К., НУГУЖИНОВ Ж.С., АБИЛЬДИН С.К. К вопросу о конструктивной надежности и живучести зданий и сооружений.....	55
УАПХАНОВА А.Т., КАЛЕНОВА Б.С. О некоторых вопросах переноса вредных примесей в воздушном бассейне промышленного города (на примере г. Усть-Каменогорска).....	57
РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТ. СТРОИТЕЛЬСТВО	60
БАУБЕКОВ Е.Е., ИБАТОВ М.К. Зависимость скорости изнашивания рельсов от давления при чистом проскальзывании.....	60
МАЛЫБАЕВ С.К., САРСЕМБАЕВ Т.У., ИСИНА Б.М., САРСЕМБАЕВА Д.Т. Организация электронных платежей на железнодорожном транспорте	63
БАЛҒАБЕКОВ Т.Қ. Жүк шебінің техникалық жабдықтауы бойынша есептеу әдістері	66
КОБДИКОВ М.А., АЙКУМБЕКОВ М.Н. Разработка методики определения и учета действительных тормозных характеристик поезда	68
НУГУЖИНОВ Ж.С. Метод расчета нормального сечения изгибаемого железобетонного элемента.....	71

АРСЕНИН В.А. В развитие СНиП по оценке агрессивности грунтовых вод и засоленности грунтов.....	74
НҰРМАҒАНБЕТОВ А.С., ЖҰНҰСБЕКОВА Ж.Ж. Жер қазатын машинаның жұмыс мүшесін сазды ерітіндіде жүктелуін орнату	80
РАЗДЕЛ 5. АВТОМАТИКА. ЭНЕРГЕТИКА. ЭКОНОМИКА	83
ГУРУШКИН А.В. Разработка и внедрение системы выравнивания нагрузок для многодвигательных частотно-управляемых электроприводов с жесткой механической связью.....	83
БРЕЙДО И.В., КАЛИНИН А.А. Направления исследований гидродинамических нагревателей.	86
ПАРШИНА Г.И., ФЕШИН Б.Н. Структура экспертных систем оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий.....	88
МЕРЗАДИНОВА Г.Т. Автоматизированные задачи АСКУЭ-ЦТ	91
ЮШКО В.С., ЮШКО В.В. Информационные системы в управлении рекламными проектами	93
АЛЕКСЕЕВ В.Г., ЖАЛКОВСКИЙ В.В., НАЙМАНБАЕВА Ж.А., АЛЕКСЕЕВА Т.М., ШАРИПОВА С.А. Профессиональный риск как объект управления.....	95
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	98
ЖЕТЕСОВ С.С., ДОЛГАНЬ К.М. Научный анализ состояния и перспектив развития монорельсовых транспортных систем	98
ШАРИПОВА С.А. Оценка и анализ организационного уровня производства как фактора профессиональных рисков.....	99
РЕЗЮМЕ	102
Правила оформления и представления статей	107

Раздел 1

Проблемы высшей школы

УДК 378.1

А.М. ГАЗАЛИЕВ,
Г.С. ЖЕТЕСОВА

Тенденции развития мировой образовательной системы

Система образования (среднее профессиональное, высшее и послевузовское) расширяется и приобретает глобальный характер, охватывая не только традиционный обмен студентами и преподавателями, но и вопросы трансграничных инвестиций и конкуренции вузов на мировом рынке образовательных услуг. Согласно докладу Всемирного банка «Построение общества знания», высокопроизводительные системы образования охватывают исследовательские университеты, политехнические и гуманитарные вузы, технические учреждения с краткосрочными программами обучения, общественные колледжи, открытые университеты.

Большинство университетов, признанных вузами мирового класса, сосредоточены в небольшом количестве стран. В таблице 1 приводятся рейтинги лучших университетов, составленные «Таймс» и Шанхайским университетом в 2008 году.

Если рассмотреть 30-50 лучших в мире университетов (по Шанхайскому рейтингу), то все они сосредоточены в восьми североамериканских и западноевропейских странах. По рейтингу «Таймс» этот список несколько шире (11 стран), в него входят Гонконг, Новая Зеландия и Сингапур (рисунок 1).

До недавнего времени процесс получения вузом статуса элитного опирался только на репутацию данного вуза, то есть не было никаких объективных оценок для определения высокого статуса вуза в области подготовки специалистов, проведения

научно-исследовательской работы, применения и внедрения новых технологий.

Первое свойство, определяющее превосходство вуза, – это наличие критической массы лучших студентов и высококвалифицированных преподавателей.

Таблица 1 – Университеты, признанные лучшими по результатам международных рейтингов 2008 года

Занимаемое место	По рейтингу «Таймс»	По Шанхайскому рейтингу
1	Гарвардский университет	Гарвардский университет
2	Иельский университет	Стэнфордский университет
3	Кембриджский университет	Калифорнийский университет (Беркли)
4	Оксфордский университет	Кембриджский университет
5	Калифорнийский технологический институт	Массачусетский технологический институт
6	Лондонский империал-колледж	Калифорнийский технологический институт
7	Лондонская школа экономики и политологии	Колумбийский университет
8	Чикагский университет	Принстонский университет
9	Массачусетский технологический институт	Чикагский университет
10	Колумбийский университет	Оксфордский университет
11	Пенсильванский университет	Иельский университет
12	Принстонский университет	Корнельский университет
13	Университет Дьюка	Калифорнийский университет (Лос-Анджелес)
14	Университет Джонса Хоп-	Калифорнийский

	кинса	университет (Сан-Диего)
15	Корнельский университет	Пенсильванский университет
16	Австралийский национальный университет	Вашингтонский университет (Сиэтл)
17	Стэндфордский университет	Висконсинский университет (Медисон)
18	Мичиганский университет	Калифорнийский университет (Сан-Франциско)
19	Токийский университет	Токийский университет
20	Университет Мак Гилла	Университет Джонса Хопкинса

Рейтинг "Таймс"



Шанхайский рейтинг

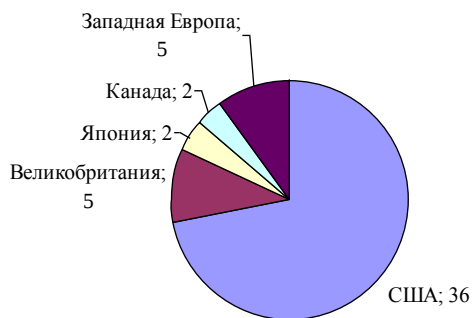


Рисунок 1 – Географическое расположение университетов мирового класса (2008 год)

Отличительной чертой в этой связи становится возможность университетов самостоятельно проводить процедуру отбора студентов с самыми высокими академическими показателями. Например, Пекинский университет принимает каждый год 50 лучших абитуриентов из каждой провинции. Гарвардский

ситет, Калифорнийский технологический институт, Массачусетский технологический институт и Йельский университет принимают только абитуриентов с самыми высокими показателями теста на проверку академических способностей (SAT) (Aghion, 2008).

Университеты мирового уровня более тщательно подходят к отбору магистрантов (таблица 2), что отражается на повышении уровня качества проводимых научных исследований (Aghion, 2008).

В вузах с ограниченной внутренней мобильностью студентов и преподавателей существует опасность академической замкнутости. Исследования, проведенные в европейских университетах в 2007 году, показали, что университеты с самым высоким процентом эндогамии (наличием среди преподавателей выпускников данного вуза) показали самые низкие результаты (рисунок 2) (Aghion, 2008).

Таблица 2 – Удельный вес студентов, продолживших обучение в магистратуре

Наименование университета	Количество студентов бакалавриата	Количество магистрантов	Доля обучающихся в магистратуре, в %
Гарвардский университет	7002	10094	59
Стэндфордский университет	6442	11325	64
Массачусетский технологический институт	4066	6140	60
Оксфордский университет	11106	6601	37
Кембриджский университет	12284	6649	35
Лондонская школа экономики и политологии	4254	4386	51
Пекинский университет	14662	16666	53
Токийский университет	15466	12676	45

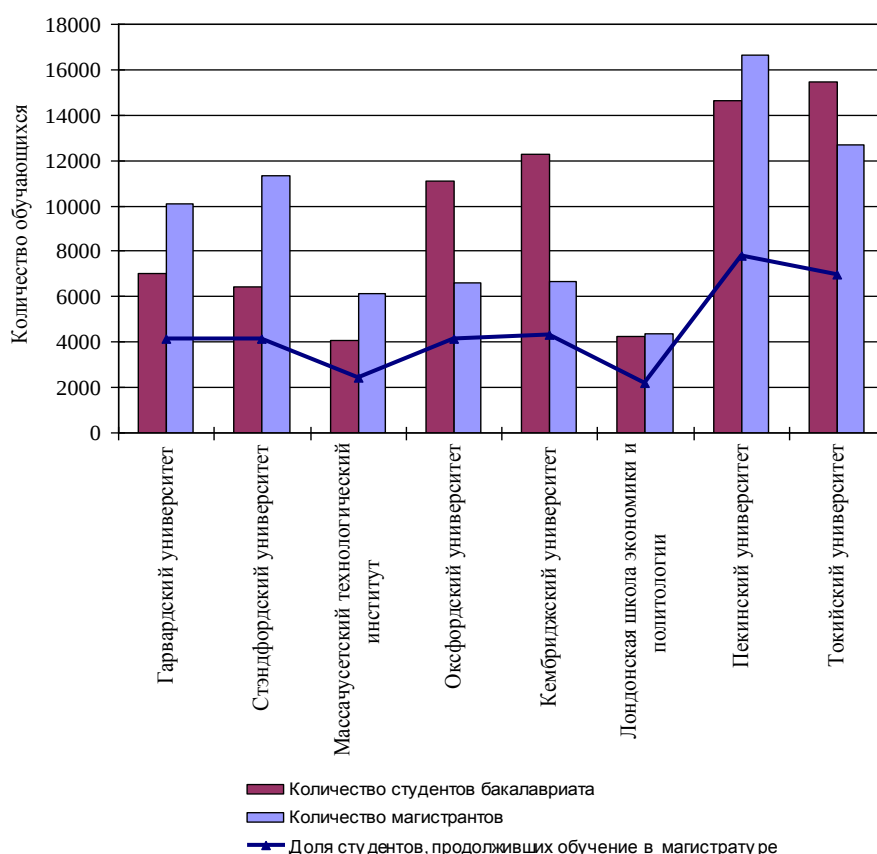


Рисунок 2 – Удельный вес студентов, продолживших обучение в магистратуре в избранных университетах

Международный компонент выходит на передний план. Это позволило вузам привлечь наиболее талантливых людей из различных стран, которые принесли с собой новые идеи и подходы (рисунок 3). В Германии доля иностранных студентов составляет около 10%. В университетах США, которые занимают высокие места в мировых рейтингах, значительную долю преподавателей составляют иностранцы (рисунок 4). И лишь 7% всех ученых во Франции и 15% – в Германии являются иностранцами. Только самые лучшие университеты мира принимают большое число иностранных студентов и нанимают преподавателей, отбирая самых лучших (UWN, 2008).

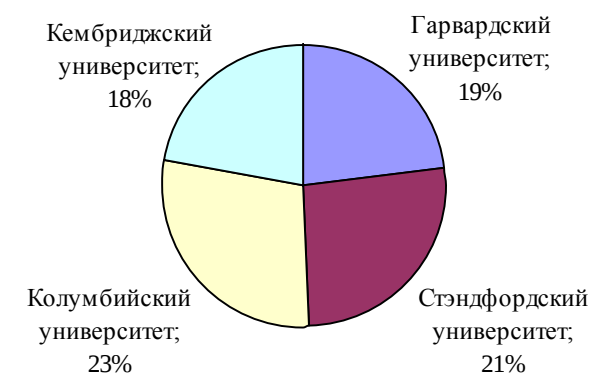


Рисунок 3 – Доля иностранных студентов от общего числа обучающихся

Высокая степень обеспеченности ресурсами является вторым фактором, характеризующим большинство университетов мирового класса. Такие университеты имеют четыре основных источника финансирования:

- финансирование текущих расходов и научных исследований из государственного бюджета;
- доходы от научных исследований, проводимых на договорной основе;
- доходы от средств, передаваемых в дар университетам;
- плата за обучение.

В Западной Европе государственные средства являются основным источником финансирования академической и научной деятельности.

В 2000 г. расходы на образование в Германии составили 5,55% от ВВП, в среднем около 5,5 тыс. евро на одного студента. Большую часть финансовых расходов по обеспечению жизнедеятельности вузов берут на себя федеральные земли. Годовые бюджеты вузов являются частью бюджетов земель, которые принимаются соответствующими парламентами земель. В то же время Совет по науке определяет ряд задач, выполнение которых требует совместного финансирования со стороны федерального центра и земель. К их числу относят, прежде всего, создание и расширение вузов, совершенствование их инфраструктуры, поддержку университетских клиник и исследовательских работ. К числу совместных задач на основании



Рисунок 4 – Доля иностранных преподавателей в общем штате ППС

Федерального закона о строительстве в сфере высшего образования от 1969 г. относятся также капиталовложения в строительство и реконструкцию вузов. В сочетании с новыми моделями финансирования (исполнение бюджетов в виде общей суммы, формульное финансирование) в Германии сегодня вводятся новые методы мониторинга и обеспечения финансовой прозрачности деятельности вузов. В некоторых землях (Баден Вюртемберг, Нижней Саксонии, Гессен, Северной Рейн Вестфалии) и городах – субъектах федерации (Берлине, Бремене, Гамбурге) существует практика заключения между вузами и региональными правительствами пактов о высшем образовании (рамочных контрактов), фиксирующих бюджетные залоговые суммы на срок 5-10 лет, обеспечивающие вузам на несколько лет возможности безрискового планирования своей деятельности. Контракты (пакты) часто дополняются целевыми соглашениями с отдельными учебными заведениями, обладающими существенными ресурсами, в которых фиксируются основные условия дальнейшего развития вузов. Ряд немецких фондов и обществ (например, Фонд Александра фон Гумбольдта, Фонд им. Конрада Аденауэра, Фонд им. Фридриха Эберта, Общество Макса Планка, Германское научно-исследовательское общество) предоставляют отечественным и зарубежным студентам и ученым специальные стипендии для

проведения научных исследований и повышения академической квалификации. В 2000 г. расходы на научные исследования и развитие в Германии составили 2,48% от ВВП (что выше, чем в среднем по странам ОЭСР – 2,24%). Промышленные круги инвестируют в науку и развитие в два раза больше, чем государство (на 2000 г. эти инвестиции составили 66,11% против 31,44% соответственно). По данным на 1999 г., больше половины (56,25%) общих расходов на научные исследования и развитие приходилось именно на университетскую науку (tmeshkova@hse.ru ИНФОРМАЦИЯ О ЦЕНТРЕ ОЭСР – ВШЭ © Приложение «Обзор систем высшего образования стран ОЭСР»).

Финансовая основа лучших американских вузов состоит из двух составляющих:

- большие объемы привлеченного частного капитала;
- успешная конкуренция ППС за государственное финансирование научно-исследовательской деятельности.

В среднем на одного студента в самых состоятельных вузах США приходится 40 тыс. долл. США за счет привлечения частного капитала, в Канаде эта сумма составляет всего 1 тыс. долл. США. Ниже приведен сравнительный анализ привлечения частного капитала университетами США и

Великобритании (рисунок 5) по данным NAGUBO | 2006.

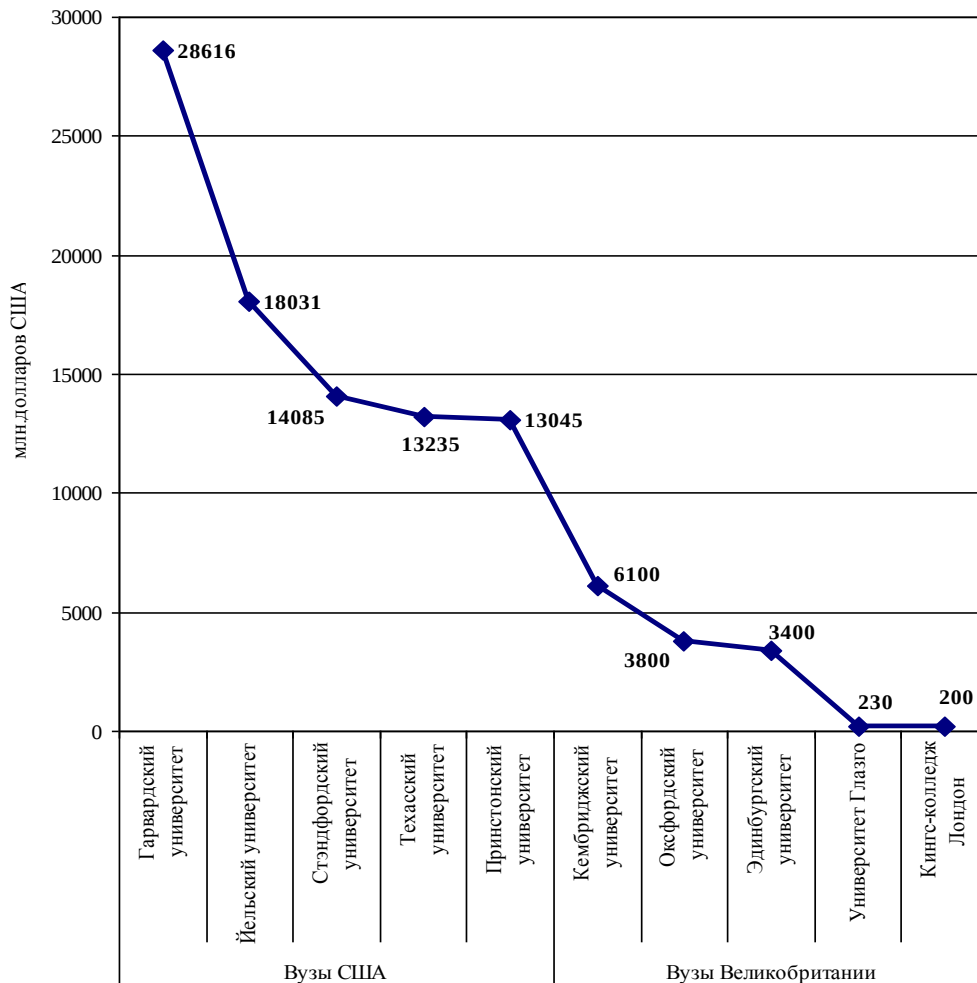


Рисунок 5 – Сравнение объемов привлечения частного капитала университетами США и Великобритании в год (данные 2006 года)

Около двух третей финансирования науки в ведущих вузах США приходится на государственное финансирование. Университеты Канады также лидируют по доходам от научно-исследовательской деятельности (рисунок 6) (Salmi and Saroyan, 2006).

Сравнительный анализ американских и западноевропейских вузов также показывает, что объем затрат на их содержание является одной из основных предпосылок, определяющей качество их деятельности. Так, на обучение одного студента в США тратится около 54 тыс. долларов в год (таблица 3), в то время как в странах Европейского союза только 13,5 тыс. долларов в год (Aghion, 2008).

Аналогичным образом среди европейских вузов имеются значительные расхождения. Так, например,

университеты Великобритании и Швейцарии получают относительно хорошее финансирование по сравнению с университетами Южной Европы, включая Францию и Германию (Aghion, 2008).

Высокая степень финансирования позволяет вузам привлекать большее количество первоклассных профессоров и ученых. На рисунке 7 представлена средняя заработная плата ученых из стран Европейского союза и других стран. Наблюдается, что зарплата в вузах, возглавляющих рейтинг, велика, а в странах, вузы которых не вошли в международный рейтинг, зарплата преподавателей самая низкая (EC, 2007).

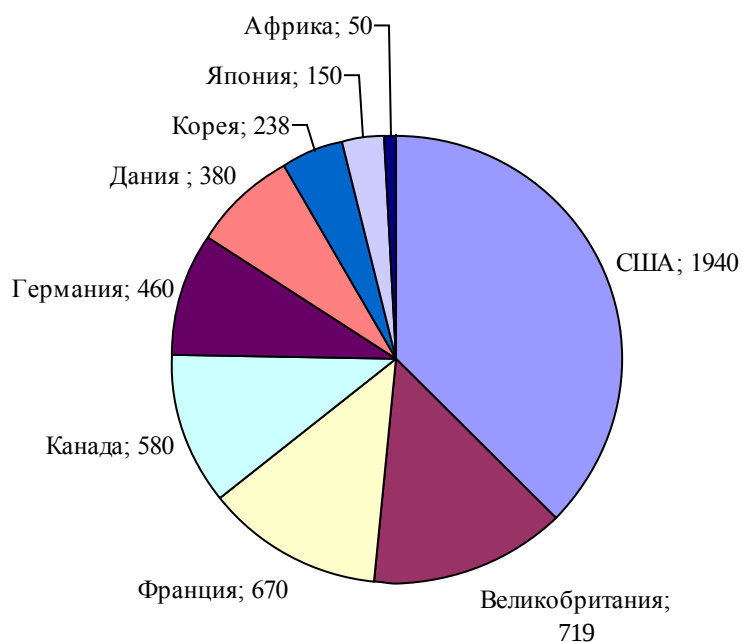


Рисунок 6 – Финансирование в области научных исследований университетов (млн. долл. в год)

Таблица 3 – Расходы на одного студента в избранных университетах

Место по Шанхайскому рейтингу 2008 года	Место по рейтингу «Таймс» 2008 года	Наименование университета	Расходы в год, в долл. США	Количество студентов	Расходы на одного студента в год, в долл. США
1	1	Гарвардский университет (США)	3 170 650 000	29900	106042
2	17	Стэндфордский университет (США)	3 265 800 000	19782	165089
3	36	Калифорнийский университет Беркли (США)	1 700 000 000	32910	51656
4	3	Кембриджский университет (Великобритания)	1 470 940 000	25465	57763
5	9	Массачусетский технологический институт (США)	2 207 600 000	10220	216007
6	5	Калифорнийский технологический институт (США)	2 287 291 000	2245	1018838
7	10	Колумбийский университет (США)	2 690 000 000	23709	113459
8	12	Принстонский университет (США)	1 196 570 000	6708	178379
9	8	Чикагский университет (США)	1 497 700 000	14962	100100
10	4	Оксфордский университет (Великобритания)	1 081 350 000	23620	45781
11	2	Йельский университет (США)	2 100 000 000	11851	177200
19	19	Токийский университет (Япония)	2 286 974 741	29347	77928
24	24	Швейцарский федеральный технологический институт (Швейцария)	1 076 734 500	13999	76915
24	41	Университет Торонто (Канада)	1 060 000 000	71202	14887
45	48	Университет Копенгагена (Дания)	1 023 804 249	31098	32921
47	67	Утрехтский университет (Нидерланды)	925 697 362	27175	34064
55	93	Мюнхенский университет (Германия)	501 296 087	22236	22544
59	16	Австралийский национальный университет	479 665 993	15869	30226
101	30	Национальный университет Сингапура	1 209 592 000	27972	43242
152	50	Сеульский национальный университет (Корея)	940 000 000	29295	32087

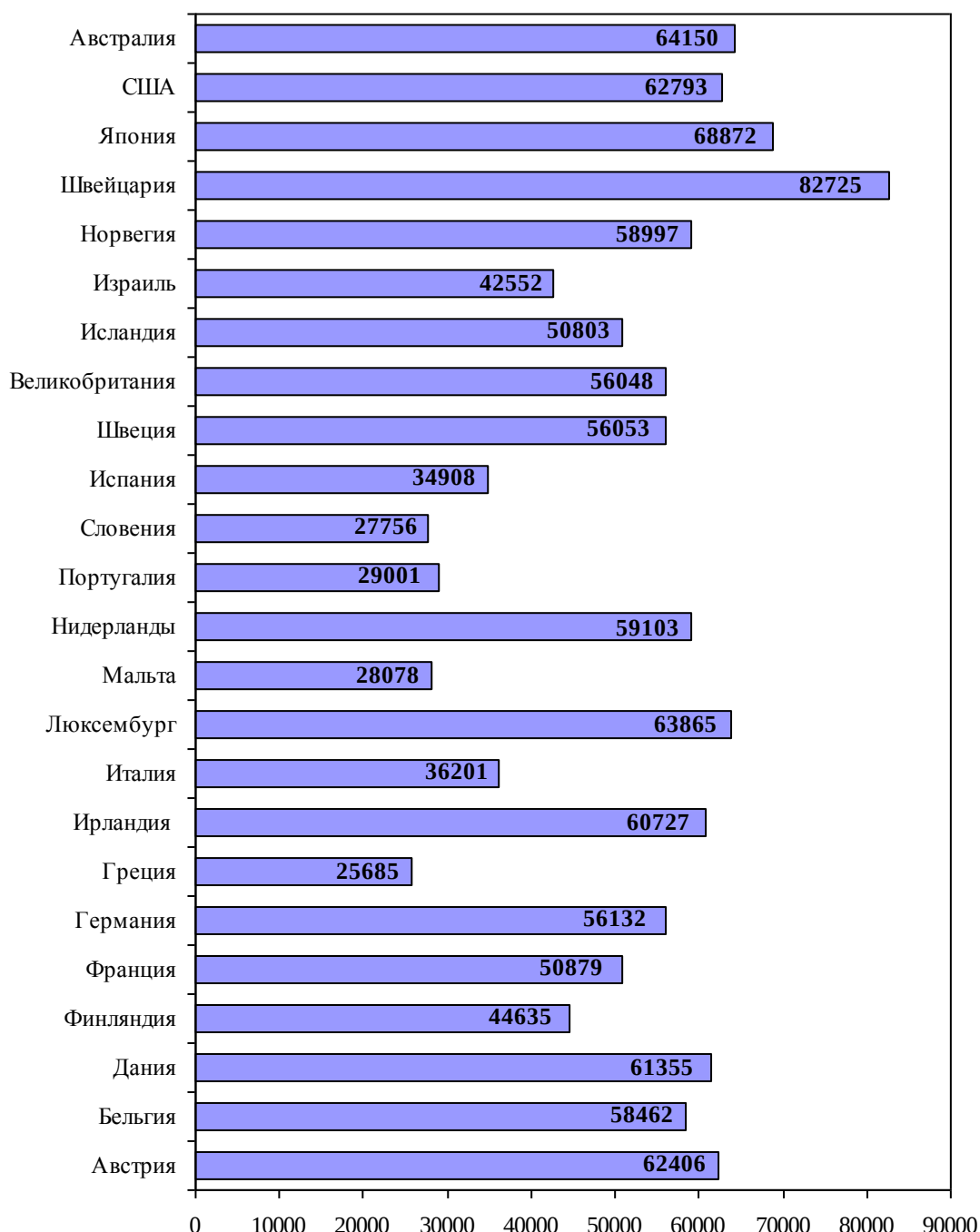


Рисунок 7 – Международный сравнительный анализ заработной платы ученых (в евро)

В отличие от многих европейских вузов, университеты в США не зависят от бюджетного финансирования. Чем выше престиж вуза, тем больше пожертвований они привлекают.

В то же время ведущие университеты Великобритании, получая финансовую поддержку от частных благотворительных фондов, в последнее время повысили плату за обучение. Для сравнения в таблице 4 приведены данные по стоимости обучения некоторых вузов мирового уровня.

Национальный университет Сингапура в 2006 году за счет пожертвований собрал 114 млн. долл. США (источник Salmi and Sarayan, 2006).

Третья характеристика университетов мирового уровня связана со структурой управления, конкурентоспособной средой, степенью

академической свободы и автономии управления. Причиной успеха системы образования США является не только ее финансовая состоятельность, но и ее относительная независимость от государства. Вузы, имеющие полную автономию, становятся более гибкими, так как не связаны извне стандартами, хотя им приходится соблюдать процедуры отчетности, предусмотренные законодательством. Такие вузы могут распоряжаться своими ресурсами и оперативно реагировать на потребности меняющегося глобального рынка.

Сравнительный анализ европейских и американских вузов показал, что «европейские вузы страдают от слабого управления, недостатка автономии и неприятия инициатив» (Aghion, 2007). Рассмотрим примеры Германии и Франции. Несмотря

на то, что экономики этих стран считаются одними из самых развитых, лучший университет Франции (Парижский университет) по Шанхайскому рейтингу 2008 года занял 45 место, а университет номер один Германии (Мюнхенский университет) – лишь 55 место. Основными причинами такого положения следующие:

- студенты, поступающие в вуз, почти не проходят никакого отбора, в большинстве случаев единственным условием для поступления в вуз во Франции является окончание средней школы;

- отсутствие конкурентной среды, все университеты получают одинаковое финансирование, что делает практически невозможным привлечение необходимых ресурсов и создание центров, где будут сконцентрированы самые лучшие ученые;

- университеты являются государственными организациями, их деятельность ограничена строгими правилами найма на работу государственных служащих, что приводит к невозможности повышения заработной платы преподавателям за более качественную работу или привлекать ученых мирового класса.

Таким образом, анализируя отличительные черты университетов мирового класса можно выделить ряд характерных особенностей:

- высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав;
- выдающиеся результаты научных исследований;
- высокий уровень преподавания;
- наличие одаренных студентов;
- соответствующий уровень финансирования из государственных и негосударственных источников;
- академическая свобода;
- четко определенная структура управления вузом;
- соответствующая материально-техническая база и др.

Таблица 4 – Стоимость обучения в избранных университетах

Наименование вуза	Стоимость обучения, в долл. США		
	бакалавриат	магистратура	докторантура
Кембриджский университет (Великобритания)	12768	25115	25115
Лондонский империал-колледж (Великобритания)	15500-35500	10500-30150	16000-25600
Токийский университет (Япония)	8724	8902	8745
Колумбийский университет (США)	37470	22464	34364
Пенсильванский университет (США)	11008	15614	15614
Стэндфордский университет (США)	12010	12800	12010

Следовательно, мы можем выделить три ключевых взаимосвязанных и взаимодополняющих фактора (рисунок 8):

- высокая концентрация талантов;
- изобилие ресурсов;
- структура управления вузом.

И здесь необходимо отметить, что самыми эффективными путями создания университета мирового класса являются следующие (Джамиль Салми «Создание университетов мирового класса»):

- правительство может модернизировать небольшое количество уже существующих университетов, имеющих потенциал для совершенствования (**отбор победителей**);
- правительство может оказать содействие к слиянию ряда существующих вузов и их трансформировать в новый университет (**формула гибрида**);
- правительство создает новый университет мирового класса с нуля (**подход «чистой доски»**).



Рисунок 8 – Характеристика университетов мирового уровня

УДК 330.341
А.М. ГАЗАЛИЕВ,
Ю.Н. ПАК

Модернизация высшего образования и Болонский процесс

Начало Болонского процесса по созданию общеевропейского образовательного пространства было положено подписанием в 1999 г. в г. Болонье (Италия) Болонской декларации представителями 29 стран Европы. Это магистральный путь развития высшего образования в современной Европе, представляющий собой самую глубокую структурную реформу высшей школы за всю ее многовековую историю.

Интеграционный процесс был начат в 1988 г., когда ректоры европейских университетов, собравшись на 900-летие старейшего университета в г. Болонье, приняли так называемую Великую хартию университетов.

Очертания Болонского процесса стали более отчетливыми после подписания в 1998 г. министрами образования Франции, Германии, Италии и Великобритании Сорбонской декларации. Болонский процесс предполагал решение шести основных задач по созданию общеевропейского образовательного процесса. Среди них: переход на двухуровневую систему высшего образования; введение системы академических зачетных единиц (кредитов); выдача единого Европейского приложения к диплому; введение общепонятных и сравнимых квалификаций в области высшего образования; обеспечение мобильности студентов и преподавателей; выработка общих критериев качества.

Болонское соглашение не следует рассматривать как нечто застывшее в виде принятых догм и правил. Это динамично изменяющийся программный документ. Раз в два года министры образования стран-участниц Болонского процесса встречаются с целью оценки достигнутого, согласования новых приоритетов и принятия Коммюнике, в которых просматривается динамика изменений и дополнений, которые по сути являются ответом системы высшего образования на появляющиеся внешние вызовы.

К настоящему времени принято говорить уже о десяти задачах. К ранее сформулированным добавились: введение аспирантуры в качестве третьего уровня (докторантура PhD); придание «европейского измерения» высшему образованию и повышение привлекательности, конкурентоспособности; реализация социальной роли высшего образования, его доступности; развитие системы дополнительного образования (образование на протяжении всей жизни).

Болонский процесс начался не в одночасье. В Европе происходили интеграционные процессы. Шенгенское соглашение и валюта евро – наглядное тому подтверждение. Высшее образование является сферой, формирующей экономику знаний, поэтому раздробленность и пестрота образовательных систем

препятствовали единению Европы. Не хватало свободного движения рабочей силы – национальные дипломы о высшем образовании не признавались в соседних странах. Одной из главных целей модернизации высшего образования по болонскому сценарию является повышение конкурентоспособности европейского высшего образования. На мировом рынке образовательных услуг доминируют США с ежегодным доходом около 14 млрд. долларов [1]. Образование – пятая по значимости статья экспорта американской экономики. Сегодня европейских студентов, которые учатся в США, вдвое больше, чем американских студентов, обучающихся в Европе. Расходы на 1 студента в США примерно в 3 раза выше, чем в европейских странах [2].

Страны Евросоюза значительно проигрывают в этой конкурентной борьбе. Поэтому Болонский процесс во многом вызван необходимостью составить европейскую интегрированную конкуренцию активной наступательной позиции США в сфере высшего образования. К настоящему времени уже 46 стран включились в реализацию данного европейского проекта, что служит подтверждением заинтересованности европейских стран в Болонском процессе.

Центральное место в болонских реформах занимает переход на двухуровневую структуру подготовки специалистов. Особенно актуальна эта проблема для тех стран, в которых доминировала моноуровневая структура подготовки кадров с высшим образованием. Двухуровневая структура подготовки специалистов с высшим образованием отработывалась за рубежом не одно десятилетие, гармонично учитывая интересы общества и потребности экономики. Это подтверждается многолетним опытом функционирования такой системы подготовки кадров в США, Австралии, Нидерландах и других странах Европы. Миллионы людей, завершив первый уровень высшего образования (бакалавриат) и получив базовое образование без достаточной специализации, находят свое место в жизни. Справедливости ради следует отметить, что за рубежом достаточно развита система внутрифирменного доучивания.

Другая часть продолжает учиться, узко специализируясь, с получением магистерской квалификации. Такая структура подготовки дает возможность получить высшее образование широкому кругу людей с высоким коэффициентом полезного действия с позиций интеллектуальных и экономических затрат. В условиях глобализации, когда высшее образование приобретает массовый характер, двухуровневая структура подготовки

придает ей большую доступность, гибкость и мобильность. При этом результативность двухуровневой системы обеспечивалась высокой интенсивностью обучения студентов за счет хорошей технической оснащенности образовательного процесса, полной учебно-методической обеспеченности, современных технологий обучения и контроля знаний, достаточно высокой зарплаты ППС. Поэтому за 4-летний период обучения в бакалавриате при 12-летнем обучении в средних школах в целом удавалось готовить конкурентоспособного бакалавра.

Анализ многолетнего опыта подготовки специалистов в СССР контрастно обозначает недостатки существовавшей моноуровневой системы. В процессе обучения в вузе, как правило, наблюдается дифференциация студентов по уровню знаний и мотивации к их получению. Определенная часть, проучившись более половины срока обучения, признается в ошибочности выбора специальности и теряет интерес к учебе, другую часть обучающихся устраивает сам факт пребывания в вузе, но дипломы хотят получить все. Возникает вопрос – нужно ли всех студентов обучать по единой программе в течение 5 лет, затрачивая государственные средства? Может быть обучение для таких студентов ограничить 4 годами? В подтверждение излишней фундаментальности нашего «конечного» образования или образования на всю жизнь один гипотетический пример: Проектируется многоэтажное здание. Все основополагающие конструкции и элементы здания проектируются исходя из срока службы 100 лет. При этом фундамент спроектирован с большим запасом прочности, рассчитанным на 200 лет. Следовало ли проектировать такой мощный фундамент, если стены и перекрытия рассчитаны только на 100 лет? Все эти доводы и рассуждения относительно избыточности «конечного» образования не бесспорны.

К сожалению, в конце прошлого столетия в СССР намечалось обесценивание инженерного труда. Творческий характер инженерной профессии, связанной с исследованиями, изобретательством, созданием новой техники и технологий, постепенно выхолащивался. Массовый характер выпуска инженеров, пониженные требования, отсутствие конкуренции при приеме на работу способствовали формированию в общественном сознании мнения о том, что инженером может стать любой выпускник средней школы.

К началу 90-х годов в СССР около 1,5 млн. инженеров трудились на рабочих должностях, не требовавших высшего образования. В силу массовости подготовки уровень требований и планка качества постепенно снижались до уровня «среднячка», в то время как в развитых странах акценты ставились на подготовку элитных групп специалистов.

В советские времена было модным на производстве встречать молодого специалиста словами: «Забудь все то, чему тебя учили в институте». И молодой выпускник вуза осваивал производство с помощью опытных наставников. В этих словах есть элемент истины, констатирующий

определенную избыточность «конечного» образования – образования на всю жизнь.

Советский специалист-инженер, подготовленный за 5 лет, по уровню знаний, умений и практических навыков в целом выше западного бакалавра. Руководствуясь стремлением уравнивать нашего дипломированного специалиста и европейского бакалавра, можно пойти по пути сокращения 5-летнего срока обучения и сэкономленные средства направить на укрепление материально-технической базы, повышение зарплаты ППС и стипендии студентам.

Крайних мнений по переходу на двухуровневую структуру (бакалавриат-магистратура) очень много. Президент Южно-Российского государственного технического университета, президент МАН ВШ В. Шукшунов отмечает: «Модернизация образования происходит под прикрытием псевдообъективности и псевдосогласованности с образовательной и научной общественностью. Тотальный переход высшего образования на двухуровневую систему смертельно опасен для инженерного образования, ибо студентам в технических вузах фактически сократили срок обучения с 5 лет до 4 лет» [3].

«Бакалавр – это недотеха, полупродукт, который не будет знать, как применить себя в реальной жизни», – эти слова прозвучали из уст мэра Москвы Ю. Лужкова на Совете ректоров вузов Москвы [4].

Оценивая интеграционные процессы по болонскому сценарию, следует отметить роль России, официально подписавшей Болонскую декларацию в 2003 г. Позицию России в этом глобальном проекте можно выразить так: интегрироваться эволюционным путем, без коренной ломки накопленного передового опыта в высшем образовании. Заслуга Российской системы высшего образования в том, что, начав болонские преобразования, она не ликвидировала программы дипломированных специалистов, по которым обучаются ныне 92,4%. В новых структурах – бакалавриате и магистратуре обучаются соответственно 7% и 0,6%. При этом на рынок труда выходит небольшая часть (не более 5%), окончивших бакалавриат. Значительная часть (примерно 85%) новоиспеченных бакалавров продолжает учиться в специалитете. По магистерским программам обучаются около 10% выпускников бакалавриата [5].

В вузах только 40% европейских стран, участвующих в Болонском процессе, ранее применялась двухступенчатая подготовка [6]. К 2005 г. (середина Болонского пути) положение с внедрением двухступенчатой структуры несколько сдвинулось. В 17 странах более 81% студентов обучаются по такой гибкой системе, в 7 странах это показатель составил 25-50% и лишь в 3 странах двухступенчатая система отсутствовала в принципе.

Реализация Болонского процесса в инженерном образовании имеет особое значение, определяемое приоритетной ролью и значимостью инженерных кадров в эпоху глобализации. Эксперты Европейского общества инженерного образования считают, что в процессе развития Болонского процесса необходимо

учитывать особую роль и специфику инженерной профессии [7].

В четырех странах (Италия, Германия, Великобритания и Франция), являющихся инициаторами принятия Болонской декларации, даже существуют значительные различия в вопросах практической реализации инженерного образования в рамках болонских реформ [8]. Так, в Германии прием на традиционные моноуровневые инженерные программы предполагаются завершить только в 2010 году. В Норвегии, Испании, Швеции, России и ряде других стран планируется сохранить одноуровневые интегрированные программы параллельно с новыми двухуровневыми.

В Европе наблюдается крайне сложный ландшафт в области высшего образования. Сегодня европейское образование – это своеобразная мозаика. Системы в разных странах отличаются по структуре и содержанию. Разнообразие образовательных программ и присваиваемых квалификаций, педагогических технологий, систем обеспечения и оценки качества сдерживает успешное продвижение реформ по созданию общеевропейского образовательного пространства с целью повышения мобильности граждан на рынке труда и усиления конкурентоспособности европейского высшего образования.

Реализация болонских реформ потребует от европейских стран сделать намного больше, чем Россия и Казахстан, в которых многие проблемы единства образовательных программ и академического пространства решены введением государственных образовательных стандартов. Предложения российской стороны обсудить в будущем возможную форму аналогичного общеевропейского инструмента вызвали отрицательную реакцию представителей Европы. Их мотивировка: никакие эталоны в образовании невозможны. В этой короткой полемике проявляется основное противоречие Болонского процесса, которое будет сдерживать его развитие и продвижение, – противоречие в национальных позициях по различным аспектам образовательного процесса. В болонских документах подчеркивается уважение к национальным особенностям, традициям в образовании. Но, с другой стороны, интеграционные процессы определенным образом должны видоизменить национальные различия.

Переломным этапом в истории казахстанской высшей школы является введение в 2004 г. Классификатора специальностей высшего образования, знаменующего отказ от моноуровневой подготовки и переход к двухуровневой (бакалавриат-магистратура). Принципиальная особенность Классификатора заключалась в значительном сокращении числа технических специальностей за счет укрупнения ранее существовавших около 140 узконаправленных специальностей. Такое революционное новшество, на наш взгляд, было преждевременным. Система высшего образования и, в частности, технические вузы не были готовы к радикальным изменениям в организационном и

социально-экономическом отношении [9]. Отсутствовали четко сформулированные цели таких реформ и ожидаемые результаты. По-видимому, решающим фактором послужил принцип экономии средств под флагом модернизации в духе Болонского процесса. За 4 года подготовить востребованных бакалавров по укрупненным техническим специальностям, представляющим, как правило, наукоемкие направления, весьма сложно.

Отказ от 5-летней подготовки дипломированных специалистов, и в частности инженеров по техническим направлениям, и тотальный переход на укороченную бакалаврскую подготовку – это шаг, снижающий в целом уровень образованности казахстанского общества. Значительная часть обучающейся молодежи (более 90%) задействована на первом уровне высшего образования – бакалавриате со сроком обучения 4 года. С учетом 11-летней длительности в средних школах в целом образовательный уровень в Казахстане составляет 15 лет. За рубежом с учетом 12-летнего школьного обучения образовательный уровень без магистратуры и докторантуры составляет 16 лет.

Четверть всей казахстанской бакалаврской программы обучения связана с изучением общеобразовательных дисциплин, в то время как за рубежом трудоемкость подобных дисциплин не превышает 8-10% [10]. Более того, часть дисциплин естественно-научного профиля за рубежом отнесена в программы средних школ. В итоге наш бакалавр-выпускник, превосходя зарубежного коллегу в общеобразовательной подготовке, уступает в практико-специализированной. Поэтому тезис о том, что современный бакалавр по уровню знаний, умений и в особенности практических навыков – это недоученный инженер, не лишен оснований.

Здесь уместно подчеркнуть, что сроки обучения – это категория скорее экономическая, связанная с финансированием, нежели содержательная. Содержательная характеристика образовательных программ определяется не только сроком обучения, но и всей инфраструктурой образовательного процесса, обеспечивающей конечный результат.

Реформирование отечественного высшего образования в 2004 г. начато по наполеоновскому принципу: «Главное ввязаться в бой, а там видно будет». Не следовало революционным путем слепо копировать западный опыт многоуровневой подготовки, который отрабатывался за рубежом не одно десятилетие. Необходим постепенный переход на европейские стандарты для обеспечения социально-психологической адаптации, глубокого анализа всех аспектов этого новшества с учетом кадрового состава вузов научно-методического обеспечения образовательного процесса и финансовых возможностей.

Бесспорно, наше образование нуждается в модернизации. Высшее образование теряет привлекательность. Перестали быть престижными профессии педагога, ученого. Профессорско-преподавательские составы вузов стареют. Практически отсутствует приток талантливой

молодежи в научно-образовательную сферу. Финансовых средств для систематического обновления материально-технической базы недостаточно. Система образования стала одной из проблемных сфер социально-экономического комплекса. Без кардинального решения накопившихся проблем трудно обеспечить подготовку конкурентоспособных специалистов.

Европейские эксперты в области высшего образования и Болонского процесса высказывают опасение, что введение бакалавриата и магистратуры приведет к снижению качества образования [11]. Поспешность реформ и упрощенческие решения при формировании образовательных программ двухуровневой структуры послужили основанием для подобной оценки.

Инновационные эффекты в образовании дадут только те новшества, которые повышают качество образования и его конкурентоспособность. Одним из таких инновационных направлений является конструктивное партнерство вузов и бизнес-сообщества. В условиях глобализации и высокой динамики перемен в технике и технологиях нужен постоянный диалог высшей школы, работодателей и профессиональных сообществ в части формирования разноуровневых образовательных программ, требований к выпускникам, их компетенций.

Созданный по инициативе и на базе КарГТУ первый в Казахстане Корпоративный Университет является образцом качественно новой системы подготовки кадров [12]. Синергетический эффект корпоративного взаимодействия высшей технической школы и бизнес-сообщества стал двигателем, определяющим результативность работы такого стратегического партнерства. Повысилась практико-ориентированная составляющая профессиональной подготовки, что крайне важно в условиях дефицита финансовых средств и устаревшей материально-технической базы. Налажен мониторинг потребности промышленных предприятий и регионов в специалистах технического профиля и начата адресная подготовка технических кадров для предприятий Корпоративного университета.

На корпоративной основе начата совместная разработка стандартов нового поколения, формирующих области знаний и компетенций выпускников, а также перечня и содержания вузовского компонента образовательных программ. Более чем в 5 раз увеличен объем хозяйственных работ. Обучающиеся студенты, вовлеченные в решение конкретных задач производства, стали активными соучастниками объектно-ориентированного образовательного процесса. Корпоративное образование обеспечивает условия для раннего вовлечения студентов в реальные производственные отношения и карьерного роста.

В разработанной КарГТУ Концепции развития высшего технического образования с учетом вхождения РК в Болонский процесс обозначена приоритетная роль всех участников – субъектов образовательного процесса. Социальное партнерство как один из принципов Болонского соглашения

должно выступать как способ достижения баланса интересов всех участников процесса на условиях равноправия и социальной справедливости. Обучающиеся студенты заинтересованы в получении конкурентоспособного образования и социальных гарантий, бизнес-сообщество – в пополнении квалифицированными специалистами, вузы – в повышении имиджа и увеличении спроса на образовательные услуги, а государство в целом – в гарантированном формировании и выполнении заказа на подготовку профессиональных кадров.

Ключевая роль в отечественной системе высшего образования принадлежит государственным стандартам, являющимся основным регламентирующим документом. Начиная с 1995 г. в РК введено уже несколько поколений госстандартов. Благодаря стандартам было налажено и сохранено в масштабе страны единое образовательное пространство. В условиях неконтролируемого роста числа негосударственных вузов и повального открытия образовательных учреждений в виде филиалов нужен был механизм сохранения единства требований к вузам в части содержания программ, качества обучения и сроков. В этом плане ГОСО сыграли свою положительную роль. По мере развития высшего образования идеология госстандартов менялась в направлении либерализации и предоставления вузам большей автономии.

В последнее время актуализировалась проблема оценки уровня подготовки специалистов по интегральному показателю, каким является компетентность. Переход на компетентностную модель предопределен жизненной практикой.

Современный рынок труда диктует новые требования. Востребованы не сами по себе знания, умения и навыки, а способность выпускника вуза на основе всего приобретенного результативно выполнять функциональные обязанности в соответствии с полученной квалификацией по данной специальности. В течение длительного времени система высшего образования в основном функционировала как ретранслятор знаний.

Ранее в середине XX века специалист мог освоить львиную долю знаний, которую выработало человечество в своей профессиональной области. Критерий успешности и востребованности специалиста оценивался по формуле: «Знаешь – не знаешь».

В настоящее время объем знаний многократно увеличился. Образованный специалист в информационно насыщенном обществе способен освоить лишь незначительную часть знаний. Современные университеты сегодня должны наряду со знаниями научить будущих специалистов добывать знания и уметь их применять в дальнейшем на практике. По сути это и есть компетентностный подход, символизирующий переход от чисто знаниевой составляющей к компетентностной. Поэтому востребованность и успешность специалиста должны определяться формулой: «Умеешь – не умеешь».

В толковании самой сущности компетентностного подхода и сферы его применения есть много сложных моментов [13]. Компетентностный подход, не отрицая основополагающей роли знаний в подготовке специалистов, акцентирует внимание на формирование способности и их результативное использование. Компетентностная модель выпускника в современной трактовке должна быть менее жестко привязана к конкретному объекту и предмету труда, что обеспечивает более высокую мобильность в условиях меняющегося рынка. Модель профессиональной компетентности выпускника технического вуза может включать различные виды компетенций: социально-личностные, экономические и организационно-управленческие, общенаучные, общепрофессиональные, специальные. Указанные виды компетенций должны соответствовать дипломированному специалисту, освоившему полный цикл инженерной подготовки.

Какими компетенциями должен обладать казахстанский бакалавр? Насколько должны быть развиты специальные компетенции, памятуя о том, что бакалавриат – это первый уровень высшего образования? Вопросов много.

Разработку государственных образовательных стандартов нового поколения по специальностям бакалавриата, магистратуры и докторантуры согласно Новому классификатору специальностей высшего и послевузовского образования следует осуществлять на основе компетентностной модели выпускника. Компетентностный подход имеет кардинально инновационный характер по сравнению со старой моделью (знания – умения – навыки). Динамика перемен сейчас настолько высока, что устаревание информации происходит значительно быстрее, чем цикл обучения. По данным аналитической компании «Артур Андерсен», объем знаний, которыми в данное время обладает человечество, удваивается каждые пять лет, а в 2020 году знания будут удваиваться каждые 72 дня. Поэтому традиционная установка на передачу от преподавателя к обучающемуся необходимого запаса знаний становится малоэффективной и оторванной от жизненных реалий. Смещение конечной цели образования от знаний, умений и навыков к компетентности представляется вполне логичной и соответствующей духу болонских преобразований [12].

Говоря о важности проблемы формирования госстандартов, следует отметить, что болонские реформы не оперируют таким нормативно-правовым документом, каким является для нас стандарт. Более того, Болонскому процессу чуждо такое понимание стандартов, которое оценивается как нарушение принципа автономности вузов. В европейских вузах рыночный подход: если вуз недодал студенту, он будет неконкурентоспособным, а из этого следует, что скоро неконкурентоспособным станет и вуз. Это – известный способ проб и ошибок, который может поломать судьбы обучающихся. Казахские госстандарты, выполняя, прежде всего, целевые образовательные функции, в определенной мере решают и социальные функции, смягчая и

предупреждая возникновение таких ситуаций. Госстандарты служат стимулом для постоянного совершенствования всех аспектов образовательного процесса. Отсутствие стандартов может привести к вседозволенности в выборе содержания образовательных программ и, как следствие, к снижению качества подготовки специалистов.

На пути болонских реформ необходим глубокий анализ существующих образовательных стандартов в направлении перехода от знаниевой модели к компетентностной. При этом формирование содержания разноуровневых образовательных программ как достаточного минимума – сложнейшая задача, обусловленная отсутствием четкой методологии трансформации характеристик содержания трудовой деятельности и профессиональных требований к специалисту в содержание его обучения, отбора необходимых знаний. К решению этой архисложной задачи необходимо привлекать научно-педагогическую общественность и представителей заинтересованного бизнес-производства.

Стремление в рамках модернизации высшего образования ускоренными темпами выйти за пределы ЗУНовской (знания-умения-навыки) модели без основательной научно-методической проработки может привести к непредсказуемым результатам. Необходим переходный период для глубокого осмысления и выработки практических приложений компетентностного подхода.

В условиях глобализации особую остроту в обществе обретает проблема соотношения образования и воспитания. Воспитательный процесс – не только основополагающий фактор социального поведения школьника и студента, но и важнейший компонент их общей культуры. Ранее советской системе образования был присущ достаточно высокий уровень нравственно-гражданского и эстетического воспитания молодежи, соответствующий требованиям и целям того времени. В первые годы суверенитета в борьбе за деидеологизацию образования реформаторы-радикалы «с водой выплеснули и ребенка». Духовные и этические ценности, которым предыдущие молодые поколения посвящали «души прекрасные порывы», уступили место западным индивидуалистическим установкам и ценностям далеко не цивилизованной рыночной экономики. Негативную роль оказал ложный постулат о том, что такое воспитание в школе и вузе – это насилие над личностью. В итоге ликвидированы детские и юношеские организации. Значительная часть молодежи оказалась на улице. Утратили значимость такие понятия, как честь, достоинство, патриотизм. Сформируется другая система ценностных координат, так называемое клиповое восприятие жизни и слепой прагматизм. Все эти моменты не могут не усилить тенденцию к нравственной деградации молодого поколения.

Один из крупнейших экспертов в области высшего образования Питер Скотт заметил [11]: «к сожалению, в современном университете вопросы нравственности отходят на второй план...».

Инициатором системного подхода в реализации воспитательной функции современного университета выступил Карагандинский государственный технический университет – вуз Первого Президента РК, где Н.А. Назарбаев получил общенаучную подготовку и в котором в 2008 г. начато внедрение комплексной программы патриотического воспитания студенческой молодежи. Уникальная модель патриотического воспитания на примере Первого Президента рассмотрена в апреле 2009 г. на заседании Социального совета при фракции НДП «Нур Отан» в Мажилисе Парламента РК, в декабре 2009 г. на заседании «Круглого стола» Комитета по социально-культурному развитию Мажилиса Парламента РК и 17 сентября 2009 г. на международной конференции в г. Болонье (Италия), где получила высокую оценку со стороны специалистов. Предварительные результаты этой масштабной по объему и значимости работы свидетельствуют о своевременности этих гуманитарно-воспитательных мер [14].

От того, как мы воспитаем и какое образование дадим молодежи, зависит будущее Казахстана. Особенно важен этот тезис в настоящее время, когда виртуальная реальность, создаваемая Интернетом, технотизирует сознание значительной части молодежи, становится для нее иллюзией реального мира и снижает потребность в духовном обогащении.

Процесс «университетизации» вузов, начавшийся в 90-е годы в нашей стране, не следует рассматривать упрощенно, как стремление подражать Западу. Причины более глубинны. Социально-экономические и политические преобразования делают необходимым отход от узковедомственной направленности в подготовке специалистов и «конечного образования» – образования на всю жизнь» и переходить к более гибкому студентоцентрированному образованию. Если многоуровневую структуру подготовки технических кадров рассматривать с этих позиций, то она жизнеспособна. Если же она используется лишь для сокращения сроков обучения и экономии средств, то она пагубна.

Болонский процесс, направленный на формирование единого общеевропейского образовательного пространства в целом сегодня не вызывает принципиальных возражений. Однако поспешная и необдуманная реализация этого глобального проекта, может привести к негативным последствиям. Необходимо пояснить, что декларируемое единство не означает тождество. Нужно говорить о единстве разнообразного, а не однообразного. Любая система более эффективна и подвержена развитию в случае, если ее составляющие дополняют друг друга, а не отрицают путем подчинения. Справедливости ради следует отметить, что официальные документы Болонского процесса декларируют общие принципы и уважение к особенностям национальных образовательных систем. К сожалению, внутри стран эти принципы нарушаются, наблюдаются попытки механического упрощения процесса [11].

Болонские реформы вызвали волну протестов в ряде стран Европы [15]. Весной 2008 г. выступления

студенческой молодежи и общественности заставили Президента Франции Н. Саркози отказаться от планируемого сокращения тысячи преподавателей с целью экономии бюджетных средств. Аналогичные выступления произошли в Германии, Италии, Испании и Греции, где молодежь требовала отказаться от радикальной перестройки высшей школы под прикрытием Болонского процесса.

Как глобализацию или погоду, Болонский процесс можно любить или не любить, однако его нельзя игнорировать. К нему необходимо приспосабливаться вне зависимости от различных оценок со стороны властных структур, университетов, профессорско-преподавательского состава и студентов. Сегодня Болонский процесс представляет собой рабочую среду для высшего образования в Европе.

Это масштабный проект, который не завершится, как было запланировано в 2010 году. Одна из причин – низкая осведомленность европейских стран, университетов, ППС и студентов о целях, задачах и принципах реформирования образования в соответствии с Болонской декларацией. Многие страны приняли двухуровневую структуру поспешно, что привело к упрощенческим решениям. В европейском сообществе и в России бытует мнение, что Болонская декларация подписана министрами образования 29 стран без учета мнения вузов. В докладе Европейской ассоциации университетов TrendsV говорится [11]: «Хотя указание 2010 года в качестве крайнего срока реализации Болонского процесса необходимо для стимулирования действий, нет никаких сомнений, что потребуются гораздо больше времени для того, чтобы начать пожинать плоды долгосрочных культурных преобразований».

В эпоху глобализации высшая техническая школа Казахстана не должна быть в стороне от мировой цивилизации. Однако любые реформаторские действия по Болонскому сценарию должны базироваться на национальной системе. Выступая в Алматы на международном форуме по присоединению Казахстана к Болонскому процессу, Министр образования и науки РК Ж. Туймебаев отметил, что интегрируясь в единое образовательное пространство, ставится задача построения национальной модели конкурентоспособного многоуровневого образования, адекватного мировым стандартам [16]. Первые шаги уже сделаны. В настоящее время 30 казахстанских вузов подписали Великую хартию университетов.

Казахстанская система высшего образования как часть бывшей советской высшей школы имеет глубокие корни и значительные успехи. За 18-летний период суверенитета мы приобрели самостоятельный опыт, способности к анализу проблем, и есть перспектива выбора правильных ориентиров в дальнейшей модернизации отечественной высшей школы.

Исследованиями по выявлению требований к человеческим ресурсам установлено, что в Казахстане дефицит квалифицированных специалистов по разным отраслям промышленности составляет 39,4 %. Большинство иностранной квалифицированной

рабочей силы, привлекаемой из России, США и Китая, занимает руководящие должности, требующие высокий уровень компетенции. В настоящее время значительная часть незанятых рабочих мест – это вакансии для квалифицированных специалистов различных отраслей промышленности. Дефицит кадров с высшим техническим образованием вызван прекращением выпуска дипломированных инженеров в Казахстане.

Стратегической целью модернизации казахстанского образования, как подчеркнул Президент РК Н. Назарбаев, является подготовка конкурентоспособных специалистов. Это означает, что модернизация всего образовательного комплекса страны должна идти по пути становления инновационного образования. Задача очень сложная, сопоставимая с переходом сырьевой экономики на индустриально-инновационную.

Все разговоры о переходе на инновационное образование и повышение его качества бессмысленны без существенных инвестиций. Казахстанские университеты могут стать конкурентоспособными на мировом рынке труда в случае резкого увеличения финансирования. Почему мировые рейтинги вузов возглавляют в основном университеты США, а не европейские? Ответ видится в финансировании. Расходы на 1 студента в университетах США составляют более 20 тыс. долларов, в Великобритании, Франции более 11-12 тыс. долларов, в России около 1,5 тыс. долларов.

Одним из стратегических препятствий на пути к Болонскому процессу является сравнительно низкий уровень языковой подготовки, унаследованный еще со времен СССР. Казахстан и страны СНГ в основном страны моноязычные. Вся разнотипная Европа говорит на английском языке. Даже супернационалистическая Франция заговорила на английском. Нам необходимо при переходе на 12-летнее школьное обучение кардинально решать языковую проблему.

Модернизация высшего образования должна быть синхронизирована с реформами средней общеобразовательной школы. Предстоящий переход на 12-летний цикл школьного обучения – это масштабная работа, в процессе которой наряду с кардинальным улучшением языковой подготовки выпускников необходимо часть вузовских дисциплин

социально-гуманитарной направленности перенести в школьную программу и исключить дублирование ряда дисциплин. Высвободившийся бюджет времени вузовской программы компенсировать усилением практико-ориентированной составляющей бакалаврской профессиональной подготовки. В этом случае можно говорить о подготовке бакалавра, по уровню компетентности адекватного дипломированному специалисту.

До перехода общеобразовательной школы на 12-летнее обучение можно рекомендовать усилить профессиональную практико-ориентированную составляющую бакалаврской программы за счет удлинения срока обучения, что не противоречит принципам Болонского процесса.

Существующую ныне ситуацию с низким образовательным уровнем (15 лет) необходимо улучшать за счет существенного увеличения бюджетного набора в магистратуру (не менее 25-30% от выпуска бакалавров). Естественно, все это потребует повышенных нормативов финансирования.

Реформы в образовании дадут позитивные результаты, если будут не камерными начинаниями узкого круга чиновников, а формироваться публично и гласно с широким привлечением научно-педагогической общественности. Надо создать независимый, работоспособный Союз ректоров вузов Казахстана по аналогии с Российским союзом, упорядочить процедуру избрания ректоров вузов.

Модернизация системы высшего образования не должна сводиться лишь к организационно-структурным изменениям, в основе которых превалирует принцип минимизации финансирования. Надо существенно увеличивать зарплату ППС вузов, опережающими темпами поднимать зарплату молодым преподавателям, изыскивать средства для систематического обновления материально-технической базы.

В преддверии вступления в Болонский процесс Казахстану необходимо рассматривать основные положения Болонской декларации через призму отечественной модели высшего образования и его современного состояния. Проблема модернизации образования должна коснуться сущностных сторон деятельности вузов, а не должна сводиться к формальным постулатам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Слепухин А., Костюченко Л. Инженерное образование в свете Болонского процесса // Высшее образование в России. 2006. №6.
2. Лукичев Г. Образование стран Европейского союза устремлено в будущее // Вопросы образования. 2005. № 4.
3. Шукшунов В. Хорошее образование – бесценный ресурс человечества // Ректор вуза. 2008. №6.
4. Шудегов В. Все новации в образовании должны быть тщательно прорасчитаны и проработаны // Ученый совет 2009. №9.
5. Муратова Ю., Радаев В. На полдороге к будущему: Оценка включенности группы российских вузов в Болонский процесс // Вопросы образования. 2007. № 3.
6. Геворкян Е., Мотова Г. Болонский процесс и сотрудничество в области обеспечения качества: Опыт Российской Федерации // Там же. 2004. №4.
7. Rauhvarqers A. Bologna Process Developments Between the Berlin and Bergen Ministerial Conferences. (2003-2005). 2005. P. 1-24.
8. Галаган А., Прянишникова О. Реформирование инженерного образования в Европе в соответствии с требованиями Болонской декларации // Социально-гуманитарные знания. 2005. №6.
9. Пивень Г., Пак Ю. Казахская высшая школа и Болонский процесс // Высшее образование в России. 2005. №9.
10. Пак Ю., Пак Д. Технические университеты на пути Болонских реформ // Труды КарГТУ. 2008. №4.

11. Болонский процесс. На пути к Лондону / Под ред. В. Байденко. М., 2007.
12. Газалиев А., Пак Ю. Некоторые аспекты модернизации высшей технической школы и Болонский процесс // Труды Междунар. науч. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстан-2030». Вып. 2009. №1.
13. Татур Ю. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалиста // Высшее образование сегодня. 2004. №3.
14. Газалиев А. Формирование Казахстанского патриотизма на примере Первого Президента РК // Труды Междунар. науч. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии Казахстана-2030». Вып. 2009. №1.
15. Хирш Н. Бойкот Болонскому процессу: Беспорядки в защиту образования // Alma mater. Вестник высшей школы. 2009. №4.
16. Туймебаев Ж. Цели высшего образования Республики Казахстан на пути к Болонскому процессу. Выступление на Рабочем заседании по присоединению Казахстана к Болонскому процессу. 05.02.2009 г. / КазНУ им. аль-Фараби. Алматы, 2009.

УДК 004.421.2:519.8:378.091.214

А.А. АБДУЛДИНА

Критерии оценки расписания занятий высшего учебного заведения и автоматизация его оптимизации

Задача автоматизированного формирования расписаний учебных занятий выделяется системой управления образовательной деятельностью как наиболее актуальная в планировании учебного процесса, так как расписания приходится составлять каждый семестр, в отличие от учебных планов и учебных программ. Для автоматизированных систем составления расписаний занятий в целом характерна сильная зависимость от специфики конкретных учебных заведений уже на уровне математических моделей и представления данных, что затрудняет использование типовых систем. Многие исследователи считают, что эффективно могут применяться только системы, спроектированные и реализованные от начала до конца для конкретных учебных заведений [1, 2]. Немаловажную роль в процессе проектирования оказывает также целевая функция (критерий оптимальности). При задании нескольких целевых функций задачу называют многокритериальной, решение которой сводится к нахождению глобального оптимума. В работе [3] предлагаются три критерия оптимизации, связанных с равномерным распределением занятий у групп, а также подробно описаны этапы вычисления интегральной оценки расписания.

Рассмотрим следующую задачу. Есть некоторое готовое расписание $H_{расп}$ и заданы следующие критерии оптимальности:

Критерий 1. Минимизация количества «окон» у преподавателей:

$$K_1 = s \mid \forall p, \forall t_a \mid \min\{t_i : s = 1\} - \max\{t_i : s = 1\} - N_p \mid \rightarrow \min, (1)$$

где s – булево значение «учебной пары»;

p – номер преподавателя;

N_p – максимальное количество занятий у преподавателей в неделю;

t_a – номер «учебной пары».

Критерий 2. Минимизация количества «окон» в аудиториях:

$$K_2 = s \mid \forall a, \forall t_a \mid \min\{t_i : s = 1\} - \max\{t_i : s = 1\} - N_a \mid \rightarrow \min, (2)$$

где N_a – максимальное количество занятий в неделю.

Нужно получить расписание $H'_{расп}$, удовлетворяющее вышеуказанным критериям. Для решения задачи были применены вычисления интегральной оценки расписания, описанные в работе [3].

Критерии оптимальности (1) и (2) для каждого занятия имеют одинаковую шкалу измерения $[0,1]$ и приведены к безразмерному типу при помощи линейной функции нормированных частных показателей качества:

$$k_i^s = \frac{K_i^s - K_i^{\min}}{K_i^{\max} - K_i^{\min}}, \quad (3)$$

где K_i^s – текущее значение i -го критерия оцениваемого занятия;

$K_i^{\max}$ – максимально возможное значение i -го критерия;

$K_i^{\min}$ – минимально возможное значение i -го критерия;

$$K_i^{\min} \leq K_i^s \leq K_i^{\max};$$

$$k_i^s \in [0,1].$$

Для каждого занятия расписания рассчитывается аддитивная функция выбора занятия.

Весовые коэффициенты критериев этой функции могут быть как статическими, так и динамическими:

$$q^s = \sum_i (e_i k_i^s). \quad (4)$$

Такой метод свертывания критерия, называемый методом взвешенных сумм, позволяет создавать приоритет более важным частным критериям оптимальности за счет увеличения для них значений весовых коэффициентов e_i .

Величина e_i задает в количественном измерении предпочтение i -го критерия над другими критериями оптимальности, причем $\sum_i e_i = 1$. Нормирование

весовых коэффициентов производится следующим образом:

$$e_i = \frac{|N_i|}{\sum_i |N_i|},$$

где $|N_i|$ – минимальное требуемое количество перестановок для оптимизации i -го критерия. Эти значения соответствуют минимально необходимому числу перестановок занятий для получения «идеального» расписания по критериям K_1 и K_2 . Расчет динамических весовых коэффициентов e_i производится на каждом шаге оптимизации.

Функция интегральной оценки расписания по всем критериям оптимальности, показывающая разницу между текущим и «идеальным» расписанием занятий, вычисляется по следующей формуле:

$$Q = \sum_s \sum_i k_i^s.$$

Вычисление нормированной функции частных показателей качества (3) для 1-го критерия оптимальности (минимизация количества «окон» у преподавателей).

Максимальное значение этого критерия для занятия будет равным N_p . Критерий принимает максимальное значение при условии, что в день t_d есть только одно занятие или оно вообще отсутствует. Минимальное значение критерия равняется $K_1^{\min} = 1 - M_p - N_p$, где M_p – максимальное количество пар в день. Текущее значение критерия вычисляется следующим образом. Пусть $w_{\min} = \min(t_n : s=1)$, $w_{\max} = \max(t_n : s=1)$ для текущего дня t_d . Тогда текущее значение критерия равно:

$$K_i^s = \begin{cases} w_{\min} + t_s \cdot (w_{\max} - w_{\min}) - N_p, & \text{если } t_n < w_{\min}; \\ w_{\min} - t_s \cdot (w_{\max} - w_{\min}) - N_p, & \text{если } t_n > w_{\min}, \end{cases} \quad (5)$$

где t_s номер «учебной пары» текущего занятия s .

Вычисление нормированной функции частных показателей качества (3) для 2-го критерия оптимальности (минимизация количества «окон» в аудиториях).

Максимально значение данного критерия равняется максимальному количеству «учебных пар» N_a , проводимых в аудитории в течение недели. Минимальное значение равняется $K_i^{\min} = 1 - F_a - N_a$, где F_a – максимальное количество пар в день для аудитории. Текущее значение 2-го критерия рассчитывается точно так же как, и у 1-го критерия, с той лишь разницей, что вместо значения N_p в (5) нужно подставить значение N_a .

После вычисления нормированной функции для обоих критериев необходимо найти значение аддитивной функции выбора занятия (4) для всех занятий. Среди полученных значений, выбирается максимальное значение, соответствующее ему занятие k подлежит изменению временного таймслота $t \in T$.

Множество возможных решений является множеством вариантов изменения занятия k , которое можно назначить из текущего состояния расписания H^{k-1} . Далее из множества возможных вариантов изменения занятия выделяется подмножество U^k ,

которое состоит из вариантов изменения занятия k , удовлетворяющих аксиоме Парето. Каждый конкретный вариант перестановки u_i^k этого подмножества представляет собой вектор вновь назначаемых вариантов изменения занятия. Перестановки производятся до тех пор, пока в результате вычисления функции выбора занятия (4) не останется ни одного занятия для оптимизации. Предложенное решение задачи оптимизации начального расписания занятий заключается в том, чтобы изменять занятия с максимальной стоимостью (по функции обобщенных критериев оптимальности) и получить такое Парето-решение, имеющее минимальное значение интегральной оценки расписания.

Для решения задачи многокритериальной оптимизации расписания занятий возникла необходимость составления компьютерной программы.

Такая программа была составлена на языке РНР 5.0 и введена в состав автоматизированной информационной системы управления учебным процессом ВКГУ им. С. Аманжолова. С учетом высоких требований к производительности и степени распределенности данная информационная система управления учебным процессом имеет трехуровневую архитектуру: сервер базы данных (БД) – сервер приложений – клиент.

Применение методов многокритериальной оптимизации имеет определенную зависимость от предметной области, поэтому существует необходимость создания специализированных моделей и методов многокритериальной оптимизации начального расписания занятий для интегрированных систем управления учебным процессом высшего учебного заведения. Исходными данными для программы оптимизации является учебное расписание, которое разрабатывается с помощью программы «Редактор расписания» и вносится в базу данных информационной системы. До работы с данной программой в систему вносятся данные по специальностям, дисциплинам, преподавате-

лям, студентам, академическим группам, учебному плану, распределению педагогической нагрузки, аудиторному фонду. Трехуровневая архитектура облегчает управление конфигурацией, поскольку клиентские системы изолированы от третьего уровня. В случае выхода из строя сервера баз данных, достаточно произвести простое переконфигурирование серверов второго уровня, не затрагивая клиентские системы. Особенности архитектуры позволяют сосредоточить физическое размещение информационных ресурсов в мощных вычислительных центрах.

С помощью программы «Редактор расписания», диспетчерская служба университета отслеживает занятость преподавателей, аудиторий, групп, тем самым в расписании исключается возможность ведения преподавателем в одно и то же время различных дисциплин или же занятие одной и той же аудитории несколькими преподавателями. Системой также ведется журнал изменений в базу данных, в котором фиксируются действия над всей базой данных или отдельными ее таблицами. В многопользовательской среде ведение такого журнала

позволяет определить источник недостоверных или искаженных данных.

Благодаря корпоративной сети, объединяющей все учебные корпуса, программа доступна с любого компьютера университета. Сформированное таким образом расписание является исходным для программы «Оптимизация расписания». Помимо исходного расписания для программы задаются также критерии оптимизации. Для каждого критерия в программе присутствует свой алгоритм вычисления частных показателей качества расписания. В результате работы программы начальное расписание оптимизируется и выводится подробный отчет о производимых программой перестановках. Полученное расписание сохраняется в базе данных для изучения, корректировки и дальнейшего его утверждения его диспетчерской службой.

Сравнив результаты расчетов с использованием статичных весов с вариантами расписаний, получаемыми при использовании динамичных весов, сделан вывод о том, что использование динамичных весов эффективно при отсутствии информации о важности критериев оптимальности и дает, в ряде случаев, Парето-оптимальные решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерунов В.П. Формирование оптимального расписания учебных занятий в вузе / Ерунов П., Морковин И.И. // Вестник ОГУ. 2001. № 3. С. 55-63.
2. Burke E. Automated University Timetabling: The State of the Art / Burke E., Jackson K., Kingston J., Weare R. // Computer Journal. 1997. V. 40. P. 565-571.
3. Клеванский П.Н. Разработка математической модели глобальной оптимизации расписания занятий / Клеванский И.П., Костин С.А., Пузанов А.А. // Сложные системы. Анализ, моделирование, управление Саратов: Издательство «Научная книга», 2005. С.39-42.

УДК 004.4:378.4(574.42)

А.С. ТЛЕБАЛДИНОВА,
Б.С. КАЛЕНОВА,
Ж.З. ЖАНТАСОВА

О некоторых вопросах автоматизации кадровой службы вуза

Известно, что автоматизация кадровых служб началась одновременно с внедрением информационных технологий в управление. Однако темпы распространения программных продуктов, предназначенных для организации работы бухгалтерии или управления производством, намного опередили спрос на специализированные программы автоматизации кадровых служб. Вероятно, это связано с тем, что автоматизация служб персонала достаточно долгое время не считалась первостепенной задачей. Это касается не только кадровой службы различных производств, но и сферы образования.

Для кадровых служб вуза требуется внедрение новых технологий, которые предназначены не только для автоматизации документооборота, но и наделены функциями прогнозирования и планирования

потребности в кадрах, организации работы по оценке и формированию кадрового резерва, обучению, аттестации и рациональному использованию кадра, что непременно скажется и на качестве образования.

Большинство программ, которые предназначены для автоматизации кадровых служб, разработаны именно для производственной системы. Среди них можно выделить модули кадровых служб в комплексных системах управления предприятием (Enterprise resource planing-systems – ERP-системы), универсальные программные продукты, выпущенные казахстанскими разработчиками, и небольшие программы, не претендующие на полноценную автоматизацию кадрового делопроизводства. Программы класса ERP, пожалуй, относятся к наиболее сложным системам, с которыми приходится

сталкиваться в бизнесе. Такие решения могут позволить себе очень крупные предприятия. Стоимость ее внедрения исчисляется сотнями тысяч долларов. К тому же сохраняется проблема приспособленности этих модулей к реалиям казахстанской кадровой работы. Казахстанские создатели программного обеспечения для автоматизации отдела кадров нашли пути решения этой задачи (ИнтерКомпьютерСервис, 1С:Казахстан и др.). Но для большинства предприятий они все равно остаются недоступными из-за дороговизны.

Анализируя вышеназванные причины, решение задачи создания информационно-управляющей системы (ИУС) «Кадры» как одной из подсистем образовательного пространства вуза является актуальным.

Эффективность функционирования системы управления кадрами в значительной степени зависит от информационно-управляющей системы. Последняя представляет собой совокупность данных о состоянии управляемой системы и тенденциях ее развития с помощью количественных характеристик процессов, происходящих в составе работников. Собственно, любое управленческое решение должно основываться на знании ситуации, влияющих факторов, их взаимосвязей.

После проведения исследования данной подсистемы и ее структуры управления как предметной области, разработаны ее формализованные модели. Для формализации данного процесса в виде моделей был применен объектно-ориентированный подход. Данный подход был выбран на основе сравнительного анализа подходов к проектированию информационных систем. Сравнительный анализ структурного и объектно-ориентированного подходов проводился на основе сильных и слабых сторон подходов, а также опыта их практического применения в проектах автоматизации. Хотя не существует решающих аргументов, доказывающих несостоятельность того или иного подхода, наиболее применимым для формирования требований и построения модели подсистемы оказался объектно-ориентированный подход, точнее, методология UML. К преимуществам применения объектно-ориентированного подхода относятся:

- сравнительная легкость, наглядность, эффективность моделей;
- возможность адаптировать методологию UML собственными элементами и видами диаграмм;
- возможность автоматической генерации кода на основе построенных моделей.

В языке UML для этапов анализа предназначены следующие виды диаграмм:

- use case diagrams (диаграммы вариантов использования);
- class diagrams (диаграммы классов);
- interaction diagrams (диаграммы взаимодействия);
- statechart diagrams (диаграммы состояний);
- activity diagrams (диаграммы деятельности);
- component diagrams (диаграммы компонентов);
- deployment diagrams (диаграммы размещения).

Проанализируем их функциональную пригодность и для некоторых из них приведем примеры из фрагментов функциональной модели подсистемы.

Use case diagrams – представляет собой последовательность действий, выполняемых системой в ответ на событие, инициируемое некоторым внешним объектом (действующим лицом (рис. 1). Вариант использования описывает типичное взаимодействие между пользователем и системой.

Плюсом диаграммы является ее простота, наглядность и читабельность неспециалистами. Фактически является некоторым аналогом нотации IDEF0 (прецедент – работа, актер – один из механизмов).

Class diagrams – определяет типы классов системы и различного рода статические связи, которые существуют между ними. На диаграммах классов изображаются также атрибуты классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между ними (рис.2). Преимуществом этой диаграммы является легкость исправления проектного решения в соответствии с изменившейся бизнес-логикой, т.к. в динамически построенной модели нет необходимости полной перестройки, присущей нотациям структурного подхода. В частности, изменение отдельных классов и связей между ними не затронет общей концепции модели.

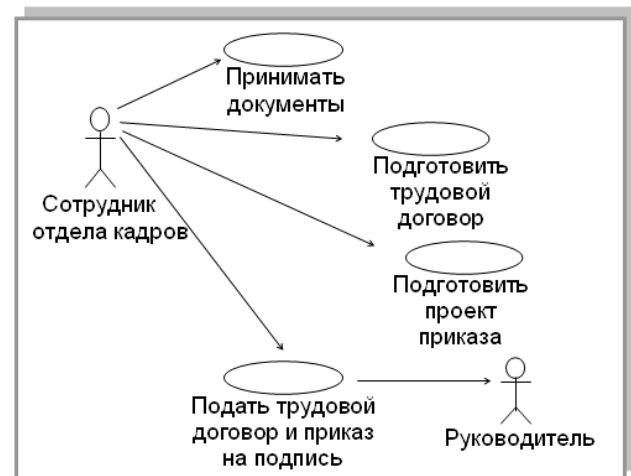


Рис. 1. Пример диаграммы вариантов использования



Рис. 2. Диаграмма классов

Interaction diagrams – описывают поведение взаимодействующих групп объектов. На такой диаграмме отображаются ряд объектов и те сообщения, которыми они обмениваются между собой. Существует два вида диаграмм взаимодействия: диаграммы последовательности и кооперативные диаграммы. Диаграмма последовательности позволяет отразить поток событий, происходящих в рамках одного варианта использования. Из этой диаграммы легче уяснить

последовательность событий. Кооперативные диаграммы отображают также поток событий через конкретный сценарий варианта использования, но заостряют внимание на связях между объектами. Одной из проблем при построении диаграмм взаимодействия являются возможные неудобства, связанные с представлением альтернативных ветвей процесса [3].

Statechart diagrams – являются хорошим средством для описания поведения некоторого объекта в нескольких различных вариантах использования. Однако они не слишком пригодны для описания поведения нескольких объектов, образующих кооперацию. Диаграммы состояний рекомендуется использовать именно для тех классов, поведение которых считается сложным для понятия.

Activity diagrams – представляют собой схемы потоков управления в системе от действия к действию, а также параллельные и альтернативные потоки, является неким аналогом нотаций IDEF0 и IDEF3. Эти диаграммы особенно полезны в сочетании с потоками работ, а также при описании поведения, включающего в себя большое количество параллельных процессов.

Component diagrams – показывают как выглядит модель на физическом уровне. На них изображаются компоненты программного обеспечения и связи между ними. При этом на такой диаграмме выделяют два типа компонентов: исполняемые компоненты и библиотеки кода.

Deployment diagrams – отражает физические взаимосвязи между программными и аппаратными компонентами системы. Она показывает размещение объектов и компонентов в распределенной системе.

Описание предметной области с использованием UML хорошо воспринимается экспертами предметной области и не требует от них никакой специальной подготовки для понимания представленных к рассмотрению моделей.

В дальнейшем на основе формализованных моделей по методологии UML планируется разработка ИУС. Процесс разработки и внедрения данной системы в кадровую службу университета планируется проводить поэтапно, начиная с автоматизированной информационно-справочной системы по кадрам, решающей такие задачи, как:

- персональный учет кадров;
- составление отчетности по кадрам;
- анализ качественного состава и движения кадров;
- выдача по запросам требуемой информации;
- подготовка и повышение квалификации кадров;
- создание резерва квалифицированных кадров и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябышева И.В. Сравнительный анализ подходов к проектированию ИС – <http://www.ict.nsc.ru/ws/YM2004/8666/index.htm>.
2. Вендров А.М. Практикум по проектированию программного обеспечения экономических информационных систем: Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2004. 192с.
3. Фаулер М., Скотт К. UML. Основы Пер. с англ. СПб: Символ-Плюс, 2002. 192с.

Раздел 2

Машиностроение. Металлургия

УДК 669.1

Т.А. ЖАКАТАЕВ

Моделирование и расчет выдуваемой полости жидкого металла в плавильной ванне

При внепечной обработке чугуна и стали жидкий металл продувают турбулентными дозвуковыми или сверхзвуковыми газовыми струями. Это имеет место при рафинировании (обезуглероживании) на основе вакуум-кислородного или аргоно-кислородного дутья в ковше. При продувке в конвертере происходит удаление примесей и нагрев расплава металла в результате химических реакций окисления. Перемешивание и обработка расплава струями используется также при продувке металла различными порошками-десульфураторами и раскисление. Нами установлено, что следующие интегральные и универсальные формулы хорошо описывают поле скорости и температуры во всей зоне течения турбулентных струй: начальный, переходный и основной участки [1]

$$u = u_o \cdot n_p \cdot \omega_u, \quad (1)$$

$$\omega_u = \frac{1}{\sqrt{\pi} c x} \cdot \left[\int_0^{2\pi} \int_0^{r_o} \exp \left(-\frac{r^2 + y^2 - 2ry \cos \alpha}{c^2 x^2} \right) r dr d\alpha \right]^{1/2}. \quad (2)$$

$$\Delta t = \Delta t_o \cdot n_p \cdot \omega_t, \quad (3)$$

где

$$\omega_t = \frac{k_3}{\pi c^2 x^2 \omega_u} \cdot \int_0^{2\pi} \int_0^{r_o} \exp \left(-k_3 \cdot \frac{r^2 + y^2 - 2ry \cos \alpha}{c^2 x^2} \right) r dr d\alpha, \quad (4)$$

$u_o, \Delta t_o$ – начальные значения скорости и перепада температуры (при $x=0$); y – расстояние от рассматриваемой точки до оси симметрии струи X , м; $0,082 \leq c \leq 0,12$ – варьируемый (по ходу распространения струи) коэффициент (рис. 1). При выполнении двойного интегрирования в пределах $0 \leq \alpha \leq 2\pi$ и $0 \leq r \leq r_o$ необходимо использовать $r_1^2 = r^2 + y^2 - 2ry \cos \alpha$ [1], $n_p = \rho / \rho_o^{1/2}$ – коэффициент, учитывающий изменение плотности струи.

На рис. 2 линия 1 изображает усредненный профиль для экспериментальных точек относительного безразмерного динамического давления – напора в основном участке осесимметричной газовой турбулентной струи при дозвуковом [2] и сверхзвуковом [3] режимах истечения. В этих экспериментах газовая струя вдувается в жидкостную среду – воду. В силу различных случайных факторов всякий эксперимент имеет разброс результатов измерения. Различные экспериментальные точки соответствуют различным режимам истечения, физическим параметрам и размерам сопел.

$$p_g^* = \frac{\rho u^2}{\rho_x u_x^2} \quad (5)$$

Расчеты поля динамического и полного давления показали, что экспериментальная линия 1 на рисунке 2 хорошо описывается формулами (1)-(2) при значении константы $c=0,082$. Наблюдаемые в некоторых местах отклонения наших расчетных (линия 1) и усредненных экспериментальных значений по [2, 3] не превышают 1-2 %. Безразмерная координата $y_c^* = y/y_c$, y_c – поперечная (радиальная) координата, при котором $\rho u^2 = (1/2) \cdot \rho_x u_x^2$. Это точка называется точкой половинного значения. Таким образом, поперечные профили полного и динамического давления при истечении газовой или газожидкостной струи можно рассчитать по формулам (1)-(2) – в случае струи с конечным начальным размером d_0 .

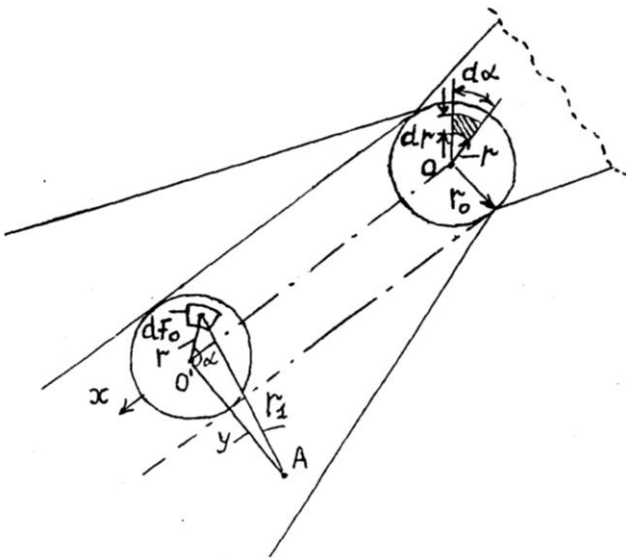
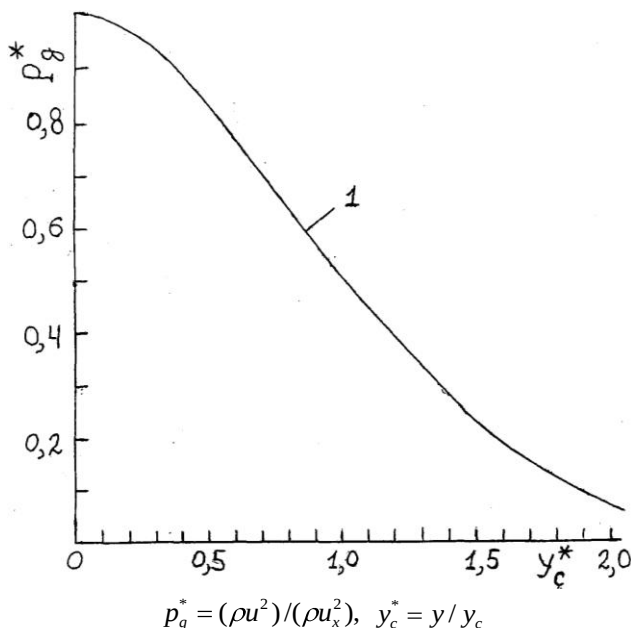


Рис. 1. Схема осесимметричной турбулентной струи конечного начального размера



1 – расчет по формулам (1-2).

Рис. 2. Поперечные относительные профили динамического давления турбулентной струи в жидкостной среде

Когда кинематическая вязкость расплава металла становится более $2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$, она уже перемешивается плохо. Кинематическая вязкость для жидкой стали приблизительно равна $\nu \approx 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, поэтому она является сильно текучей средой, следовательно, хорошо перемешивается при воздействии струями. Кинематическая вязкость при $t = 20^\circ \text{C}$ для воды равна $\nu \approx 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. На основе теории подобия все эксперименты, проведенные на воде, распространяются на свойства и поведение жидких металлов. Следовательно, во время продувки жидкого металла газовыми струями основная энергия струи будет затрачиваться на преодоление архимедовой силы тяжести при выдувании эллипсоидальной полости – фигура, которая вытесняется из объема жидкого металла под напором струи (рис. 3, линия 5).

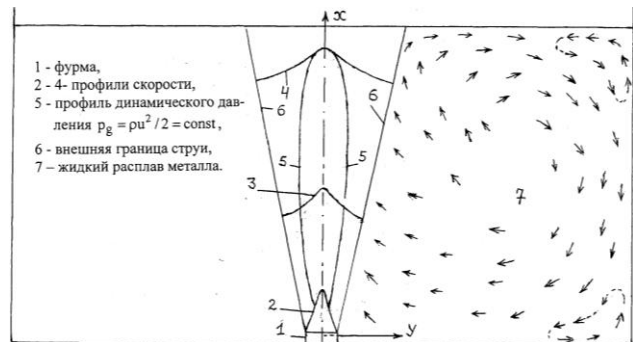


Рис. 3. Схема продувки жидкого металла газовой (газожидкостной) струей и циркуляционное течение внеструйной жидкости

Некоторая часть энергии струи будет затрачиваться на работу сил трения, которые будут создавать сдвиговые течения в жидкости. В том случае, когда газовая струя не до конца пробивает конечный слой жидкости, форма вытесненного объема (полости) жидкости подобна фигурам, приведенным на рисунке 4. Это означает, что фигуру вытесненного объема (похожую на растянутый эллипсоид вращения) можно рассчитать по распределению динамического и полного давления

$$p_{g,1} = p_{c,1} + \rho u^2 / 2 \quad (6)$$

в поле течения газовой струи. На граничной поверхности (пограничная зона между струей и жидкостью) сила внутреннего давления $p_{c,2}$ в жидкости и полное давление в струе $p_{g,1}$ будут уравнивать друг друга:

$$p_{g,1} = \delta_{n,2} \cdot \quad (7)$$

Внутреннее давление в жидкости состоит из двух слагаемых

$$p_{c,2} = p_1 + p_2, \quad (8)$$

где

$$p_1 = \rho_g gh \quad (9)$$

гидростатическое давление, определяемое первоначальной высотой h жидкости в емкости, Па. Второе слагаемое определяется через силу Архимеда F_a

$$p_2 = \frac{F_a}{S_b}, \quad (10)$$

где S_b – боковая поверхность газового объема $V_{g,1}$, которая образуется под напором струи в расплаве металла,

$$F_a = \rho_g g V_{g,1}. \quad (11)$$

Расчет формы и размеров вытесненного объема жидкости производится на основе формул (6)–(11). Расчет динамического напора $\rho u^2/2$ производится по формулам (1)–(2). На рис. 4 приведены результаты расчетов по этим формулам. Двойное интегрирование формул (1,2) проведено на ЭВМ. Нами составлена несложная программа на V basic 6. Линии 1-3 соответствуют трем условным значениям начального импульса $I_0 = 0,5; 1,0; 2,0$ Н/м²; $d_0 = 0,02$ м. За расчетную контрольную условно принята линия, на которой значения газового объема $V_{g,1}$ и боковой поверхности S_b (на основе суммирования по элементарным объемам) равны выражениям

$$V_{g,1} = \sum_{i=1}^N \pi r_i^2 \cdot \Delta x_i; \quad S_b = \sum_{i=1}^N 2\pi r_i \cdot \Delta x_i. \quad (12)$$

При вычислении объема газовой полости, фигуры 5 на рисунке 3 и 1-3 на рисунке 4 разбиваются на N частей по высоте. Конечный объем вычисляется как сумма малых (элементарных) цилиндрических объемов высотой Δx_i .

Расчетную схему можно рекомендовать и для сверхзвукового режима. В этом случае в качестве начальных (исходных) данных следует принять параметры в переходном сечении. Зависимости координат переходного сечения $\bar{r}_i$ от комплекса $a\lambda_0^2$ и n_c для нерасчетных сверхзвуковых струй показаны на рис. 5 из [4]. Значение приведенной скорости на выходе из сопла определяется по формуле [4]

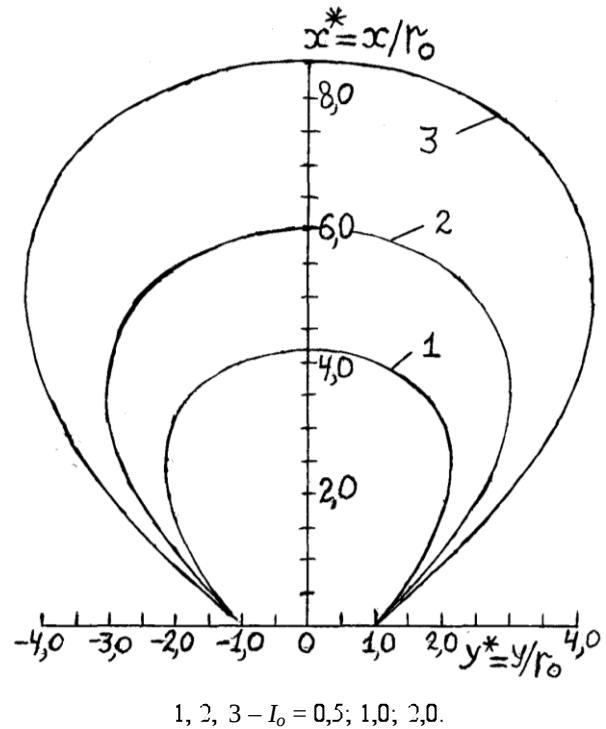


Рис. 4. Фигуры вытесненной (выдуваемой) полости в жидкости при продувке турбулентными струями

$$\lambda_0^2 = (u_0/a_{\text{ед}})^2 = \frac{k+1}{k-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p^*} \right)^{(k-1)/k} \right], \quad (13)$$

где p_0, p^* – давление на срезе сопла и внутри камеры; u_0 – скорость газового потока на срезе сопла.

Критическая скорость звука $a_{\text{кр}}$ определяется через скорость звука в неподвижной среде a^*

$$a_{\text{ед}} = a^* \sqrt{\frac{2}{k+1}}, \quad (14)$$

$n_c = p_0/p_n$ – степень нерасчетности;

p_n – давление внешней среды.

При распространении струи в жидкостной среде на нее будет действовать дополнительное противодействие. Следовательно, давление внешней среды будет иметь значение

$$p_{c,i} = p_a + p_{c,2}, \quad (15)$$

где p_a – внешнее атмосферное давление, Па.

Отсюда следует, что при истечении в жидкостную среду (с высокой плотностью) значение $\bar{r}_i$ уменьшается, а выравнивание статистического давления будет происходить при меньших значениях продольной координаты x .

При истечении сверхзвуковых струй образуется система нелинейных скачков, на которых происходит большая потеря энергии и давления. Поэтому мы считаем, что подходит время для внедрения технологии точных, плавных настроек оборудования, когда необходимое перемешивание объема жидкого металла можно осуществить в дозвуковом режиме для скорости. Необходимое динамического давление обеспечивается в результате комбинации $\rho u^2/2$. Потеря энергии и давления на системах скачков

является ненужной и недопустимой с точки зрения энерго – и ресурсосбережения.

На рис. 5 точка G получена при расчете по формуле Лагранжа для двумерной интерполяции многочлены соответственно степеней $n, n-1, m, m-1$; z, x_i, y_j – узловые точки, в которых заданы дискретные значения функции $z_{i,j} = f(x_i, y_j)$, x, y – произвольные значения независимых переменных, где требуется вычислить значение функции $z = f(x, y)$, $x \neq x_i, y \neq y_j, x_i, y_j$ – узловые, опорные точки, по которым производится интерполяция, $i = 0, 1, 2, 3, n; j = 0, 1, 2, 3, m$ – переменные индексы.

$$z(x, y) \approx L_{n,m}(x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m z_{i,j} \times \frac{\omega(x)}{(x-x_i) \cdot \omega'(x_i)} \cdot \frac{\omega(y)}{(y-y_j) \cdot \omega'(y_j)}, \quad (16)$$

где

$$\begin{aligned} \omega(x) &= (x-x_0)(x-x_1) \cdots (x-x_{i-1})(x-x_{i+1}) \cdots (x-x_n), \\ \omega'(x_i) &= (x_i-x_0)(x_i-x_1) \cdots (x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1}) \cdots (x_i-x_n), \\ \omega(y) &= (y-y_0)(y-y_1) \cdots (y-y_{j-1})(y-y_{j+1}) \cdots (y-y_m), \\ \omega'(y_j) &= (y_j-y_0)(y_j-y_1) \cdots (y_j-y_{j-1})(y_j-y_{j+1}) \cdots (y_j-y_m). \end{aligned} \quad (17)$$

Составленные нами алгоритмы и программы одинаково легко и просто считаются на Q basic 7, V basic 6, Fortran power station 4. Эти алгоритмические прикладные пакеты не требуют чрезмерно больших объемов оперативной и постоянной памяти, поэтому доступны для применения и на простых ПЭВМ типа Pentium 2, 3, 4. При этом точность представления чисел в обычном и двойном форматах (single и double) такая же высокая, как у самых современных ППП типа Mathcad 14 и Maple 10. Библиотеки основных математических функций также совпадают. Эти обстоятельства позволяют надеяться, что разработанные и составленные нами программы найдут широкое применение в инженерной практике.

На практике очень часто результаты экспериментов описываются в виде однопараметрической функции $z = f(x, y)$, где x – переменная-аргумент функции, а y – параметр. В приведенном примере на рисунке 5 $x = a\lambda_o^2, y = n_c$. Точки A, B, C, D, E, F – являются узловыми точками интерполяции, G – точка, рассчитанная по нашей одномерной и двумерной интерполяции для неизвестного $n_c = 3$ при $x = 0,6, z = \bar{x}_i = x/r_o$ – безразмерная координата переходного сечения в сверхзвуковой струе, экспериментальные значения представлены из [4].

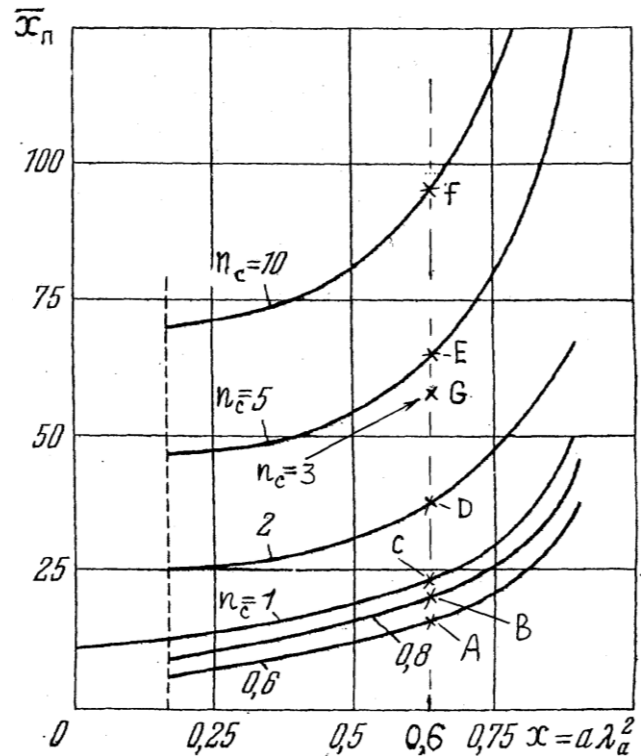


Рис. 5. Расчет переходного сечения в сверхзвуковой осесимметричной струе по одномерной и двумерной интерполяции:

$n_c = p_o / p_n$ – степень нерасчетности,

$\bar{x}_i = x / r_o$ – относительная координата переходного сечения

Для одномерной интерполяции формула (16) будет иметь вид

$$y(x) \approx L_n(x) = \sum_{i=0}^n y(x_i) \cdot \frac{\omega(x)}{(x-x_i) \cdot \omega'(x_i)}. \quad (18)$$

Рассмотренный выше пример показывает, что и в случае функции с несколькими параметрами ($y_1; y_2; y_3 \dots$) можно применять одномерную интерполяцию при постоянных (зафиксированных) значениях остальных переменных. Например, при $y_2 = \text{const}, y_3 = \text{const}, \dots$ строится эмпирический график по первому параметру y_1 , как рис. 5. Подобно точке G – можно произвести интерполяционные расчеты для любого значения параметра y_1 . После чего строится такой же график, когда в качестве ведущего параметра выступает y_2 , остальные параметры (опять же) зафиксированы, $y_1; y_3; y_4 \dots y_n = \text{const}$. Таким образом одномерную интерполяцию по $L_n(x)$ можно многократно производить для всех значений параметров $y_1; y_2; y_3 \dots y_n$ в отдельности по каждому. Этот новый метод является удобным и применимым в тех случаях, когда экспериментаторы и инженеры очень часто свои измерения проводят при вариации только одного ведущего параметра, а все остальные параметры (переменные) фиксируются – «замораживаются». Существующие пакеты современных прикладных

программ, как например Mathcad 14, Maple 10, могут производить двумерные интерполяции. Однако у них имеются ограничения и некоторые неудобства: размерности массивов аргумента и всех параметров, соответственно количество элементов по различным измерениям должны строго совпадать. В случае двумерной функции $N \times N$. Интерполяционные сплайн функции должны иметь непрерывные вторые производные, компьютеры – высокое быстродействие и большой объем оперативной памяти.

Аналогично (17) легко записать формулу для трехмерной (и более высокого порядков) интерполяции.

Эмпирические или же аналитические формулы обычно пригодны для достаточно узких интервалов изменения аргументов функции. На различные области изменения аргумента приходится находить соответственно разные функции. В отличие от этого, интерполяционные формулы не имеют таких недостатков. Они пригодны для широких интервалов изменения аргументов. В этом смысле они универсальны. Поэтому в будущем роль интерполяции в научных исследованиях и в инженерной практике, по всей вероятности, будет возрастать.

Рассмотрим уравнение – условие обращения воздействия [4]

$$(Ma^2 - 1) \frac{du}{u} = \frac{dF}{F} - \frac{dG}{G}, \quad (19)$$

где $Ma = u/a$ – число Маха;

F – поперечная площадь потока, m^2 ;

G – секундный массовый расход газа, kg/s .

Из (19) следует (при отсутствии теплообмена и механической работы), что в сопле Лаваля после критического сечения расход уменьшается, а поперечное сечение струи увеличивается.

Следовательно, плотность газа после прохождения критического сечения уменьшается. Отсюда следует, что для обеспечения достаточной динамической (напорной) силы (необходимой для пробивания – вытеснения газовой полости в жидкостной среде) достижение сверхзвуковой скорости в струе не является необходимым и обязательным условием. Газовая полость вытесняется не только в результате чисто скоростного напора $u^2/2$ (при $\rho=1$). Статистическое давление в струе (с ним связана плотность) также совершает полезную работу. Другими словами, высокий уровень статистического давления в струе передается во все точки в пограничной зоне с жидкостью. А через статическое давление и определяется скорость звука в уплотненной газовой смеси в объеме, которая выдувается турбулентной струей из жидкости. В среде, где статическое давление и плотность выше – звуковая скорость также выше. Необходимый добавочный уровень давления можно обеспечить путем увеличения выходного диаметра d_o истечения струи.

Выводы

1. На основе универсальных и интегральных формул для поля динамического напора рассчитана фигура вытесненного объема (полости) при распространении турбулентной струи в жидком металле.

2. Разработан алгоритм и составлены вычислительные компьютерные программы для применения интерполяционных формул Лагранжа при расчете переходного сечения сверхзвуковых турбулентных струй.

3. Для обеспечения необходимой напорной (выталкивающей) силы достижение сверхзвуковой скорости в струе не является необходимым и обязательным условием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жакатаев Т. А. Расчет поля температуры в осесимметричной турбулентной струе при конечном начальном размере // Вестник КарГУ им. Е.А. Букетова. Караганда: КарГУ, 2004. № 1(33). Серия физика. С. 67-73.
2. Гликман Б. Ф. О струе газа в жидкости // Энергетика и автоматика. Изв АН СССР, ОТН. 1959. № 2. С. 135-136.
3. Моисеев М. Г. Об истечении газа в жидкость через сопло Лаваля // Инженерно-физический журнал. Минск, 1962. Т.5, №9. С. 81-84.
4. Теория турбулентных струй / Под ред. Г.Н. Абрамовича. М.: Наука, 1984. 716 с.

УДК 543.422.8

**С.А. ЕФИМЕНКО,
В.С. ПОРТНОВ,
А.К. ТУСУНБАЕВА**

Рентгенорадиометрический анализ медных руд фильтрами Росса

Дифференциальным фильтрам Росса, несмотря на очевидные преимущества, свойственны и существенные недостатки, как-то: зависимость точности рентгенорадиометрического анализа (РРА) от стабильности усилительных свойств энергодисперсного спектрометра; концентрационное вырождение чувствительности; низкая точность РРА в области низких содержаний определяемого элемента.

Известно, что фильтры Росса балансируются на пробе руды, в которой отсутствует определяемый элемент, но представлены все остальные рудные компоненты данного месторождения. Подбором поверхностной плотности фильтров добиваются равенства замеров плотности потока рентгеновской флуоресценции в дифференциальном окне спектрометра как после поглощающего, так и после

пропускающего фильтра.

Аппроксимируя форму линий вторичного спектра кривой Гаусса, это условие можно записать в виде:

$$N_p = N_a, \quad (1)$$

$$N_p = \frac{N'_o}{\sigma_p \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{E_i - E_p}{2\sigma_p^2}}, \quad (2)$$

$$N_a = \frac{N''_o}{\sigma_a \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{E_i - E_a}{2\sigma_a^2}}, \quad (3)$$

$$N'_o = \frac{K_p M_p N_o}{\mu_p^p - \mu_p} \cdot e^{-\mu_p m_p} - e^{-\mu_p^0 m_p}, \quad (4)$$

$$N''_o = \frac{K_a M_a N_o}{\mu_a^a - \mu_a} \cdot e^{-\mu_a m_a} - e^{-\mu_a^0 m_a}, \quad (5)$$

где N_p и N_a – плотность потоков гамма-излучения аналитической линии определяемого элемента для пропускающего (p) и поглощающего (a) фильтров соответственно;
 N_o – плотность потока излучения от пробы, падающего на фильтры;
 K_p, M_p, K_a, M_a – коэффициенты, зависящие от геометрических условий измерений и атомных констант, соответственно для пропускающего и поглощающего фильтров;
 m_p, m_a, μ_p, μ_a – поверхностные плотности и массовые коэффициенты ослабления для аналитических линий пропускающего и поглощающего фильтров, соответственно;
 μ_i^0, μ_i^a – массовые коэффициенты ослабления пропускающего и поглощающего фильтров для излучения «пустой» пробы;
 $\sigma = RE/\sqrt{8 \ln 2}$ – параметр разброса линий приборного спектра с энергией E ;
 E_p, E_a, E_i – энергии аналитических линий фильтров и анализируемого элемента.

Из условий балансировки фильтров (2) и (3) видно, что измерение плотности потока аналитической линии определяемого элемента производится на склонах пиков собственных линий фильтров, что указывает на значительную зависимость результатов анализа от стабильности рабочих характеристик аппаратуры вообще и на низких концентрациях определяемого элемента, в особенности. Для оценки этой погрешности дифференцируя уравнения (2) и (3) по dE , предположив, что параметр разброса линий σ не меняется при смещении линий (пиков) на величину dE , получим:

$$dN_p = N_p \cdot \frac{E_i - E_p}{\sigma_p^2} dE_p, \quad (6)$$

$$dN_a = N_a \cdot \left(\frac{E_i - E_a}{\sigma_a^2} \right) \cdot dE_a. \quad (7)$$

Полагая, что для линий фильтров $\sigma_p = \sigma_a = \sigma$, а

величина смещения линий в обоих случаях одинакова $dE_p = dE_a = dE$, с учетом условия (1) получим:

$$dN_a = \left(\frac{E_i - E_a}{E_i - E_p} \right) \cdot dN_p. \quad (8)$$

Из выражения (8) очевидно, что смещение dN_a для линии поглощающего фильтра в точке $E = E_i$ в $(E_i - E_a) / (E_i - E_p)$ раз превышает смещение dN_p для линии пропускающего фильтра в той же точке, причем абсолютное смещение пиков, как следует из (7) и (8), прямо пропорционально интенсивности данных линий, энергетическому расстоянию между линиями фильтра и определяемого элемента, величине энергетического смещения dE (аппаратурной нестабильности) и обратно пропорционально величине амплитудного разрешения детектора. Для снижения влияния аппаратурной нестабильности следует увеличивать величину разрешения детектора, что неминуемо приведет к ухудшению чувствительности РРА.

Для повышения точности выделения аналитической линии анализируемого элемента на фоне аналитической линии мешающего элемента с близким (соседним), но обязательно большим, атомным номером, при низких содержаниях анализируемого элемента в пробе авторами предложена новая методика, по которой анализ на медь порошковой пробы медно-цинковой руды осуществляется в следующей последовательности: производится замер флуоресцентного излучения от пробы, прошедшего через «пропускающий» никелевый фильтр (рис. 1А); затем выполняется замер флуоресцентного излучения от пробы, прошедшего через «поглощающий» алюминиевый фильтр ($K\alpha$ – линия фильтра полностью разделяется детектором с $K\alpha$ – линией меди), и от мишени из никеля (рис. 1Б). По разностному спектру можно судить о содержании меди в анализируемой пробе.

При проведении работ использовалась измерительная установка РРК – 103 «Поиск» с датчиком – БВД-П. Детектор – пропорциональный счетчик с ксеноновым наполнением СИ – 13Р и разрешением в диапазоне энергий от 7 до 10 кэВ порядка 17%. Радионуклид – кадмий-109. Прежде чем рассматривать технологию балансировки предлагаемой пары фильтров Росса, остановимся на некоторых аспектах балансировки «классической» пары фильтров на медь в присутствии цинка: никель (пропускающий) – кобальт (поглощающий):

1. Поверхностную плотность никелевого фильтра m (Ni) выбирают из условия ослабления этим фильтром потока рентгеновской флуоресценции линии $Cu K\alpha$ примерно в два раза:

$$N_{Cu}^{Ni} = N_{Cu} \cdot e^{-\mu_{Cu}^{Ni} m} = 0,5 N_{Cu}, \quad (9)$$

где N_{Cu}, N_{Cu}^{Ni} – плотность потока рентгеновской флуоресценции линии $Cu K\alpha$ до и после никелевого фильтра;

μ_{Cu}^{Ni} – массовый коэффициент ослабления линии $Cu K\alpha$ никелевым фильтром, равный 48,5 см²/г.

Из условия (9) находим: $m_{Ni} = \ln 2 / \mu_{Cu}^{Ni} = 0,0143$ г/см².

2. Находим степень ослабления никелевым фильтром потока рентгеновской флуоресценции линии $ZnK\alpha$ мешающего элемента:

$$K_{Zn}^{Ni} = N_{Zn} / N_{Zn}^{Ni} = N_{Zn} / N_{Zn} \cdot e^{-\mu_{Zn}^{Ni} m_{Ni}} = e^{\mu_{Zn}^{Ni} m_{Ni}} \approx 80 \text{ раз},$$

где N_{Zn}, N_{Zn}^{Ni} – плотность потока линии $ZnK\alpha$ до и после никелевого фильтра;

μ_{Zn}^{Ni} – массовый коэффициент ослабления линии $ZnK\alpha$ в никелевом фильтре, равный 306 см²/г.

3. Находим поверхностную плотность кобальтового фильтра m_{Co} при балансировке фильтров по линии $AsK\alpha$, для чего добьемся равенства потоков излучения этой линии, прошедшей как через никелевый, так и через кобальтовый фильтры, то есть:

$$N_{As}^{Ni} = N_{As}^{Co}, \quad (10)$$

$$N_{As}^{Ni} = N_{As} \cdot e^{-\mu_{As}^{Ni} m_{Ni}}, \quad (11)$$

$$N_{As}^{Co} = N_{As} \cdot e^{-\mu_{As}^{Co} m_{Co}}, \quad (12)$$

где $N_{As}, N_{As}^{Ni}, N_{As}^{Co}$ – плотность потока линии $AsK\alpha$ до и после прохождения никелевого и кобальтового фильтров;

$\mu_{As}^{Ni}, \mu_{As}^{Co}$ – массовые коэффициенты поглощения линии $AsK\alpha$ в никелевом и кобальтовом фильтрах (равны, соответственно, 180 и 165 см²/г).

$$m_{Co} = N_{As}^{Ni} \cdot m_{Ni} / N_{As}^{Co} = 0,0156 \tilde{a} / \tilde{n}^2.$$

4. Определим степень ослабления линии $CuK\alpha$ при $\mu_{Cu}^{Co} = 338$ см²/г:

$$K_{Cu}^{Co} = \frac{N_{Cu}}{N_{Cu}^{Co}} = \frac{N_{Cu}}{N_{Cu} \cdot e^{-\mu_{Cu}^{Co} m_{Co}}} = e^{\mu_{Cu}^{Co} m_{Co}} = 195 \text{ раз}.$$

В режиме измерений с амплитудной селекцией импульсов порядок балансировки дифференциальных фильтров аналогичен описанному выше. Разница лишь в том, что измерительный канал анализатора настраивается на максимум линии $AsK\alpha$. При этом разница замеров с фильтрами при переводе анализатора в рабочий режим (настройка на максимум фотопика линии $CuK\alpha$) согласно теории должна оставаться постоянной и отличной от нуля при промере пробы, содержащей цинк. Однако из-за временной нестабильности аппаратуры это условие не выполняется, так как «полоса вырезания» анализатора скользит по склонам собственных фотопиков фильтров, которые сдвинуты относительно друг друга.

Именно это обстоятельство является основной причиной значительных погрешностей РРА в области низких содержаний определяемых элементов.

Для устранения этого обстоятельства авторами предлагается к применению другая, отличная от «классической», пара дифференциальных фильтров Росса: алюминий (пропускающий) – никель (поглощающий) и дополнительная никелевая мишень, устанавливаемая над вторым окном детектора СИ –

13Р, тогда когда под первым окном детектора находится алюминиевый фильтр (рис. 1).

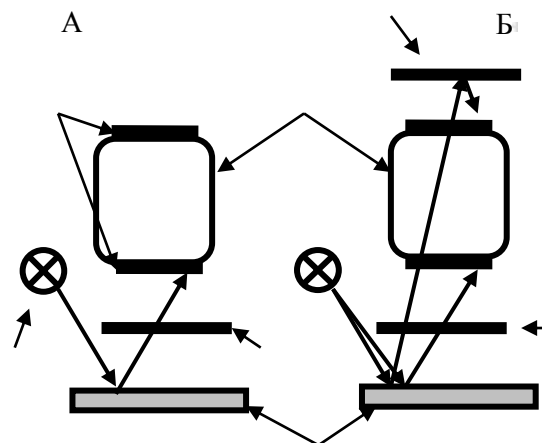


Рис. 1. Принцип возбуждения и регистрации потоков излучений в модифицированном варианте дифференциальных фильтров Росса:

Фазы работы фильтров: первая (А) и вторая (Б);

- 1 – никелевая мишень; 2 – пропорциональный детектор излучений; 3 – входные окна детектора;
- 4 – алюминиевый фильтр; 5 – никелевый фильтр;
- 6 – проба; 7 – радионуклид кадмий - 109

Для пары фильтров «никель – алюминий» параметры балансировки, рассчитанные по методике, приведенной выше, следующие:

а) поверхностные плотности фильтров: $m(Ni) = 0,0143$ г/см², $m(Al) = 0,1082$ г/см²;

б) коэффициенты ослабления линии $ZnK\alpha$ фильтрами: никелевым – 80 раз, алюминиевым ($\mu_{Zn}^{Al} = 41,5 \tilde{n}^2 / \tilde{a}$) – 89 раз;

в) коэффициенты ослабления линии $CuK\alpha$ фильтрами: кобальтовым – 195 раз, алюминиевым ($\mu_{Cu}^{Al} = 50,7 \tilde{n}^2 / \tilde{a}$) – 241 раз.

Таким образом, пара фильтров «никель – алюминий» имеет практически те же показатели ослабления линий $CuK\alpha$ и $ZnK\alpha$, что и классическая пара фильтров «никель – кобальт».

«Никелевая» мишень используется для компенсации влияния на результаты РРА фотопика собственной рентгеновской флуоресценции никелевого фильтра. С ее помощью во вторичном гамма-спектре формируется фотопик никеля, идентичный тому, что формируется от никелевого фильтра. Источником возбуждающего излучения может быть либо рассеянное излучение основного радионуклида кадмий – 109, либо прямое излучение от дополнительного радионуклида кадмий – 109, установленного со стороны второго окна детектора. С помощью такого методического приема удалось изъять из спектра фотопик линии $NiK\alpha$ от никелевого фильтра и, тем самым, значительно повысить чувствительность РРА на медь.

Для расчета поверхностной плотности никелевой

мишени воспользуемся следующей схемой:

1) плотность потока рентгеновской флуоресценции никелевого фильтра N_{Ni}^{δ} при возбуждении фильтра рассеянным излучением радионуклида с плотностью потока N_s определим из выражения:

$$N_{Ni}^{\delta} = \frac{K_1 N_s}{\mu_{Ni}^{Ni} - \mu_s^{Ni}} \cdot e^{-\mu_s^{Ni} n_{Ni}} - e^{-\mu_{Ni}^{Ni} m_{Ni}}, \quad (13)$$

где N_{Ni}^{Ni} , N_s^{Ni} – массовые коэффициенты ослабления линии $NiK\alpha$ и рассеянного излучения радионуклида в никелевом фильтре;

2) плотность потока рентгеновской флуоресценции никелевой мишени N_{Ni}^m , возбуждаемой рассеянным излучением радионуклида после прохождения алюминиевого фильтра и газа – наполнителя детектора, определим из выражения:

$$N_{Ni}^m = \frac{K_2 N_s'}{\mu_{Ni}^{Ni} - \mu_s^{Ni}} \cdot \left[1 - e^{-\mu_{Ni}^{Ni} + \mu_s^{Ni} m_{Ni}'} \right], \quad (14)$$

$$N_s' = N_s \cdot e^{-\mu_s^{Al} m^{Al}} \cdot e^{-\mu_s^{\beta} \rho_g d}, \quad (15)$$

где μ_s^{Al} , μ_s^{β} – массовые коэффициенты ослабления рассеянного излучения радионуклида в алюминиевом фильтре и газе – наполнителе детектора;

K_1 и K_2 – постоянные коэффициенты, зависящие от атомных констант и геометрии измерений;

ρ_g – условная плотность газа-наполнителя;

d – диаметр детектора (см);

3) поверхностную плотность никелевой мишени находим из выражения:

$$N_{Ni}^m = \frac{1}{\mu_s^{Ni} + \mu_{Ni}^{Nu}} \times \times \ln \left[1 - \frac{\mu_s^{Ni} \mu_{Ni}^{Ni} K_1 N_s \cdot e^{-\mu_s^{Ni} m_{Ni}} - e^{-\mu_{Ni}^{Ni} m_{Ni}}}{\mu_s^{Ni} - \mu_{Ni}^{Ni} K_2 N_s' e^{-\mu_s^{Al} m^{Al}} \cdot e^{-\mu_s^{\beta} \rho_g d}} \right]. \quad (16)$$

4) подставляя в (16) численные значения величин: $d = 3,5$ см; ρ (аргон) = $0,001784$ г/см³; μ_s^{Al} , μ_s^{Ni} , μ_{Ni}^{Nu} , $\mu_s^{\beta} = \mu_s^{Ar}$ равны, соответственно: 2,95; 28,3; 59,1 и 7,52

см²/г при условии, что $N_{Ni}^{\delta} = N_{Ni}^m$ и $K_1 = K_2$, получим значение величины $m_{Ni}^m = 0,0384$ г/см² (аналогичные расчеты можно сделать для детектора с ксеноновым и криптоновым газом-наполнителем).

На рис. 2 приведены фрагменты спектров вторичного излучения проб медной руды после прохождения никелевого (а) и алюминиевого плюс никелевая мишень (б) фильтров, а также разностный спектр (в). Спектр после алюминиевого фильтра плюс никелевая мишень представлен фотопиком линии $NiK\alpha$ от никелевой мишени. Амплитуда пика постоянна и не зависит от концентрации меди в пробе. На этот фотопик практически не накладывается фотопик линии $CuK\alpha$, целиком поглощаемой на алюминиевом фильтре. В энергетический интервал (7,75 – 8,35 кэВ), вырезаемый из вторичного спектра дифференциальным окном амплитудного анализатора импульсов, не попадает и приведенный на спектре фотопик линии $CrK\alpha$ (рис. 1А). Следует ожидать, что в указанный интервал не попадут и линии элементов с $Z < 23$.

В случае использования классической пары фильтров «никель – кобальт» измерения рентгеновской флуоресценции меди производят на правых склонах фотопиков линий $NiK\alpha$ и $CoK\alpha$. При этом разновременность измерений с фильтрами является одной из причин существенных ошибок определений содержаний меди в случае, если спектры сдвигаются вследствие флуктуаций, либо напряжения питающей сети, либо коэффициента передачи усилительного тракта аппаратуры, либо чрезмерной импульсной загрузки детектора.

Оценка стабильности аналитических параметров у обеих методик реализации РРА с помощью дифференциальных фильтров Росса показала преимущество предложенной методики. Разброс параметра $\Delta N_{Cu} = N_{Ni} - N_{Al+Ni}$ составил всего 1,7% против 12,1% в традиционной методике.

Изложенная выше методика в течение ряда лет успешно апробирована на медно-цинковых рудах Жезказганского месторождения, причем метрологические характеристики РРА оказались значительно лучше, чем при использовании классической пары дифференциальных фильтров Росса.

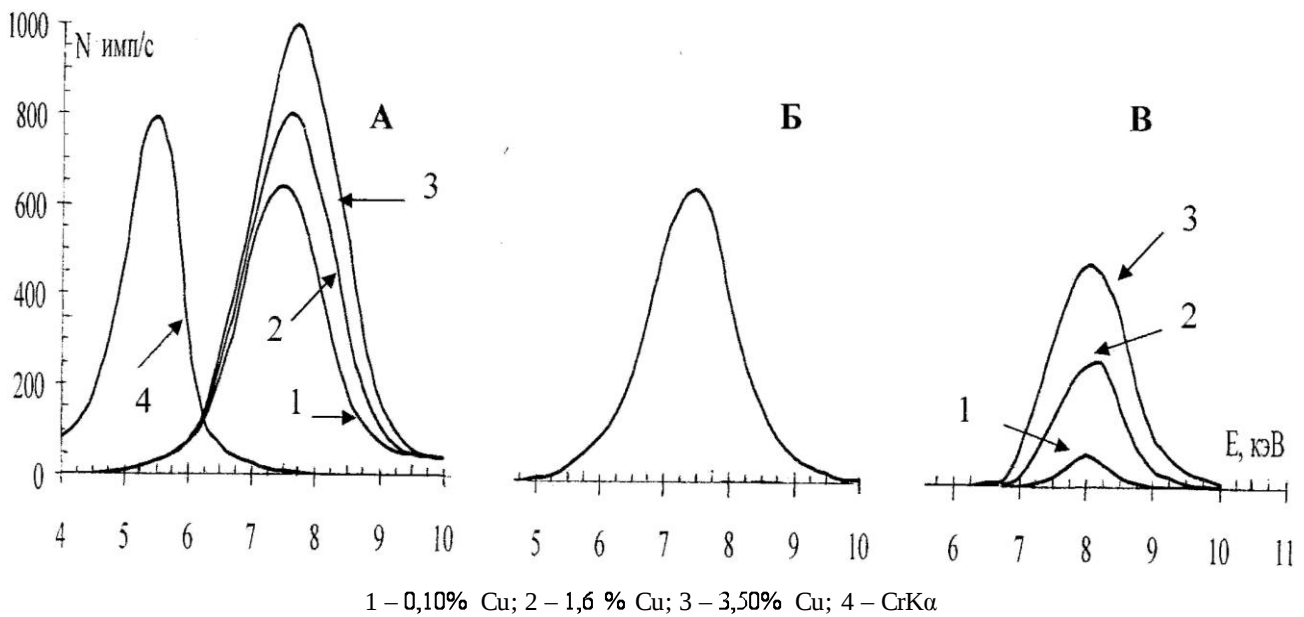


Рис. 2. Спектры PPA проб медной руды с фильтрами Росса по предложенному способу

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бахтиаров А.В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. Ленинград: Недра, 1985. 257 с.

УДК 621.015.314

Ж.Б. БАКИРОВ,
Г.Д. ТАЖЕНОВА

Расчет нелинейных виброизоляторов вязкого трения при гармоническом воздействии

В виброизолированных системах (ВЗС) может происходить ряд явлений, адекватное описание и исследование которых оказывается возможным только с помощью нелинейных динамических моделей. Возникновение нелинейных эффектов, часто приводящее к ухудшению качества виброзащиты, является следствием увеличения интенсивности вибрационных и ударных воздействий и нелинейности упруго-диссипативных характеристик виброизоляторов. С другой стороны, применение виброизоляторов с нелинейными характеристиками в ряде случаев может оказаться полезным.

Рассмотрим ВЗС при гармоническом воздействии, которое может быть силовым или кинематическим. Амплитуда силы может быть постоянной или пропорциональной квадрату частоты колебаний, что характерно для воздействий, вызванных вращением неуравновешенной массы. Уравнение движения объекта с нелинейным виброизолятором вязкого трения имеет вид

$$\ddot{x} + 2\varepsilon\dot{x} + R_y(x)/m = f_0(\omega)\cos\omega t, \quad (1)$$

где ε – коэффициент затухания;
 R_y – нелинейная упругая сила в виброisolаторе;
 $f_0 = F_0/m$ при силовом воздействии и $f_0 = \xi_0\omega^2$ при кинематическом воздействии. В последнем случае под x надо понимать относительное перемещение объекта.

Решение уравнения (1) согласно методу гармонического баланса ищем в виде

$$x = a_0 + a\cos(\omega t + \varphi). \quad (2)$$

Упругую силу линеаризуем около среднего значения перемещения

$$R_y \approx R_0(a_0, a) + c_g(a_0, a)(x - a_0),$$

где коэффициенты R_0 , c_g – определяются по формулам гармонической линеаризации [1].

Тогда по методу гармонической линеаризации получим следующие уравнения для определения параметров колебательного процесса:

$$R_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} R_y(a_0 + a\cos\psi) d\psi = 0, \quad (3)$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{2\varepsilon\omega}{\omega^2 - \lambda^2}; \quad a = \frac{f_0(\omega)}{\sqrt{(\lambda^2 - \omega^2)^2 + 4\varepsilon^2\omega^2}}, \quad (4)$$

где $\varepsilon = b/2m$; $\lambda = \sqrt{c_g/m}$ – частота нелинейных свободных колебаний.

Если теперь из (3) выразить a_0 через a , то из выражения для коэффициента c_g получим уравнение скелетной кривой

$$\lambda^2(a) = \frac{1}{\pi m a} \int_0^{2\pi} R_y[a_0(a) + a\cos\psi] \cos\psi d\psi. \quad (5)$$

Решая совместно уравнения (4) и (5), определяем амплитуду колебаний. Подставляя далее амплитуду в (5), находим частоту нелинейных колебаний.

Уравнение скелетной кривой зависит от конкретного вида упругой характеристики виброизолятора. Если она описывается нечетной функцией, то с учетом (3) всегда получаем $a_0 = 0$. Определим уравнения скелетной кривой для наиболее часто используемых видов упругих характеристик. Для виброизолятора с кубической нелинейностью из выражения (5) получаем

$$\lambda^2 = \frac{1}{\pi m a} \int_0^{2\pi} (c a \cos \psi + e a^3 \cos^3 \psi) \cos \psi d\psi = \lambda_0^2 (1 + 3a^2 e / 4c), \quad (6)$$

где $\lambda_0^2 = c / m$ – частота линейных колебаний.

Для виброизолятора с предварительным натягом

$$R_y = cx + H \operatorname{sign} x, \quad \lambda^2 = \lambda_0^2 (1 + 4H / \pi c a).$$

Для виброизоляторов с симметричными упругими ограничителями

$$R_y = cx \text{ при } |x| \leq d;$$

$$R_y = cx + c(\gamma - 1)(x - d \operatorname{sign} x) \text{ при } |x| > d,$$

где $\gamma = c_1 / c$; c_1 – жесткость ограничителей.

Тогда

$$\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{\pi a} \left[a \int_0^{2\pi} \cos^2 \psi d\psi + 4(\gamma - 1) \int_{\psi_1}^{\pi/2} (a \cos^2 \psi - d \cos \psi) d\psi \right],$$

где $\psi_1 = \arccos(d / a)$.

После интегрирования получаем

$$\lambda^2 = \lambda_0^2 \left[1 + (\gamma - 1) \left(1 - \frac{2d}{\pi a^2} \sqrt{a^2 - d^2} - \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{d}{a} \right) \right] (a > d).$$

Для некоторых упругих характеристик получить точные выражения для скелетной кривой не удастся. Для таких случаев воспользуемся приближенными соотношениями, вытекающими из линеаризации по функции распределения [2]. Если ограничиться приближением по первым четырем моментам, то для нечетной функции имеем

$$c_g = 2R(\sqrt{3}a / 2) / \sqrt{3}a. \quad (7)$$

Для виброизоляторов с резиновыми упругими элементами и жесткими ограничителями на расстоянии Δ упругая сила может быть представлена так:

$$R_y = \frac{2c\Delta}{\pi} \operatorname{tg} \frac{\pi x}{2\Delta} \text{ при } |x| < \Delta.$$

Подставляя это выражение в (7), получаем

$$\lambda^2 = \lambda_0^2 \frac{4\Delta}{\pi\sqrt{3}a} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi\sqrt{3}a}{4\Delta} \right).$$

Эффективность системы виброзащиты оценивается коэффициентом виброизоляции. В рассматриваемом случае он определяется формулой, полученной для линейной системы с учетом зависимости собственной частоты от амплитуды

$$k_R = \sqrt{\frac{\lambda^4(a) + 4\varepsilon^2 \omega^2}{[\lambda^2(a) - \omega^2]^2 + 4\varepsilon^2 \omega^2}} = \sqrt{\frac{\nu^4(a) + 4n^2 z^2}{[\nu^2(a) - z^2]^2 + 4n^2 z^2}}, \quad (8)$$

где $\nu(a) = \lambda(a) / \lambda_0$, $n = \varepsilon / \omega_0$, $z = \omega / \omega_0$.

Условие эффективности виброзащиты имеет вид $k_R < 1$. Исходя из (8), оно сводится к виду

$$z \geq \sqrt{2}\nu(a) \text{ или } \sqrt{2}\lambda_0 \nu(a) \leq \omega. \quad (9)$$

В нелинейной системе возможно установление нескольких режимов, отличающихся амплитудой и фазой. Какой из этих режимов реализуется, зависит от начальных условий, которые на практике не являются определенными и зависят от многих случайных факторов. Поэтому при проектировании виброзащитных систем приходится считаться с возможностью возникновения любого из этих режимов.

Экстремальные значения амплитуды достигаются в точках пересечения скелетных кривых и амплитудно-частотных характеристик (АЧХ), называемых резонансными кривыми (рис. 1). В этих точках $\lambda = \omega$ и из (4) получаем уравнение некоторой предельной кривой

$$a_* = f_0(\omega) / 2\varepsilon\omega. \quad (10)$$

В точках пересечения скелетной и предельной кривых (точки А и С) резонансная кривая касается предельной, а во всех других точках она проходит ниже этой кривой.

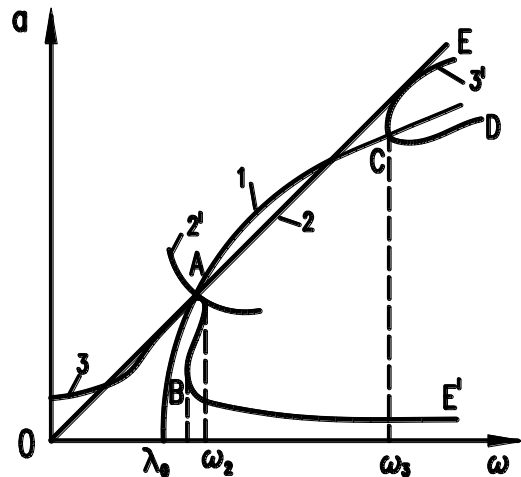


Рис. 1. Скелетная линия (1), предельная кривая (2,2') и АЧХ (3,3') нелинейного виброизолятора

Для виброизоляторов наиболее типичной является «жесткая» скелетная кривая. Если функция $f_0(\omega) = f_0 = \text{const}$, то предельная кривая 2' является гиперболой и пересекается с «жесткой» скелетной кривой только в одной точке А (рис. 1) и АЧХ имеет только одну ветвь $OABE'$. Так как зоне эффективности виброзащиты соответствуют колебания с $\omega > \sqrt{2}\lambda(a)$, то условию эффективности будут соответствовать режимы с $\omega \geq \omega_2$.

Если $f_0 = \xi_0 \omega^2$, то предельная кривая превращается в прямую

$$a_* = \xi_0 \omega / 2\varepsilon,$$

которая может пересекать «жесткую» скелетную кривую в нескольких точках (точки А и С на рис. 1). В этом случае характерной особенностью резонансных кривых является возникновение дополнительных ветвей, соответствующих колебаниям большой амплитуды. Поэтому условие эффективности виброзащиты выполняется только в области $\omega_2 \leq \omega \leq \omega_3$.

К сожалению, не всегда имеется возможность выбора эффективного частотного режима работы виброизолятора из-за ограничений по техническим или технологическим причинам. В этом случае возможность исключения опасных колебаний надо предусмотреть при проектировании виброзащитных систем. Для этого существуют два способа. Первый способ заключается в увеличении крутизны скелетной кривой так, чтобы в пределах рабочих частот скелетная кривая лежала выше предельной (после точки А). Обычно эта мера ведет к увеличению габаритов виброзащитных систем.

Второй способ заключается в увеличении коэффициента демпфирования, что ведет к уменьшению угла наклона предельной линии к оси абсцисс и предельная кривая окажется ниже скелетной. Если из начала координат провести касательную к скелетной кривой и координаты точки касания обозначить a_* , ω_* , то условие гашения резонансных колебаний с большой амплитудой примет вид

$$\varepsilon > \varepsilon_* = \xi_0 \omega_* / 2a_*. \quad (11)$$

Во многих случаях жесткость ограничителей неизвестна или очень большая. Тогда представляет интерес задача выбора расстояния до упора d так, чтобы при любой упругой характеристике упоров не возникали удары о них. Резонансные режимы в зоне эффективности виброизолятора (при $\omega > \sqrt{2}\omega_0$) не могут возникнуть, если выполняется условие

$$d > d_* = f_0(\omega) / 2\varepsilon\omega. \quad (12)$$

Теперь в качестве примера выведем явные выражения для расчета виброизолятора с кубической нелинейностью. Введем обозначение $\beta = a / a_c$, где

$$a_c = F_0 / c \text{ при } f_0 = \text{const}; a_c = \xi_0 \text{ при } f_0 = \xi_0 \omega^2.$$

Тогда

$$\beta^2 = \{[\nu^2(\beta a_c) - z^2]^2 + 4n^2 z^2\}^{-1} \mu^2, \quad (13)$$

где $\mu = 1$ при $f_0 = \text{const}$; $\mu = z^2$ при $f_0 = \xi_0 \omega^2$.

Уравнение скелетной кривой (6) можно переписать так:

$$\nu^2 = 1 + 0,75(e/c)a_c^2 \beta^2 = 1 + 0,75\gamma\beta^2.$$

Подставляя это выражение в (13), получим кубическое уравнение

$$0,5625\gamma^2 x^3 + 1,5\gamma(1 - z^2)x^2 + [(1 - z^2)^2 + 4n^2 z^2]x - \mu^2 = 0. \quad (x = \beta^2).$$

Решая это уравнение для фиксированных γ , n , z , находим β^2 , а затем определяем $\nu^2(a)$. Далее по формуле (8) определяем коэффициент эффективности виброизоляции.

Применением ПК Matlab проведены расчеты виброизолятора этого типа при различных значениях n и γ . Результаты расчетов при $n = 0,1$ и $\gamma = 0,1$ приведены на рис. 2 для случая $f_0 = \text{const}$. Из рисунка видно, что после достижения максимума амплитуды происходит срыв колебаний и коэффициент виброизоляции резко уменьшается. Эффективность виброзащиты обеспечивается при $z \geq 1,46$.

При проектном расчете с учетом (9) и условия малости затухания уравнение (13) приводится к виду

$$\beta\nu^2 = d \text{ или } 0,75\gamma\beta^3 + \beta - d = 0, \quad (14)$$

где $d = 1$ при $f_0 = \text{const}$ и $d = 2\nu^2$ при $f_0 = \xi_0 \omega^2$.

Отсюда находим корень уравнения β_* и проверяем выполнение условия эффективности виброзащиты для рабочего диапазона частот

$$\omega_{\min}^2 \geq 2(1 + 0,75\gamma\beta_*^2)c/m.$$

Если это условие не выполняется, то проверяется виброизолятор другой марки. С целью уменьшения габаритов виброзащитных систем подбор рекомендуется начать с виброизолятора с более жесткой упругой характеристикой.

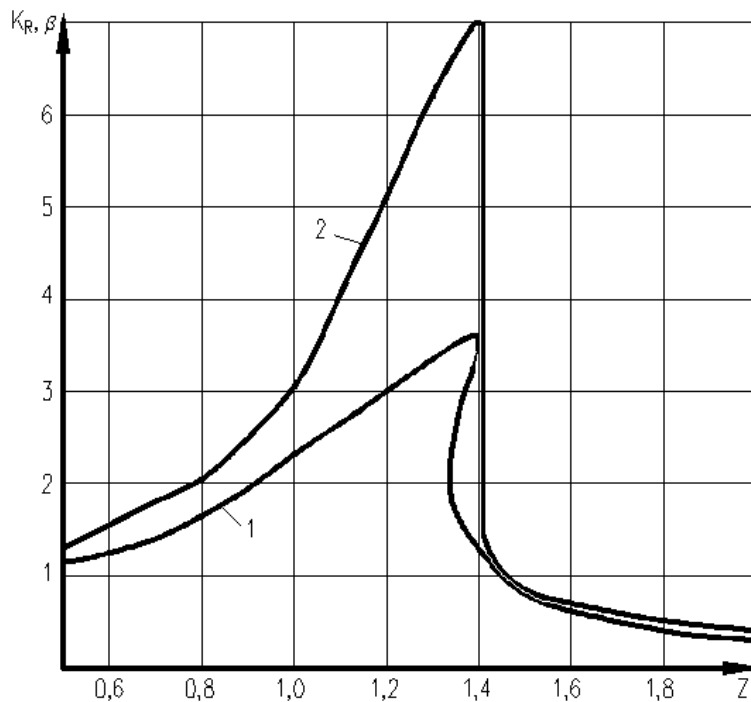


Рис. 2. АЧХ (кривая 1) и график изменения коэффициента виброизоляции (кривая 2)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. Т. 2. М.: Машиностроение, 1979. 351 с.
2. Коловский М.З. Автоматическое управление виброзащитными системами. М.: Наука, 1976. 317 с.

УДК 621.879.064

А.С. КАДЫРОВ
Р.Р. ХАЙБУЛЛИН

Анализ теоретической модели резания грунта при фрезеровании

Рассмотрим равновесие элемента срезаемой стружки грунта при его фрезеровании (рис.). В период времени, предшествующему сколу, в элементе стружки со скоростью звука распространяется волна напряжений, приводящих к разрушению грунта. Фронт волны деформаций отклоняется от нормали к лобовой грани резца на угол внутреннего трения μ .

Напряжение упругой деформации вызывает только объемную деформацию. В молекулярно-связанных грунтах (которые мы рассматриваем) возникают и пластические деформации. Эти деформации характеризуются изменением формообразования и возникновением ядра уплотнения перед резцом.

Определим силу разрушения грунта, возникающую в момент скола элемента срезаемой стружки. На элемент срезаемой стружки abc (рис.) действует сила нормального давления со стороны резца N_p , гидростатическое и гидродинамическое давление $P_{г.с.}$, вес стружки P , центробежная сила $P_{ц.б.}$, возникающая из-за криволинейности движения резца, нормальная и касательная реакции со стороны грунта R^r и R^s на площадке скола, сила сопротивления смятию грунта (нормальная составляющая $R_{см}^r$ и касательная $R_{см}^s$). Забой профильтрован на величину $l_{ср}$, толщина снимаемой стружки h , толщина стружки

среза — h_p и смятия $h_{см}$. На заднюю грань резца действует гидростатическое и гидродинамическое давление. Площадка скола наклонена к касательной траектории резания на угол φ . Резец имеет ширину b , угол резания δ , задний угол ν , ширину площадки износа a . Траектория движения резца наклонена к горизонтали на угол $\beta_{тр}$.

Реальный профиль срезаемой стружки за счет действия усилия подачи асимметричен, и в четвертой четверти окружности площадь стружки несколько превышает ее площадь в первой. Но это превышение незначительно и в реальных расчетах не будет учитываться.

Геометрические размеры стружки описываются следующими зависимостями:

$$a \cdot \tilde{n} = h \operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \psi,$$

$$F_{\tilde{a}\tilde{n}} = bh \operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \psi,$$

$$V_c = \frac{bh^2}{2} \operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \psi,$$

где $b.c.$ — длина скалываемого элемента;

$F_{гдс}$ — площадь контакта поверхности стружки с глинистым раствором;

V_c — объем стружки.

Вес срезаемой стружки и центробежная сила:

$$P = \frac{bh^2\rho_2g}{2} \operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\psi \quad ,$$

$$D_{\alpha\alpha} = \frac{bh^2\rho_2V_c}{2R} \operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\psi \quad ,$$

где R – радиус кривизны траектории движения РО, в случае фрезерования – радиус фрезы;
 ρ_2 – плотность грунта;
 g – ускорение свободного падения.

$$K_{\delta} = \frac{\tau_1 + \sigma_{\delta} \operatorname{tg} \varphi}{\tau_1} = 1 + \frac{\sigma_{\delta}}{\tau_1} \operatorname{tg} \varphi,$$

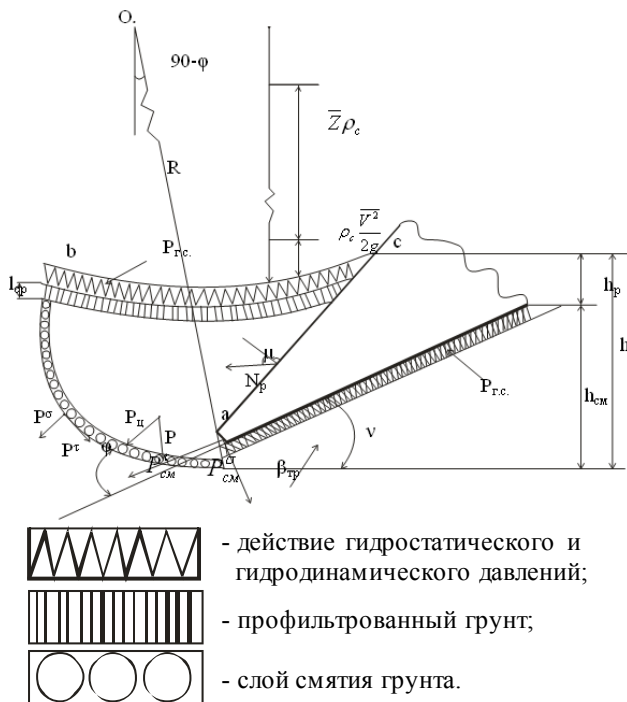


Схема сил, действующих на элемент срезаемой стружки

Сила тяжести при проекциях на оси τ и σ имеет разные знаки в третьей и четвертой четвертях окружности. В третьей – эта сила увеличивает действие силы нормального давления, а в четвертой – уменьшает.

С учетом полученных выражений вес срезаемой стружки P и центробежная сила $P_{ц}$ определяются выражениями:

$$P = \frac{bh^2\rho_2g}{2} \operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\psi \quad ,$$

$$E_0 = \frac{V_p^2 b h^2 \rho_2 g}{2R} \operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \psi = \frac{P V^2}{R g} \operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \psi ,$$

где V – скорость подачи фрезы.

Определим количественное отличие силы резания при фрезеровании от силы прямолинейного резания. С этой целью найдем коэффициенты, учитывающие увеличение силы резания в зависимости от условий работы.

Коэффициент увеличения силы резания за счет геостатического давления определится как отношение касательного напряжения срезу на глубине Z к касательному напряжению срезу на дневной поверхности

где K_δ – коэффициент силы резания, учитывающий ее возрастание при увеличении глубины проходки.

Увеличение силы резания в зависимости от давления жидкости на забой и фильтрационной способности грунта определяется отношением силы резания в жидкой среде к силе резания по-сухому:

$$K_c = \frac{\eta \rho_c g Z}{\tau_1} + \frac{\rho_c V_p^2}{2\tau_1} = \frac{\rho_c}{2\tau_1} (2\eta g Z + V_p^2),$$

где K_c – коэффициент, учитывающий влияние работы в забое с жидкой средой на силу резания;

ρ_c – плотность среды;

Z – глубина проходки.

Полученный коэффициент учитывает влияние плотности среды, скорости резания и фильтрационной способности.

$$N_p = \tau_1 b h; \psi = \arctg \frac{C_0 + \sigma_\delta \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_{\delta\epsilon}} - \delta - \mu.$$

При прямолинейном резании с учетом глубины проходки:

$$N_p^1 = N_p K_\delta; \psi = \arctg \frac{\tau_1 + \sigma_\delta \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_{\delta\epsilon} + \sigma_\delta} - \delta - \mu,$$

где N_p^1 – сила резания грунта на глубине Z .

При резании в жидкой среде забоя:

$$N_p^2 = N_p K_c; \psi = \arctg \frac{\tau_1 + D_{a.n.} \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_{\delta\epsilon} + \delta \cdot \tilde{a}} - \delta - \mu^*,$$

где N_p^2 – сила резания грунта в забое, заполненном жидкостью.

При резании с учетом смятия грунта, центробежной силы и веса стружки N_p^3, N_p^4, N_p^5 :

$$N_p^3 = K_u N_p; N_p^4 = K_p N_p; N_p^5 = K_\delta N_p;$$

$$\varphi = \arctg \frac{C_0 \sigma_\delta \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_{\delta\epsilon}} - \delta - \mu.$$

Сила резания для всех перечисленных условий определяется по зависимости:

$$N_p^\Sigma = N_p K_\delta \cdot K_c \cdot K_u \cdot K_p \cdot K_\delta = N_p K_\Sigma,$$

$$\varphi = \arctg \frac{\tau_1 + \sigma_\delta + P_{a.n.} \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_{\delta\epsilon} + D_{a.n.}} - \delta - \mu^*,$$

где K_Σ – коэффициент условий работы резца.

Как показали предварительные расчеты, значения центробежной силы и веса стружки в общей величине N_p^Σ не превышают совместно 1 %. С учетом этого их сила N_p^Σ определяется зависимостью:

$$N_p^\Sigma = N_p K_\delta \cdot K_c \cdot K_u.$$

Полученные зависимости позволяют оценивать условия работы инструмента при фрезеровании грунта и учитывать их влияние на значение силы резания.

УДК 661.664.2

А.Н. ТУРСУНБАЕВА

Фазовый и химический состав сырья для получения реагента цианирования золота

В настоящее время цианистые соединения широко используются в гидрометаллургии благородных металлов. Однако, несмотря на высокую эффективность, производство цианидов в Казахстане отсутствует. Предприятия, использующие цианиды, закупают такие соли в зарубежных странах, что приводит к высоким затратам, связанным с приобретением, транспортировкой и хранением материала, относящегося к группе ядовитых веществ.

Существующие способы получения цианидов основаны на использовании дорогого сырья, хранение которого к тому же связано со значительными сложностями и опасностью. Вместе с тем необходимо наличие громоздкой аппаратуры, а для осуществления процесса – значительный расход тепла и электроэнергии, создание особых условий, а также применение дорогих и высокочувствительных катализаторов, что делает производство нерентабельным. Анализ техногенных отходов Республики Казахстан указывает на возможность получения цианосодержащих соединений из выбросов фосфорных предприятий, прежде всего из твердой фазы котельного «молока» (КМ), представляющей

собой водную суспензию котельной пыли (КП) фосфорного производства.

В настоящее время КМ складироваться в специальных хранилищах, создавая угрозу загрязнения окружающей среды токсичными фосфорными и цианистыми соединениями, занимая значительные площади общественно-полезных земель. В связи с этим, организация производства цианидов из отходов промышленности является актуальной задачей, решение которой позволит расширить сырьевую базу химического производства, а также будет способствовать ликвидации отходов и охране окружающей среды.

Присутствие цианидов в отходах газоочистки фосфорных производств связано с использованием азота при электротермической возгонке элементарного фосфора, в результате чего при высоком напряжении в электрической дуге происходит взаимодействие атомов азота и углерода, входящего в состав шихты, с образованием дициана по следующей реакции:



В составе шихты, используемой для получения фосфора, в значительном количестве присутствуют железо и углеродсодержащие компоненты. При высокой температуре в результате взаимодействия железа шихты и частично металла корродированного оборудования с дицианом или свободным цианидом КП образуются гексацианоферраты-анионы. Далее комплексные гексацианоферрат-анионы взаимодействуют с железом или щелочными металлами до устойчивых комплексных малотоксичных цианидов.

Таким образом, в отходах газоочистки производства желтого фосфора присутствуют простые и сложные цианиды, стабильное существование которых обусловлено высокими значениями pH среды КМ.

Состав и свойства КМ в значительной мере определяются технологическими условиями процесса получения элементарного фосфора, характеризуются переменным содержанием недоокисленных форм фосфорных соединений и нестабильностью pH среды, что приводит к повышению пенообразования и выделению взрывоопасного газа фосфина. Для стабилизации КМ использовали кислотную вытяжку феррофосфора (СВФ) нейтрального состава.

В результате проведенных исследований найдено, что введение в КМ кислотной вытяжки феррофосфора с концентрацией сульфата железа (III) ниже 0,3 масс. % не позволяет повысить седиментационную устойчивость суспензии и снижать выделение фосфина. Использование вытяжки с концентрацией выше 0,4 масс. % сульфата железа (III) приводит к инкрустации оборудования за счет гидролиза солей железа. На основании полученных данных в исследованиях использовали СВФ следующего состава, содержащую (масс.%): сульфат железа (III) 0,3-0,4; сульфат марганца 0,04-0,045; серную кислоту 0,8-3,0; фосфорную кислоту 0,1-0,15 и воду, взятую в количестве, обеспечивающем содержание соли железа (III) 2,8-3,8 % от массы твердого остатка суспензии.

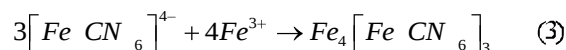
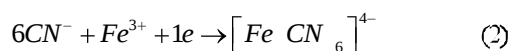
Введение в суспензию СВФ с низким содержанием свободной кислоты, менее чем 0,8 масс. % (серная кислота) и 0,1 масс. (фосфорная), приводит к снижению процесса химической пептизации системы, а с высоким содержанием, более чем 2,0 масс. % (серная кислота) и 0,15 масс. % (фосфорная кислота) и 0,15 масс. % (фосфорная кислота), к коррозии оборудования.

Состав СВФ оказывает существенное влияние также на изменение значений pH среды суспензии, от которой в значительной мере зависит пенообразование и выделение фосфина. При значении pH ниже 5,6 и плотности суспензии выше 1,20 кг/м³ наблюдается инкрустация оборудования, а при значениях pH выше 6,8 и плотности суспензии ниже 1,13 кг/м³ повышается выделение фосфина и нарушается технологический режим удаления пыли из электрофильтров. Количество фосфора, перешедшего в фосфин, составляет около 0,81%. Количество вводимой кислотной вытяжки составляет 3,0% от масс сухого остатка КМ, при этом плотность пульпы соответствует 1,15 кг/м³. Таким образом, расход разбавленной СВФ достигает 2 м²/т. Пенообразование

не наблюдается, скорость осаждения частиц составляет 4 см/мин.

Введение в котельное «молоко» СВФ приводит к образованию стабилизированной мицеллы золя гидроксида железа (III), а присутствующие в стабилизирующем растворе свободные кислоты участвуют в химической пептизации системы, повышая седиментационную устойчивость ее дисперсной фазы.

В жидкой фазе КМ в основном содержатся водорастворимые компоненты КП, а в твердой фазе соответственно мало- и плохорастворимые составляющие. К последним относятся и гексацианоферраты железа (III и II), образование которых происходит на стадии формирования КП и КМ, а также в результате введения в КМ стабилизирующей кислотной вытяжки феррофосфора, содержащей в своем составе железо (III):



Кроме того, вместе с СВФ дополнительно в систему вводится железо (III), последнее взаимодействует с цианид-ионами, с образованием устойчивых в кислой среде ферроцианидов, при отстаивании КМ, переходящих в твердую фазу системы. Учитывая сорбционную способность образовавшейся золи гидроксида железа (III), не исключена возможность сорбции ею свободных цианид-ионов, а также механического соосаждения простых цианидов со взвесями.

Проведено детальное изучение химического и фазового состава КМ. Согласно химическому анализу твердая фаза КМ содержит, (масс. %): CN⁻ – 0,007 – 0,35; Na₂O – 1,1; K₂O – 4,1; SiO₂ – 21,1; P₂O₅ – 27,2; Al₂O₃ – 1,7; Fe₂O₃ – 1,8; CaO – 10,1; MgO – 3,0; F – 3,3; C – 5,6; влажность – 21.

Поскольку исследуемый объект представляет собой тонкодисперсную и сложную систему, то идентификацию ее фазового состава проводили современными физико-химическими методами анализа: ИК-спектроскопическим, рентгенофазовым, термическим и петрографическим.

По данным ИК-спектроскопического анализа основу твердой фазы КМ составляет кремнезем как в форме кварца: 692, 782, 1150 см⁻¹, так и в форме кристаллита: 476, 620, 1098 см⁻¹ (рис. 1а). На ИК – спектрах полосы поглощения при 890, 1040, 1100 см⁻¹ относятся к фторапатиту, частоты 580, 915, 1150 см⁻¹ к пирофосфату калия – кальция K₂CaP₂O₇, в меньших количествах содержатся: триметафосфат калия – кальция K₂CaP₃O₉: 516, 1060, 1110 см⁻¹ и пирофосфат кремния – моноклинный SiP₂O₇: 470, 512, 1298 см⁻¹. Полосы с максимумами 740, 890, 1680 см⁻¹ указывают на наличие небольшого количества гипса CaSO₄ · 2H₂O. Установлено, что цианидный компонент в твердой фазе КМ находится в виде цианокомплексов с характерными частотами 350 и 390 см⁻¹, соответствующими [Fe(CN)₆]⁴⁻, и 380, 508 см⁻¹, относящимися к [Fe(CN)₆]³⁻.

Сочетания эндотермических эффектов с пиками при 140 и 410 °С характерно $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Изменения, протекающие при температурах от 400 до 1000 °С (кривые DTA и DTG), характеризуют процессы кристаллизации и полимерные превращения пирофосфатов.

Согласно данным петрографического анализа основными составляющими твердой фазы КМ являются диоксид кремния, представленный непрозрачной фазой черного цвета, на фоне которого выступают крупноагрегативные образования мелкокристаллического строения, а также пирофосфат калия-кальция, который представлен в виде бесформенных зерен (рис. 2).

Таким образом, впервые определены условия стабилизации водной суспензии коллоидно-химических смесей КП с использованием СВФ. Показан фазовый и химический состав твердой фазы КМ. Установлено, что суммарное содержание цианида в сырье составляет, (масс. %): 0,007-0,35. Такое содержание свободного цианида дает возможность получать из техногенных отходов фосфорной промышленности реагент цианирования благородных металлов.

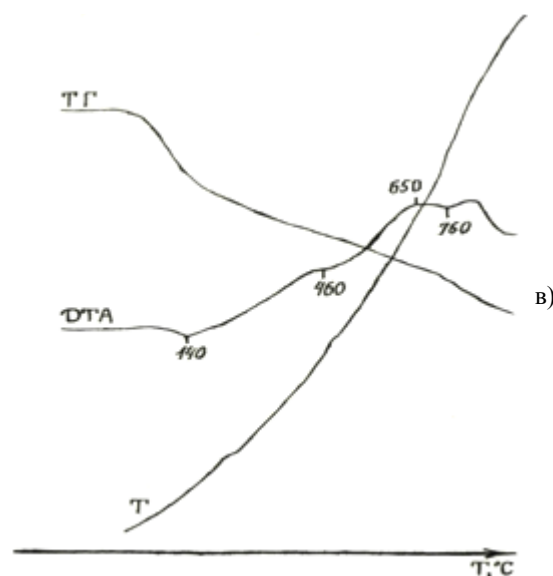
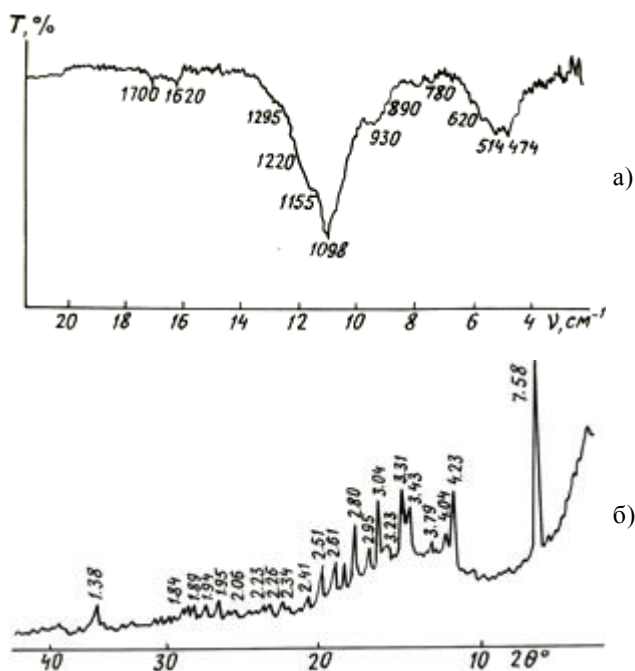


Рис. 1. ИК-спектры (а), дифрактограмма (б) и дериватограмма (в) твердой фазы котельного «молока»

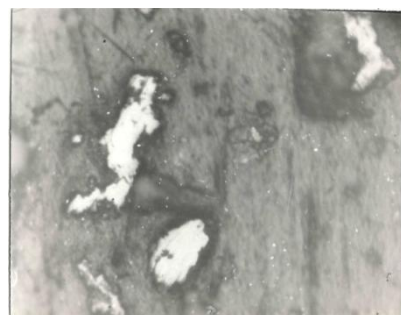


Рис.2. Микроструктура твердой фазы котельного «молока»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джусипбеков У.Ж. и др. Отходы фосфорной промышленности, пути их утилизации: Аналитический обзор. Алматы: КазНИИНКИ, 1992. 41 с.
2. Понамарева Е.И. и др. Физико-химические исследования продуктов переработки КП фосфорного производства кислотным способом // Комплексное использование минерального сырья. 1985. №5. С.49-53.

УДК 621.771.23.016.3

В.И. ИЛЬЮН,
А.С. МИХЕЕВ,
А.В. ЗОРИН

Исследование горизонтальных смещений подушек рабочих валков ДПДС-1400

Переход в область высоких скоростей прокатки-дрессировки связан с новыми технологическими

проблемами, одной из которых являются спонтанные нарушения устойчивости процесса прокатки

(дрессировки). Эти нарушения происходят при прокатке тонких полос с большими суммарными обжатиями, сопровождающимися зачастую нарастающими вертикальными вибрациями клетей, которые развиваются в течение 3-5 с и прогрессирующими колебаниями напряжений, что приводит к резонансным явлениям на станах. Подобные явления отмечены на многих станах холодной прокатки. На пятиклетевом стане 2030 НЛМК появление вибраций при прокатке полос из низкоуглеродистых сталей 08Ю, 08пс, 10 (и их иностранных аналогов) толщиной 0,5-0,6 мм из подката 2,3-2,5 мм отмечается уже при скоростях 12-15 м/с [1]. На разнотолщинность полосы оказывают влияние также смещения подушек рабочих и опорных валков на ОДС-1700 КарМК (АО «Миттал Стил Темиртау»), достигавшие 2,5 мм [2].

Вибрации оказывают негативное влияние на качество продукции и работу оборудования. По данным [2] частоты вибраций достигали 11-13 Гц. При достижении вибрациями развитой фазы (резонанса) происходит существенное снижение точности прокатки, заключающееся в появлении продольной разнотолщинности с амплитудой до 0,05-0,10 мм и шагом по длине полосы 100-200 мм (дефект «стиральная доска»). При этом ухудшается качество поверхности и формируются чередующиеся поперечные светлые и темные полосы разной шероховатости.

Основными колебательными звеньями – «осцилляторами» возмущений являются рабочие и опорные валки клетей, распределенные массы которых совершают вертикальные и горизонтальные колебания, порождая циклы растяжения-сжатия в стойках станин, изменяя натяжение в полосе, и в межклетевом промежутке; вращательно движущиеся массы линии главных приводов, совершающие крутильные колебания; полоса в межклетевых промежутках, совершающая поперечные колебания в вертикальной плоскости [1].

Валки и их опоры в наибольшей степени подвержены воздействию травмирующих факторов при прокатке-дрессировке. Вследствие больших геометрических размеров, им присущи неизбежные неточности формы. Неудовлетворительное с точки зрения динамической устойчивости состояние валков обуславливается наличием в них внутренних напряжений, возникающих при изготовлении и накапливаемых при эксплуатации вследствие повреждений и несовершенства геометрических

характеристик. Характерным примером повреждения валковой системы в ходе эксплуатации является продольный отпечаток (лампас) рабочего валка на опорном, образующийся при больших нагрузках (захвате, обрывах полосы и др.). Эти возмущения воздействуют на конструктивные элементы стана, возбуждают в них колебания широкого спектра частот. Энергия возмущений пропорциональна квадрату скорости прокатки. Подобное влияние оказывают также крупные выкрошки и другие макродефекты на опорных и рабочих валках [1,6].

С учетом вышеизложенного на двухклетевом прокатно-дрессировочном стане 1400 (ДПДС-1400) были проведены исследования смещений подушек рабочих валков. При проведении исследований применялась методика, аналогичная описанной в [3,4].

Для регистрации текущих смещений рабочих валков клетей № 1 и № 2 ДПДС-1400 при дрессировке жести применяли регистрирующий прибор НЗ38-П8- (быстродействующий самопишущий промышленного назначения), датчик линейных перемещений типа ПД (рис. 1); ленту диаграммную для регистрации (бумага Д-50 шириной 380мм) [4]. Подушки рабочих валков стана установлены в проёмах подушек опорных валков, с зазором до 0,8 мм.

Полученные в результате обработки виброграмм (рис. 2) значения средних горизонтальных смещений $\bar{\sigma}_a$, $\bar{\sigma}_{a\bar{a}}$, $\bar{\sigma}_o$ для клетей №1 и №2 ДПДС-1400 (рис. 3) определены по формуле [5]

$$\bar{\sigma}_{a1} = \frac{\sum_{j=1}^m \tilde{\sigma}_i \times n_i}{n}, \quad (1)$$

где X_i – варианты дискретного ряда или (середины интервалов) интервального вариационного ряда;
 n_i – соответствующие значения X_i ;
 m_i – число интервалов;
 n – количество диапазонов смещений;

В результате расчётов по формуле (1) и данных расшифровки виброграмм, представленных в виде гистограмм на рис. 3, получили средние смещения подушек верхних рабочих валков обеих клетей ДПДС – 1400 (табл.).

Для проверки значимости (незначимости) наблюдений был проведён дисперсионный анализ смещений

$$S_{\sigma\sigma\sigma\sigma}^2 = \frac{1}{n} \left[\sum \sigma_i^2 - \frac{\sum x_i}{n} \right]. \quad (2)$$



Рис. 1. Схема расположения датчиков линейных перемещений и установки регистрирующей аппаратуры на клетях №1 и №2 ДПДС-1400 (вид со стороны привода) [4]

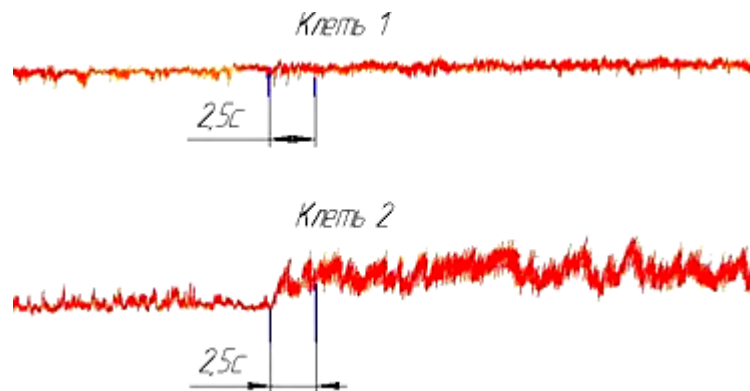


Рис. 2. Виброграмма изменения положения подушек рабочих валков клетей №1 и №2 ДПДС-1400

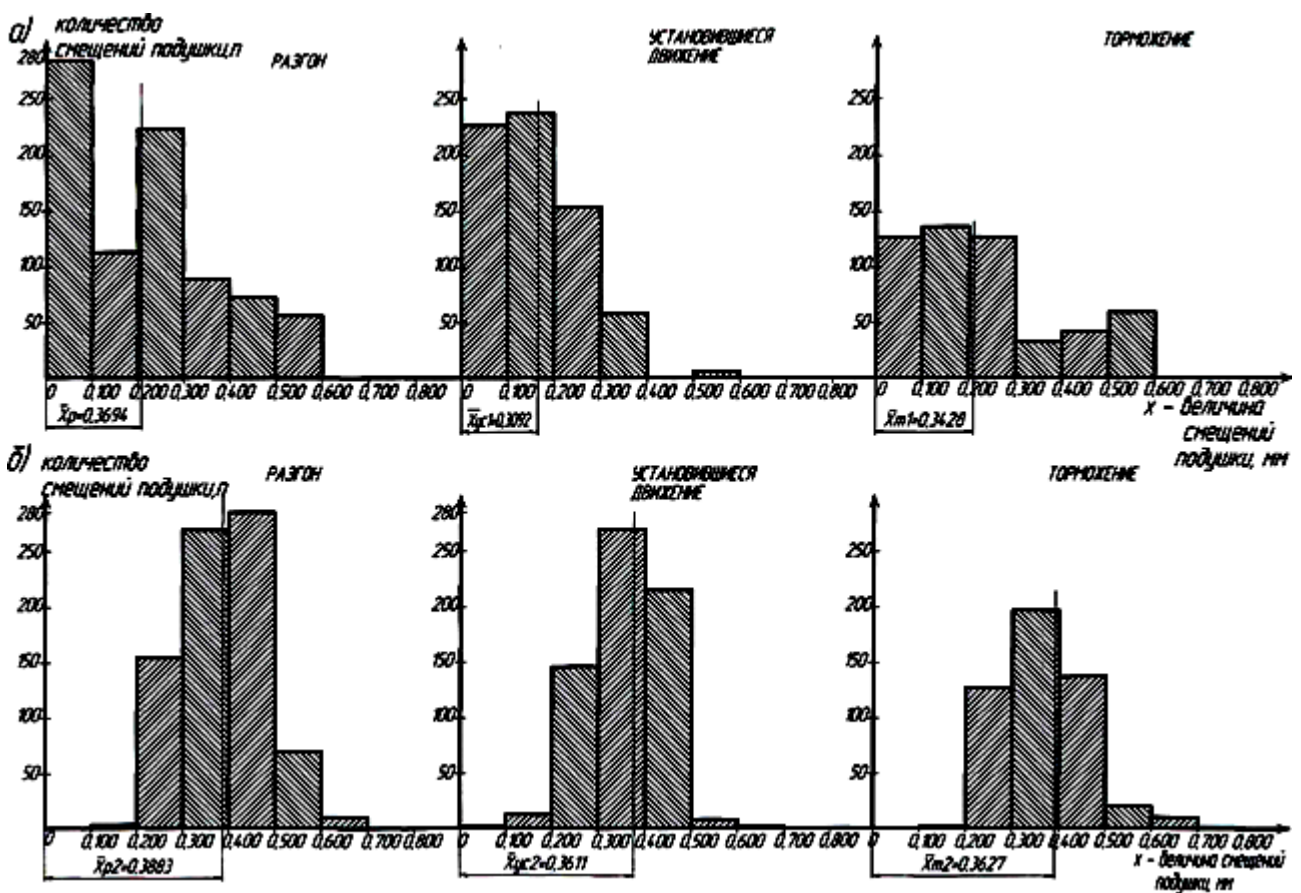


Рис. 3. Гистограммы распределения смещений подушек рабочих валков клетей №1 и №2 ДПДС-1400 ($\bar{\sigma}_{\sigma i}$, $\bar{\sigma}_{\bar{\sigma}}$, $\bar{\sigma}_{\sigma i}$ математические ожидания смещений подушки): а) для клетки №1, б) для клетки №2. Величины смещений и дисперсии смещений подушек рабочих валков ДПДС-1400, определенные при эксперименте

Клеть	Технологический период работы		
	разгон	установившееся движение	торможение
смещения подушек рабочих валков, мм			
№1	0,1085	0,079	0,117
№2	0,194	0,18	0,181
дисперсии смещений подушек рабочих валков, мм ²			
№1	0,1085	0,079	0,117
№2	0,194	0,18	0,181
сравнение дисперсий смещений подушек рабочих валков F_c и $F_{кр}$, мм ²			
№1	3,16	2,913	2,837
№2	10,97	9,15	8,47
количество смещений подушек рабочих валков п,			
№1	801	641	488
№2	783	644	487

После подсчёта числовых значений, взятых из гистограмм, по формуле (2) получили следующие дисперсии (см. табл.).

Для проверки гипотезы о значимости (незначимости) наблюдений смещений подушек рабочих валков клетей №1 и №2 сравнили дисперсии $S_{\partial \alpha x \text{ эл} . \bar{\epsilon}\bar{\epsilon}1}^2$ и $S_{\partial \alpha x \text{ эл} . \bar{\epsilon}\bar{\epsilon}2}^2$, пользуясь критерием Фишера [5]:

$$F_{\tilde{n}} = \frac{S_{\partial \vec{a} e \hat{e}_2}^2}{S_{\partial \vec{a} e \hat{e}_1}^2} = \frac{0,057}{0,018} = 3,16, \quad (3)$$

где $S_{\partial \alpha \partial \beta}^2$ – дисперсия технологического режима работы клетки №2;
 $S_{\partial \alpha \partial \beta}^2$ – дисперсия технологического режима работы клетки №1.

Гипотеза считается значимой при условии, что

$$F_c \geq F_{kn}, \quad (4)$$

где F_c – значение статистики;

F_{kp} – критическое значение статистики [5].

По табл. 6 приложения 4 [5] и степеням свободы k_1 и k_2 определили $F_{кр}$.

Степень свободы при перемещениях подушек
клетки №2

$$k_1 = n - 1 = 6 - 1 = 5, \quad (5)$$

где n – количество интервалов, технологического режима работы клетки №2 (рис. 3)

Степень свободы при перемещениях подушек клетки №1 определили по формуле (5) при $k_2 = 5$;

По табл. 6 приложения 4 [5] критическое значение F – критерия Фишера – Снедекера на уровне значимости $\alpha = 0,01$ (с надёжностью 0,99) при $k_1 = k_2 = 5$ составило $F_{0,01;5;5} = 10,97$.

Так как $F < F_{0,01;5;5} = (3,16 < 10,97)$, то расхождение можно считать незначимым для смещений подушек рабочих валков при разгоне валков клетей № 1 и № 2 стана ДПДС-1400. Таким же образом произвели сравнение по всем технологическим режимам работы ДПДС-1400 (табл.). Полученные результаты подтверждают данные ранее приведенных исследований, при которых отношения частот повторений как новых, так и перешлифованных опорных валков составили для обеих клетей ДПДС-1400 $\frac{v_{\bar{a}1}}{v_{i1}} = \frac{v_{\bar{a}1}}{v_{i1}} = \frac{v_{\bar{a}2}}{v_{i2}} = \frac{v_{\bar{a}2}}{v_{i2}} = \frac{1}{3}$ [6].

В результате проведения расшифровки результатов смещений подушек верхних рабочих валков ДПДС-1400 установили, что:

– максимальные смещения подушек верхних валков обеих клеток наблюдались в период разгона валков с полосой, минимальные – при установившемся движении; смещения верхних подушек рабочего валка клетки №1 ДПДС-1400 меньше, чем для аналогичного валка клетки №2 стана ДПДС-1400;

– для повышения эффективности работы стана ДПДС-1400 необходимо свести к минимуму горизонтальные смещения подушек рабочих опорных и рабочих валков, что будет способствовать уменьшению разнотолщинности жести и повышению ее качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пименов В.А., Колпаков С.С., Целиков Ю.А. и др. Автоматическое диагностирование вибраций и управление скоростным режимом на стане 2300 // Сталь. 1999. №10. С. 42-46.
2. Илькун В.И., Кузнецов Ю.М., Кузминов А.А. и др. Влияние одношпиндельного привода дрессировочного стана 1700 на «ребристость полосы» // Там же 1985. № 1. С. 51-52.
3. Илькун В.И., Михеев А.С. Исследование смещений подушек рабочих валков ДПДС-1400 при дрессировке полосы // Труды научно-практ. конф. КарГТУ. Караганда 2008. № 2. С. 219-222.
4. Илькун В.И., Хамитов М., Высочин В.Г. О методике проведения экспериментальных исследований продольных смещений валков двухклетевых чистовых станов // Технология производства металлов и вторичных материалов. 2003. № 1(3). С. 198-206.
5. Кремер Н.Ш. Математическая статистика. М.: ЮНИТИДАНА, 2004. 573 с.
6. Илькун В.И., Карабалин А.А., Давильбеков Н.Х. Исследование причин возникновения «ребристости» на бочках валков дрессировочных станов // Металлургические машины и оборудование: Межвузовский сборник научных трудов. Алматы: КазПТУ, 2000. Вып. 9. С. 73-81.

Раздел 3

Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности

УДК 622.281(574.32)

*В.Ф. ДЕМИН,
С.К. ТУТАНОВ,
В.С. ПОРТНОВ,
В.В. ЖУРОВ,
Т.В. ДЕМИНА*

Проявления горного давления вокруг выработки с анкерной крепью

Проведено исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород с помощью программы ANSYS вокруг одиночных выработок в условиях шахты «Абайская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау» при технологической схеме проведения выемочной выработки (рис. 1) – конвейерного штрека 31к₁₂-ю при глубине разработки 390 м и геологической мощности пласта к₁₂, равной 6 м.

На рис. 2 представлена расчетная схема поставленной задачи. Граничные условия: на линии AB отсутствуют перемещения U_x и U_y ; на линиях AD и BC отсутствует перемещение U_x ; на линию DC действует нагрузка $\gamma H = 8.72$ МПа.

Размер слоев пород выбран согласно горно-геологическому паспорту. Рассмотрена выработка прямоугольного сечения площадью 15 м² (ширина 5 м и высота 3 м).

На рис. 3 показана модель, представленная конечными элементами. Конечный элемент представлен в виде равностороннего треугольника с размером стороны 0,2-0,3 м.

Установлены следующие значения вертикальных перемещений: $U_{кр.} = 108$ мм, $U_{нч.} = 67$ мм, $U_{б.} = 89$ мм,

соответствующих исследуемым точкам 4, 6, 5 рис. 3. Распределение характера вертикальных перемещений в массиве боковых пород представлено на рис. 4.

Характер распределения вертикальных напряжений (σ_y) в массиве приконтурных пород в исследуемых точках 1, 2, 3 (см. рис. 2) представляется зависимостью, представленной на рис. 5.

Нормальные напряжения в области боковых стоек выработки симметричны и имеют следующие значения: в кровле $\sigma_y = -60,22$ МПа, в боках $\sigma_y = -29,26$ МПа и в почве $\sigma_y = -68,83$ МПа. На рис. 6 приведен характер распределения вертикальных напряжений σ_y .

Эта же задача рассмотрена с учетом крепления анкерами кровли выработки. Длина анкеров 2,4 м, диаметр – 0,022 м. Расположения анкеров в кровле – вертикальное или близкое к нему.

В результате произведенных расчетов получены следующие значения вертикальных перемещений: $U_{кр.} = 108$ мм, $U_{нч.} = 67$ мм, $U_{б.} = 89$ мм, соответствующих точкам 4, 6, 5 рис. 1. Распределение характера нормальных перемещений приведено на рис. 7.

Изменение вертикальных напряжений (σ_y) в представленной на рис. 8. точках 1, 2, 3 иллюстрируются зависимостью,

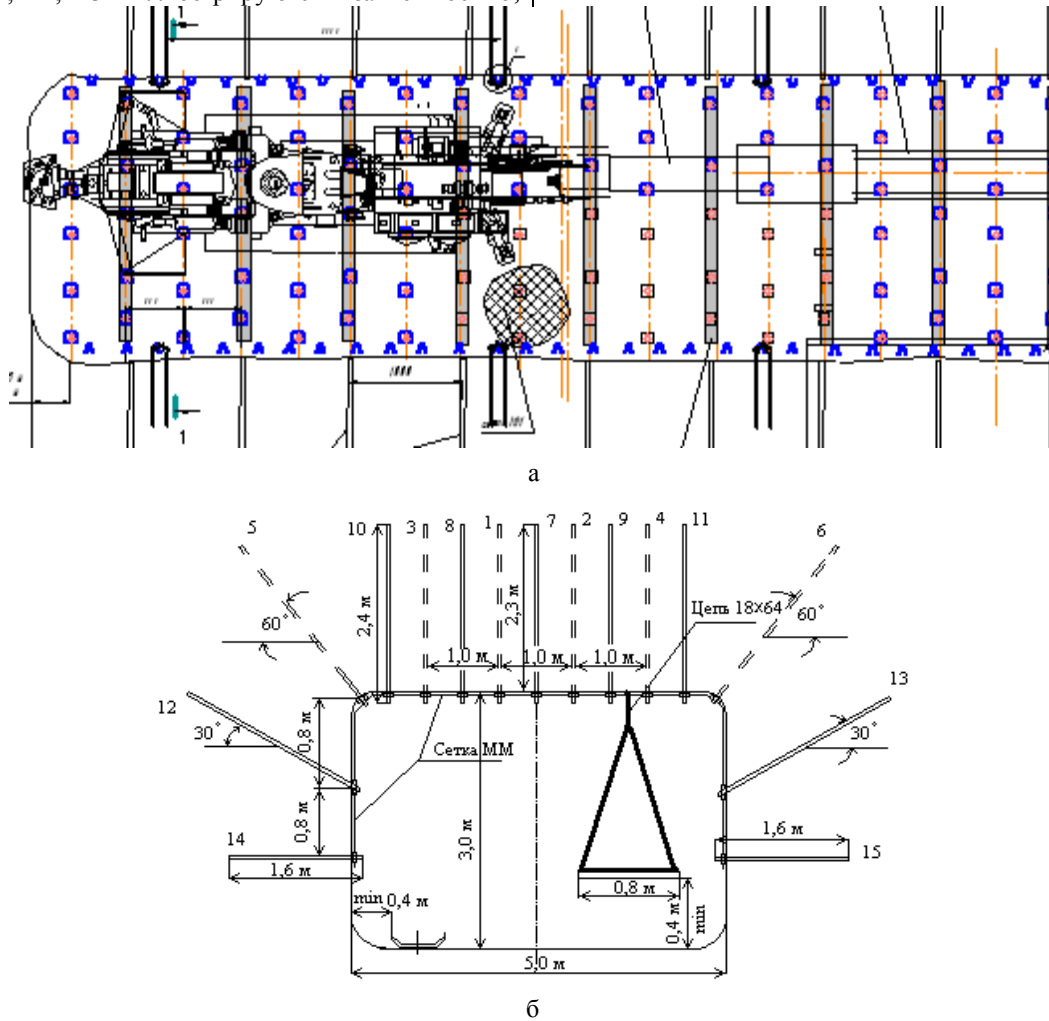


Рис. 1. Технологическая схема проведения конвейерного штрека: а – продольный разрез; б – поперечное сечение

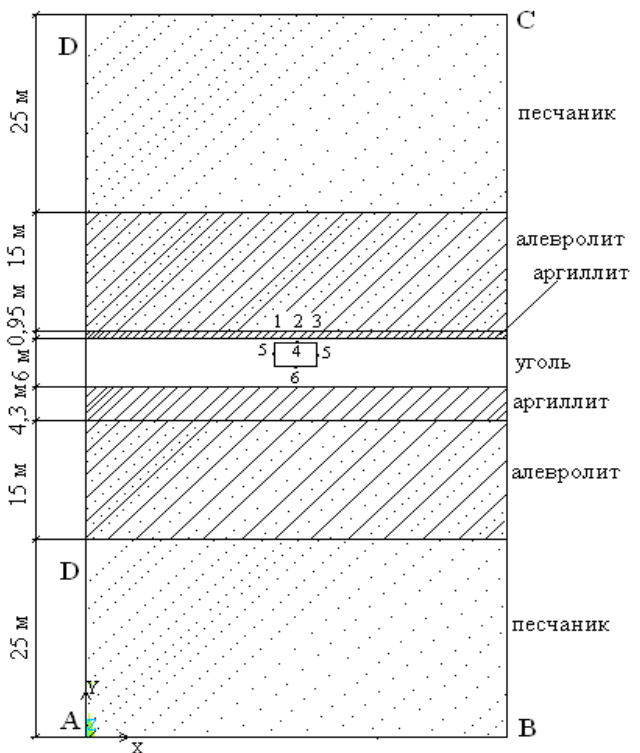


Рис. 2. Расчетная схема модели приконтурных пород вокруг горной выработки

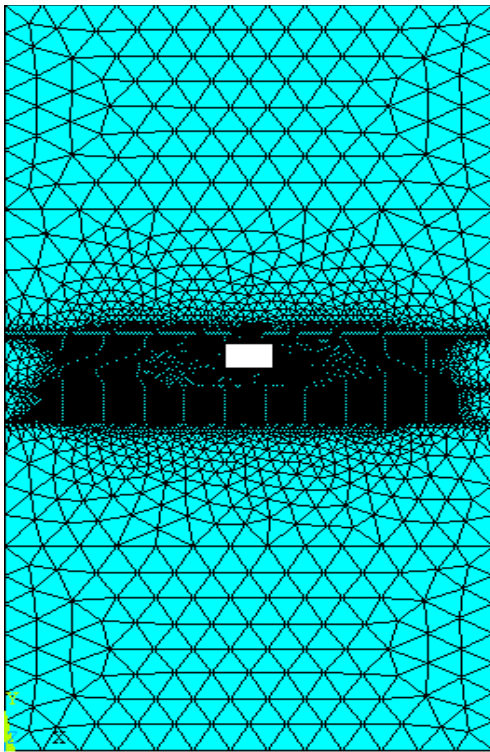


Рис. 3. Модель массива пород вокруг выработки, разбитая на конечные элементы

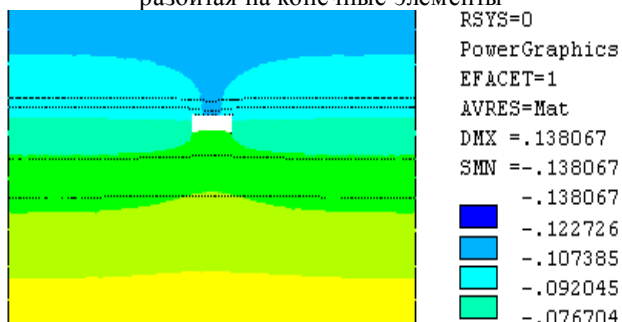


Рис. 4. Эпюра вертикальных перемещений боковых пород

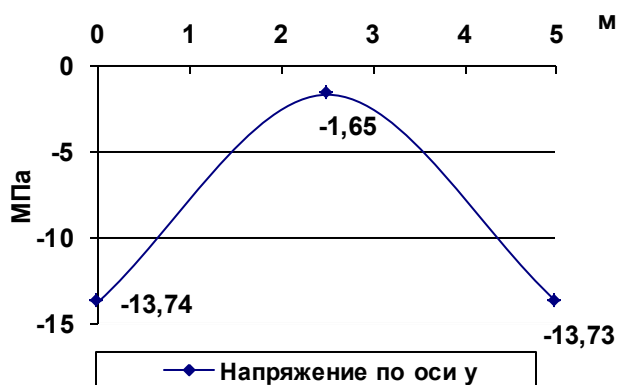
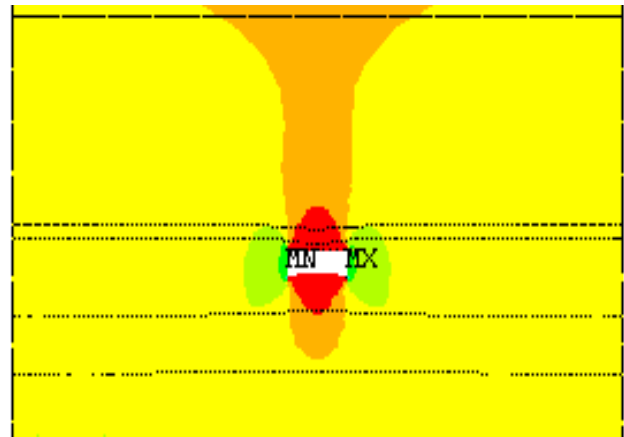
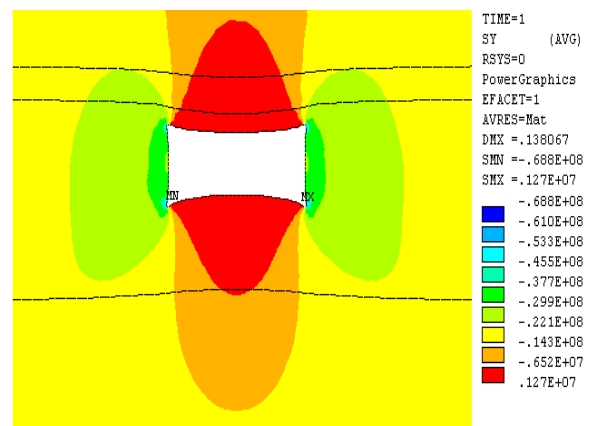


Рис. 5. Нормальные напряжения в массиве приконтурных пород



a)



б)

Рис. 6. Эпюры нормальных напряжений:
а – общая картина; б – в окрестностях выработки

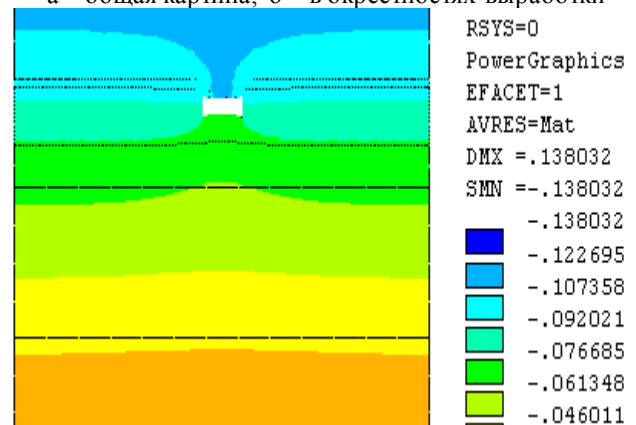


Рис. 7. Вертикальные перемещения при креплении анкерами кровли выработки

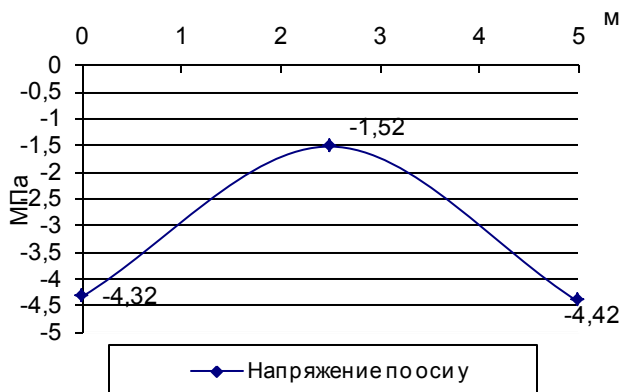


Рис. 8. Изменение вертикальных напряжений при креплении анкерами кровли выработки

Рассматривая распределения нормальных напряжений σ_y в случае, когда кровля не закреплена анкерами, проверим задачу на прочность каждого слоя (расположение слоев показано на рис. 2):

- песчаник $\sigma_y = 14,3 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (30 < \sigma_{сжс} < 150 \text{ МПа})$;
- алевролит в зоне кровли выработки $\sigma_y = 14,3 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (30 < \sigma_{сжс} < 95 \text{ МПа})$;
- аргиллит в зоне кровли выработки $\sigma_y = 6,5 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (12 < \sigma_{сжс} < 70 \text{ МПа})$;
- уголь в зоне кровли выработки $\sigma_y = 6,5 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (13 < \sigma_{сжс} < 30 \text{ МПа})$;

Проверяя на прочность те же слои для случая, когда кровля закреплена анкерами:

- песчаник $\sigma_y = 29,7 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (30 < \sigma_{сжс} < 150 \text{ МПа})$;
- алевролит $\sigma_y = 29,7 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (30 < \sigma_{сжс} < 95 \text{ МПа})$;
- аргиллит в зоне кровли выработки $\sigma_y = 3,68 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (12 < \sigma_{сжс} < 70 \text{ МПа})$;
- уголь в зоне кровли выработки $\sigma_y = 3,68 \text{ МПа} < \sigma_{сжс} (13 < \sigma_{сжс} < 30 \text{ МПа})$;

Из вышеизложенного следует, что сжимающие напряжения уменьшаются. В кровле и в почве породы весьма неустойчивы, в боках породы – наоборот, достаточно устойчивы. Анкера в кровле работают на сжатие. В анкерах, направленных под углом к кровле, возникают максимальные растягивающие напряжения. Максимальное напряжение располагается в точке соединения с кровлей и достигает значения 74,3 МПа. Максимальные сжимающие значения напряжений также возникают в анкере, установленном под углом к кровле и принимают значения 160 МПа.

Сравнение расчетных и экспериментальных параметров позволило установить, что погрешность аналитического вычисления перемещений в кровле составляет лишь 2, в боках 6 %.

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля вмещающих породных массивов в зависимости от горно-геологических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации устанавливать рациональные параметры крепления боковых пород для повышения устойчивости подготовительных горных выработок.

УДК 655.411:378.14

Б.М. КЕНЖИН

Исследования исполнительного органа гидравлического вибрационно-сейсмического модуля

Для проведения экспериментов был использован комплекс вибросейсмической аппаратуры ВСК-2, разработанный в НПО «Рудгеофизика». Основой его служит станция записывающая СЗ-ВСК-2 [1].

Система регистрации и воспроизведения станции СЗ-ВСК-2 построена по принципу транспонирования спектра сигнала, основанному на использовании различия скоростей магнитной ленты: низкой при записи вибросейсмических сигналов и повышенной при их воспроизведении. Такое построение регистрирующей и обрабатывающей аппаратуры позволяет уменьшить время корреляционной обработки, а также обеспечить последовательную и длительную запись на магнитном носителе вибросейсмической информации от нескольких (до десяти) циклов возбуждения. В соответствии со стремлением к экономичности оборудования в комплексе ВСК-2 реализована релейная корреляция вибрационных сигналов. Проведенные исследования релейной корреляции показали незначительное для практики ухудшение ее помехоустойчивости по сравнению со множительной, если ограничивать спектр регистрируемых колебаний частотами, возбуждаемыми вибратором.

Для оценки уровня сигналов и помех в процессе регистрации на станции СЗ-ВСК-2 предусмотрена возможность одновременного наблюдения всех 24 сейсмических каналов и опорного сигнала на экране электронно-лучевого осциллографа, для чего разработано многоканальное устройство мультиплексирования.

Станция СЗ-ВСК-2 оснащена коррелятором, который позволяет для оценки качества материала и корректировки методики сразу после регистрации вибросейсмических сигналов преобразовывать их в импульсную форму. Процесс регистрации и воспроизведения выполняется на одном и том же лентопротяжном механизме, имеющем две скорости с коэффициентом трансформации, равным 70. Для записи коррелограмм разработан барабанный регистратор с записью на электроэрозионную бумагу ЭРБ-1.

При количественной оценке режимов работы модуля произведена расшифровка осциллограмм с использованием тарифовочных графиков для всех датчиков, входящих в комплект аппаратуры [1]. Анализ результатов производится с помощью графических зависимостей, построенных на

основании регистрации параметров. Изменение давления в рабочих полостях исполнительного органа с изменением частоты приведено на рис. 1, 2.

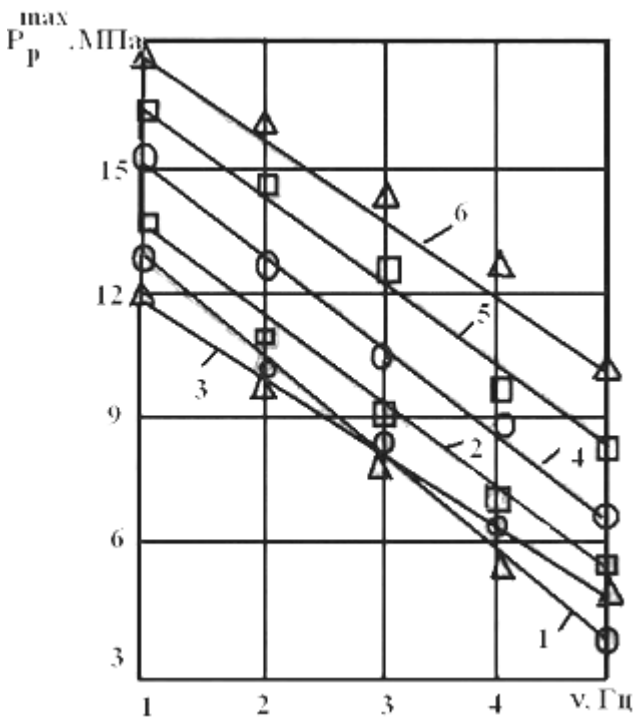


Рис. 1. Зависимости максимального давления в рабочей полости исполнительного органа $P_p^{\max}$ от частоты изменения управляющего сигнала ν : 1,2,3 – при $Q = 35$ л/мин, соответственно для прямоугольной, треугольной и синусоидальной форм; 4,5,6 – соответственно при $Q = 70$ л/мин

Давление в рабочих полостях исполнительного органа падает с увеличением частоты. Зависимости для каждой из форм управляющего воздействия линейные, и угол их наклона может быть принят одинаковым. Следует отметить также, что абсолютные значения давления при увеличении расхода гидронасоса возрастают, но это возрастание не пропорционально степени увеличения расхода.

Для упрощения использования результатов эксперимента полученные зависимости описаны аналитической формулой:

$$P_p^{\max} = a\nu - b, \quad (1)$$

где ν – частота;
 a и b – коэффициенты, подбираемые на основании экспериментальных данных

$$a = 2,25 \text{ МПа} \cdot \text{с}, \quad b = 1,525 \text{ МПа}.$$

Максимальная величина погрешности при использовании формулы составляет 13,2 %.

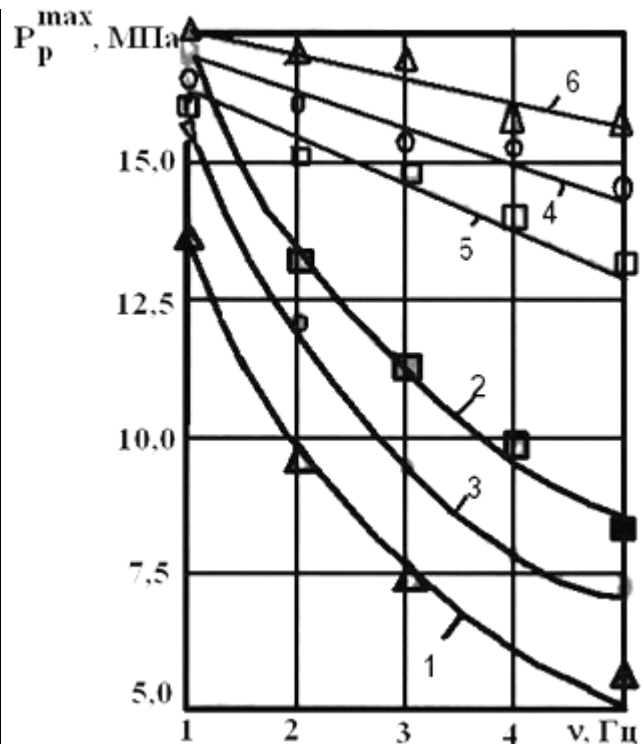


Рис. 2. Зависимости максимального давления в напорной магистрали $P_H^{\max}$ от частоты изменения управляющего сигнала ν : 1,2,3 – при $Q = 35$ л/мин, соответственно для прямоугольной, треугольной и синусоидальной форм; 4,5,6 – соответственно при $Q = 70$ л/мин

Анализ приведенных зависимостей показывает также снижение максимального давления в рабочих полостях с увеличением частоты. Интенсивность снижения повышается с уменьшением расхода гидронасоса. Подбор аналитической зависимости для описания этого процесса дает выражение, которым можно пользоваться с приемлемой степенью погрешности (до 15,3%).

$$P_H^{\max} = \frac{a\nu^2 + b\nu + c}{\nu^2}, \quad (2)$$

где a, b, c – коэффициенты, выбираемые на основании эксперимента.

$$a = 33,5 \text{ МПа}; \quad b = 126,9 \text{ МПа/с}; \quad c = 24,6 \text{ МПа/с}^2.$$

Снижение давления в напорной магистрали $P_H^{\max}$ и в поршневых полостях гидроцилиндров $P_p^{\max}$ с увеличением частоты ν может быть объяснено тем, что перемещение виброплиты или, что то же самое, перемещение поршней гидроцилиндров в процессе эксперимента не оставалось фиксированным.

Как видно, результаты экспериментов с количественной точки зрения имеют некоторый разброс, обусловленный погрешностью эксперимента. Для оценки степени погрешности приведен анализ величин корреляционной функции $R_x(\tau)$ и спектральной функции $G_x(\omega)$ от времени для прямоугольного импульса. Анализ зависимостей показывает, что существует явно выраженная

корреляционная зависимость между процессом изменения давления в рабочих полостях и частотой импульса (рис. 3). Исключение составляет лишь давление в сливной магистрали при частоте, равной 1 Гц. Это может быть объяснено тем, что при сравнительно невысоких значениях амплитуды значительную роль играют ошибки в измерениях.

Сопоставление результатов, полученных при производительности станции 35 л/мин и 70 л/мин, показывает, что давление в гидроприводе при увеличении производительности увеличивается и разница между их максимальными и минимальными значениями значительно уменьшается. Имея в виду, что основным показателем исполнительного органа является давление в рабочих камерах, то следует отметить, что при увеличении производительности в 2 раза максимальное значение давления $P_p^{\max}$ увеличилось соответственно в 1,6 раза при $\nu = 5$ Гц, в 1,4-2,0 раза при $\nu = 4$ Гц, в 1,43-2,15 раза при $\nu = 3$ Гц, в 1,6-1,7 раза при $\nu = 2$ Гц и в 1,2 раза при $\nu = 1$ Гц. Характер изменения давления в рабочих камерах приближается к правильной синусоиде при частоте $3 \leq \nu \leq 5$ Гц. В соответствии с вышеуказанным можно заключить, что выходные показатели исполнительного органа в значительной мере определяются производительностью маслостанции. С точки зрения перевода полученных результатов на полигонный и промышленный образцы вибромодулей, очевидно, должен быть выбран показатель, определяющий величину производительности. В качестве такого показателя может служить относительная производительность, определяемая отношением производительности насоса Q к площади рабочих полостей S :

$$q = \frac{Q}{S} \left[\frac{\ddot{e}}{\dot{i} \ddot{e} \dot{i} \cdot \ddot{m}^2} \right]. \quad (3)$$

Имея в виду, что площадь рабочих камер исполнительного органа равна $S = 308 \text{ см}^2$, получим:

$$q = \frac{70}{308} = 0,23 \left[\frac{\ddot{e}}{\dot{i} \ddot{e} \dot{i} \cdot \ddot{m}^2} \right].$$

Полученная величина дает возможность определения производительности для требуемых величин силы (при давлении $P_H = 29 \text{ МПа}$)

$$F = 1000 \dot{I}; \quad Q = 1150 \ddot{e} / \ddot{m};$$

$$F = 5000 \dot{I}; \quad Q = 5150 \ddot{e} / \ddot{m};$$

$$F = 1000 \dot{I}; \quad Q = 11500 \ddot{e} / \ddot{m}.$$

Основные результаты эксперимента могут быть сформулированы следующим образом:

1. Существует явно выраженная корреляционная зависимость между процессом изменения давления в рабочих камерах и частотой изменения управляющего импульса. Исключение составляет величина давления в сливной магистрали при частоте 1 Гц. Это может быть объяснено значительной долей ошибок в измерениях при сравнительно невысоких абсолютных величинах давления.

2. Качественный анализ процессов показывает, что: а) периодичность колебаний вибрационной плиты полностью определяется частотой управляющего импульса; б) закон изменения давления жидкости в поршневых полостях исполнительного органа в фазе прямого хода идентичен закону изменения давления в напорной магистрали; в) характер изменения давления в поршневых полостях не соответствует форме импульса, подаваемого на распределитель.

3. Количественная оценка режимов работы исполнительного органа показывает, что а) давление в поршневых полостях исполнительного органа падает с увеличением частоты; б) при прямоугольном и синусоидальном импульсах закон изменения давления в поршневых полостях близок к прямой, при пилообразном – к экспоненте; в) снижение давления в напорной магистрали и в поршневых полостях может быть объяснено произвольным изменением величины перемещения виброплиты, что приводит к произвольному изменению сил сопротивления со стороны деформируемого элемента.

4. Полученные зависимости описываются формулами, использование которых при расчетах приводит к ошибке не более чем на 23,8%.

5. Установлена величина относительной производительности насоса $q = 0,23$, при которой выходные показатели исполнительного органа близки к расчетным. Эта величина дает возможность установить параметры привода для любого ряда величин амплитуды силы.

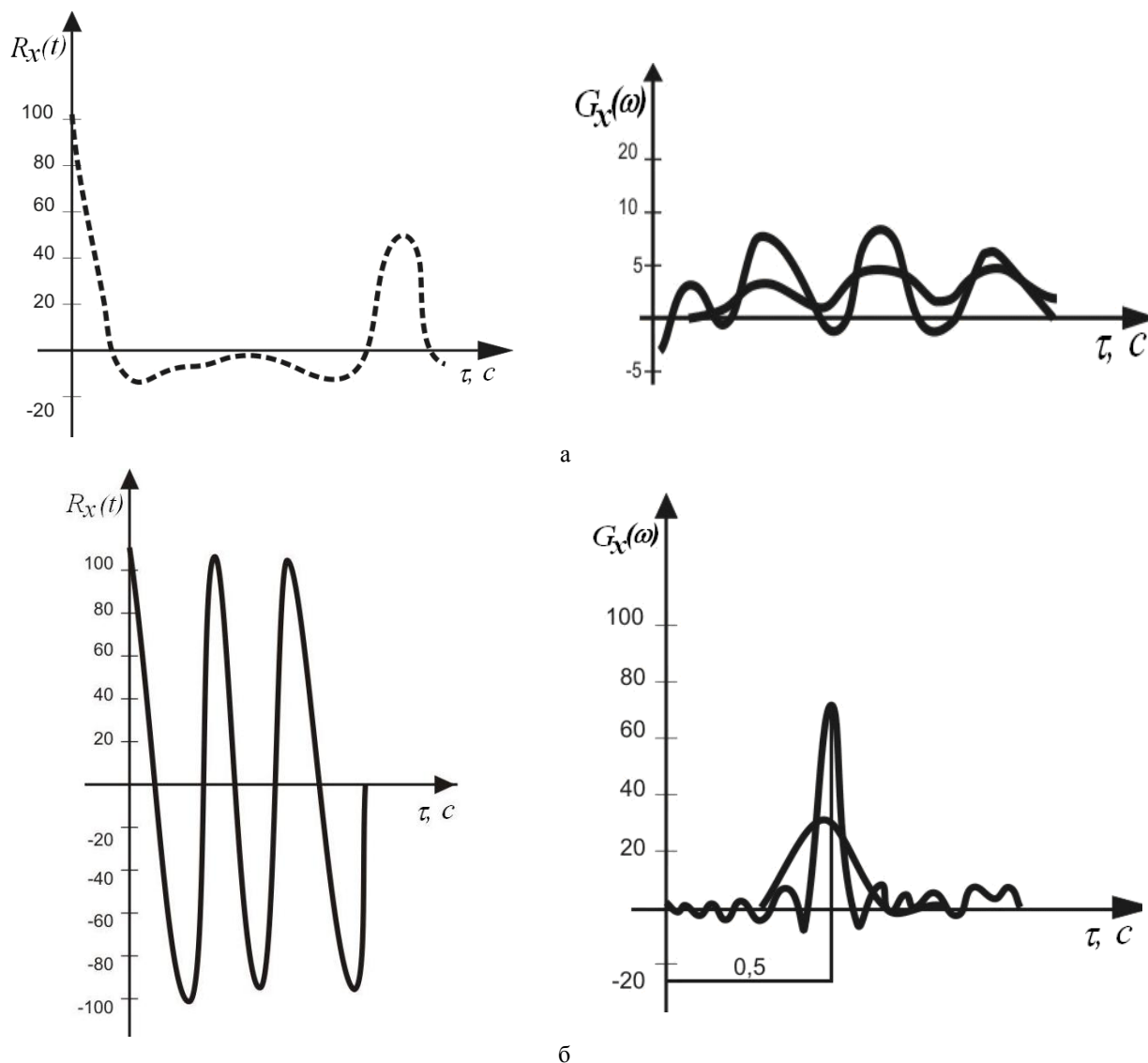


Рис. 3. Зависимости корреляционной $R_X(\tau)$ и спектральной $G_X(\omega)$ функций давлений в рабочей полости (а) и сливной (б) магистрали

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов Л.Г. Комплекс вибросейсмической аппаратуры для рудной сейсморазведки // Вибросейсмические методы исследования Земли. Новосибирск: Наука, 1982. С. 15-17.

УДК 662.611(0.75.8)

С.К. АКШАНАШЕВ,
Л.А. ЗИНОВЬЕВ,
Е.С. ТОРОХОВА,
Е.А. ЯКОВЛЕВ

Моделирование процесса воспламенения аэровзвеси угольных частиц

Математические модели воспламенения и горения угольных частиц с применением критериев подобия разработаны довольно подробно [1-2]. С применением программ и персональных компьютеров эти модели легко и быстро обчисляются при различных начальных и граничных условиях.

Однако для простейших стандартных случаев представляет интерес разработка упрощенной модели.

Целью данной работы является попытка создания максимально упрощенной модели воспламенения

аэровзвеси угольной пыли от внешнего источника в установке по определению нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).

Условия воспламенения.

1. Угольные частицы диаметром менее 100 мкм (согласно ГОСТ 12.1.044-89) воспламеняются от спирали, раскаленной до температуры 1000°C. При этом из частицы выделяются все летучие. Это

подтверждается результатами работы [3]. Время прогрева до воспламенения частицы диаметром 100 мкм при температуре газовой фазы 1000°C составляет 0,1 с. Время сгорания летучих – $4 \cdot 10^{-3}$ с.

2. Воспламенившиеся частицы (их летучие в газо-

вой фазе) нагревают до высокой температуры соседние частицы, находящиеся на расстоянии, меньшем расстояния, на котором выделяются и сгорают летучие ($x \leq b_{\text{воспл.}}$) (рис. 1а). Однако при слишком большом расстоянии между частицами ($x > b_{\text{воспл.}}$) воспламенившиеся от спирали частицы не могут воспламенить соседние частицы (рис. 1б).

3. Тепловое излучение не учитывается, хотя оно имеет место быть и поэтому результаты расчетов оказываются завышенными по сравнению с экспериментом.

Таким образом, нам надо определить $b_{\text{воспл.}}$ – максимальное расстояние между угольными частицами диаметром 100 мкм, при котором возможно воспламенение и распространение пламени. При этом концентрация угольных частиц составляет

$$\dot{V}_{\text{аэроз.}} = 1/b_{\text{аэроз.}}^3 \quad (1)$$

Тогда нижний концентрационный предел распространения пламени аэрозвеси угольных частиц определится как

$$\dot{V}_{\text{аэроз.}} = \dot{V}_{\text{аэроз.}} \cdot V_y \cdot \rho_y = 1/b_{\text{аэроз.}}^3 \cdot \pi \cdot d_y^3 / 6 \cdot \rho_y, \quad (2)$$

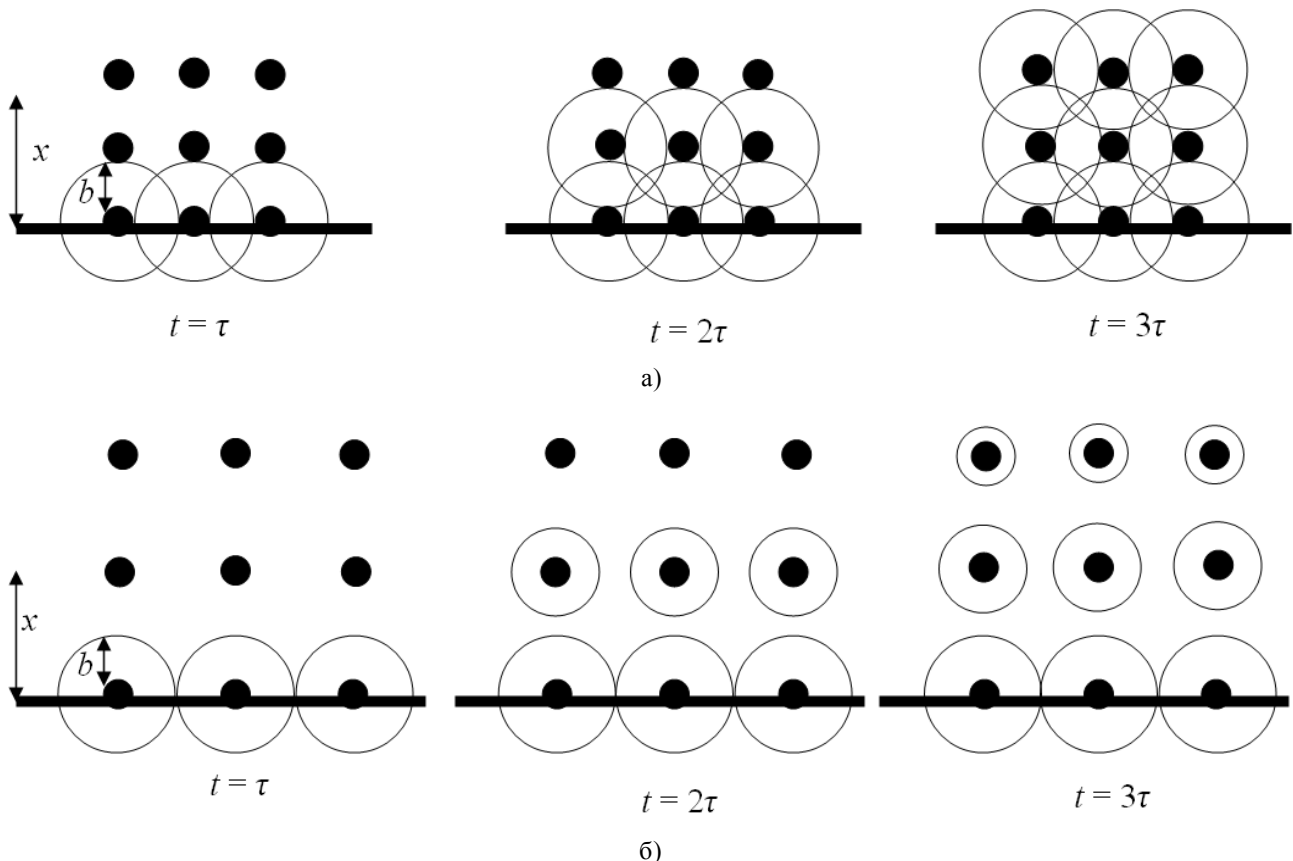


Рис. 1. Условия нераспространения пламени: а – $x \leq b_{\text{воспл.}}$; б – $x > b_{\text{воспл.}}$.

где d_y – диаметр угольных частиц, м;
 ρ_y – объемная плотность угольных частиц, кг/м³;
 V_y – объем угольной частицы, м³.

Для нахождения $b_{\text{воспл.}}$ сформулируем следующее правило: чтобы воспламениться от уже

воспламенившихся угольных частиц, частица угля должна находиться как минимум на границе продуктов горения горючей смеси из воздуха и выделившихся летучих. При этом объем выделившихся летучих (все летучие считаются

горючими) будет составлять

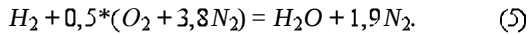
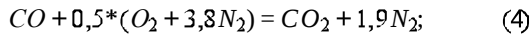
$$V_L = (V^d V_y \rho_y) / (\rho_L \cdot T_0 / T), \quad (3)$$

где ρ_L – плотность летучих в газовой фазе;

$T_0 = 273$ К; $T = 2400$ К [1];

V^d – выход летучих на сухую массу.

Пусть летучие перемешаются с воздухом в стехиометрическом соотношении для реакций горения



Тогда плотность газовой смеси после сгорания летучих будет: для CO_2 – 1,503 кг/м³; для H_2O – 1,093 кг/м³. Примем среднюю плотность газовой смеси $\rho_{гвс} = 1,298$ кг/м³.

Объем газозвдушной смеси вокруг угольной частицы равен

$$V_{гвс} = 3,4 V_L. \quad (6)$$

Тогда радиус сферы такого объема составит

$$\begin{aligned} r_{\text{аэ}} &= \sqrt[3]{\frac{3V_{\text{аэ}}}{4\pi}} = \sqrt[3]{0,81 V_L} = \sqrt[3]{\frac{0,81 V^d V_y \rho_y T}{\rho_L T_0}} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{0,81 \pi d_y^3 \rho_y T}{6 \rho_L T_0}} = 2,66 d_y \sqrt[3]{V^d \rho_y} = b_{\text{аэ}} \tilde{m} \tilde{e}. \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом концентрация угольных частиц, необходимая для распространения пламени:

$$n_{\text{аэ}} \tilde{m} \tilde{e} = \frac{1}{18,72 d_y^3 V^d \rho_y} (\tilde{e}^{-3}); \quad (8)$$

$$\tilde{e} \tilde{E} \tilde{D} = \frac{1}{b_{\text{аэ}}^3 \tilde{m} \tilde{e}} V_y \rho_y = 0,028 \frac{\tilde{e} \tilde{a} / \tilde{e}}{V^d / \tilde{e}}. \quad (9)$$

По-видимому, необходимо определять все три характеристики $b_{\text{воспл.}}$, $n_{\text{воспл.}}$ и $HKIP$ (7)–(9).

Определение скорости распространения фронта пламени ($v_{p,n}$) при воспламенении пылевоздушной смеси для $HKIP$ пламени аэрозвеси (в представлении Лагранжа [7], т.е. когда система координат связана с частицами угля) проводилось по формуле

$$v_{p,n} = b_{\text{воспл.}} / \tau_{\text{воспл.}}$$

где время воспламенения $\tau_{\text{воспл.}}$ состоит из времени нагрева частиц до воспламенения летучих $\tau_{г-л}$ плюс время горения летучих $\tau_{г-л}$ и находится из [3]

$$\tau_{\text{воспл.}} = \tau_{г-л} + \tau_{г-л} = 2,5 \cdot 10^{15} \cdot T^{-4} \cdot d_y + 0,45 \cdot 10^6 \cdot d_y^2;$$

$$\begin{aligned} v_{p,n} &= \left[2,66 \cdot d_y \cdot V^d \cdot \rho_y^{1/3} \right] / \left[2,5 \cdot 10^{15} \cdot T^{-4} \cdot d_y + 0,45 \cdot 10^6 \cdot d_y \right] \times \\ &\times d_y^2 = \left[2,66 \cdot V^d \cdot \rho_y^{1/3} \right] / \left[2,5 \cdot 10^{15} \cdot T^{-4} + 0,45 \cdot 10^6 \cdot d_y \right]. \end{aligned}$$

Пример

1. Шубаркольский уголь: $\rho_y = 1362$ кг/м³; $d_y = 0,1$ мм; $V^d = 0,43$.

$b_{\text{воспл.}} = 2,2$ мм; $n_{\text{воспл.}} = 0,91 \cdot 10^8$ 1/м³; $HKIP = 0,065$ кг/м³.

$v = 0,18$ м/с.

2. Спецкокс из Шубаркольского угля: $\rho_y = 776$ кг/м³; $d_y = 0,1$ мм; $V^d = 0,06$.

$b_{\text{воспл.}} = 0,96$ мм; $n_{\text{воспл.}} = 11,4 \cdot 10^8$ 1/м³; $HKIP = 0,47$ кг/м³.

$v = 0,08$ м/с.

Эксперименты по определению $HKIP$ пламени аэрозвеси угольной пыли и пыли спецкокса проводились на установке, описанной в работе [5], в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89. «Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». $HKIP$ пламени Шубаркольского угля составил 0,051 кг/м³. Разница составила 27 %, что, по нашему мнению, является удовлетворительным.

Что касается определения $HKIP$ пламени аэрозвеси пыли спецкокса, то вспышка не произошла при увеличении массы навески с 200 до 1000 мг. Дальнейшее увеличение массы навески приводило к некачественному распылению пыли. Исходя из этого $HKIP$ пламени пыли спецкокса был принят как $> 0,3$ кг/м³, что приближается к расчетному с погрешностью 36 %. В дальнейшем погрешность планируется уменьшить.

В то же время на установке по определению температуры воспламенения аэрозвеси угольной пыли, описанной также в работе [5], пыль спецкокса воспламеняется при массе навески всего 250 мг и связано это с тем, что реакционный объем этой установки в 20-30 раз меньше реакционного объема установки для определения $HKIP$. Однако описание конструктивных и методических изменений, предлагаемых нами для определения $HKIP$ пламени пыли трудновзрывааемых топлив, выходит за рамки данной статьи.

Неожиданностью этой модели является зависимость $HKIP$ только от содержания летучих в угле. Хотя такой же вывод в неявном виде содержится в работе В.И. Говорова [4].

Значение вычисленной скорости распространения фронта пламени согласуется с данными работы [6] для открытых систем небольшого объема и небольшой протяженности при небольших концентрациях пыли.

Рассмотрим некоторые варианты использования данной модели.

1. Добавка в Щубаркольский уголь 100 % инертной пыли такого же диаметра. Тогда формально

$Vd = (V_{ay}^d) / 2 = 0,215$. И по формуле (9) НКПР смеси возрастет с 0,065 до 0,130 кг/м³. Скорость распространения пламени составит 18 см/с.

2. Уменьшение диаметра частиц Щубаркольского угля в 2 раза приведет к увеличению концентрации угольных частиц в 8 раз, однако НКПР не изменится. При этом скорость распространения пламени составит 11 см/с.

Таким образом, создана простая модель, которая позволяет предсказывать воспламенение угольной пыли в стандартных установках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы практической теории горения / В.В. Померанцев, К.М. Арефьев, Д.Б. Ахмедов и др. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 312 с.
2. Сборник задач по теории горения / В.В. Померанцев, К.М. Арефьев, Д.Б. Ахмедов и др. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 152 с.
3. Ярошевский С.Л. Выплавка чугуна с применением пылеугольного топлива. М.: Металлургия, 1988. 176 с.
4. Прохорченко Н.В., Обухов Ю.Д., Говоров В.И. Метод прогнозирования взрываемости пыли углеродных материалов // Металлург. 2001. №12. С. 29-30.
5. Прохорченко Н.В. Оценка пожарной опасности горно-металлургических отходов и их пригодности для подавления горения и взрывов пыли угля и продуктов его переработки: Дис. ... канд. техн. наук. 05.26.03. Караганда: КарГТУ, 2003. 130 с.
6. Самовозгорание и взрывы пыли натуральных топлив / В.В. Померанцев, С.Л. Шагалова, В.А. Резник, В.В. Кушнаренко. Л.: Энергия, 1978. 144 с.
7. Зельдович Я. Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966. 686 с.

УДК 622.8

М.К. ИМАНГАЗИН

Прогноз травматизма при добыче руд на шахте «Молодёжная» Донского горно-обогатительного комбината

При выборе математической модели для определения вероятности прогноза травматизма учитывались такие показатели, как численность работающих, количество несчастных случаев и травмирования за определенный период времени, вид потока событий и другие, которые позволяют подобрать наиболее подходящее распределение вероятности случайных процессов. Исходя из анализа имеющихся статистических данных по травматизму за период с 1990 по 2001 годы по шахте «Молодежная» Донского ГОКа наиболее подходящим вероятностным распределением является пуассоновское распределение. Если принять за n – количество подземных работающих, а это можно сделать, т.к. травмироваться может каждый из работающих, и за k – принять число возможных травм, причем n очень велико по сравнению с k , то пуассоновское распределение наиболее соответствует данному процессу. Также выполняются и другие свойства простейшего потока [1]: свойства стационарности, отсутствия последствия и ординарности.

Свойство стационарности характеризуется тем, что вероятность появления k событий на любом промежутке времени зависит только от числа k и от длительности t промежутка и не зависит от начала его отсчета; при этом различные промежутки времени предполагаются непересекающимися.

Свойство отсутствия последствия характеризуется тем, что вероятность появления k событий на любом промежутке времени не зависит от того, появились или не появились события в моменты

времени, предшествующие началу рассматриваемого промежутка.

Свойство ординарности характеризуется тем, что появление двух и более событий за малый промежуток времени практически невозможно. Другими словами, вероятность появления более одного события пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления только одного события.

Как видно из перечисленного, для описания процессов прогноза травматизма по всем показателям и свойствам подходит пуассоновское распределение:

$$D_e \dot{O} = \frac{\lambda \dot{O}}{k} * e^{-\lambda T},$$

где $\lambda = np$, p – вероятность появления k событий травмирования,

n – число работающих на шахте,

T – отрезок времени, в течение которого определяется вероятность.

Данный поток событий процесса, при котором происходят случаи травматизма, называется простейшим (пуассоновским) потоком событий, т.к. в нем выполняются все вышеперечисленные свойства такого потока.

В нашем случае по шахте «Молодежная» в период с 1990г. по 2001г. среднесписочный состав подземных рабочих и ИТР составил 609 человек, а среднее число травмированных в год составляет не более 8 человек, т.е. $n = 609$, а $k = 8$. Получается, что n несоизмеримо больше k и поэтому также по этим критериям данный процесс может описываться и прогнозироваться

пуассоновским распределением вероятностных величин.

Для построения кривой вероятностей прогноза травматизма возьмем периоды по годам с 1990г. по 2001г. Таких периодов будет 12. Затем, получив данные прогноза вероятности травматизма за эти периоды, проведем математическую обработку по методу наименьших квадратов (МНК) с целью получения зависимостей. Вероятности за эти периоды будем определять для значений k по фактическому и среднему травматизму за весь период. Затем, используя уже имеющийся статистический материал по травматизму в период с 2002г. по 2006г. (нанеся на график фактические данные вероятностей травматизма) проведем анализ, т.е. сравним полученные кривые теоретическим путем и фактические. Проведем математическую обработку отклонений, и если получим удовлетворительную сходимость за период с 2002г. по 2006г., то можно убедительно утверждать корректность данной зависимости прогноза травматизма.

В качестве примера определения вероятности травматизма по распределению Пуассона покажем расчеты по 1990 году.

Вероятность того, что за время t произойдет ровно k событий, равна [1]:

$$P_t(k) = \frac{\lambda t^k}{k!} * e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где λ – плотность (интенсивность) потока (среднее число событий, приходящихся на 1 времени). Исходя из положений, соответствующих простейшему пуассоновскому потоку, принимаем, что $\lambda = \text{const}$, и т.к. общий период T , за который ведутся исследования, равен 12 годам (с 1990г. по 2001г.), то λ определим как среднегодовую интенсивность появления событий k в год:

$$\lambda = \frac{m}{T}, \quad (2)$$

где m – общее число событий за этот период.

$$\lambda = \frac{9+6+2+10+7+8+2+14+15+11+7+3}{12} = 7,8 \approx 8.$$

В 1990 году произошло 9 несчастных случаев, поэтому

$$P_9(1) = \frac{8*1^9}{9!} * e^{-8*1} = 0,14,$$

где $t = 1$ год – продолжительность периода.

Аналогичные расчеты проведены и по определению $P_t(k)$ для остальных 11 периодов, данные по ним приведены в табл.

На рисунке представлены графики по фактическим и аппроксимированным значениям $P_t(k)$ за период с 1990 г. по 2001 г.

Зависимость $P_t(k) = f(t)$ имеет вид:

$$P_t(k) = -0,0289 \ln t + 0,1339. \quad (3)$$

Эти данные были определены из наличия статистических данных о несчастных случаях по шахте «Молодежная» за этот период:

2002г. – 5 случаев	$P_t(5) = 0,1$
2003г. – 6 случаев	$P_t(6) = 0,137$
2004г. – 3 случая	$P_t(3) = 0,029$
2005г. – 6 случаев	$P_t(6) = 0,137$
2006г. – 3 случая	$P_t(3) = 0,029$

Аппроксимация статистических (фактических) данных во всех случаях проводилась с использованием компьютерной программы Excel и зависимость также получена по этой программе.

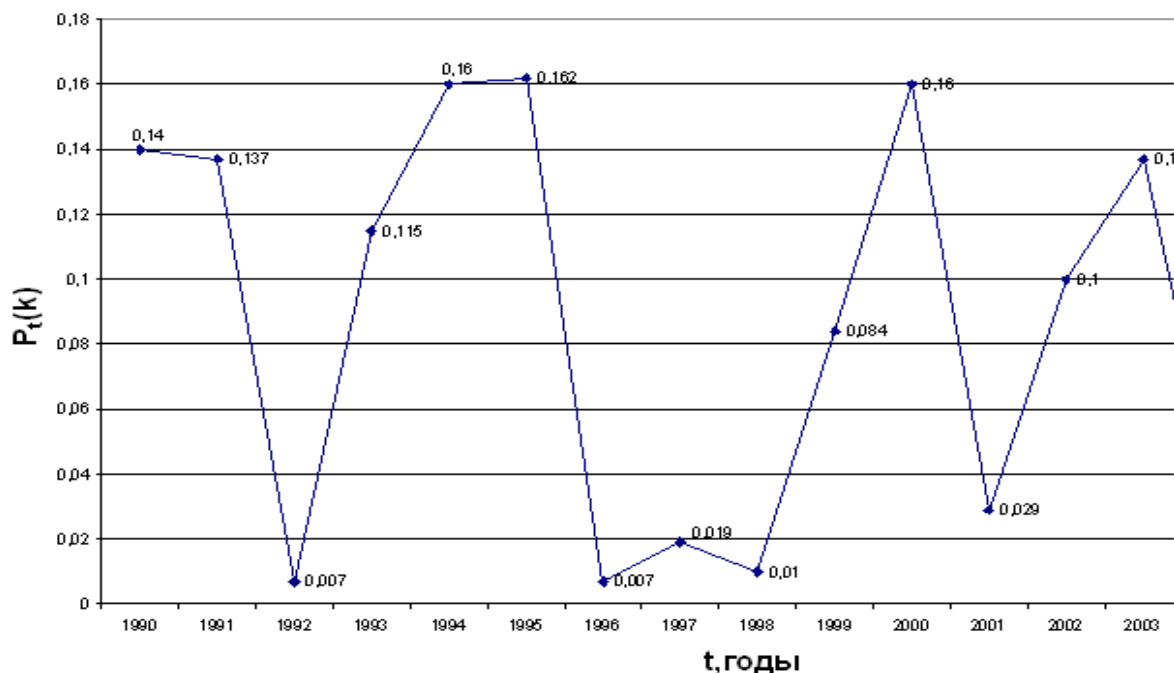
Как видно после проведения усреднения этих данных (за 2002÷2006 гг.), полученные результаты после аппроксимации имеют удовлетворительную сходимость с зависимостью $P_t(k) = -0,0289 \ln t + 0,1339$, которая не превышает 14 % в расхождении.

Процент сходимости в 86% является вполне удовлетворительным и можно утверждать, что данная эмпирическая зависимость удовлетворительно описывает вероятность возникновения травматизма по шахте «Молодежная» и может быть использована в качестве прогнозной зависимости до 2012 года, т.е. на ближайшие 3 года.

Вероятность прогноза травматизма по распределению Пуассона по шахте «Молодежная» с 1990г. по 2001г.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Число подземных рабочих	465	471	544	469	482	448	453	711	792	918	810	746
Кол-во случаев травмирования	9	6	2	10	7	8	2	14	15	11	7	3

$P_t(k)$	0,140	0,137	0,007	0,115	0,160	0,162	0,007	0,019	0,010	0,084	0,160	0,029
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2000. 479 с.

УДК 622.232.8.72

Т.Е. ЕРМЕКОВ,
И.И. ТАЗАБЕКОВ,
М.И. АРПАБЕКОВ

Особенности робота-манипулятора как объекта программного регулирования

Опыт работы выемочных машин-манипуляторов (ВМФ-4КН и др.), разработанных на базе исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия в комплексно-механизированных лавах, показал высокую эффективность их работы [1]. В связи с этим по итогам выполненных научных работ поставлена задача совершенствовать и доработать техническое задание роботизированного комплекса для селективной выемки угольных пластов без постоянного присутствия людей в очистном забое с использованием микропроцессоров и микроЭВМ. В результате проведенных исследований в научных работах [2,3,4] получены результаты, имеющие важное практическое решение для горной и строительной отрасли. Разработанная под руководством проф. Ермакова Т.Е. методика, дающая оценку эффективности селективной выемки и позволяющая производить выбор эффективного способа избирательной обработки забоя, дала положительные результаты. Результаты исследований показали, что использование выемочных манипуляторов с новой адаптируемой системой управления для селективной (раздельной) выемки угля и породы из пластов сложного строения повышает производительность работы. Состав

комплекса КРС (комплекс для селективной выемки роботизированный) с указанием входящих в него составных частей приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав комплекса КРС

Обозначение	Наименование оборудования	Количество (комплект)
ВМФ	Выемочная машина-манипулятор	2
ОКП70	Крепь (три типоразмера)	0,7-0,8
М130	Крепь (четыре типоразмера)	0,2-0,3
Т6К	Крепь верхнего сопряжения	1
М81СК	Крепь нижнего сопряжения	1
СУ-ОКП70 (СП301)	Забойный конвейер	1

Манипулятор типа ВМФ состоит из стреловидного телескопического органа, турели, гидродомкратов, основания, шарнирно соединенного с четырьмя направляющими лыжами, механизма перемещения и пульта управления (рис. 1).

Конструктивной особенностью машины, обеспечивающей фронтально-избирательную технологию выемки угля, является оснащение её манипулятором: стреловидным исполнительным органом с режущей коронкой в качестве рабочего

органа (использовались стрела от проходческого комбайна ПК-Зр и коронки от комбайнов ПК-Зр и ГПК), шарнирно прикрепленным к турели. Манипулятор с помощью поворотного устройства, состоящего из домкратов поворота и зажимов и кинематически связанного с шарнирно прикрепленным к турели поворотным диском, может поворачиваться в горизонтальной плоскости на 360°. Вращение в вертикальной плоскости обеспечивается домкратами подъема и опускания стрелы, прикрепленными к стреле и турели. Поворот манипулятора в горизонтальной плоскости позволяет устанавливать рабочий орган под таким углом к груди забоя, который обеспечивает при заданных размерах корончатого рабочего органа необходимую ширину захвата. Вращение манипулятора в вертикальной плоскости обеспечивает выемку угля по всей мощности пласта. Подача машины вдоль линии забоя, осуществляемая бесцепным механизмом подачи, позволяет вести циклическую отбойку угля по всей длине лавы. Таким образом, манипулятор фронтально-избирательного действия при трех степенях свободы обеспечивает обработку забоя по всей площади при заданной ширине захвата.

В табл. 2 приведены основные конструктивные параметры ВМФ и выемочной машины-манипулятора комплекса КРС.

Конструкция манипулятора должна обеспечивать три независимых степени подвижности:

- 1) подачу вдоль очистного забоя;
- 2) качание исполнительного органа в вертикальной плоскости;

3) качание исполнительного органа в горизонтальной плоскости и возможность их совмещения при работе манипулятора.

Крепь основной части лавы ОКП70 предназначена для поддержания кровли в призабойном пространстве, защиты рабочей зоны от обрушения кровли и управления кровлей основной части лавы (рис. 2).

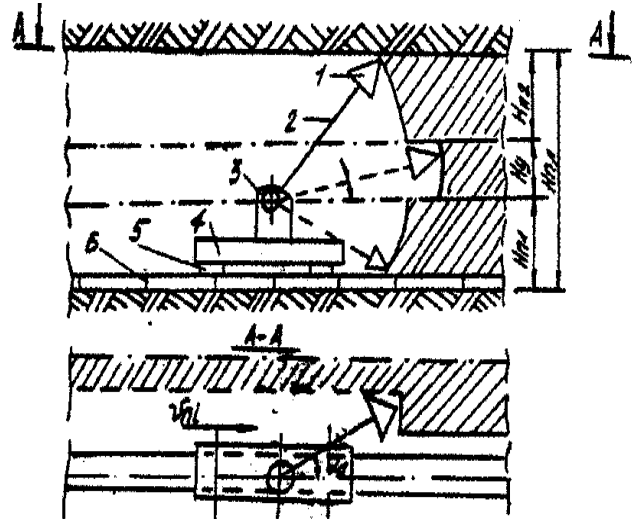


Рис. 1. Общая схема выемочного манипулятора:

1 – резцовая коронка; 2 – телескопическая стрела;

3 – опорно-поворотное устройство;

4 – основание с механизмом перемещения;

5 – опорные лыжи; 6 – лавный конвейер

Таблица 2

Основные конструктивные параметры ВМФ и выемочной машины-манипулятора комплекса КРС

№ п/п	Наименование параметров	Выемочная машина				
		ВМФ-2	ВМФ-4	ВМФ-4Н	ВМФ-4КН	Выемочная машина-манипулятор
1	Длина рабочего органа, м	2,500	2,680	2,770	3,050	3,400
2	Высота оси качения рабочего органа, м	1,600	1,800	1,600	1,450	1,450
3	Тип отбойной коронки	ПК-З	ГПК	ГПК	ГПК	ГПК
4	Масса выемочной машины, кг	3250	5200	5000	5100	до 6000

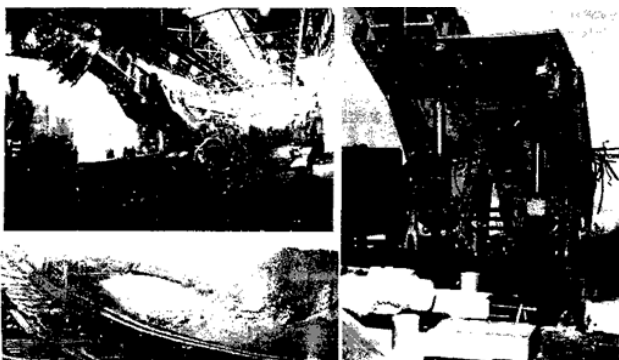


Рис. 2. Общий вид манипулятора ВМФ (промышленный образец)

Крепь закладываемой части лавы М130 предназначена для поддержания кровли в призабойном пространстве, защиты рабочей зоны от обрушения кровли в закладываемой части лавы, а также для подвески закладочных трубопроводов и

обеспечения закладки пустой породы в выработанном пространстве за секциями крепи.

Крепи сопряжения Т6К и М81СК предназначены для крепления верхнего и нижнего сопряжений лавы с прилегающими выработками и удержания линейных секций крепей от сползания.

Забойный конвейер СУ-ОКП70 (СП301) обеспечивает доставку отбитой массы угля и породы.

Шрековый реверсивный конвейер на базе конвейера СП87П предназначен для доставки угля на

последующие шпекровые конвейеры при включении и перегрузке отбитой породы в приемный бункер закладочного устройства при реверсивном включении.

В тех случаях, когда при обработке очистного забоя правильно учтены горно-геологические и технические условия проводимой выработки и правильно выбраны место внедрения и наиболее рациональное направление движение коронки, тогда показатели по производительности будут наивысшими и комбайн будет более устойчиво работать [1,2].

Порядок обработки очистного забоя зависит от многих факторов: залегания угольного пласта, состояния кровли, крепости угля, газообильности, водообильности и т.д. Рекомендовать точный порядок обработки очистного забоя практически

представляется невозможным. Машинист, приобретая практический опыт работы, находит наилучшую схему и порядок обработки очистного забоя для конкретных горнотехнических условий.

При любом порядке обработки забоя в первую очередь желательно обрабатывать нижнюю часть забоя, после чего в полученную цель зачистки задвигается конвейер и, следовательно, облегчается погрузка и увеличивается производительность. Обычно зарубку осуществляют в нижнем левом углу, т.к. машинист лучше видит этот угол. В целях снижения скачкообразного изменения нагрузки на рабочий орган и уменьшения энергозатрат на разрушение желательно, чтобы разрушение забоя велось, с учетом напластования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка горных робототехнологических комплексов для сложных в чрезвычайных геотехнических ситуациях / Т.Е. Ермеков, Т.Н. Бекенов, М.И. Арпабеков // Труды межд. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана». Караганда: КарГТУ, 2005. С. 37-39.
2. Ермеков Т.Е., Бекенов Т.Н., Арпабеков М.И. Горные и строительные робототехнологические комплексы: Учебник для вузов. Астана: Фолиант, 2008. 332 с.
3. Обзор основных видов манипуляторов при автоматизации и роботизации очистных работ / М.И. Арпабеков // Труды IV Межд. науч.-техн. конф. «Современные проблемы машиностроения»: Федеральное агентство по образованию и Томский политехнический университет. Томск, 2008. С. 65-67.
4. Выбор принципиальной схемы адаптивно-программного управления горных и строительных машин при системе стабилизации нагрузок / Т.Е. Ермеков, М.И. Арпабеков // Материалы межд. Научно-практ. конф., посв. 45-летию ЦИСИ «Современная архитектура, строительство и транспорт: состояние и перспективы и развития».

УДК 622.831.372

**С.Н. ТУТАНОВ,
Т.Н. ИСАБЕК,
В.Ф. ДЕНИН,
В.В. ЖУРОВ,
Е.Т. ИСАБЕКОВ**

Исследования геомеханического состояния массива вокруг горных выработок

Добыча полезных ископаемых играет важную роль в наращивании экономического потенциала Республики Казахстан и решении крупных социальных проблем.

В настоящее время осваиваются новые месторождения, реконструируются и модернизируются действующие предприятия, повышается их производительность, из года в год продолжает расти добыча угля, руды.

Одной из характерных особенностей подземной добычи полезных ископаемых, особенно угля, является значительное усложнение горно-геологических условий. В этом ряду особняком стоит проблема разработки пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Успешное решение задач,

связанных с обеспечением эксплуатационной надежности подземных горных работ в условиях разработки выбросоопасных пластов, во многом зависит от степени совершенства используемых методов прогнозирования геомеханических процессов в окружающих породных массивах, а также методов их расчета [1].

Эксплуатационная надежность подземных горных работ есть способность объекта (очистного или подготовительного забоя) сохранять свои эксплуатационные показатели в течение заданного срока службы, обеспечивается путем совершенствования технологии и техники добычи и проведения различных мероприятий, обеспечивающих безопасное ведение работ.

Массив горных пород (породный массив), в котором развиваются и происходят газодинамические явления, вроде внезапных выбросов угля и газа, следует понимать как связанную часть земной коры, сложенную одной или несколькими литологическими разностями, в пределах которой локализуются все механические процессы, обусловленные горными работами, и механические свойства которой не характеризуются механическими свойствами технически доступных образцов породного массива.

Производство горных работ сопровождается нарушением естественного (начального) напряженно-деформированного состояния породных массивов. В результате происходит перераспределение напряжений и деформаций в окрестности поверхностей обнажений (стенки выработки, борта карьера и т.д.). Иными словами, следствием нарушения естественного напряженно-деформированного состояния являются механические процессы, которые приводят к формированию нового равновесного напряженно-деформированного состояния массивов [1].

Максимальная концентрация напряжений имеет место на контуре выработки или смещена в глубь массива, если породы вблизи контура имеют повышенную деформируемость по сравнению с остальным массивом. Концентрация напряжений быстро затухает по мере удаления в глубь массива от контура выработки. Размеры зоны влияния, т.е. зоны породного массива, охваченной концентрацией напряжений, зависят от размеров поперечного сечения выработки.

Для анализа напряженно-деформированного состояния горного массива вокруг одиночной подготовительной выработки был использован программный комплекс ANSYS. При этом решались следующие задачи: построение моделей объектов исследования, построение конечно-элементной сетки, расчет напряженно-деформированного состояния горного массива, определение и сравнение напряжений $\sigma_x^{\max}$, $\sigma_y^{\max}$, $\sigma_{xy}^{\max}$, перемещения u_x и u_y без крепления арки и с креплением арки, установление функциональных зависимостей напряжений $\sigma_x^{\max}$, $\sigma_y^{\max}$, $\sigma_{xy}^{\max}$, перемещений u_x и u_y от значения модуля Юнга.

В качестве моделей исследования были предложены два массива: горный массив с креплением вокруг одиночной выработки и горный массив без закрепления вокруг одиночной выработки. Модель нагружалась распределенной нагрузкой $q = 75$ МПа в вертикальной плоскости. Так как горный массив симметричен относительно своей оси, поэтому моделировалась одна часть (левая часть).

Для анализа зависимости напряжения и перемещения от модуля упругости были проведены несколько экспериментов с разными значениями модуля упругости E_6 . Модель объекта исследования представлена на рис. 1.

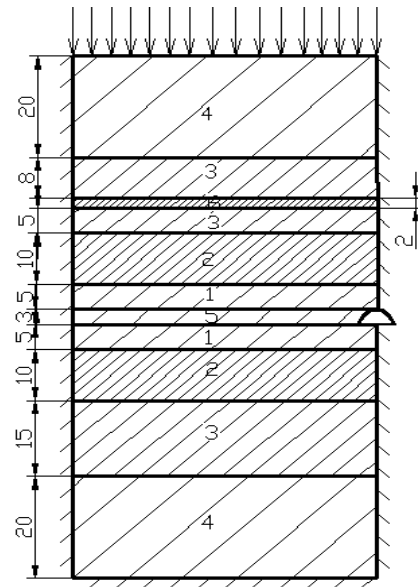


Рис. 1. Горный массив с одиночной выработкой

Математическое обеспечение эксперимента осуществлялось на основе метода конечных элементов и сводилось к трем этапам: дискретизации, аппроксимации, алгебраизации.

Проектирование многих процессов и объектов связано с необходимостью точного анализа процессов, математическим описанием которых являются дифференциальные уравнения в частных производных. Приведенная ниже вариационная формулировка метода конечных элементов (МКЭ), а также модель процесса распределения напряженно-деформированного состояния основана на теории метода конечных элементов.

В общем случае поведение искомой функции $\varphi(x, y, z)$ внутри заданной ограниченной области V с границей S описывается некоторым дифференциальным уравнением 2-го порядка:

$$L(\varphi, K, x, y, z) = Q(x, y, z), \quad (1)$$

где K – параметр, характеризующий свойства сплошной среды в объеме V ;

$Q(x, y, z)$ – внешнее воздействие;

L – дифференциальный оператор частных производных 2-го порядка;

φ – искомая функция;

x, y, z – пространственные координаты.

Уравнение (1) дополняется краевыми условиями и определено на множестве D :

$$D = V + S, \quad (2)$$

где V – область решения;

S – граница области решений.

В вариационном МКЭ вместо рассмотрения уравнения (1) используется эквивалентная вариационная формулировка – решением этого уравнения является функция, минимизирующая некоторый функционал $F(\varphi)$.

Функционал – это определенный интеграл, в котором аргументом является неизвестная функция.

$$F = \int F(\varphi) d\varphi. \quad (3)$$

Процедура МКЭ сводится к трем этапам:

Этап 1 – дискретизация области решения D .

Рассматриваемая область решения задач разбивается на подобласти – конечные элементы. То есть область D разбивается на M конечных элементов и содержит N узлов.

Этап 2 – аппроксимация искомой функции.

Искомая функция $\varphi(x, y, z)$ аппроксимируется дискретными функциями, каждая из которых определена на конечном элементе. Сумма дискретных функций – это искомая функция.

На каждом КЭ аппроксимируется искомая функция φ . В общем виде:

$$\varphi^e = [N]^{(e)} \cdot \{\varphi\}^{(e)}, \quad (4)$$

где $e = 1, M$ – число элементов;

$[N]^{(e)}$ – матрица-строка, элементы которой называются функциями формы КЭ;

$\{\varphi\}^{(e)}$ – вектор узловых значений искомой функции (они неизвестны).

Выражение (4) позволяет выразить искомую функцию через ее узловые значения $\{\varphi\}^{(e)}$ и использует стандартные функции форм, вид которых зависит от типа элементов.

Модель всей функции определяется:

$$\varphi(x, y, z) = \sum_{e=1}^M [N]^{(e)} \cdot \{\varphi\}^{(e)} = [N] \cdot \{\varphi\}, \quad (5)$$

где $\{\varphi\}^{(e)}$ – вектор узловых значений искомой функции сетки КЭ (сеточная функция);

M – число КЭ дискретной модели. Оно определяется по формуле:

$$[N] = [N]^{(1)} [N]^{(2)} \dots [N]^{(M)}. \quad (6)$$

Этап 3 – алгебраизация.

Подстановка аппроксимирующих функций в определяющие уравнения позволяет получить систему алгебраических уравнений относительно параметров аппроксимации.

$$[K] \cdot \{\varphi\} = \{R\}, \quad (7)$$

где $[K]$ – матрица жесткости системы КЭ;

$\{R\}$ – вектор узловых нагрузок.

В этом этапе можно выделить четыре составляющие:

- первая составляющая – выбор функционала и его дискретизация:

$$F = \sum_{e=1}^M F^{(e)}, \quad (8)$$

где $F^{(e)}$ – элементный вклад в функционал F .

- вторая составляющая – подстановка аппроксимации (4) в элементный вклад функционала F и получение его выражения:

$$F^e = F \varphi^e, \quad (9)$$

- третья составляющая – минимизация функционала и получение системы алгебраических уравнений. Условие минимума функционала на каждом КЭ:

$$\frac{\partial F^{(e)}}{\partial \{\varphi\}^{(e)}} = 0. \quad (10)$$

В результате такой минимизации выражение (10) сводится к системе алгебраических уравнений (7), которое является основным уравнением МКЭ.

- четвертая составляющая – решение системы уравнений (7).

Подстановка найденного значения сеточной функции в выражении (5) позволяет определить значение функции в любой точке области решения. Используя операции дифференцирования, интегрирования функции φ , можно определить дополнительные параметры искомой задачи [2].

Метод конечных элементов представляет собой приближенный метод решения краевых задач, заданных уравнениями в частных производных. При этом с помощью дискретизирующей конечными элементами аппроксимации рассматриваемые уравнения преобразуются в систему уравнений первого порядка с большим числом неизвестных, которую затем и решают. Очень многие физические явления сводятся к краевым задачам для уравнений в частных производных. Поэтому область применения такого метода очень широкая. Успешное использование в настоящее время метода конечных элементов связано со следующим:

- краевые задачи в уравнениях с частными производными преобразуются в вариационные, что позволяет в пределах принятой аппроксимации отыскивать оптимальное решение;

- распространение больших ЭВМ позволило решать системы линейных уравнений высокого порядка;

- стало возможным использование универсальных программ, тщательно составленных специалистами, что позволило пользователю при выполнении больших расчетов ограничиться лишь подстановкой исходных данных.

Метод конечных элементов используется не только при решении упругих задач. Его можно довольно просто распространить на упругопластические задачи. Открываются возможности его применения для решения нелинейных задач, аналитическое решение которых раньше было почти невозможным [2].

Для реализации экспериментов был составлен программный файл. Полученные в ходе экспериментов значения максимальных напряжений представлены на рис. 2 и 3 эпюр описанных выше напряжений и деформаций (2 из 15).

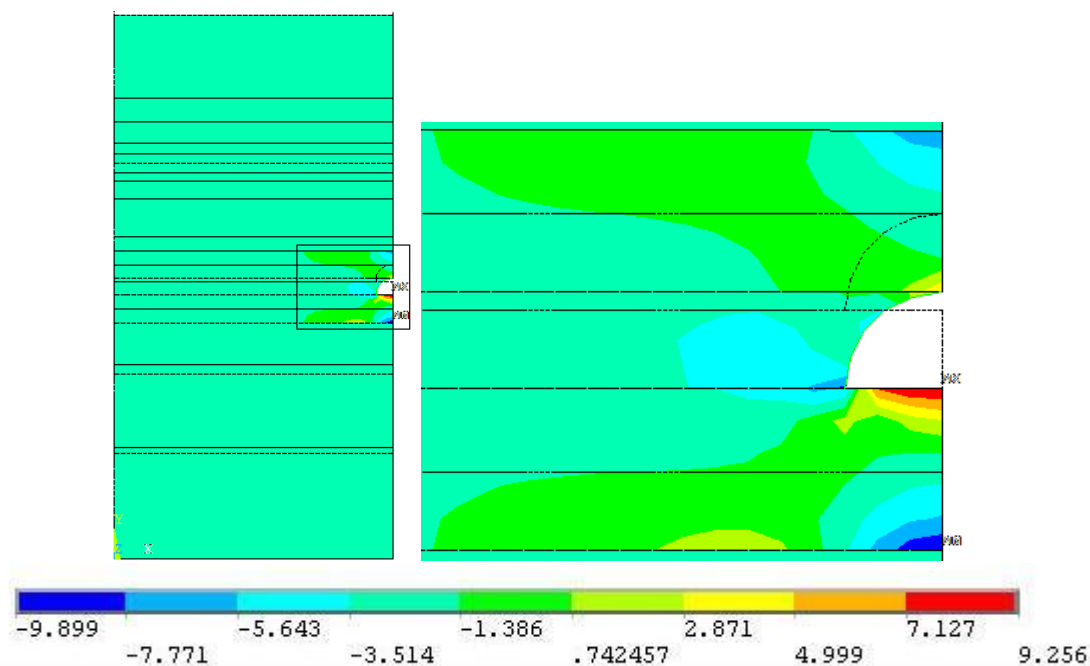


Рис. 2. Эпюра напряжений σ_x выработки с креплением

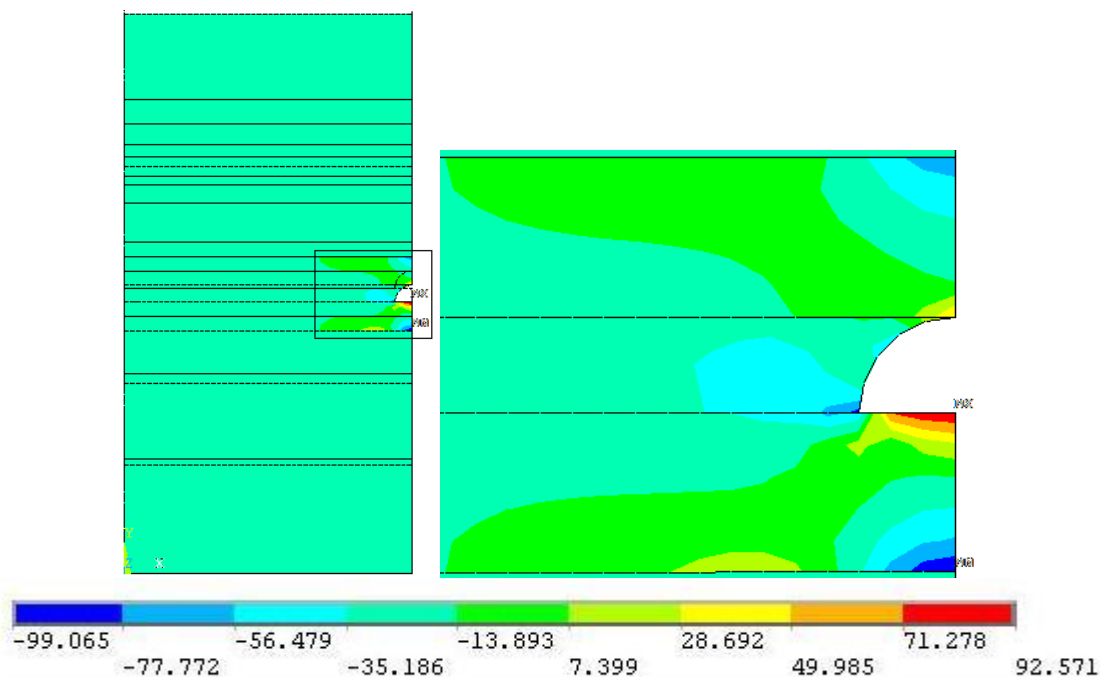


Рис. 3. Эпюра напряжений σ_x выработки без крепления

Анализ результатов проведенного эксперимента позволил сделать следующий вывод: предлагаемый метод моделирования выработок позволяет приблизить модель к реальным условиям. Результаты данного моделирования (одиночная выработка с арочным креплением) говорят об уменьшении напряжений по бокам и впереди выработки, что благоприятствует снижению вероятности возникновения внезапных выбросов.

В ходе исследований также были выведены графики напряжений и деформации вдоль угольного пласта K7, для массива вокруг выработки с креплением, которые представлены на рис. 4.

Проанализировав полученные результаты, установлено что функциональные зависимости $\sigma_x^{\max}(E_6)$, $\sigma_y^{\max}(E_6)$, $\sigma_{xy}^{\max}(E_6)$, $u_x^{\max}(E_6)$ не зависят от модуля упругости E_6 . Исключение лишь составляет зависимость $u_y^{\max}(E_6)$.

Зависимость $u_y^{\max}(E_6)$ имеет следующий вид:

$$U_y = 0.05 + 0.136/E_6.$$

Её график представлен на рис. 5.

Полученные выше выводы важны тем, что они позволяют на основе моделирования в дальнейшем более глубоко и целенаправленно исследовать

происходящие в массиве геомеханические процессы, которые дадут возможность для разработки более эффективных способов прогнозирования вероятности проявления внезапных выбросов угля и газа.

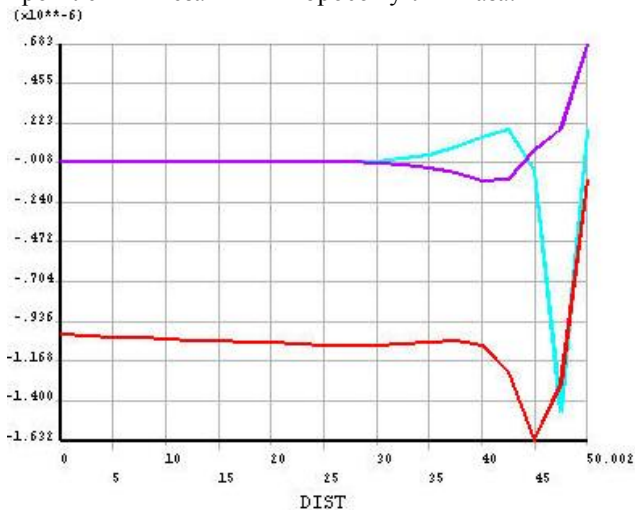


Рис. 4. Эпюры деформации вдоль верхней границы угольного пласта K7

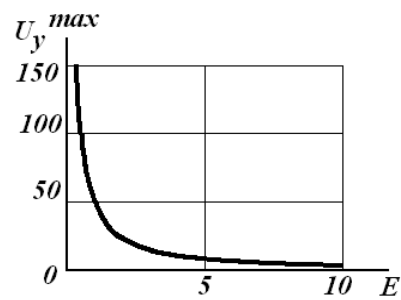


Рис. 5. График функции $u_x^{\max}(E_6)$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкций крепей. М.: Недра, 1984.
2. Никишков Г.П., Морозов Е.М. Метод конечных элементов в механике. М.: Наука, 1980.
3. ANSYS Elements Reference: User's Manual. «ANSYS», Inc., 2000.
4. ANSYS Commands Reference: User's Manual. «ANSYS», Inc., 2000.

УДК 69.059.2

А.К. АКИМБЕКОВ,
Ж.С. НУГУЖИНОВ,
С.К. АБИЛЬДИН

К вопросу о конструктивной надежности и живучести зданий и сооружений

Обеспечение требуемой конструктивной надежности зданий и сооружений «объектов» всегда являлось основной проблемой строительной науки и решалось системой постоянного технического осмотра службами эксплуатации и периодическими обследованиями организаций, имеющих соответствующую лицензию.

В Республике Казахстан система обследования регламентируется нормативным документом СН РК 1.04-04-2002 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений» [1], который в настоящее время гармонизируется с техническим регламентом РК «Требования к безопасности зданий, сооружений и прилегающих территорий».

Указанная система вполне адекватно отвечает требованиям первых двух пунктов действующего ГОСТ 27751-88 «Надежность строительных конструкций и оснований» [2], согласно которому при расчете конструкций должны рассматриваться следующие расчетные ситуации:

1. Установившаяся, имеющая продолжительность того же порядка, что и срок службы строительного объекта (например, эксплуатация между двумя капитальными ремонтами или изменения технологического процесса).

2. Переходная, имеющая небольшую по сравнению со сроком службы строительного объекта

продолжительность (например, возведение здания, капитальный ремонт, реконструкция).

3. Аварийная, имеющая малую вероятность появления и небольшую продолжительность, но являющаяся весьма важной с точки зрения последствий возможного достижения предельных состояний, возможных при ней (например, ситуация, возникающая в связи со взрывом, столкновением, аварией оборудования, пожаром, а также непосредственно после отказа какого-либо элемента конструкции).

К сожалению, третья расчетная ситуация в силу своей относительной маловероятности, очень часто игнорируется при обследовании зданий и сооружений. В то же время история аварий всегда указывает на то, что именно сочетание на первый взгляд маловероятных факторов приводит к ее реализации. Кроме того, зачастую после обрушения бывает весьма непросто определить основную и особенно сопутствующую причины аварии.

Требования третьего пункта указанного ГОСТа сводятся к решению весьма актуальной в настоящее время проблемы [7], а именно – снижению рисков и смягчению последствий аварий (катастроф) на объектах гражданского и промышленного назначения. Проблема требует незамедлительного решения и в связи с заметно ухудшающейся обстановкой

функционирования объектов (повышение сейсмичности, возрастание опасности от экологических и техногенных воздействий, возможность террористических актов, усугубление физического износа и истощение ресурсов силового сопротивления строительных материалов и конструкций).

К сожалению, в существующих документах, включая проект соответствующего технического регламента РК, ситуация по расчету объектов на аварийные (запроектные) воздействия не нашла своего отражения. Следует при этом отметить, что в техническом регламенте России положения по расчету на аварийные воздействия введены как одни из важнейших требований, обеспечивающих безопасность объекта.

В современных публикациях [4,5,6] проблема аварийных (запроектных) воздействий на объект тесно связана с такой характеристикой, как «живучесть». Согласно ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике» для объектов, которые являются потенциальным источником опасности, важными понятиями являются «безопасность» и «живучесть». Понятие «живучесть» занимает пограничное положение между понятиями «надежность» и «безопасность». Под живучестью понимают свойство объекта, состоящее в его способности противостоять развитию критических отказов из дефектов и повреждений при установленной системе технического обслуживания и ремонта, или свойство объекта сохранять ограниченную работоспособность при воздействиях, не предусмотренных условиями эксплуатации либо при наличии дефектов или повреждений определенного вида, а также при отказе некоторых компонентов. Примером служит сохранение несущей способности элементами конструкции при возникновении в них усталостных трещин, размеры которых не превышают международного термина fail-safe concept.

Таким образом, рассмотрение третьей расчетной ситуации для зданий и сооружений сводится к обеспечению живучести объекта – способности сохранять ограниченную работоспособность при воздействии аварийных (запроектных) воздействий. Естественно, целью сохранения ограниченной работоспособности является безопасность жизни людей и сохранность материального фонда.

При этом закономерно возникает вопрос – до какой стадии предельного состояния доводить здание, чтобы ограниченная работоспособность была приемлема с точки зрения безопасности? Следует также учесть, что попытка обеспечить очень высокую надежность здания на непроектную ЧС может привести к весьма значительному удорожанию объекта, с другой стороны, вероятность запроектного воздействия всегда мала.

Исходя из этого, оптимальным вариантом можно считать применение так называемого принципа оправданного (допустимого) риска. Этот принцип можно сформулировать следующим образом – здание кроме конструктивной надежности обладает допустимой живучестью, если при аварийном

(запроектном) воздействии сохраняется ограниченная работоспособность конструкций, обеспечивающая заданный (допустимый) уровень риска. При этом допустимый уровень риска может устанавливаться из условий минимизации человеческих потерь (индивидуальный риск) или из условий минимизации материального ущерба (экономический риск). Величины допускаемых рисков должны быть нормируемыми.

При условии несоблюдения достаточной живучести возникает вопрос повышения существующего уровня живучести и одним из путей решения данной проблемы является так называемое адаптивное (приспосабливающееся) усиление. Особенностью адаптивных усиления является их избирательность под конкретный вид ЧС, что может значительным образом снизить стоимость затрат на усиление.

Исходя из вышеизложенного, комплексный подход к оценке технического состояния здания можно представить следующими основными этапами (см. рис.):

1) обследование здания и диагностирование дефектов и повреждений;

2) предварительная оценка технического состояния объекта и разработка, при необходимости рекомендаций по восстановлению эксплуатационной пригодности;

3) оценка технического состояния объекта после выполнения мер по восстановлению эксплуатационной пригодности;

4) оценка живучести объекта и разработка, при необходимости, рекомендаций по адаптивному усилению по следующим сценариям:

- на развитие критических отказов из-за дефектов и повреждений: оценка живучести здания (сооружения) определяется как для цельной системы, включающей все элементы фундаментного и верхнего строения с учетом взаимосвязей между ними;

- на непроектную ЧС: оценка живучести здания (сооружения) определяется для отдельных конструктивных элементов, способных привести к аварийной ситуации или разрушениям;

5) заключительная оценка технического состояния и выдача сертификата надежности и живучести объекта.

Рассмотрим вкратце положения этапов:

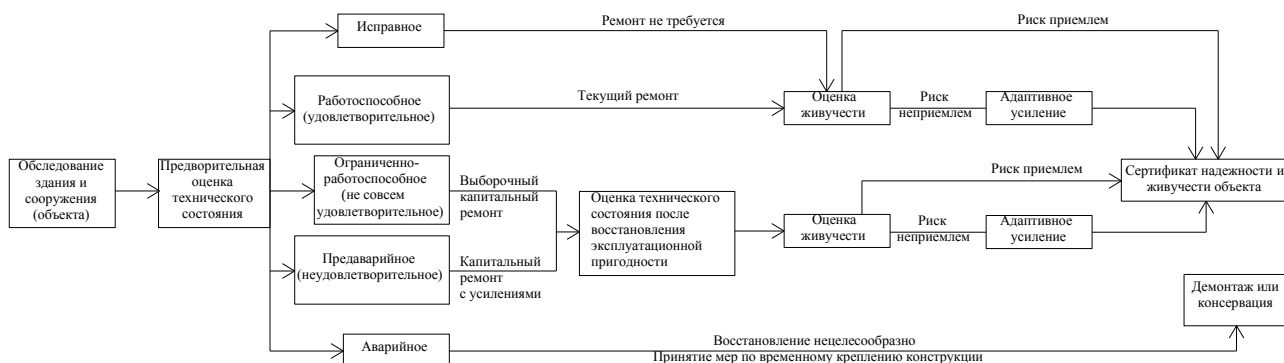
1. По п.1 и п.2 обследование и оценка объекта по категориям технического состояния (см. рис.) с разработкой, при необходимости, рекомендаций по восстановлению эксплуатационной пригодности будет произведена по уточненной методике. Методика будет представлена в новой редакции СН РК 1.04-04.2002 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений», находящейся в разработке в институте КазМИРР при КазГТУ.

2. По п.3 необходимо:

- создать терминологию и разграничить основные понятия, такие как надежность, долговечность, живучесть, безопасность;

- выполнить разработку технического регламента по оценке живучести существующих и вновь строящихся зданий и сооружений;
- разработать дифференцированный подход оценки степени разрушения отдельных элементов конструкции и их влияние на общую оценку живучести здания (сооружения);
- оценка живучести здания дается по результатам комплексного обследования здания (сооружения) с обязательным приложением поверочных расчетов на прогрессирующее обрушение;
- для вновь строящихся зданий оценка живучести должна назначаться в зависимости от уровня ответственности здания (сооружения) и учитываться проектом;

- разработка альбома по адаптивному усилению типовых конструкций зданий и сооружений.
- Оценка живучести объекта с разработкой, при необходимости, адаптивного усиления будет произведена по методике, находящейся в разработке в рамках реализации научно-исследовательской темы «Разработка методики живучести зданий и сооружений при ЧС, выявление пригодности их к дальнейшей эксплуатации и разработка методов их усиления».
3. Проект сертификата надежности и живучести объекта находится в разработке в рамках реализации вышеуказанной научно-технической темы.



Комплексная методика обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН РК 1.04-04.2002. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений.
2. ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований.
3. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике.
4. Алмазов В.О. Проблемы прогрессирующего разрушения строительных объектов // Межотраслевой альманах «Деловая слава России». 2008. С. 74-77.
5. Алмазов В.О. Гармонизация строительных норм: необходимость и возможности // Промышленное и гражданское строительство. 2007. №1.
6. Алмазов В.О. Сопротивление прогрессирующему разрушению в многоэтажных каркасах рамного типа // Высотные и большепролетные здания. Технология инженерной безопасности и надежности. М.: МГСУ, 2005. С. 20-23.
7. Протокол №2 расширенного заседания Научно-технического совета Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 2 октября 2008 г. Астана, 2008.

УДК 004.9:502/504(574.42)

А.Т. УАЛХАНОВА,
Б.С. КАЛЕНОВА

О некоторых вопросах переноса вредных примесей в воздушном бассейне промышленного города (на примере г. Усть-Каменогорска)

В настоящее время исследования загрязнения атмосферы переходят на новый уровень. Наряду с оценкой и контролем концентраций вредных примесей в воздухе в районе их источников по данным наблюдений, а также с расчетами концентраций на основе теоретических исследований появилась возможность осуществлять краткосрочные прогнозы загрязнения воздуха, составляемые с использованием возможностей численного моделирования, и использовать их для регулирования промышленных выбросов. Загрязнение – это всё то, что появляется не в том месте, не в то время и не в том количестве, какое естественно для природы, что

выводит её системы из равновесия, отличается от нормы. В современном мире выделяют природные загрязнения, то есть вызванные естественными причинами, и антропогенные – связанные с хозяйственной деятельностью человека. Непосредственно загрязнению подвергаются атмосфера, вода, почва. Косвенными объектами загрязнения, иначе говоря, жертвами загрязнения, оказываются растения, животные, микроорганизмы, человек.

Остановимся подробно на загрязнении атмосферы. Под загрязнением атмосферы понимают привнесение в атмосферный воздух новых

нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение естественной среднесуточной концентрации этих веществ в нём. В основном существуют три основных источника загрязнения атмосферы: промышленность, бытовые котельные, транспорт. Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнано, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство, что особенно актуально для г. Усть-Каменогорска, являющегося индустриальным центром Казахстана. Источниками загрязнений выступают теплостанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних. Так, поступающий в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония. Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы образуются другие вторичные признаки [1].

Основные загрязнители атмосферного воздуха: оксид углерода, оксид азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжелые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, атмосферная пыль. Пыль относят к грубодисперсным аэрозолям. Напомним, что под аэрозолем понимают дисперсную систему, состоящую из мелких твердых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде (обычно в воздухе). Кроме пыли, аэрозоли могут быть представлены также в виде тумана, дисперсная фаза которого состоит из капелек жидкости, и дымами, обладающими твердой дисперсной фазой. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 1 куб. км пылевидных частиц искусственного происхождения. В атмосферу воздуха г. Усть-Каменогорска поступают сотни тысяч в год загрязняющих веществ, которые наносят непоправимый вред здоровью людей, оказывают негативное влияние на живые организмы и растительность, ускоряют разрушение металлических конструкций и зданий. По величине выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников Усть-Каменогорск относится к числу лидеров Республики Казахстан и является одним из наиболее загрязненных городов страны.

По официальным сообщениям комитета по экологии в Усть-Каменогорске выброс вредных примесей в атмосферу снизился за истекший год почти в два раза, однако, несмотря на это показатели загрязнения воздуха до сих пор достаточно высоки

[2]. Атмосфера города – это единое целое, она не подразделяется на отдельные изолированные районы. Любая примесь, поступающая в атмосферу, в той или иной концентрации содержится в любой части города. Уровень загрязнения атмосферного воздуха города создается в результате поступления выбросов вредных веществ от всех источников на территории города и влияния атмосферных процессов на перенос и рассеивание этих веществ от источников загрязнения. Наблюдения показывают, что даже при постоянных объемах и составах промышленных и транспортных выбросов в результате влияния метеорологических условий уровни загрязнения могут отличаться в несколько раз. Вредные примеси, попадая в атмосферу, подвергаются физико-химическим превращениям, рассеиваются и вымываются из атмосферы. Степень загрязнения атмосферы от антропогенных источников зависит от того, переносятся ли эти вещества на большие расстояния от источника или скапливаются в районе их выброса. При некоторых погодных условиях могут образовываться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха. Обычно это происходит в тех случаях, когда в слое воздуха непосредственно над источниками газопылевой эмиссии существует инверсия – расположение слоя более холодного воздуха под теплым, что препятствует движению воздушных масс и задерживает перенос примесей вверх. В результате вредные выбросы сосредотачиваются под слоем инверсии, содержание их у земли резко возрастает, что становится одной из причин образования фотохимического тумана. Фотохимический туман (смог) представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Огромное значение в формировании уровня загрязнения атмосферы играют метеорологические условия, определяющие перенос, рассеивание выбросов и вымывание вредных веществ атмосферными осадками. Атмосфера, как и вся природная среда в целом, обладает способностью к самоочищению. Вредные вещества, попадающие в атмосферу от антропогенных источников, оседают на поверхности почвы, домов, растений, вымываются атмосферными осадками, переносятся на значительные расстояния ветром. Все эти процессы происходят с помощью ветра и зависят от температуры воздуха, солнечной радиации, атмосферных осадков и других метеорологических факторов. Уменьшение концентрации вредных веществ в атмосфере происходит лишь при скорости

ветра более 7м/с. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Усть-Каменогорск расположен в зоне, где часты слабые ветры (примерно 100-130 дней в году наблюдается полный штиль, а слабый ветер – 150-200 дней в году), приземные инверсии температуры и застои воздуха, что способствует формированию высокого уровня загрязнения.

Вопросам загрязнения атмосферы г. Усть-Каменогорска, переноса и рассеяния вредных примесей посвящены работы многих авторов: Темирбекова Н.М., Абдолдиной Ф.С., Куриленко Е.А., Мадиярова М.Н. и т.д. Их работы посвящены оценке негативного влияния промышленных выбросов на состояние здоровья населения, расчету выбросов вредных веществ от стационарных источников, расчету выбросов вредных веществ от городского автотранспорта, моделированию микроклимата промышленного города [3]. Однако, для прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха в нашем регионе необходимо учитывать не только сложившиеся на данный момент метеоусловия, их динамику, но и покомпонентный состав вредных примесей в воздухе. Так как на скорость переноса и диффузии вредных примесей в атмосфере (соответственно и скорости оседания) существенное влияние оказывает химический состав и физическое строение компонентов вредных примесей.

Задача прогноза загрязнения воздуха в общем виде математически может быть определена как решение при определенных начальных и граничных условиях дифференциального уравнения

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \sum_{i=1}^3 u_i \frac{\partial q}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} k_i \frac{\partial q}{\partial x_i} - \alpha q, \quad (1)$$

где t – время;

x_i – координаты;

u_i и k_i – составляющие средней скорости перемещения примеси и коэффициента обмена, относящиеся к направлению оси x_i ($i = 1, 2, 3$);
 α – коэффициент, определяющий изменение концентрации за счет превращения примеси.

Уравнение (1) описывает пространственное распределение средних концентраций, а также их изменения со временем. В этой связи оно может рассматриваться как прогностическое уравнение. Обычно в декартовой системе координат оси x_1 и x_2 , расположенные в горизонтальной плоскости, обозначают через x и y , а вертикальную ось x_3 – через z ; соответственно $u_1 \equiv u$, $u_2 \equiv v$, $u_3 \equiv \omega$.

При решении практических задач вид уравнения (1) упрощается. Так, если ось x ориентирована по направлению средней скорости ветра, то $v = 0$. Вертикальные движения в атмосфере над горизонтальной однородной подстилающей поверхностью малы и практически можно принимать $\omega = 0$ в случае легкой примеси, не имеющей собственной скорости перемещения. Если же рассматривается тяжелая примесь (что характерно для нашего региона), постепенно оседающая, то ω представляет собой скорость оседания (которая входит в уравнение со знаком минус) [4].

Задачей нашей дальнейшей работы является выбор математической модели переноса и диффузии, способной учитывать скорости оседания различных компонент, входящих в состав выбрасываемых в атмосферу примесей при различных метеоусловиях региона, численная реализация которой позволит проводить качественный мониторинг загрязнения атмосферы, включающий в себя не только наблюдение и анализ, но и позволяющий прогнозировать ситуацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере // Справочное пособие. Л.: Гидрометеиздат, 1983.
2. Тлебаев М.Б., Куриленко Е.А. Тасжурекова Ж.К. Автоматизация процесса моделирования распространения выбросов вредных веществ от промышленных предприятий // Наука и образование Южного Казахстана. 2007. № 4(63), С.157-161.
3. Мадияров М.Н. Численное моделирование распространения выбросов вредных веществ от городского автотранспорта / М.Н. Мадияров, Н.М. Темирбеков, Ф.Н. Абдолдина // Проблемы трансграничного загрязнения территорий: Материалы междунар. Казахстанско-Российской научно-практической конференции. Усть-Каменогорск, 2004. Ч. III. С. 255-258.
4. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л., 1985.

Раздел 4

Транспорт. Строительство

УДК 625.143:45

Е.Е. БАУБЕКОВ,
М.К. ИБАТОВ**Зависимость скорости изнашивания рельсов
от давления при чистом проскальзывании**

Для определения критических давлений в режиме чистого скольжения пары «колесо-рельс» использовался метод лунок. Условные обозначения испытанных сталей и их химический состав представлены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исследованных сталей

Условный номер стали	Химический состав, вес %			Примечание
	C	Mn	Si	
0,5	0.48	0.84	0.58	колесная, марка 1
0,6	0.59	0.72	0.33	колесная, марка 2
0,7	0.72	0.78	0.21	рельсовая
0,8	0.82	0.75	0.30	рельсовая

Стали подвергались термообработке на различную твердость двумя способами: закалкой на мартенсит с последующим отпускком до заданной твердости и ускоренным охлаждением без мартенситного превращения. Стали, обработанные по первому варианту, имели структуру зернистого перлита и мартенсита, по второму – структуру пластинчатого перлита различной степени дисперсности (сорбито-трооститные структуры) [1]. Ниже эти типы структур обозначаются соответственно буквами *З* и *Л*.

$$h = \frac{l}{8 \left(\left(\frac{1}{R_d} \right) \pm \left(\frac{1}{R_o} \right) \right) \frac{dL^2}{dL}}, \quad (1)$$

где l – длина (или ширина лунки износа в направлении скольжения);

R_d и R_o – радиусы диска и образца, знак «+»

используется, если образец выпуклый, знак «–» – если вогнутый.

Испытания выполнены на машине трения СМТ-1 по схеме «цилиндр-диск» с параллельными осями. Диаметры образцов и дисков – 40 мм, толщина диска 6 мм. Испытания проводились при нагрузке 500 Н в условиях сухого трения и 1500 Н в условиях смачивания водой. Скорость скольжения в обоих случаях была 12,6 м/мин. Характерная зависимость длины лунки от пути скольжения при сухом трении диска из рельсовой стали по цилиндрическому образцу из колесной стали представлена на рис. 1. Зависимость удельной интенсивности изнашивания – рассчитанная высота лунки h по формуле (1) от давления ($W - \sigma$ кривая) – представлена на рис. 2. Как видно из рис. 2, $W - \sigma$ кривая имеет две ветви, разделенные скачком износостойкости: нижнюю с интенсивностью изнашивания менее 10^{-3} мм/м, соответствующую «умеренному» износу, верхнюю – «интенсивному» износу.

По результатам испытаний определялись следующие параметры $W - \sigma$ кривой, которые являются по существу характеристиками износостойкости стали: критические давления перехода от «умеренного» износа к «интенсивному», σ_k ; интенсивность изнашивания при давлении, близком (но большем) σ_k , W_p , и наклон верхней ветви кривой в терминах $\beta = \frac{\Delta W}{\Delta \sigma}$. Эти величины для образцов из различных сталей при сухом трении в паре с дисками с зернистой и пластинчатой структурами представлены в табл. 2.

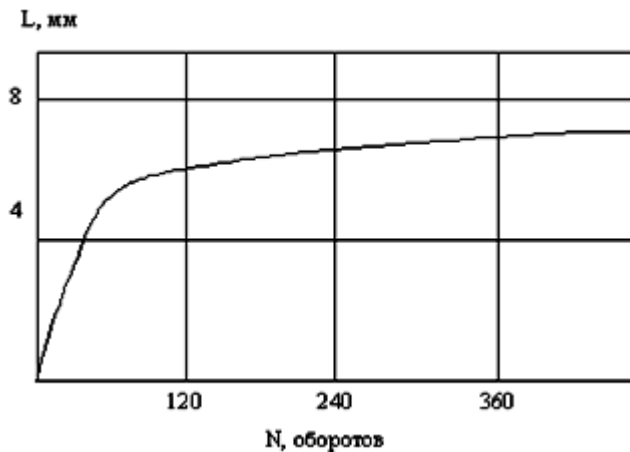


Рис. 1. Характерная зависимость длины лунки от числа оборотов

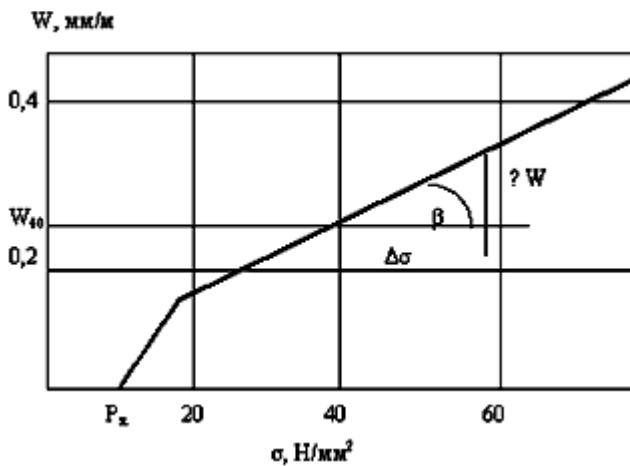


Рис. 2. Характерная зависимость скорости изнашивания от давления

Анализируя данные табл. 2, можно сделать вывод, что химический состав стали (в частности, содержание углерода) оказывает значительно меньшее влия-

ние на ее износостойкость, чем твердость и тип структуры. Зависимости σ_k , W_{40} и β от твердости для исследованных сталей представлены на рис. 3, 4, 5. Метками возле точек замера обозначены приблизительное содержание углерода и тип структуры образца (пары трения 1...9, табл. 2).

Рассмотрим влияние твердости и типа структуры стали на параметры износостойкости. Как видно из рис. 3, σ_k возрастает пропорционально твердости во всем диапазоне исследованных твердостей.

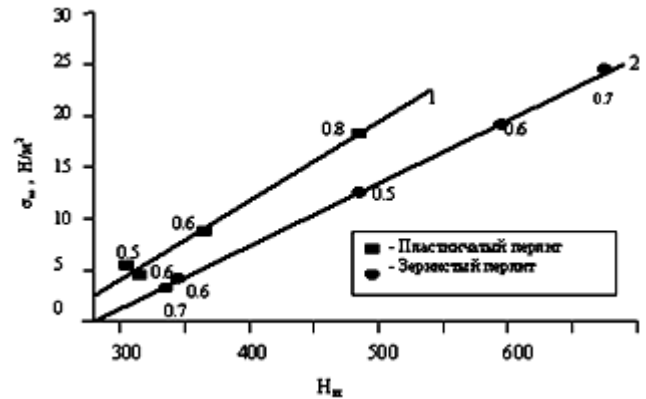


Рис. 3. Влияние типа структуры, содержания углерода и твердости стали

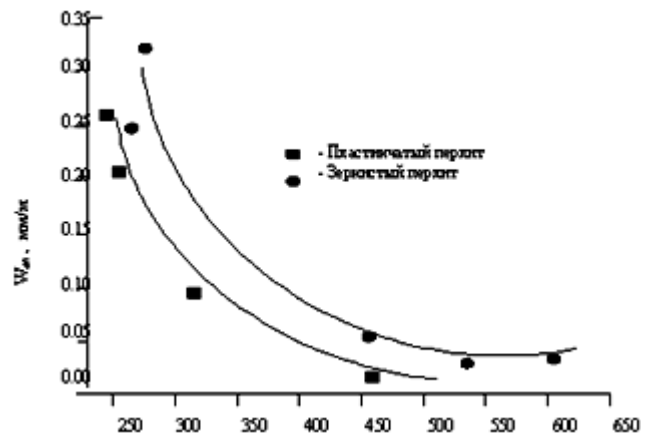


Рис. 4. Влияние типа структуры, содержания углерода и твердости стали на скорость изнашивания при давлении 40 Н/мм²

Таблица 2

Результаты измерения параметров износостойкости методом лунок на воздухе

№ пары трения	Образец			Диск			σ_k , Н/мм ²	Для $\sigma = 40$ Н/мм ²	
	условное обозначение	тип структуры	твердость, HV_{10}	условное обозначение	тип структуры	твердость, HV_{10}		W_{40} , мм/м	P , мм/м/МШ
1	5	П	266	7	З	365	6,6	0,26	0,063

2	6	П	274	7	3	365	5.0	0.20	0.040
3	7	3	280	7	3	365	3.0	0.24	0.063
4	6	3	290	7	3	365	4.3	0.32	0.082
5	6	П	320	7	3	365	9.0	0.10	0.030
6	5	3	425	7	3	365	12.0	0.06	0.030
7	6	3	530	7	3	365	18.0	0.04	0.010
8	7	3	613	7	3	365	24.0	0.04	0.010
9	8	П	440	7	3	365	18.0	0.02	0.001
10	6	П	274	6	П	322	6.0	0.07	0.010
11	5	3	425	6	П	322	33.0	0.01	0.009
12	6	3	530	6	П	322	33.0	0.03	0.000

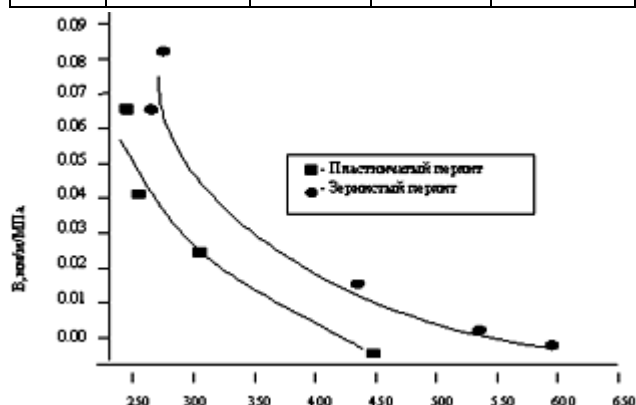


Рис. 5. Влияние типа структуры, содержания углерода и твердости стали на баррокоэффициент

Из этого следует, что критические давления σ_k для тех режимов эксплуатации, в которых колеса и рельсы работают вблизи критического перехода от «умеренного» износа к «интенсивному», увеличение твердости сталей будет непрерывно повышать их износостойкость вплоть до самых больших твердостей. Такой же характер зависимости σ_k от твердости перлитных сталей был получен П. Клэйтоном в диапазоне твердостей от 140 до 350 HV₃₀ [2].

В целом, с учетом данных работы [2, 3] можно утверждать, что в диапазоне твердостей от 140 до 650 HV зависимость интенсивности изнашивания углеродистых сталей от твердости подчиняется обратнопропорциональному закону.

Изменение параметра β , характеризующего наклон верхней ветви (рис. 5), близко к обратно пропорциональному. Когда твердость образца становится много больше твердости диска, значение P стремится к нулю, т.е. интенсивность изнашивания перестает зависеть от давления.

Как видно из табл. 2 и рис. 3, 4, 5, стали с пластинчатой структурой заковки имеют значительно большие σ_k , меньшие W_{40} и β , чем стали с зернистыми структурами отпуска. Это еще раз подтверждает известный факт, что, с точки зрения сопротивления изнашиванию, стали с пластинчатой структурой предпочтительнее.

Внешняя среда оказывает значительное влияние на результаты определения износостойкости, так как при изменении среды наблюдается смена механизмов износа (изменяется характер сил сцепления трущихся поверхностей, шероховатость, соотношение пластического, хрупкого и усталостного разрушения, скорость окисления и адсорбирования), поэтому нет оснований распространять результаты испытаний, полученных в одних условиях, на другие. Колеса и рельсы работают в широком диапазоне внешних условий, в том числе повышенной влажности, загрязненности, смазки маслами.

Испытания в условиях смачивания осуществляли путем погружения диска в ванну с водой. Нагрузка на образцы при этом была повышена до 1500 Н. Характер зависимостей $W=f(L)$ и $W=f(\sigma)$ при смачивании остался таким же, как и при сухом трении, поэтому определялись те же самые параметры $W-\sigma$ кривой, что и при сухом трении. Эти параметры представлены в табл. 3. Как можно видеть, в условиях смачивания водой σ_k в 10 раз больше, β — на два порядка меньше, чем в условиях сухого трения.

Приведенные эксперименты с точки зрения теоретической трибологии имеют большое значение, однако с практической точки зрения их ценность для железнодорожного транспорта состоит лишь в том, что давления перехода от умеренного к суровому износу при чистом скольжении чрезвычайно малы и находятся намного ниже самых низких.

Таблица 3

Результаты определения параметров износостойкости методом лунок в воде

№ пары трения	Образец			Диск			σ_k , Н/мм ²	Для $\sigma = 40$ Н/мм ²	
	условное обозначение	тип структуры	твердость, HV ₁₀	условное обозначение	тип структуры	твердость, HV ₁₀		W_{40} , мм/м	β , мм/м/МПа
1	6	П	297	6	П	320	45	0.27	76
2	6	П	297	7	3	385	50	0.17	45
3	6	П	297	6	3	560	50	0.17	46
4	7	3	340	6	П	320	45	0.27	66
5	7	3	340	6	3	383	50	0.25	52
6	7	3	340	7	3	385	45	0.24	52
7	7	3	340	6	3	560	60	0.18	41
8	7	3	460	6	П	320	120	0.065	3.7

9	7	3	460	7	3	360	120	0.065	3.7
10	7	3	460	6	3	450	80	0.100	6.1
11	7	3	460	6	3	560	80	0.076	2.3
12	8	П	440	6	П	320	140	0.030	3.3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по триботехнике. Теоретические основы / Под ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. М.: Варшава: Машиностроение, 1989.
2. Clayton P. The relation between wear behaviour and basic material properties for pearlitic steels //Wear. 1980, v. 60, № 1, p. 75-94.
3. Горячева И.Г., Добычин М.Н. Контактные задачи в трибологии. М.: Машиностроение, 1988.

УДК 656.22

*С.К. МАЛЫБАЕВ,
Т.У. САРСЕМБАЕВ,
Б.М. ИСИНА,
Д.Т. САРСЕМБАЕВА*

Организация электронных платежей на железнодорожном транспорте

Организация электронных платежей на железнодорожном транспорте является услугой в режиме реального времени.

Электронная платежная система, реализованная в грузовых перевозках, дает возможность оперативно и достоверно предоставлять информацию о движении денежных средств на карт-счет клиента, повысить оперативность и безопасность расчетов, сосредоточить управление платежами на железнодорожные услуги в едином центре, оперативно вести учет денежных средств в местах оказания услуги, осуществлять контроль полноты и своевременности обработки документов в АО НК «Қазақстан Темір Жолы» (КТЖ) [1].

Прием платежей по транспортным картам в настоящее время осуществляется по двум технологиям: по схеме наличных платежей и по схеме безналичных платежей.

Преимущества схемы безналичных платежей в грузовых перевозках: сокращение времени обслуживания клиента (отпадает необходимость в книге передачи грузовых документов на каждую услугу и в подсчете купюр). Исключаются затраты на инкассацию; затраты на обналичивание денег; риски, связанные с наличностью, – возможность ограбления, фальшивые банкноты; затраты на содержание охраны для обеспечения безопасности товарной кассы.

К преимуществам схемы безналичных платежей в грузовых перевозках относятся:

1. Единый лицевой счет по всему КТЖ.
2. Отпадает необходимость перевода денег с одного отдела технической подготовки документов (ТехПД) в другой.
3. Товарные кассиры не будут вести лимитированные карточки для учета использования выделенных лимитов.
4. Отпадает необходимость в телеграммах, подтверждающих наличие денег на лицевом счете (затраты времени и денег).
5. Исключается влияние человеческого фактора и, соответственно, возможность ошибок как со стороны товарной кассы, так и ТехПД, уменьшается риск возникновения дебиторской задолженности.

6. Оперативная информация о движении денег на карт-счете и состоянии баланса, пополнение карт-счета по мере необходимости.

На сегодняшний день к платежной системе подключены 84 товарные кассы, заключено более 5546 договоров с клиентами на выпуск карт.

Для осуществления сопровождения платежной системы АО НК «КТЖ» организованы 12 региональных отделений процессингового центра (РОПЦ) и 8 подотделов РОПЦ.

Осуществление электронных платежей с помощью транспортных карт является новой услугой для участников рынка грузоперевозок на территории Казахстана, которая успешно функционирует как более удобная форма расчетов за железнодорожные услуги посредством ведения единого карт-счета.

Центр представляет собой информационно-технологический комплекс, который обеспечивает платежные операции по локальным картам АО НК «КТЖ». Система процессинга соответствует спецификациям EMV (исполнительного механизма и серийных промышленных контроллеров типа SMART и VME, обеспечивающих построение скоростной универсальной информационной магистрали), поддерживает передовые технологии чиповых карт и электронной коммерции.

Ввод в эксплуатацию системы электронных платежей начался со станции Астана, откуда в мае 2003 г. был произведен первый платеж по транспортной карте. Для удобства обслуживания клиентов и эффективного сопровождения платежной системы созданы региональные отделения (РОПЦ) в Алматы, Павлодаре, Экибастузе, Защите, Семипалатинске, Караганде, Балхаше, Таразе, Шу, Уральске, Актобе, Атырау, Кызылорде, Кокшетау, Костанайе, Шымкенте.

42 товарные кассы, подключенные к платежной системе на данный момент, дают 50% от общего грузооборота всего АО НК «КТЖ». При подключении к концу 2006 г. запланированных 21 товарных касс грузооборот всех товарных касс, подключенных к платежной системе, составит 60% от общего

грузооборота АО НК «КТЖ». В АО НК «КТЖ» на сегодняшний день имеем 356 станций.

Создание программно-аппаратной среды для автоматизированной обработки электронных документов – сложный процесс, далеко выходящий за пределы собственно информатики. Имеется широкий круг правовых и организационных вопросов, которые непосредственно связаны с проблемой электронизации. Проблема осложняется также тем, что транспортные ведомства и организации, да и не только транспортные, работают над созданием электронной обработки документов без учета их последующей унификации. Для обеспечения комплексного решения проблемы внедрения безбумажной технологии на транспорте в июле 1990 г. транспортными ведомствами и предприятиями была создана Ассоциация пользователей электронной передачи информации (ПЭПИ). И здесь главная задача Ассоциации заключается в том, чтобы тактично и последовательно обеспечить координацию этих работ и постепенный переход на стандарты EDIFACT (международный стандарт ИСО 9735 Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport (EDIFACT), регламентирующий синтаксические правила электронного обмена данными в торговле, транспорте и административной деятельности). Для этой цели используются разработки, выполненные ведомственными организациями. В распоряжении Ассоциации имеются конвертор и лицензия на его распространение, которые позволяют осуществить переход к стандартам EDIFACT и обратно к действующим системам.

При создании унифицированного электронного документа (паспорта отправки) и программных средств для его обработки предусматриваются требования всех участков перевозки и выдача необходимых данных при выполнении соответствующих операций и процедур. В комплексе программно-аппаратных средств входит создание автоматизированных рабочих мест (АРМ) в точках зарождения и окончания перевозки, а также для операторов, контролирующих процесс перевозки, – программные средства для автоматизации обработки документов и формирования необходимых данных для всех пользователей и передача их по заданным адресам. Кроме того, предусматриваются средства ведения архива для розыскной и актовой – претензионной службы. Весь комплекс программно-аппаратных средств становится достоянием учредителей Ассоциации, а коммерческий интерес проявляется через расширение услуг пользователям, повышение конкурентоспособности на рынке транспортных услуг.

Практическая реализация безбумажной технологии сталкивается с необходимостью унификации понятий, кодов, классификаторов объектов. Вряд ли возможно рассчитывать на одновременный переход на единую систему классификации и кодирования. Следовательно необходима постоянно актуализируемая информационно-справочная система, которая будет

также содержать постоянно обновляемую информацию по стандартам EDIFACT. На железнодорожном транспорте созданы и функционируют автоматизированные системы по управлению перевозками на основе электронной передачи данных. Их эксплуатацию поддерживает сравнительно развитая инфраструктура. Несмотря на применение морально устаревших технических средств, автоматизированная система управления выполняет многие из задуманных проектных функций и в некотором смысле не исчерпала всех своих возможностей. Поэтому разработка новой системы (или нового поколения систем) не может не учитывать действующие структуры. Должны быть обеспечены преемственность и взаимодействие на переходный период. Это обстоятельство имеет прямые следствия при разработке новых систем.

Необходимость информационного взаимодействия между участками перевозочного процесса проявляется на различных этапах осуществления перевозки. Это обусловлено операциями, которые выполняют участники управления транспортным процессом на каждом этапе. Реквизиты, объем данных и сроки их передачи для обеспечения взаимодействия не всегда удается установить путем обследования, так как при традиционной технологии документируется далеко не каждое сообщение и имеется опасность при проектировании потерять необходимую информацию. Основные компоненты информационной совместимости выявляются в ходе проработки электронизации документооборота при взаимодействии железной дороги с участниками перевозочного процесса и управления перевозками.

Электронный документ призван заменить набор бумажных -перевозочных документов, на всем тракте перевозки, от момента отправки груза до прибытия его к месту назначения вне зависимости от видов транспорта и производимых операций. При этом предполагается, что данными этого документа смогут воспользоваться с помощью средств электроники все участники перевозки вне зависимости от их расположения и принадлежности. Исходя из этого нематериальный («электронный») перевозочный документ должен включать: заявку клиента, исправления и дополнения перевозчика (дороги отправления), а также возможные последующие коррекции; документирование различных операций, выполняемых железной дорогой и другими участниками перевозок; дополнительную информацию, необходимую для таможенного досмотра; дополнительную информацию, необходимую для других участников перевозочного процесса; рассчитанные для оплаты грузовладельцем (экспедитором) расходы за операции и работы, выполняемые другими участниками транспортного процесса. По опыту разработок (проект DOCIMED) такой документ имеет около 600 позиций с различными реквизитами данных с общим объемом около 3 кб.

Таким образом, электронный документ несет в себе как бы две функции. Во-первых,

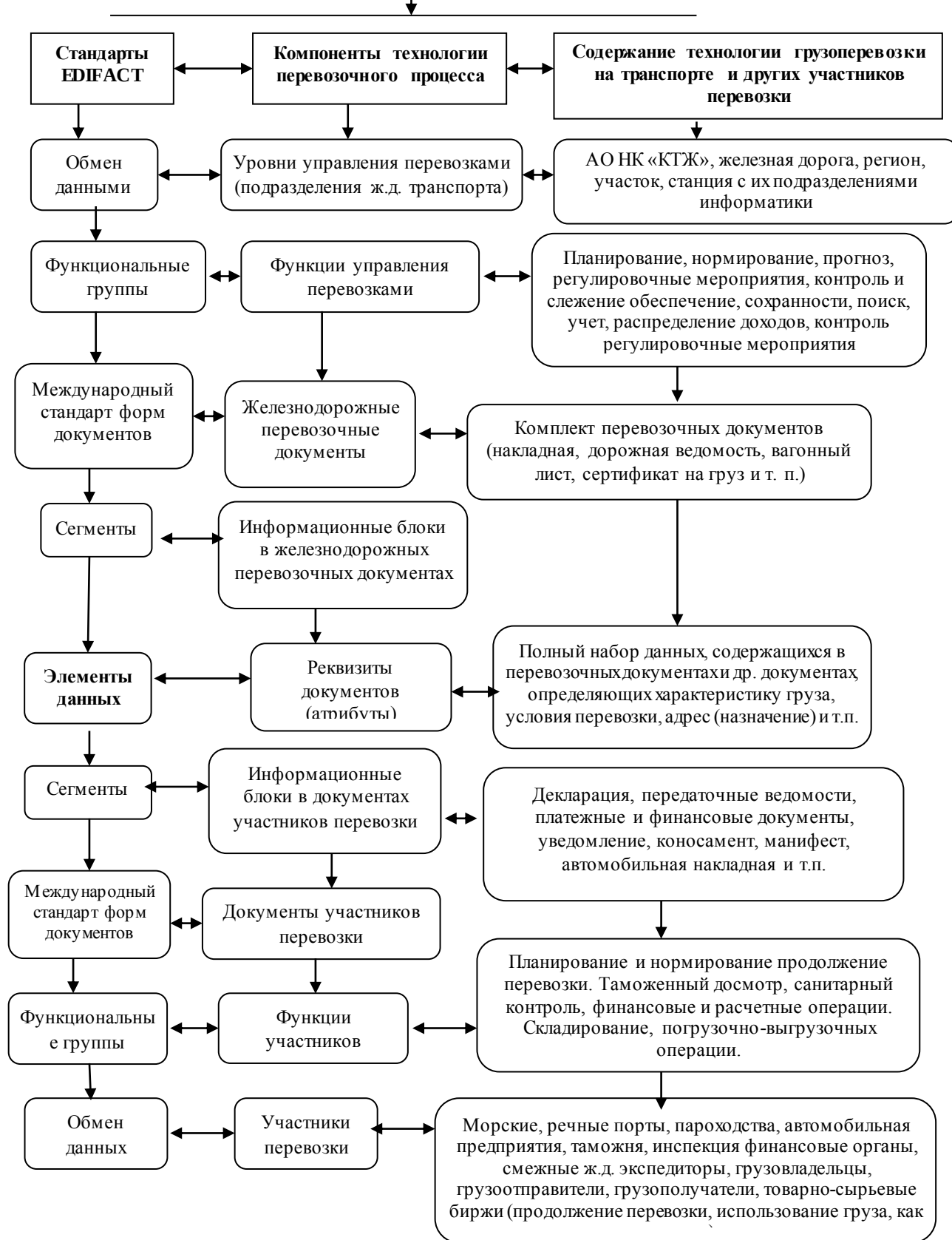
технологическую, т. е. обеспечивает перемещение груза на всем протяжении и отражает все операции, с ним происходящие, и, в конечном счете, является основанием для расчета за перевозки. Во-вторых, электронный документ – информация для организации перевозок всеми участниками перевозочного процесса. Разработка проекта электронизации документооборота уже в своей постановке предполагает решение всех проблем информационного взаимодействия.

Для перехода от обычного, традиционного бумажного документа к сообщению в стандарте EDIFACT используют конвертор. Готовить сообщение вручную нерационально, так как это требует очень больших затрат. Конвертор – это, как правило, набор программных средств для любой стандартной ПЭВМ, совместимой с IBM-PC AT/XT. Программные средства для конвертора могут быть разработаны

любым квалифицированным коллективом программистов. Однако, для того чтобы конвертор стал действительно универсальным средством, отвечающим всем требованиям эксплуатации для широкого применения, требуется значительное время и наличие опыта.

На рисунке представлены стандарты EDIFACT, компоненты технологии перевозочного процесса и взаимодействия с другими участниками перевозки. Функции управления перевозками, работы с заявками, планирования, нормирования, контроль перевозками грузов. Слежение, обеспечение сохранности, поиск, учет, распределение вагонов по узлам и регионом. Электронный обмен данными в процессе перевозки грузов на всем протяжении предполагает передачу сообщений между всеми участниками перевозок. Для этой цели могут использоваться любые сети передачи данных – как ведомственные, так и универсальные.

**Основные компоненты информационной совместимости
при взаимодействии железной дороги с участниками
перевозочного процесса в процессе управления перевозками**



Компоненты технологии перевозочного процесса, которым соответствуют компоненты стандарта EDIFACT

Мировая практика показывает, что хороших конверторов не так уж много. Поэтому целесообразно воспользоваться готовым конвертором, адаптируя его для наших условий. Ассоциация ПЭПИ, в частности, приобрела для этой цели рабочую станцию EDT – 440 с лицензионным правом на ее распространение. Для того чтобы конвертор мог выполнять свои функции, т.е. превращать традиционные документы в UNSM сообщения, формировать соответствующие документы, необходимы определенные проектные работы по привязке рабочей станции к местным условиям. Эта работа выполняется совместно с ведомственными научными и проектными организациями. На железнодорожном транспорте эти работы ведет ПКТБ АСУЖТ вместе с Ассоциацией.

Система стандартов EDIFACT и используемой в этой системе классификаторов находится в непрерывном развитии. Для того чтобы изменения и дополнения своевременно вносились в действующие и создаваемые системы электронного

документооборота, необходимо иметь соответствующую службу. С этой целью Ассоциация создает информационно-справочную систему (ИСС), которая должна быть доступна как проектировщику, так и пользователю непосредственно с автоматизированного рабочего места (АРМ). Для этого достаточно стать абонентом этой ИСС. Эта система окажет также методическую помощь при разработке и составлении электронных документов.

Вывод:

При рассмотрении развития информационных технологий на железной дороге Казахстана такие процессы, как продажа билетов, перевозка грузов, своевременная доставка грузов, диспетчерское управление, автоматизация рабочих мест товарных, технических контор являются приоритетным направлением в развитии инновационной деятельности процессингового центра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа развития железнодорожного транспорта Республики Казахстан на 2000-2005 годы. Астана: РГП Казакстан темір жолы, 2000.
2. Программа реструктуризации железнодорожного транспорта Республики Казахстан на 2001-2005 годы (утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан №756 от 4 июня 2001 года) / Магистраль 2001. №7. С.19-44.

ӘОЖ 656.2(075.8)

Т.Қ. БАЛҒАБЕКОВ

Жүк шебінің техникалық жабдықтылығы бойынша есептеу әдістері

Жүктерді арту-түсіру жерлері әдетте біркелкісіз жұмыс кестесімен сипатталады. Теміржолдар, автомобильдер, конвейерлер және тағы басқа көлік түрлерімен қызмет атқаратын жұмыскерлер, тәулік ішінде келетін вагондар санын нақтылы білсе де, қай уақытта келетінін кездейсоқ уақиға деп атауға болады. Өйткені тура осындай уақыт деп жоспарлау қиын, жұмыс үрдісінде әр түрлі жағдайларға байланысты артып-түсіретін немесе қабылдап-жөнелтілетін вагондар кешігіп немесе ерте де келіп қалуы мүмкін. Жұмыстың кездейсоқ әлпісі кезінде, жүк кешенінің техникалық жабдықтылығының есептеліну әдісін қарастырамыз. Ол техникалық жабдықтылықтың әр түрлі мүмкін болатын нұсқалар кезінде қосындылық келтірілген шығынның салыстырылуына негізделген [1,2]:

$$C = C_a + C_{a-n} + C_c + C_{e-n} + C_d + C_{i-d} + C_{i-d}, \quad (1)$$

мұнда C_a – арту-түсіру машиналары мен қондырғыларына, жүктерді артып-түсіретін эстакадаларына, жоғарылатылған жолдарға, жүк көтергіштерге, аржолдар мен арту-түсіру жолдарына күрделі салым коэффициентін ескергендегі амортизация мен жөндеуге жұмсалатын шығындар;

C_{e-c} – жүк оталарын орындау кезіндегі вагон-сағатқа байланысты бос тұруға кететін шығындар;

C_z – жүктерді артып-түсіретін адамдардың жалақысына кететін шығындар, бұл шығындар тетіктерді пайдалану мүмкіндігі жоқ кезде

қарастырылады;

$C_{л-с}$ – локомотив-сағатқа байланысты вагондарды жүк шебіне беру және одан жинақтауға байланысты шығындар;

C_e – жүктік шептерге вагондарды беруде, түйіспе стансалық жолдарда бос тұрыс уақытына кеткен вагон-сағатқа байланысты шығындар;

$C_{ов}$ және $C_{оа}$ – орналасуына қарай жүктік оталардың орындалуын күтуге байланысты вагон-сағатпен және автомобиль-сағатпен есептелінетін шығындар.

Жүк шебінің ең тиімді техникалық жабдықтылығы келесідей:

- жүк шебін зерттегенде, оның техникалық жабдықтылығы мен өңдеу қабілеттілігін есептеуге қажетті шартты мәліметтер алынады;

- жүктік шепке түскен көліктердің (вагон, автомобиль, көліктің арнайы түрлері т.б.) берілу жиілігінің статистикалық таратылу кестесі құрылады;

- берілісте вагондар санының өзгерулері, жүк оталарының орындалу ұзақтығы қарастырылады;

- берілген ақпараттың қорытындысының нәтижесінде жүк шебінің жұмыс кестесі (тәулік бойы немесе тәуліксіз), келетін көлік ағымының заңдылықтары, арту-түсіру уақытының өзгеру заңдылықтары және т.б. бекітіледі;

- арту-түсіру машиналары мен қондырғылардың санына, жоғарылатылған жолдың ұзындығына, жүкті артып-түсіретін эстакадаға, жүк шебіне берілетін вагондар санына, жүк шебінің жұмыс уақытына тәуелді келтірілген шығындарға байланысты теңдеу құрылып, жүк шебі бойынша айтылған өлшемдердің тиімді мәні анықталады.

Жүк кешенінің техникалық жабдықтауын есептеу үшін төмендегідей ақпараттар керек: вагон және тонна бойынша қоймалардың орташа тәуліктік есептік жүк айналымы; артып-түсіруде, алып-беруде вагондар оталары үшін әр түрлі сипаттамалары; әр түрлі вагондардың тазалануына және жүк шептеріне берілуіне кететін уақыты; тәулік ішіндегі жүк шебінің орташа жұмыс уақыты; арту-түсіру машиналары мен қондырғылардың және тиіп-түсіретін қондырғылардың өнімділіктері мен түрлері; кәсіпорынның цехындағы қоймалардың, рельстік қоймалармен біріктіретін өндірістік көліктің түрі мен жұмыс істеу кестесі; вагондар мен автомобильдердің немесе басқа да көліктердің статистикалық тиеудегі мөлшері; бос тұрудағы вагон-сағаттың, локомотив-сағаттың және автомобиль-сағаттың өзіндік құндары.

Тиеу-түсіру машиналарының саны қойманың жұмыс көлемімен анықталады, ол үшін қажетті өңделетін қабілеттілікті қанағаттандыру қажет

$$Z \geq \frac{Q_i K_i}{365 \bar{I} (\bar{O} - x t_i)}, \quad (2)$$

мұнда Q_i – қоймада жылына тонна-оталық жүктердің өңделу көлемі;

K_i – тасымалдардың мезгілдік ауытқуларын ескеретін, теңсіздік коэффициенті;

$\bar{I}$ – сағатына вагондарды тиіп-түсіру үшін пайдаланатын машиналар мен қондырғылардың сағаттық өнімділігі (кейбір жағдайларда, мысалы: қатып қалған жүктерді түсіру кезінде сағаттық өнімділік жазғы немесе қысқы мезгілдерге байланысты реттеледі);

T – тәуліктегі минут саны (1440 мин);

x – жүк шебіне вагондарды беру мен алудың саны;

t_i – дайын жолдарға вагондардың берілуі мен алуының саны.

Вагондардың маршруттап берілуі кезінде

$$Z \geq \frac{Q_i K_i}{365 \bar{I} (\bar{O} - n x_1 t_i)}, \quad (3)$$

мұнда x_1 – маршруттарды бөлектеп жүк шебінде

бергендегі маршруттардың саны;

n – тәулік бойы маршруттардың саны.

Жүк шебіне вагондарды берудің саны келесідей шектерде өзгереді: берудің ең аз саны $x_{\min}$ ұзындығымен немесе жүк шебінің қызмет көрсетуінің бекітілген тәртібімен және айралық құралдарды ескере отырып, берудің ең көп санымен $x_{\max}$ анықталады, сонда $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$. Жүк шебінің жүк ауласында жұмыс істеуінің

минималды уақыты әдетте бір ауысымнан кем емес болып бекітіледі, сонда тәуліктегі максималды уақыты 24 сағат болады.

Қосындылық келтірілген шығындар қосылғыштары келесідей түрде анықталады:

1. Тиеу-түсіру машиналарын амортизациялау және жөндеудің жылдық түсімі күрделі салымдардың әсерлі коэффициентін ескеріп есептейді

$$C_a = K_i (\alpha + \gamma) Z, \quad (4)$$

мұнда K_i – тиеу-түсіру машиналарының құны, тенге;

γ – күрделі салымдардың әсерлік коэффициенті;

α – тиеу-түсіру машиналарының амортизациясына арналған жылдық түсім.

2. Жүк оталарын орындау кезінде бос тұрыстағы вагон-сағаттың шығындарына байланысты

$$\tilde{N}_{a-\bar{n}} = 365 N a_a [N q / x Z \bar{I} + t_i \bar{o}], \quad (5)$$

мұнда N – жүк шебіндегі жүк артылған және жүк

түсірілген вагондардың есептік саны;

a_a – бір вагон-сағаттың келтірілген құны;

q – бір вагонның орташа статикалық жүктемесі.

3. Уақытылы жүйеде механизаторлар бригадасының еңбек ақысына кететін шығындар

$$\tilde{N}_c = 365 \cdot Z \cdot T \cdot \zeta, \quad (6)$$

мұнда 3 – бригада бойынша еңбек ақы, ол тиеу-түсіру немесе басқа да машиналарда еңбек ететін адамдардың сағаттық төленуімен мөлшерленеді; T – жүк шебінің жұмыс істеу уақыты (темір-жолда 1440 мин).

4. Жүк шебіндегі локомотив-сағат берілісімен байланысты шығындар

$$\tilde{N}_{e-\bar{n}} = 365 \cdot \bar{o}_i \cdot \bar{a}_i, \quad (7)$$

мұнда a_i – айралық жұмыста 1 локомотив-сағаттың құны, тенге.

5. Берілістер арасында вагондардың келуі бойынша жүк шебіне берілісті күтуге кететін шығындар

$$\tilde{N}_a = [N 1 + \nu_N^2 / x] 4380 \bar{a}_a, \quad (8)$$

мұнда ν_N^2 – жүк шебіне келген вагонының вариация коэффициенті.

6. Автомобильдерді (C_{oa}) және вагондарды (C_{ov}) күтуге байланысты кететін шығындар, мұнда жүк оталарын орындау келесідей формулалармен анықталады

$$\tilde{N}_{i\bar{a}} = 365 \cdot N_a t_{oa} \bar{a}_a; \quad (9)$$

$$\tilde{N}_{i\bar{v}} = 365 \cdot N_v t_{ov} \bar{a}_v, \quad (10)$$

мұнда t_{oa}, t_{ov} – орналасуларына қарай жүк оталарының орындалуын күткен автомобильдер мен вагондардың бос тұрыс уақыты;

a_v, a_a – орналасуларына қарай 1 вагон-сағат және 1 автомобиль-сағат бос тұрыс уақытының

келтірілген құны;

N, N_a – орналасуларына қарай түсірілген және артылған вагондар мен автомобильдердің есептік саны.

Жоғарылатылған жолдар мен жүк тиеуші эстакадалар және жылжымалы тиеу-түсіру машиналарын пайдаланса және олар «Қазақстан темір жолы» АҚ ҰК немесе өнеркәсіптік кәсіпорындардың вагондарымен жүк оталарын орындауға мамандандырылған болса, онда қоймаларда немесе жүк шептерінде екі арнайы шептік жол құрылады және оның әрқайсысын жеке жалпылама қызмет атқару жүйесі ретінде қарастыруға болады. Мұндай жағдайда күтудегі орташа уақыт

$$t_o = \frac{\psi t_a (1 + \nu_{aei}^2)}{2(1 - \psi)}, \quad (11)$$

мұнда ν_{aei}^2 – бір вагон немесе автомобильмен орындалған жүктік оталар ұзақтығының вариация коэффициенті;

t_e – бір вагон немесе автомобильді арту-түсіру ұзақтығының орташа мәні;

ψ – тиеу-түсіру машиналарының артылу коэффициенті.

$$\psi = Q / TZ\ddot{I},$$

мұнда Q – тәулік бойында барлық жүктердің қосындылық өңделуі;

Жылжымалы тиеу-түсіру машиналары екі көліктік ағымға қызмет көрсеткен кезде, көліктердің оталарды орындауда бос тұруына байланысты шығындар төмендегідей формуламен анықталады

$$C_{o\ddot{a}} = \frac{365(Na_a + N_a a_a)Q \left[t_a^i \ddot{I} \delta Z + 1 + \nu_2^2 + Ng + 1 + \nu_1^2 \right]}{4xZ\ddot{I} (\ddot{O} Z - Q)}, \quad (12)$$

мұнда ν_1^2 және ν_2^2 – орналасуларына қарай вагондармен және автомобильдермен оталардың орындауының ұзақтығының вариация коэффициенті;
 t_a^i – бір жылжымалы бірліктің арту-түсіру ұзақтығының орташа мәні.

Жүк шептерінің ең тиімді жұмыс кестесін құрастыру үшін жоғарыдағы шектеулерді ескеріп, жұмыста әрбір ауысымдағы жұмыс кестелеріндегі тетіктердің ең тиімді саны есепке алынады. Содан келтірілген қосынды шығындар теңдеуі құрылады, онда әрбір жұмыс кестесіне өздеріне ғана тиімді тетіктер мен шанақтар анықталады. Егер де мұндай талдаулар жүргізілмеген болса, келтірілген қосынды шығын ең аз болатын жұмыстық шептің жұмыс кестесі қабылданып, сондағы жұмыс бірінші кезекте болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / Под ред. П.С. Грунтова. М.: Транспорт, 1994. 544 с.
2. Балгабеков Т.К. Управление эксплуатационной работой и организация перевозок на транспорте. Караганда, 2003. 223 с.

УДК 656.2

**М.А. КОБДИНОВ,
М.Н. АЙКУМБЕКОВ**

Разработка методики определения и учета действительных тормозных характеристик поезда

Предлагается следующий способ решения задачи, суть которого состоит в том, чтобы на основании измеренных тормозных параметров поезда с использованием известных аналитических зависимостей для определения величины удельной тормозной силы b_T и удельного основного сопротивления движению ω определить постоянные коэффициенты, входящие в эти зависимости. Скорректированные зависимости позволят определить параметры движения поезда при любых режимах его движения.

Разработанная методика предусматривает следующую последовательность измерительных и вычислительных операций, которая должна осуществляться при выходе поезда с участковой станции.

В первую очередь корректируется аналитическая зависимость для определения величины удельного основного сопротивления движению поезда, которая представляет собой полином второй степени. Для этого в режиме выбега поезда следует произвести измерения значений его замедления, после чего

определить значения удельного основного сопротивления движению ω_j , соответствующие значениям скорости движения поезда V_j . С целью снижения погрешности соответствующие измерения рекомендуется производить при движении поезда на прямолинейном участке пути.

В режиме выбега скорость движения поезда с течением времени изменяется незначительно, в результате чего для получения адекватных результатов может потребоваться значительное время.

Значения ω_j в широком диапазоне изменения скорости могут быть определены и при движении поезда в режиме тяги. Основное уравнение движения поезда в режиме тяги может быть представлено в виде:

$$F_p = \left(m_{\varepsilon} + \sum_{i=1}^N m_i \right) \cdot \frac{dV}{dt} = \left(m_{\varepsilon} + \sum_{i=1}^N \dot{\omega}_i \right) \times \times \frac{\zeta}{3,6 \cdot 1 + \gamma} \cdot \left[\frac{1000 \cdot F_{\varepsilon}}{D + Q} - \omega_0 - \omega_{i+r} \right], \quad (1)$$

где F_p – результирующая сила, действующая на поезд в режиме тяги, кН;

F_{ε} – значение касательной силы тяги локомотива, кН;

$\dot{\omega}_i$, $\sum_{i=1}^N \dot{\omega}_i$ – масса локомотива и состава

соответственно, т.

Таким образом, для определения значений удельного основного сопротивления движению ω_j необходимо в каждый момент времени знать значения сил F_p , F_{ε} , а также вес поезда. Измерение веса отдельных вагонов осуществляется с помощью тензометрических весомеров, размещенных в пункте формирования поездов [1, 2].

Результирующая сила может быть найдена посредством измерения ускорения движения поезда.

Значение касательной силы тяги локомотива F_{ε} (кН) может быть определено путем измерения потребляемого двигателем тягового тока и текущей скорости движения поезда [3]:

$$F_{\varepsilon} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{U_{\varepsilon} \cdot I_{\varepsilon}}{V_j} \cdot \eta_{\varepsilon} \cdot \eta_l, \quad (2)$$

где U_{ε} – напряжение на коллекторе электродвигателя, В;

I_{ε} – ток тягового двигателя, А;

V_j – регистрируемая измерителем скорость движения поезда, км/ч;

η_{ε} , η_l – к.п.д. тягового электродвигателя и зубчатой передачи.

Посредством измерения значений ускорения, скорости движения поезда, напряжения на коллекторе и тока тягового двигателя в период разгона поезда с помощью выражений (1), (2) появляется возможность определения значений удельного основного сопротивления движению ω_j на всем интервале изменения скорости.

Для определения значений ω_j необходимо также знать значение силы удельного дополнительного

сопротивления движению поезда ω_{i+r} , которое можно найти только расчетным способом. С целью снижения погрешности, соответствующие измерения рекомендуется производить при движении поезда на прямолинейном участке пути.

Недостатком рассмотренного способа определения значений удельного основного сопротивления движению поезда ω_j в режиме тяги является то, что определение искомых величин будет осуществляться косвенно посредством измерения нескольких параметров. Точность задания зависимости $\omega = f(V)$ в этом случае будет определяться точностью установленной на локомотиве измерительной аппаратуры.

Допустим, при выходе поезда с участковой станции значения ω_j при соответствующих значениях скорости V_j в режиме выбега или тяги определены. Необходимо на основании известного вида аналитической зависимости $\omega = f(V)$ определить постоянные параметры этой зависимости.

В силу того, что значения ω_j и V_j являются экспериментальными данными, для определения параметров искомой зависимости применим метод наименьших квадратов (МНК) [4]. При этом число измерений, которое необходимо провести m , должно быть заведомо большим, чем число неизвестных параметров n .

В общем виде зависимость $\omega = f(V)$ представляет собой полином второй степени. Число неизвестных параметров $n = 3(A, B, C)$.

Согласно МНК, параметры подбираются таким образом, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонений экспериментальных значений от расчетных:

$$F = \sum_{j=1}^m \left[\omega_{0j} - A + B \cdot V_j + C \cdot V_j^2 \right]^2 \rightarrow \min. \quad (3)$$

Из необходимых условий минимума составим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial A} = -2 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\omega_{0j} - A + B \cdot V_j + C \cdot V_j^2 \right] = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial B} = -2 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\omega_{0j} - A + B \cdot V_j + C \cdot V_j^2 \right] \cdot V_j = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial C} = -2 \cdot \sum_{j=1}^m \left[\omega_{0j} - A + B \cdot V_j + C \cdot V_j^2 \right] \cdot V_j^2 = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Представим систему уравнений (4) в виде:

$$\begin{cases} m \cdot A + B \cdot \sum_{j=1}^m V_j + C \cdot \sum_{j=1}^m V_j^2 = \sum_{j=1}^m \omega_{0j}, \\ A \cdot \sum_{j=1}^m V_j + B \cdot \sum_{j=1}^m V_j^2 + \tilde{N} \cdot \sum_{j=1}^m V_j^3 = \sum_{j=1}^m \omega_{0j} \cdot V_j, \\ A \cdot \sum_{j=1}^m V_j^2 + B \cdot \sum_{j=1}^m V_j^3 + C \cdot \sum_{j=1}^m V_j^4 = \sum_{j=1}^m \omega_{0j} \cdot V_j^2. \end{cases} \quad (5)$$

В ходе решения системы уравнений (5) находятся значения неизвестных параметров A, B, C .

Далее производится проверка на адекватность полученной зависимости. Проверка осуществляется путем сравнения сумм квадратов [5]:

1) остаточной суммы квадратов, характеризующей отклонение от регрессии:

$$Q_e = \sum_{j=1}^m \omega_{0j} - \bar{\omega}_{0j}^2, \quad (6)$$

где ω_{0j} – значения удельного основного сопротивления движению, определенные с использованием скорректированной аналитической зависимости $\omega_0 = f(V)$ при соответствующих значениях скорости движения поезда V_j ;

2) и суммы квадратов, обусловленной регрессией:

$$Q_K = \sum_{j=1}^m \bar{\omega}_{0j} - \bar{\omega}_{0j}^2 \quad (7)$$

где

$$\bar{\omega}_{0j} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m \omega_{0j} \quad (8)$$

Значение $\hat{\sigma}_{f_1, f_2}$, имеющее распределение Фишера [5]:

$$\hat{\sigma}_{f_1, f_2} = \frac{Q_g / n}{Q_e / m - n - 1}, \quad (9)$$

где n – число оцениваемых параметров ($n = 3$);

m – число измерений.

Для заданного уровня значимости λ и степеней свободы $f_1 = n$, $f_2 = m - n - 1$ служит проверкой на адекватность полученной зависимости $\omega_0 = f(V)$. Значение λ должно быть определено эмпирическим путем в зависимости от заданной точности определения величины ω_0 .

При выполнении условия:

$$\hat{\sigma}_{\lambda} \geq \hat{\sigma}_{f_1, f_2}, \quad (10)$$

где $[F]_{\lambda}$ – табличное значение критерия Фишера, определенное при соответствующем уровне значимости λ [6].

Полученная зависимость адекватна. В обратном случае последовательность действий по определению параметров зависимости $\omega_0 = f(V)$ должна быть произведена повторно, начиная с определения новых значений удельного основного сопротивления движению ω_{0j} .

Следует отметить, что в процессе движения поезда по перегону условия окружающей среды могут измениться. Это скажется на величине действующей силы основного сопротивления движению. В связи с этим уточнение параметров зависимости $\omega_0 = f(V)$ рекомендуется осуществлять несколько раз в течение поездки.

После определения параметров зависимости $\omega_0 = f(V)$ производятся аналогичные действия по определению постоянных коэффициентов, входящих в уравнение удельной тормозной силы b_T . Для этого следует произвести пробное торможение поезда и при достижении установившегося давления в тормозных

цилиндрах всех экипажей осуществить измерение значений его замедления. Пробное торможение должно осуществляться на регулировочной ступени.

Последовательность действий по определению постоянных параметров, входящих в уравнение удельной тормозной силы поезда b_T , рассмотрим с учетом оснащения грузовых вагонов композиционными тормозными колодками и авторежимами.

Представим основное уравнение движения поезда при установившемся процессе торможения в виде:

$$\dot{a}_t = \frac{\zeta}{1 + \gamma} \cdot \left[\frac{1000}{P + Q} \cdot K_{\text{нб}} \cdot z \cdot 0,44 \cdot \frac{0,1 \cdot K_{cp} + 20}{0,4 \cdot K_{cp} + 20} \times \right. \\ \left. \times \frac{V + 150}{2 \cdot V + 150} + \omega_0 + \omega_{i+r} \right], \quad \hat{\epsilon}_t / \dot{a}_t^2, \quad (11)$$

где K_{cp} – среднее нажатие тормозных колодок экипажей, кН;

z – общее количество тормозных колодок экипажей;

V – скорость движения поезда, км/ч.

Из входящих в выражение (11) параметров необходимо найти значение среднего нажатия тормозных колодок поезда K_{cp} .

Преобразуем уравнение (11) к виду:

$$f = \alpha \cdot K'_{cp}, \quad (12)$$

где $f = a_T \cdot \frac{1 + \gamma}{\zeta} - \omega_0 - \omega_{i+r}$,

$$\alpha = \frac{1000}{P + Q} \cdot z \cdot 0,44 \cdot \frac{V + 150}{2 \cdot V + 150}$$

$$K'_{cp} = K_{cp} \cdot \frac{0,1 \cdot K_{cp} + 20}{0,4 \cdot K_{cp} + 20}. \quad (13)$$

Используя МНК, с учетом измеренных в ходе пробного торможения значений замедления поезда a_{ij} , соответствующих значениям скорости V_j и определенных с помощью ранее скорректированной зависимости $\omega_0 = f(V)$ значений ω_{0j} , составляем уравнение:

$$\hat{E}'_{\text{нб}} \cdot \sum_{j=1}^m \alpha_j^2 = \sum_{j=1}^m f_j \cdot \alpha_j \quad (14)$$

где m – число осуществленных измерений значений замедления поезда.

В ходе решения уравнения (14) находится значение параметра K'_{cp} . Далее производится проверка на адекватность полученной зависимости (см. (6)-(10)).

С использованием найденного значения K'_{cp} в ходе решения уравнения (13) определяется величина среднего нажатия K_{cp} . Поскольку уравнение (13) является квадратным, то при определении значения K_{cp} получим два решения – одно положительное, другое отрицательное. Поскольку нажатие является величиной положительной, необходимо выбрать только положительное значение.

Найденное значение K_{cp} соответствует ступени, на которой производилось пробное торможение поезда.

Уравнение для определения величины среднего нажатия K_{cp} при установившемся процессе торможения поезда представляет собой линейную зависимость вида:

$$\begin{aligned} \hat{E}_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} &= \frac{\sum_{i=1}^N \hat{E}_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^N z_i} = \frac{\sum_{i=1}^N A_i'' \cdot P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} + \hat{A}_i'' \cdot z_i}{\sum_{i=1}^N z_i} = \\ &= \frac{P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} \cdot \sum_{i=1}^N A_i'' \cdot z_i}{\sum_{i=1}^N z_i} + \frac{\sum_{i=1}^N B_i'' \cdot z_i}{\sum_{i=1}^N z_i} = A_{cp}'' \cdot P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} + \hat{A}_{\bar{\alpha}\bar{\beta}}'', \end{aligned} \quad (15)$$

где $\hat{A}_i''$, $\hat{A}''$ – коэффициенты, зависящие от конструктивных особенностей тормозной системы вагона, загрузки вагона, материала используемых тормозных колодок и режимов включения воздухораспределителя;
 $P_{ц,ср}$ – величина установившегося давления воздуха в тормозных цилиндрах экипажей для груженого режима включения воздухораспределителей, соответствующая ступени, на которой производилось пробное торможение поезда;
 z_i – число тормозных колодок i -го вагона.

Для определения среднего нажатия K_{cp} , соответствующего другим ступеням торможения поезда, необходимо определить значения постоянных параметров A_{cp}'' и $\hat{A}_{\bar{\alpha}\bar{\beta}}''$, входящих в выражение (15).

Наилучшим способом определения значений параметров A_{cp}'' , $\hat{A}_{\bar{\alpha}\bar{\beta}}''$ является проведение повторного пробного торможения поезда на ступени, отличной от первого торможения. При этом возможно определение значений K_{cp} применительно к двум ступеням торможения.

С учетом того, что в процессе движения поезда возможно проведение нескольких пробных торможений на различных ступенях, составим систему уравнений с использованием МНК:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial A_{cp}''} = -2 \cdot \sum_{j=1}^S [K_{cpj} - A_{cp}'' \cdot P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j} + B_{cp}''] \cdot P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j} = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial B_{cp}''} = -2 \cdot \sum_{j=1}^S [K_{cpj} - A_{cp}'' \cdot P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j} + B_{cp}''] = 0, \end{cases} \quad (16)$$

где S – количество ступеней торможения поезда, на которых были произведены соответствующие измерения замедления поезда и вычисления значений K_{cp} ;
 K_{cpj} – значения средних нажатий, соответствующие ступеням пробного торможения 1, 2, ..., S ;
 $P_{ц,срj}$ – значения установившегося давления в тормозных цилиндрах экипажей для груженого режима включения воздухораспределителей, соответствующие ступеням пробного торможения 1, 2, ..., S .

Представим систему уравнений (16) в виде:

$$\begin{cases} \hat{A}_{\bar{\alpha}\bar{\beta}}'' \cdot \sum_{j=1}^S P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j}^2 + B_{cp}'' \cdot \sum_{j=1}^S P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j} = \sum_{j=1}^S K_{cpj} \cdot P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j}, \\ A_{cp}'' \cdot \sum_{j=1}^S P_{\bar{\alpha}\bar{\beta}j} + S \cdot B_{cp}'' = \sum_{j=1}^S K_{cpj}. \end{cases} \quad (17)$$

В ходе решения системы уравнений (17) возможно определение значений параметров A_{cp}'' , B_{cp}'' .

Однако проведение двух пробных торможений подряд приведет к существенному снижению пропускной способности линий.

Возможен другой подход для определения параметров A_{cp}'' , B_{cp}'' .

В настоящее время практически все грузовые вагоны оснащены композиционными тормозными колодками и авторежимами. При этом воздухораспределители устанавливаются в средний режим. С исполь-

зованием зависимости выражение для определения величины среднего нажатия (15) может быть представлено в виде:

$$\hat{E}_{\bar{n}\bar{o}} = \frac{\sum_{i=1}^N \left[A_i \cdot z_i \cdot \frac{l + 40 \cdot k_{l1} \cdot m_i - 40 \cdot k_{l2}}{L - l + 40 \cdot k_{l1} \cdot m_i - 40 \cdot k_{l2}} \right]}{\sum_{i=1}^N z_i} \times$$

$$\times b_{\partial \partial \partial \partial \cdot \partial \partial} \cdot \partial_{\partial \partial \partial} + \partial_{\partial \partial \partial \cdot \bar{n}\bar{o}} - \frac{\sum_{i=1}^N B_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^N z_i} =$$

$$= A_{cp}''' \cdot b_{\partial \partial \partial \partial \cdot \bar{n}\bar{o}} \cdot \partial_{\partial \partial \partial} + \partial_{\partial \partial \partial \cdot \bar{n}\bar{o}} - \hat{A}_{\bar{n}\bar{o}},$$

где $b_{реж.ср}, a_{реж.ср}$ – коэффициенты, учитывающие средний режим работы воздухораспределителя.

В силу однородности оснащения экипажей тормозным оборудованием в выражении (18) отклонением расчетной величины ($b_{реж.ср} \cdot P_{ц.ср} + a_{реж.ср}$) от действительного значения можно пренебречь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Весомер тензометрический. Руководство по эксплуатации. Екатеринбург: Элтехтранс, 2002. 20 с.
2. Весомер. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Екатеринбург: Элтехтранс, 2001.
3. Осипов С.И., Миронов К.А., Ревич В.И. Основы локомотивной тяги: учебник для техникумов ж.-д. транспорта. М.: Транспорт, 1979. 440 с.
4. Вержбицкий Е.М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Высшая школа, 2001. 382 с.
5. Козлов М.В., Прохоров А.В. Введение в математическую статистику. М.: Изд-во МГУ, 1987.
6. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983.

УДК 624.012
Ж.С. НУГУЖИНОВ

Метод расчета нормального сечения изгибаемого железобетонного элемента

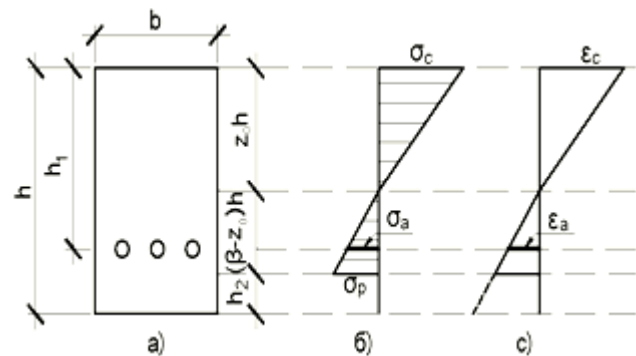
Широкое применение изгибаемых железобетонных элементов (балок, плит) в строительстве налагает большую ответственность на метод их расчета при определении напряженно-деформированного состояния. Существующие методы, основанные на эмпирических выражениях, вызывают определенные трудности при практическом применении. В связи с этим приобретает важное значение разработка метода расчета, не требующего сложного математического аппарата.

Рассмотрим изгибаемый железобетонный элемент и выделим из него поперечное сечение прямоугольной формы (рисунок а) с размерами: b – ширина, h – толщина.

Введем следующие обозначения:

$z_0 \cdot h$ – расстояние от верхнего края до нейтрального слоя балки; βh – длина рабочего сечения; h_1 – расстояние от сжатого края до центра тяжести арматуры; h_2 – расстояние от растянутого края до начала трещины (длина вертикальной трещины); F_a – площадь сечения арматуры; m – количество прутьев (арматуры); E_a – модуль упругости арматуры; E_c – модуль упругости бетона при сжатии; E_p – то же самое при растяжении; E_0 – базовый модуль упругости; M – величина внешнего момента; $\beta = 1 - h_2/h$ – безразмерный параметр длины рабочего сечения; σ_c , σ_p – максимальные напряжения при сжатии и растяжении бетона; σ_a – напряжение в арматуре; ε_c – максимальная

деформация сжатого слоя бетона; ε_a – относительная деформация арматуры.



а) поперечное сечение; б) эпюра напряжений;
в) деформации

Примем закон изменения нормальных напряжений (рисунок б) в виде:

– для сжатой зоны ($0 \leq \xi \leq 1$)

$$\sigma = -\sigma_c \cdot \xi_c, \quad \xi_c = \frac{z}{z_0 \cdot h}, \quad \sigma_c = E_c \cdot \varepsilon_c; \quad (1)$$

– для растянутой зоны ($0 \leq \xi_p \leq 1$)

$$\sigma = \sigma_p \cdot \xi_p, \quad \xi_p = \frac{z}{(\beta - z_0) \cdot h}, \quad \sigma_p = E_p \cdot \varepsilon_p;$$

где z – поперечная координата.

Из рисунка с следует, что связь между деформациями может быть представлена в виде

$$\frac{\varepsilon_c}{z_0 h} = \frac{\varepsilon_a}{h \left(\frac{h_1}{h} - z_0 \right)} = \frac{\varepsilon_p}{h \beta - z_0}. \quad (2)$$

При этом согласно гипотезе плоских сечений деформация при сжатии бетона определяется по формуле

$$\varepsilon_c = \frac{z_0 \cdot h}{\rho}, \quad (3)$$

где ρ – радиус кривизны изогнутой оси железобетонной балки.

На основании (1) и (2) с учетом (3) определяем компоненты максимальных напряжений по закону Гука

$$\begin{aligned} \sigma_c &= E_c \varepsilon_c = E_c \frac{z_0 \cdot h}{\rho} = E_0 \alpha_c \frac{z_0 h}{\rho}, \quad \alpha_c = \frac{E_c}{E_0}; \\ \sigma_a &= E_a \varepsilon_a = E_a \frac{\left(\frac{h_1}{h} - z_0 \right) h}{\rho} = E_0 \alpha_a \frac{\left(\frac{h_1}{h} - z_0 \right) h}{\rho}, \quad \alpha_a = \frac{E_a}{E_0}; \\ \sigma_p &= E_p \varepsilon_p = E_p \frac{(\beta - z_0) h}{\rho} = E_0 \alpha_p \frac{(\beta - z_0) h}{\rho}, \quad \alpha_p = \frac{E_p}{E_0}. \end{aligned} \quad (4)$$

Напряжениям (1) при выполнении (4) соответствуют продольные силы (N) и моменты:

- в сжатой зоне ($0 \leq \xi \leq 1$)

$$\begin{aligned} N_c &= b \cdot (z_0 \cdot h) \int_0^1 \sigma d\xi_c = -b(z_0 h) \frac{\sigma_c}{2} = -E_0 \frac{\alpha_c}{2} \frac{b(z_0 h)^2}{\rho}, \\ M_c &= b \cdot (z_0 \cdot h)^2 \int_0^1 \sigma \xi_c d\xi_c = -\frac{E_0 b(z_0 h)^3}{3} \frac{1}{\rho}; \end{aligned} \quad (5)$$

- в растянутой зоне ($0 \leq \xi_p \leq 1$)

$$\begin{aligned} N_p &= b \cdot (z_* \cdot h) \int_0^1 \sigma d\xi_p = -b(z_* h) \frac{\sigma_p}{2} = -E_0 \frac{\alpha_p}{2} \frac{b(z_* h)^2}{\rho}, \\ M_p &= b \cdot (z_* \cdot h)^2 \int_0^1 \sigma \xi_p d\xi_p = \frac{E_0 b(z_* h)^3}{3} \frac{1}{\rho}; \quad z_* = \beta - z_0; \end{aligned}$$

- в арматуре $z = h \left(\frac{h_1}{h_2} - z_0 \right)$

$$N_a = \sigma_a \cdot F_a \cdot m = E_0 \alpha_a \frac{\hat{z} \cdot h}{\rho} \cdot F_a \cdot m, \quad \hat{z} = \frac{h_1}{h} - z_0,$$

$$M_a = N_a \cdot \hat{z} \cdot h = E_0 \alpha_a F_a \cdot m h^2 \frac{(\hat{z} \cdot h)^2}{\rho}.$$

Запишем уравнения равновесия нормального сечения:

- на нейтральную ось

$$N_c + N_p + N_a = 0; \quad (6)$$

- относительно оси, перпендикулярной к нейтральной оси

$$-M_c + M_p + M_a = M. \quad (7)$$

Внося продольные силы из (5) в (6) имеем квадратное уравнение

$$z_0^2 - 2az_0 + b_1 = 0, \quad (8)$$

$$a = \frac{(\alpha_p \beta + \alpha_a \cdot m \frac{F_a}{b \cdot h})}{(-\alpha_c + \alpha_p)}, \quad b_1 = \frac{(\alpha_p \beta^2 + 2\alpha_a \frac{h_1}{h} \cdot m \frac{F_a}{b \cdot h})}{(-\alpha_c + \alpha_p)}.$$

Из решения этого уравнения (8)

$$(z_0)_{1,2} = a(1 \pm \sqrt{1 - \frac{b_1}{a^2}}) \quad (9)$$

определяем безразмерную координату нейтральной оси (z_0), соответствующей положительному значению (9).

Подставив значения моментов (5) во второе уравнение равновесия (7), устанавливаем зависимость между кривизной изогнутой оси балки и внешним моментом

$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho} &= \frac{M}{E_0 J \cdot g}, \quad J = \frac{bh^3}{12}, \\ g &= 4\alpha_c z_0^3 + 4\alpha_p z_*^3 + 12\alpha_a m \hat{z}^2 \cdot \frac{F_a}{b \cdot h}, \end{aligned} \quad (10)$$

где J – осевой момент инерции поперечного сечения; g – параметр изгибной жесткости.

Компоненты максимальных напряжений (4) с учетом (10) запишутся следующим образом

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{12\alpha_c}{g} z_0 \frac{M}{bh^2}, \\ \sigma_a &= \frac{12\alpha_a}{g} \left(\frac{h_1}{h} - z_0 \right) \frac{M}{bh^2}, \\ \sigma_p &= \frac{12\alpha_p}{g} (\beta - z_0) \frac{M}{bh^2}, \end{aligned} \quad (11)$$

Заменяя α_a на α_p в (11), определяем напряжение в поперечном сечении арматуры при совместной работе с бетоном

$$\hat{\sigma}_a = \frac{12\alpha_p}{g} \left(\frac{h_1}{h} - z_0 \right) \frac{M}{b \cdot h^2}. \quad (12)$$

Составим уравнение равновесия для одиночной арматуры, выделенной из поперечного сечения железобетонной балки

$$\hat{\sigma}_a \cdot F_a = \tau \cdot S = T, \quad (13)$$

где τ – интенсивность силы сцепления;

S – площадь поверхности арматуры.

Внося (12) в (13) определяем силу сцепления арматуры

$$T = \frac{12\alpha_p}{g} \left(\frac{h_1}{h} - z_0 \right) \frac{M}{bh^2} \cdot F_a \quad (14)$$

При известных напряжениях (11) из условия прочности определяется предельный момент.

$$\begin{aligned} a) \sigma_c &\leq [\sigma_c] & M_{i\theta} &= \frac{[\sigma_c] \cdot g \cdot b \cdot h^2}{12\alpha_c \cdot z_0}; \\ \hat{a}) \sigma_a &\leq [\sigma_a] & M_{i\theta} &= \frac{[\sigma_a] \cdot g \cdot b \cdot h^2}{12\alpha_a \left(\frac{h_1}{h} - z_0\right)}; \\ \hat{a}) \sigma_{\delta} &\leq [\sigma_{\delta}] & M_{i\theta} &= \frac{[\sigma_{\delta}] \cdot g \cdot b \cdot h^2}{12\alpha_{\delta}(\beta - z_0)}, \end{aligned} \quad (15)$$

где $[\sigma_c]$ – допускаемое напряжение для бетона на сжатие;

$[\sigma_a]$ – то же самое для арматуры на растяжение.

Алгоритм расчета изгибаемого железобетонного элемента на основе предлагаемого метода следующий:

– задать исходные данные: $b, h, h_1, h_2, F_a, m, E_c, E_a, E_p, M$;

– вычислить параметры: $\beta, \alpha_c, \alpha_p, \alpha_a$;

– определить безразмерную координату нейтральной оси (9);

– найти параметр изгибной жесткости и кривизну изогнутой оси изгибаемого железобетонного элемента (10);

– определить напряжения (11) и (12);

– найти силу сцепления арматуры (14);

– определить предельный момент (15).

Применение данного метода к расчету изгибаемых железобетонных элементов рассмотрим на следующих примерах.

Пример 1. Произвести расчет нормального сечения бетонной балки при отсутствии вертикальной трещины. Бетон считается однородным материалом.

По приведенному алгоритму имеем:

– исходные данные: $b=0.5, h=1, h_1=0.8, h_2=0, F_a=0, m=0, E_c=E_0, E_a=0, E_p=E_0, M$;

– параметры: $\beta=1-\frac{h_2}{h}=1, \alpha_c=1, \alpha_p=1, \alpha_a=0$;

– безразмерную координату нейтральной оси $z_0=\frac{1}{2}$;

– параметр жесткости и кривизну изогнутой оси:

$$g=1, \frac{1}{\rho}=\frac{M}{E_0 J};$$

– напряжения: $\sigma_c=6\frac{M}{b \cdot h^2}, \sigma_p=6\frac{M}{b \cdot h^2}, \hat{\sigma}_a=3,6\frac{M}{b \cdot h^2}$,

– силу сцепления арматуры $T=0$.

Пример 2. Произвести расчет нормального сечения железобетонной балки при отсутствии вертикальной трещины и наличии одиночной арматуры с радиусом r .

По приведенному алгоритму имеем:

– исходные данные: $b=0.5, h=1, h_1=0.8, h_2=0, r=0.05, F_a=\pi r^2=0.0079, m=1, E_c=0.8E_0, E_a=0.2E_0, E_p=0.2E_0, M$;

– параметры: $\beta=1, \alpha_c=0.8, \alpha_p=0.2, \alpha_a=0.2$;

– безразмерную координату нейтральной оси $z_0=0.3362$;

– параметр жесткости и кривизну изогнутой оси:

$$g=0.3638, \frac{1}{\rho}=\frac{M}{E_0 J \cdot g};$$

– напряжения: $\sigma_c=8.8717\frac{M}{b \cdot h^2}, \sigma_p=4.3791\frac{M}{b \cdot h^2}$,

$$\hat{\sigma}_a=3.0597\frac{M}{b \cdot h^2},$$

– силу сцепления арматуры $T=0.0242\frac{M}{b}$.

Пример 3. Произвести расчет нормального сечения железобетонной балки при отсутствии силы сцепления арматуры и наличии трещины.

По приведенному алгоритму имеем:

– исходные данные: $b=0.5, h=1, h_1=0.8, h_2=0.1, r=0.05, m=1, F_a=0.0079, E_c=0.8E_0, E_p=0.2E_0, E_a=10E_0, M$;

– параметры: $\beta=0.9, \alpha_c=0.8, \alpha_p=0.2, \alpha_a=10$;

– безразмерную координату нейтральной оси $z_0=0.44$;

– параметр жесткости и кривизну изогнутой оси:

$$g=0.595, \frac{1}{\rho}=\frac{M}{E_0 J \cdot g};$$

– напряжения: $\sigma_c=7.109\frac{M}{b \cdot h^2}, \sigma_p=1.854\frac{M}{b \cdot h^2}$,

$$\sigma_a=72.546\frac{M}{b \cdot h^2},$$

Пример 4. Сравнение результатов расчета нормального сечения железобетонной балки с результатами численного эксперимента (расчет по деформационной модели [1, 2]).

Исходные данные: $b=0.4$ м, $h=0.4$ м, $h_1=0.05$ м, $F_a=16.085$ см², $m=2$, бетон класса В20, арматура класса А – III;

Внешний момент M задается ступенями, равными 10 кНм. Результаты анализа представлены в табл. 1, 2.

Как видно из анализа, погрешность напряжений в арматуре составляет менее 5 %, погрешность в напряжениях в крайних волокнах для сжатого бетона составляет в среднем около 10 % и увеличивается с увеличением внешнего момента до 20 %, для растянутого бетона – около 20 % и при величине момента, близком к разрушающему, идет полное несовпадение. Данные погрешности можно объяснить следующим, диаграмма деформирования бетона, принятая в деформационной модели, имеет нелинейный вид, причем диаграмма на растяжение принята с ниспадающей ветвью. По предлагаемой же методике диаграмма деформирования бетона принята в виде линейного закона, отсюда возникновение этих погрешностей.

Таким образом, предлагаемый метод расчета изгибаемых железобетонных элементов позволяет определить: положение нейтральной оси; максимальные нормальные напряжения по сечению элемента; растягивающее усилие в арматуре; силу сцепления на периметре арматуры с бетоном.

Таблица 1

Результаты расчета

M	h_2	E_c	E_p	E_a	z_0	g	$1/\rho$
кНм	мм	МПа	МПа	МПа			1/см
10	0	19450	18900	200000	0.532	0.112	2.10E-08
20	125	17810	9730	200000	0.394	0.055	8.58E-08
30	185	16710	10770	200000	0.372	0.049	1.44E-07
40	205	15770	11760	200000	0.372	0.047	1.99E-07
50	215	14890	12760	200000	0.376	0.046	2.55E-07
60	215	14030	10510	200000	0.382	0.045	3.12E-07
70	225	13230	15620	200000	0.388	0.044	3.72E-07
80	225	12450	15530	200000	0.396	0.043	4.34E-07
90	225	11680	15970	200000	0.404	0.042	5.00E-07
100	225	10940	16940	200000	0.413	0.041	5.69E-07
110	225	10210	18330	200000	0.423	0.040	6.43E-07
120	225	9499	19800	200000	0.433	0.039	7.21E-07
130	225	8774	10920	200000	0.444	0.038	8.07E-07
140	225	8076	14630	200000	0.457	0.036	8.99E-07
150	225	7383	18710	200000	0.472	0.035	1.00E-06

Таблица 2

Анализ результатов расчета

Предлагаемый метод			Деформационная модель			Погрешность		
σ_c	σ_p	σ_a	σ_c	σ_p	σ_a	σ_c	σ_p	σ_a
МПа	МПа	МПа	МПа	МПа	МПа	%	%	%
0.870	0.743	5.762	-0.838	0.705	5.605	-3.789	-5.129	-2.722
2.411	0.979	33.003	-2.312	0.845	31.540	-4.104	-13.674	-4.434
3.592	1.028	58.064	-3.387	0.883	57.660	-5.713	-14.117	-0.696
4.667	1.082	80.083	-4.337	0.909	80.060	-7.066	-15.997	-0.029
5.698	1.126	101.658	-5.234	0.927	101.900	-8.148	-17.720	0.238
6.692	1.053	123.004	-6.093	0.874	123.200	-8.953	-16.992	0.159
7.644	1.143	144.832	-6.877	0.913	145.400	-10.034	-20.174	0.392
8.567	1.119	166.445	-7.627	0.915	167.100	-10.976	-18.255	0.393
9.449	1.058	188.291	-8.322	0.903	189.100	-11.923	-14.660	0.430
10.293	0.940	210.356	-8.959	0.864	211.400	-12.958	-8.046	0.496
11.095	0.703	232.675	-9.538	0.766	234.100	-14.034	9.050	0.612
11.860	0.272	255.204	-10.060	0.561	257.000	-15.179	106.666	0.704
12.580	-0.241	277.936	-10.520	0.887	279.900	-16.377	-468.292	0.707
13.274	-1.025	300.696	-10.900	0.930	303.700	-17.883	-190.684	0.999
13.954	-2.570	323.042	-11.200	0.728	328.200	-19.735	-128.302	1.597

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по усилению железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.01-84). Минск, 1998.
2. Нугужин Ж.С. К построению диаграмм деформирования бетона с использованием показательной функции // Вестник инженерной академии Республики Казахстан № 1(8), Алматы, 2002. С. 80-87.

УДК 624.131.37:624.131.43:620.193.9

В.А. АРСЕНИН

В развитие СНиП по оценке агрессивности грунтовых вод и засоленности грунтов

Процесс подтопления застроенных территорий изучался и освещался многими исследователями, однако гидрогеохимическая оценка основания, сложенного засоленным грунтом при подтоплении в пределах селитебной застройки до настоящего времени практически не проводилась. Сложные процессы, протекающие при подтоплении застроенных территорий, сопровождаются нарушением естественного водообмена и смещением установившегося гидрогеохимического равновесия (УГВ) вследствие растворения солей, содержащихся в грунтах, при воздействии грунтовых вод.

Интенсивность повышения УГВ на территориях, застроенных металлургическими,

машиностроительными, горно-обогатительными предприятиями, составляет 0,6-1 м в год. Генезис этих вод связан с производственной и хозяйственной деятельностью человека, поэтому они отличаются от естественных грунтовых вод химическим составом и концентрацией. Техногенные воды имеют повышенную минерализацию и агрессивность, т.е. растворяющую способность.

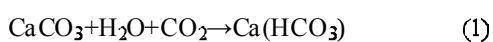
Оценка агрессивного воздействия грунтовых вод согласно СНиП 2.03.11-85 имеет сугубо прикладное значение в строительстве, так как определяет растворяющую способность вод только по отношению к цементному камню (гидрат окиси кальция) бетона. При этом отмечается [1], что наличие пленки

карбоната кальция на цементном камне повышает стойкость бетона в условиях коррозии I и II вида.

Аналогично при оценке сульфатной агрессивности грунтовых вод, согласно строительных норм [2], учитывается содержание сульфатов в воде при определении коррозии бетона III вида. При этом исходят из того, что образование и накопление солей сульфатов в бетоне при их выпадении из раствора характеризуется увеличением в объеме, что приводит к разрушению бетона. Растворяющая способность грунтовых вод по отношению к сульфатным солям и процессам, протекающим в загипсованных грунтах, строительными нормами [2] не учитывается.

Указанные положения легли в основу строительных норм при оценке агрессивности грунтовых вод. Подобный подход является односторонним, так как не учитывает влияния агрессивного воздействия грунтовых вод на снижение механических свойств засоленных грунтов. Практический аспект указанного обстоятельства особенно важен при застройке обширных территорий Казахстана, сложенных пылевато-глинистыми лессовыми грунтами различного типа и степени засоления.

Фильтрация техногенных вод в основании, сложенном засоленными грунтами, требует переоценки сложившихся в нормативно-законодательной строительной базе представлений о растворяющей способности грунтовых вод. Известно, что грунты, содержащие гипс, ангидрит, каменную или калийную соль, растворяются в воде диффузионным путем. Для карбонатных грунтов характерно химическое растворение [3], при котором растворению труднорастворимых солей в грунтовых водах, которые обычно содержат CO_2 , предшествует химическая реакция:



Следовательно растворимость солей в грунтах основания и динамику изменения их свойств необходимо оценивать по отношению к среде, в которой они находятся, так как растворяющая способность агрессивных грунтовых вод может существенно отличаться от растворяющей способности «чистой» воды. В отдельных случаях эти воды могут растворять и разрушать не только соли в грунтах, но и более прочный материал конструкций нулевого цикла.

В строительных нормах и правилах также не нашел отражение следующий практический аспект. При подтоплении застроенных территорий, сложенных карбонатными пылевато-глинистыми лессовыми грунтами, наблюдается развитие в них суффозионных процессов, приводящих к растворению карбонатной солевой цементации (сцепления) частиц и агрегатов грунта, что приводит к снижению несущей способности грунтов основания и развитию дополнительных осадков. В определенной степени интенсивность протекания указанных процессов обусловлена влиянием химического состава и концентрации грунтовых вод и поровых растворов на растворимость солей, которые являются

цементирующим компонентом структуры пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов.

Для оценки влияния агрессивных грунтовых вод на интенсивность и масштабы изменения механических свойств пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов основания, содержащих как легко-, средне-, так и труднорастворимые соли, была разработана новая методика испытания [4]. Основное назначение предполагаемой методики испытания заключается в установлении закономерности изменения свойств карбонатных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов основания при воздействии агрессивных вод. Обработку результатов испытания предлагается вести по следующей зависимости:

$$K_{a1} = \left(1 - \frac{\dot{a}_{\text{д.н.}}}{\dot{a}_{\text{е.с.}}}\right) 100 \%, \quad (2)$$

где K_{a1} – показатель влияния;

$a_{\text{у.с.}}$ – характеристика грунта после длительного воздействия агрессивных вод;

$a_{\text{е.с.}}$ – характеристика грунта в естественных условиях.

В зависимости от опытного значения K_{a1} карбонатные пылевато-глинистые лессовые просадочные грунты на строительной площадке предлагается классифицировать: как структурно и суффозионно-устойчивые $K_{a1}=1$, относительно структурно и суффозионно-устойчивые $K_{a1} \geq 0,90$, недостаточно структурно и суффозионно-устойчивые $0,90 \leq K_{a1} \leq 0,5$ и структурно и суффозионно-неустойчивые $0,5 < K_{a1} < 0,1$. Межгосударственный стандарт ГОСТ 25100-96 классифицирует карбонатные пылевато-глинистые лессовые просадочные грунты как не засоленные, т.е. суффозионно-устойчивые.

Предлагаемая методика оценки влияния агрессивности грунтовых вод на процесс развития химической суффозии и изменения свойств в засоленных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтах основания базируется на использовании в лабораторных компрессионно-фильтрационных испытаниях реагента, активно растворяющего легко-, средне- и труднорастворимые соли в грунтах. Использование химически активного к солям, содержащимся в грунтах, реагента позволяет существенно сократить процесс выщелачивания грунтового образца в испытаниях, а следовательно сократить длительность опытов. Известно, что испытания суффозионной сжимаемости грунтов по стандартной методике длительны во времени (от 3 месяцев до 1...1,5 лет). Кроме того, стандартный метод не предназначен для испытания карбонатных грунтов [5].

Химический состав и концентрация раствора, предложенного в качестве подобного реагента, был обоснован экспериментальным путем. При этом были учтены следующие методические и методологические положения:

- реагент не должен разрушать минеральную часть грунта;
- испытания должны быть кратковременными (не

более 15-20 суток);

– реагент должен быть относительно доступным, недорогим и удовлетворять требованиям техники безопасности и охраны труда при работе с ним;

– приборы для испытания засоленных грунтов должны обладать коррозионной стойкостью, что соответствует специфическим требованиям исследования агрессивных сред;

– критерием конечного сжатия образца является его уплотнение под заданной нагрузкой при полной выщелоченности грунта ($\geq 0,95$);

– результаты определения суффозионной сжимаемости грунта с выщелачиванием идентичных образцов-близнецов раствором (реагентом) и «чистой» водой при одинаковой степени выщелоченности образцов должны быть однозначными в пределах требуемой точности эксперимента.

Для выполнения изложенных требований анализировались известные в грунтоведении, инженерной геологии и петрографии традиционные способы оценки вещественного, минерального, структурного, микрокомпонентного и микроагрегатного состава грунта. Установлено, что для предварительной отмычки минеральной части грунта от водорастворимых солей в известных способах используется соляная кислота 10 % концентрации. Выделенный после отмычки нерастворимый минеральный остаток подвергается анализу. Следовательно отмычка грунта соляной кислотой 10 % концентрации не нарушает его минералогического состава. В то же время известно, что растворимость легко-, средне- и труднорастворимых солей в растворе соляной кислоты в сотни и тысячи раз больше, чем в обычной воде. Последнее было подтверждено при проведении соответствующих испытаний (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Развитие относительной суффозионной сжимаемости в песчаных образцах засоленных карбонатами под действием растворов соляной кислоты $P = 0,2$ МПа

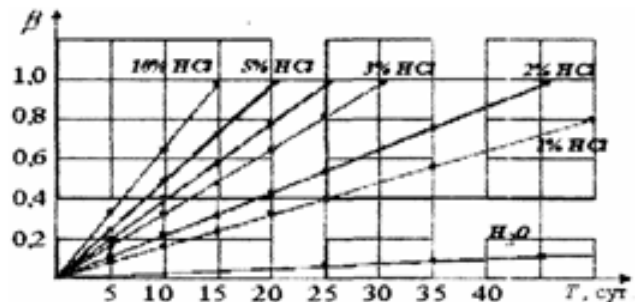


Рис. 2. Интенсивность выщелачивания песчаных образцов засоленных карбонатами под действием растворов соляной кислоты $P = 0,2$ МПа

Оптимальная концентрация раствора соляной кислоты подбиралась экспериментальным путем. Испытывались песчаные образцы искусственно засоленные труднорастворимой солью (карбонатом кальция) до 5, 10, 15...45 % от массы. Образцы формировались по методике ВНИИ ВОДГЕО. Испытания грунтов велись по методике [5] под нагрузкой 0,2 МПа. Рассоление образцов до выщелоченности ≥ 95 % осуществлялось в течение 10...60 суток путем фильтрования через образцы раствора соляной кислоты 1, 2, 3...10 % концентрации. Каждая серия опытов с образцами одинаковой засоленности и определенной концентрации раствора дублировалась 3...n раз в зависимости от степени сходимости экспериментальных данных. Так, при разбросе результатов испытания относительно среднеарифметического показателя менее чем в 20 % испытания дублировались 3 раза, при большем разбросе до 6... 8 и более раз. Из анализа экспериментально определённых зависимостей (рис. 1 и 2), построенных по осредненным данным, испытания в каждой серии опытов показали, что наиболее интенсивно процесс рассоления образцов протекает с увеличением концентрации раствора до 5 %. При дальнейшем увеличении процентной крепости раствора соляной кислоты интенсивность выщелачивания образцов повышается незначительно (рис. 1).

Для того чтобы сделать оценку влияния химического состава и концентрации грунтовых вод на интенсивность и масштабы развития суффозионных деформаций карбонатного пылевато-глинистого лессового просадочного грунта в основании, результаты испытания предложено обрабатывать по следующей зависимости (рис. 3):

$$k_{a2} = t_{c.c.} / t_{ap} \quad (3)$$

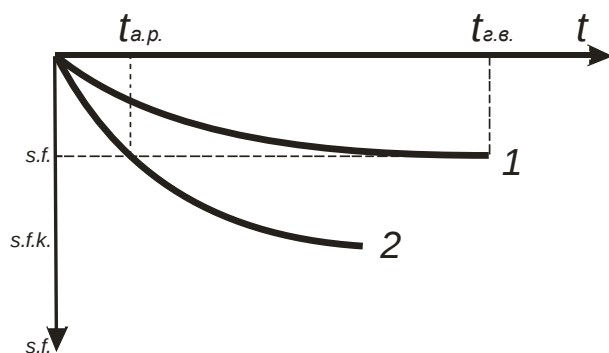
где k_{a2} – коэффициент влияния агрессивности грунтовых вод на интенсивность развития деформаций;
 $t_{c.c.}$ – время стабилизации суффозионных деформаций (0,01 мм за 3-е суток) в образце грунта при фильтрации через него грунтовых вод, аналогичных по химическому составу и концентрации грунтовым водам на территории, застроенной предприятиями проектируемого типа, сутки;

$t_{a.p.}$ – время достижения аналогичной по величине деформации при испытании образца-близнеца, рассоление которого ведется активным реагентом, сутки.

Коэффициент влияния агрессивности грунтовых вод на интенсивность развития деформаций, полученный по результатам обработки данных испытания суффозионной сжимаемости идентичных карбонатных пылевато-глинистых лессовых образцов грунта под заданной нагрузкой при фильтрации через один – грунтовой воды и через другой – активного реагента, несмотря на определенную условность, позволяет оценить влияние агрессивности грунтовых вод на интенсивность развития суффозионных деформаций в грунте (рис. 3).

В зависимости от опытного значения k_{a2} грунтовые воды на проектируемой строительной площадке, сложенной карбонатными пылевато-глинистыми лессовыми грунтами, классифицируются как:

- неагрессивные при $k_{a2} < 0,01$;
- слабоагрессивные при $0,01 < k_{a2} < 0,05$;
- среднеагрессивные при $0,05 < k_{a2} < 0,1$;
- сильноагрессивные при $k_{a2} > 0,1$.



1 – экспериментальная зависимость $\varepsilon_{s.f.} = f(t)$ при фильтрации через образец воды, характерной грунтовым водам на территории застроенной предприятиями проектируемого типа; 2 – экспериментальная зависимость $\varepsilon_{s.f.} = f(t)$ при фильтрации через образец-близнец раствора соляной кислоты 5 % концентрации

Рис. 3. Методика обработки результатов испытания по оценке влияния агрессивности грунтовых вод на интенсивность развития суффозионных деформаций карбонатных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов в основании

Расчетный параметр для определения суффозионной осадки карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов ($\varepsilon_{s.f.T.}$) основания зданий и сооружений на нормативный срок эксплуатации определяется по данным испытания:

$$\varepsilon_{s.f.T.} = \varepsilon_{s.f.k.}(1 - e^{-k_{a2}T}) \quad (4)$$

где $\varepsilon_{s.f.k.}$ – конечная относительная суффозионная сжимаемость грунта по результатам испытания при фильтрационном выщелачивании образца химически активным реагентом;

T – нормативный срок эксплуатации проектируемого сооружения, сутки.

Как показали результаты испытания, по предлагаемой методике в условиях воздействия агрессивных вод существенно ухудшаются механические свойства карбонатных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов. Изложенное подтверждается результата-

ми обработки и анализа фондовых материалов изыскательских организаций АО «КарагандаГИИЗ и К», КазГИИЗ, ТОО «Инженерные изыскания», позволившими предложить следующие закономерности (табл. 1). В процессе исследования длительное замачивание и фильтрационное воздействие на образцы карбонатных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов осуществлялось пробами воды, отобранной в основании предприятий различного профиля.

Точность прогноза суффозионной осадки при определении расчетного параметра по известным ранее и предложенному способу проверялась в сопоставлении с данными многолетних натурных наблюдений развития осадки на пяти сооружениях в южном регионе страны (табл. 2). Сжимаемая толща карбонатного пылевато-глинистого лессового просадочного грунта в основании сооружений принималась равной глубине залегания уровня грунтовых вод до начала строительства. Нормативный срок эксплуатации объектов в расчетах $\varepsilon_{s,ft}$ был принят равным 50 годам. Относительная суффозионная сжимаемость грунтов под заданной нагрузкой определялась известными способами [5; 6; 7] и согласно нашего патента [4] при воздействии вод, аналогичных по химическому составу и концентрации

грунтовым водам на объектах исследования. Анализ результатов показал, что погрешность прогноза по предлагаемому способу составляет 13-20 % преимущественно в сторону завышения прогнозируемой осадки над фактической, а погрешность прогноза по стандартному способу [5] и способу НИИОСП [6] при определении параметра $\varepsilon_{s,f}$ составляет 31-66 % преимущественно в сторону занижения прогнозируемой осадки. Завышение прогнозируемой осадки над фактической в 25-43 % наблюдается также при использовании в расчетах $\varepsilon_{s,f,k}$ определенного – прототипом [1] и предлагаемым способом [4].

Если учесть, что незначительное развитие суффозионных осадок на приведенных объектах (табл. 2) продолжается до настоящего времени, то очевидно, что предлагаемый способ определения расчетного параметра более достоверен, чем известные. Результаты сопоставления позволяют рекомендовать предлагаемый метод испытания засоленных грунтов [4] в практику изысканий и проектирования на территориях, сложенных карбонатными пылевато-глинистыми лессовыми просадочными грунтами, подтопляемых агрессивными водами.

Таблица 1

Закономерность снижения свойств карбонатных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтов в основании при длительном замачивании и фильтрационном воздействии агрессивных вод

Наименование грунтов	Плотность скелета грунта, γ	Пористость, n	Модуль общей деформации, E	Предельно возможные изменения модуля деформации, E
Суглинки пгт Кульсары (Прикаспийский регион)	$I\gamma$	$I n$	$0,80E$	$0,5E$
Суглинки г. Алматы и пригорода	$I\gamma$	$0,98 n$	$0,6E$	$0,5E$
Суглинки со строительных площадок г. Шымкента и пригорода	$I\gamma$	$0,99 n$	$0,7E$	$0,5E$

Примечание: 1. Оценка влияния агрессивных вод производилась по [4].

2. γ ; n ; E – исходные характеристики грунта до начала строительства.

Таблица 2

Результаты сопоставления прогнозируемой и фактической осадки сооружений на карбонатных пылевато-глинистых лессовых просадочных грунтах

Наименование объекта	Сроки наблюдения, годы	Вид грунта в основании сжимаемой толщи	Давление на подошву, МПа	Исходное содержание солей в грунте, %			Фактическая осадка	Осадка прогнозируемая с использованием данных испытания, см					
				легкораствор.	среднераствор.	труднораствор.		по ГОСТ 25585-83 ($\varepsilon_{s,p}$)	по прототипу		по предлагаемому способу		
									$\varepsilon_{s,f}$	$\varepsilon_{s,fk}$	$\varepsilon_{s,f}$	$\varepsilon_{s,fk}$	$\varepsilon_{s,T}$
1	≥30	суглинок супесь/17	0,18	2,7	16	32	108	72	74	136	74	135	122
2	≥30	суглинок супесь/25	0,005	7,3	16	32	62	21	23	79	23	80	70
3	≥30	суглинок супесь/22	0,15-0,20	-	27	27	64	42	43	84	43	86	75
4	≥30	суглинок супесь/29	0,18	-	16	33	54	25	27	67	27	68	61
5	≥15	суглинок супесь/10-15	0,20	1,5	3	41	60	36	40	84	40	86	72

Определяемые по результатам испытаний коэффициенты агрессивности грунтовых вод K_{a1} и K_{a2} (см. доклад «Гидрохимическая оценка застроенных территорий») могут служить классификационной

характеристикой для оценки влияния агрессивности грунтовых вод на структурную и суффозионную устойчивость грунтов, слагающих строительную площадку. В зависимости от опытного значения этих параметров можно рекомендовать использование тех или иных конструктивно-технологических схем по защите фундамента от солевой формы коррозии, а также предпостроечные мероприятия по предотвращению суффозионно-карстовых процессов в грунтах и повышению надежности эксплуатации.

Проведенными исследованиями установлено, что суффозионные деформации карбонатных пылевато-глинистых грунтов в зависимости от исходной пористости, интенсивности действующей нагрузки и агрессивности фильтрующихся через них грунтовых вод могут составлять от 1...2 до 75 % общей осадки. Следовательно суффозионные деформации этих грунтов на территориях, подтопляемых агрессивными водами, необходимо учитывать при проектировании зданий и сооружений. Указанное обстоятельство имеет особо важное значение для повышения качества строительства в Республике Казахстан, площади которого преимущественно сложены пылевато-глинистыми лёссовыми просадочными грунтами? содержащими карбонаты кальция и магния в количестве от 10...15 до 25...30 % твердой фазы грунта.

Исходя из вышеизложенного, классификацию и оценку засоленности грунтов следует давать по литологическим разностям и генетическим типам с учетом совокупности значений ряда показателей. Так, например, для классификации засоленности грунтов необходимо получить в лаборатории данные о минералогическом составе, влажности, пористости, агрессивности грунтовых вод просадочной и суффозионной сжимаемости. Тогда при проектировании инженерных сооружений на карбонатных пылевато-глинистых лёссовых грунтах, вмещающих более 5 % труднорастворимых и 0,5...1,0 % легко- и среднерастворимых солей, исходной пористости свыше 45 %, опытным значением агрессивности и влиянии грунтовых вод $k_{a1} > 0,01$, $k_{a2} > 0,9$ и соответствующем показателе суффозионной сжимаемости ε_{sf} следует классифицировать эти грунты как засоленные и проектировать на них объекты с учётом возможного изменения их физико-механических свойств при выщелачивании. Классификация (табл. 3) разработана в развитие к известным [3] применительно к карбонатным пылевато-глинистым лёссовым просадочным грунтам Казахстана.

Основным критерием при разделении грунтов на группы 1, 2, 3 и 4 служит количественное содержание в них легко-, средне- и труднорастворимых солей, их относительная просадочная и суффозионная сжимаемость под нагрузкой 0,1...0,3 МПа, коэффициенты агрессивности грунтовых вод и влияния этих вод на изменение свойств грунтов.

Практические предложения по усовершенствованию классификации засоленных грунтов и агрессивности грунтовых вод на

строительной площадке включают комплексную качественную и количественную оценку опасности проявления в них суффозионных и деформационных процессов с учетом влияния техногенных факторов (агрессивность грунтовой воды, нагрузка, нормативный срок эксплуатации проектируемого объекта и т.п.) на интенсивность развития просадочных и суффозионных деформаций в грунтах смешанного, и в том числе карбонатного засоления. Следует отметить, что низкая скорость протекания суффозионных процессов в грунтах, сложенных карбонатными пылевато-глинистыми лёссовыми просадочными грунтами, не может на весь нормативный срок службы здания, сооружения считаться абсолютным показателем безопасности проявления структурной и суффозионной неустойчивости этих грунтов. Масштабы проявления структурной и суффозионной неустойчивости грунтов в основании должны определяться не только количественным и качественным содержанием в них солей, а, главным образом, водоустойчивостью структурных связей, обусловленных солевой цементацией легко-, средне- или труднорастворимых солей. Только учет размеров и характера протекания просадочных и суффозионных деформаций в этих грунтах может служить основным критерием при оценке опасности проявления засоленных грунтов. В связи с этим далеко не для всех случаев правомерным является категоричное положение регламентируемых строительных документов, базирующееся на определении интенсивности растворения солей в грунтах различного типа и степени засоления, исходя из степени их растворимости в обычной воде. Согласно этому ошибочному мнению грунты, содержащие труднорастворимые соли, до настоящего времени относятся к суффозионно-устойчивым, а потому изыскания, проектирование и строительство на этих грунтах ведется без учета возможности развития суффозионных деформаций [2; 5; 6; 8; 9]. Негативный опыт строительства и эксплуатации зданий и сооружений, основанный на этом предположении, можно проиллюстрировать многочисленными аварийными деформациями зданий и сооружений в г.г. Волгодонске, Запорожье, Балхаше, Жезказгане, Новом Узене и др.

Таким образом, на начальном этапе изысканий совместный учет типа и степени засоления грунтов, агрессивности грунтовых вод, т.е. их растворяющей способности, а в дальнейшем по мере исследования размеров и характер проявления в них суффозионных и совокупных с ними деформационных процессов при воздействии техногенных факторов на нормативный срок эксплуатации проектируемого объекта, даже при недостаточно обоснованных градациях, определяемых при этом расчетных параметров, позволяет с большей объективностью и достоверностью, чем в известных классификациях, оценить опасность их проявления и принять соответствующие меры по обеспечению надежной эксплуатации зданий и сооружений уже на стадии предпроектных изысканий и проектирования.

Строительная классификация засоленных грунтов

Индекс группы грунта	Содержание соли		Тип грунта	Конечная относительная сжимаемость грунта на нормативный срок эксплуатации проектируемого объекта при $P=0,1$ МПа	Агрессивность грунтовой воды* по параметру K_{α}	Особенности испытания	Возможность использования	Коэффициент влияния, K_{α}
	труднорастворимой	легко- и средне-растворимой						
1	5	<0,5	суффозионно-устойчивый	< 0,01	отсутствует	испытывать как обычные грунты	пригодны	1
2	10...15	0,5...1	относительно суффозионно-устойчивый	0,01-0,03	слабая	испытывать как обычные грунты	пригодны	0,9
					средняя, сильная	испытывать по способу [4]	пригодны к использованию с учетом изменения свойств при выщелачивании	
3	15...20	1...5	недостаточно суффозионно-устойчивый	0,03-0,10	отсутствует	испытывать как обычные грунты	пригодны	0,9...0,5
					слабая, средняя	испытывать по способу [4]	пригодны к использованию с учетом изменения свойств при выщелачивании	
					сильная	испытывать по способу [4], дополнительно проводить натурные штамповые опыты с выщелачиванием грунта активным раствором по РСН РК 55-90	пригодны к использованию без противосуффозионных* мероприятий для сооружений 3 и 4 класса. Пригодны к использованию с проведением противосуффозионных мероприятий для сооружений 1 и 2 класса	
4	>30	>5	суффозионно-неустойчивый	>0,10	отсутствует	испытывать по способу [4]	пригодны к использованию с учетом изменения свойств при выщелачивании	0,5...0,1
					слабая	Испытывать по способу [4]	пригодны к использованию без противосуффозионных* мероприятий для сооружений 3 и 4 класса. Пригодны к использованию с проведением противосуффозионных мероприятий для 1 и 2 класса	
					средняя, сильная	испытывать по способу [4], дополнительно проводить натурные штамповые опыты с выщелачиванием грунта активным раствором по РСН РК 55-90	пригодны только после проведения противосуффозионных мероприятий	

*Примечания: 1. Способ испытания засоленных грунтов [4]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвин В.М. Коррозия бетона. М.: Стройиздат, 1952. 344 с.
2. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР-М.; ЦИТП. Госстрой СССР, 1986. 48 с.
3. Соколов Д.Е. Основные условия карста. М.: Госгеолтехиздат, 1962.
4. Способ испытания засоленных грунтов. Патент РК №12-2/657 от 20.03.2009 / Унайбаев Б.Ж., Арсенин В.А., Ищанова А.Ш. и др.
5. ГОСТ 25583. Грунты. Метод лабораторных определений суффозионной сжимаемости. Госкомитет СССР по делам строительства. М., 1983. 15 с.
6. Петрухин В.П. Строительные свойства засоленных и загипсованных грунтов. М.: Стройиздат, 1980. 118 с.
7. Унайбаев Б.Ж. Изыскание, проектирование и строительство на засоленных грунтах. Караганда: КарГТУ, 2001. 303 с.
8. СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений. М., 1984.
9. СНиП 1.02.07-87 Инженерные изыскания для строительства. М.: Стройиздат, 1988. 103 с.

УДК 621.879.064

А.С. НҰРМАҒАНБЕТОВ,
Ж.Ж. ЖҮНҮСБЕКОВА**Жер қазатын машинаның жұмыс мүшесін сазды ерітіндіде жүктелуін орнату**

Құрылыстың заманауи жағдайында жұмыстың нөлдік циклы қалалық немесе өнеркәсіптік құрылысында, жұмыс істеп тұрған өндірісті тоқтатпай, қажетті су қоймалары мен сілемдерін экологиялық қорғай отырып іске асырылады. Қаданы қатар тұрған ғимараттардың қасына тұрғызу құрылыс нормаларымен тыйым салынады, қазаншұңқырларды қазу топырақтардың қозғалуына және апатқа әкелуі мүмкін. Осы жағдайда жерасты үймереттердің құрылысында «топырақтағы қабырға» ең тиімді тәсіл болып табылады. Оның мәні сазды ерітінді қабаты астында жіңішке және терең орларды қазу, қазған орды бетонмен немесе темірбетонды элементтермен толтыру болып табылады. Технологиялық үрдіс келесі операциялардан тұрады: ордың өтуі; бағыттаушы құбырларды орларға орнату; арматуралық қаңқаны орнату; ұңғыманы бетондау; құбырды алу.

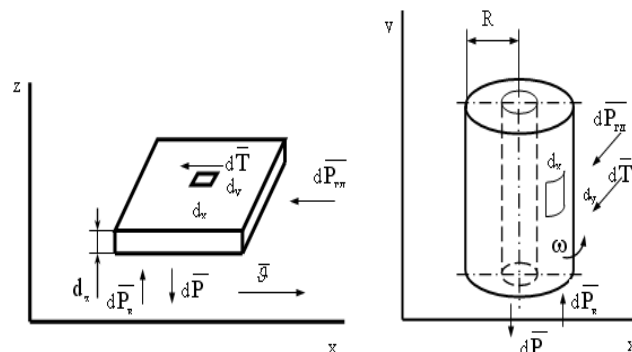
Технологиялық үрдістің басты операциясы орды қазу болып табылады. Позициялы, үздіксіз, циклдик әрекеттегі машиналар қолданылады.

Сазды ерітіндінің тығыздығы 2 т/м^3 құрайды. Ол жұмыс мүшесінің қозғалу кедергісіне айрықша әсер етеді. Алайда бар машиналарды жобалағанда жер қазатын машиналардың жұмыс мүшелерінің (ЖҚМЖМ) қозғалыс кедергілері ескерілмеген. Осыған байланысты кедергілерді және ЖҚМЖМ сазды ерітіндіде қозғалыс кедергілерінің өзгеру заңын ескеру маңызды болып саналады.

ЖҚМЖМ сазды ерітіндіде қозғалуы кезінде жүктелуін орнату бойынша теориялық зерттеу жүргізілді. Алдымен жазық табақша мен тегіс цилиндрдің сазды ерітіндіде әртүрлі ағын тәртібіндегі қозғалысының кедергі күштері анықталған. Өлшемдері шексіз аз шамаға ұмтылатын табақша мен цилиндр элементтеріне үйкеліс күші T , гидродинамикалық бүйір кедергісі P_{cd} , итеруші күш P_e , ауырлық күші P (1 сурет) әсер етеді (1).

$$\vec{R}_c = \vec{T} + \vec{P}_{cd} + \vec{P}_e + \vec{P}. \quad (1)$$

Табақша үшін қалыңдығы шексіз аз шама болғандықтан, цилиндр үшін ілгерілемелі қозғалыс болмағандықтан табақша мен цилиндрдің элементтері қозғалысының кедергі күштерін анықтағанда гидродинамикалық бүйір кедергісі мен итеруші күштері алынбаған. Осы күштер қозғалыстың әртүрлі тәртібінде ЖҚМЖМ әсер ететін кедергі күштерін анықтағанда ескерілген.



1-сурет. Табақша мен цилиндрдің элементтеріне әсер ететін күштердің сұлбасы

Бингам-Кельвин үлгісін ескеріп, швед тәртібі үшін болады:

- табақша үшін

$$dR_c = 2dx dy \frac{\eta_1 \varepsilon E_1 E_2 + \sigma_0 t E_1 E_2}{(E_1 (1 - e^{-t/t_0}) + E_2) \eta_1 + t E_1 E_2}, \quad (2)$$

мұндағы η_1 – релаксациялы тұтқырлық;

ε – катыстық деформация;

E_1 – бастапқы шартты-лездік қозғалу модулі;

E_2 – иілгіш модулі;

σ_0 – серпінділік шегі;

t – жүк түсіру уақыты;

t_0 – релаксация уақыты;

- цилиндр үшін

$$dR_c = dx dy \frac{\eta_1 \varepsilon E_1 E_2 + \sigma_0 t E_1 E_2}{(E_1 (1 - e^{-t/t_0}) + E_2) \eta_1 + t E_1 E_2}. \quad (3)$$

Ерітінді ағынының бингамдық тәртібі үшін:

- табақша үшін

$$dR_c = 2dx dy (\tau_0 \pm \eta \frac{dU}{d\delta_t}), \quad (4)$$

мұндағы τ_0 – қозғалудың шеткі кернеуі,

$\frac{dU}{d\delta_t}$ – пластинка элементінің жылдамдық

градиенті;

η – кинематикалық тұтқырлық «плюс» немесе «минус» таңбасы қозғалудың жанама кернеуінің меншікті күшінің бағыты оң болу керек деген талапты ескере отырып, жылдамдық градиентінің таңбасына сәйкес қойылады;

- цилиндр үшін

$$dR_c = dx dy \tau_0 (3 - \frac{R_T^2}{R^2} - \ln \frac{R_T^2}{R^2}), \quad (5)$$

мұндағы R – цилиндрдің радиусы;

R_T – сұйықтың тұтқырлық ағыны аймағының радиусы.

Псевдоламинарлық тәртіп үшін:

- табақша үшін

$$dR_C = \pm 2dx dy \mu_p U_{\max} \frac{\delta_T}{H_{\max}}, \quad (6)$$

мұндағы μ_p – динамикалық тұтқырлық;
 $U_{\text{пax}}$ – сұйықтың ағынының максималды жылдамдығы;
 δ_T – шекаралас қабаттың қалыңдығы;
 $H_{\text{пax}}$ – табқаша элементінен максималды қашықтық;
 - цилиндр үшін

$$dR_c = dxdy\mu_{\delta}\omega, \quad (7)$$

мұндағы ω – цилиндрдің айналуының бұрыштық жылдамдығы.

Еріпінді ағынының турбуленттік тәртібі үшін:
- табақша үшін

$$dR_C = 2dxdy \frac{U^*}{l} (\mu_o + \rho_{\tilde{n}} l U^*), \quad (8)$$

мұндағы U^* – сұйықты кесу жылдамдығы мен динамикалық жылдамдығы;
 l – араластыру жолының орташа мәні;
 μ_f – фиктивті тұтқырлық;
 ρ_c – сазды ерітіндінің тығыздығы;
 - цилиндр үшін

$$dR_{\tilde{n}} = \frac{dx dy \mathcal{G}}{I} (\mu_{\tilde{o}} + \rho_N l^2 \mathcal{G}), \quad (9)$$

мұндағы ϑ — цилиндрдің айналуының сызықтық жылдамдығы.

Табақша мен цилиндрге әсер ететін кедергі күштерін орнату алынған dR_C тәуелділіктерін табақша мен цилиндр беті бойынша интегралдау жолымен жасалды.

ЖМ айналмалы және ілгерілемелі элементтер жиынтығы ретінде алынады (2 сурет). Айталу әрбір ось айналасында іске асады, ал тұзусызықты қозғалыс z/o жазықтығында болады. oz және ou осьтері лездік болып табылады және қарнақ (штанга) мен ЖМ қарнағына перпендикуляр бағытталған.

ЖМ лездік остері бойынша беріліс күштері $Q(Q^z, Q^y)$; лездік остері бойынша айналатын айналу моменті $M(M^z, M^y)$; итеруші күш $\vec{D}_a^i$; ауырлық күш P ; ерітіндіге ілгерілемелі қозғалатын үйкеліс күші $T(T^zn, T^yn)$; айналмайтын элементтердің гидродинамикалық кедергісі $\vec{D}_{ai}(D_{ai}^zn, D_{ai}^yn)$; транспортер жағындағы реактивті күш P_3 ; ЖМ элементтерінің айналуы кезінде пайда болатын көтеруші күш P_n ; жазық элементтерде айналатын гидродинамикалық күштен келетін момент $\vec{I}_{ai}(\vec{I}_{ai}^z, \vec{I}_{ai}^y)$; құралды айналдыру кезінде ерітіндіге үйкеліс күшінің моменті $\vec{I}_o(\vec{I}_o^z, \vec{I}_o^y)$.

Итеруші күш $\vec{D}_{\hat{a}}^{\tilde{n}}$ тең:

$$P_{\hat{a}}^{\tilde{n}} = V \rho_c g + g z \rho_c P_{\vartheta} , \quad (10)$$

мұндағы V – ЖМ құралының көлемі;
 z – ЖМ ерітіндіге жүктеу тереңдігі;
 $P_{ш}$ – қарнақтың орташа қимасының ауданы.
 Көтеруші күш P_n тең:

$$P_n = 2\pi\omega R\rho_c g_i F^{zb}, \quad (11)$$

мұндағы $\mathcal{J}_D$ – ЖМ орға беріліс жылдамдығы;

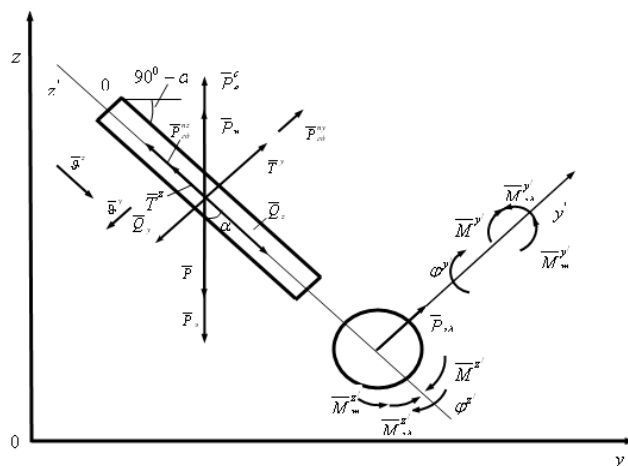
F^{zb} – z осі айналасында айналатын элементтерінің мидельдік қимасы.

Транспортер жағындағы реактивті күш:

$$P_{\hat{V}} = 4F_c \rho_c (\mathcal{G}_I - \mathcal{G}_T)^2, \quad (12)$$

мұндағы F_c – транспортер қимасының ауданы;

$\mathcal{G}_T$ – пульпаны тасымалдау жылдамдығы.



2-сурет. Жер қазатын машинаның жұмыс мүшесінің сазды ерітіндіде жүктелуінің жалпыланған графикалық үлгісі

Беріліс күші мен айналу моментін анықтағанда Бьеркнесс пен Кориолис күштері шамалары үлкен болмағандықтан ескерілмеген.

Бьеркнесс күші $D_d = \frac{V_1^0 V_2^0}{8\pi l_1^2} \cos \psi$ тендеуінен анық-

талады,

мұндағы V_1^0, V_2^0 – фрезалардың көлемдік жылдамдықтары;

l_1 – фрезалар арасындағы қашықтық;
 ψ – тербеліс фазасындағы айырмасы.

ЖМ беріліс күші мен айналу моменті мәндерінің өзгеруі Бьеркнес күшіне әсер етпейді. Ол екі фрезалы машина құрылымының беріктігін есептегенде ескеріледі, өйткені бір фазада екі фрезаның бірігіп айналуында олар бір-бірінен тебіледі, әртүрлі фазада айнағанда тартылады.

Жұмыс мүшесіне активті күштер – беріліс күші Q мен айналу моменті M түсірілген.

Алдында алынған тәуелділіктерді ((1), (10), (11), (12) формулалары) ескере отырып, ЖҚМЖМ әртүрлі тәртіптері үшін беріліс күші мен айналу моментінің өзгеру заңдары анықталған.

Сазды ерітінді жұмысы кезінде пайда болатын кедергі күштері мен моменттерді анықтауға арналған қатынасты пайдалана отырып сұйықтың ағынының бингамдық тәртібі үшін алынды:

$$\begin{cases} m\vartheta_i \frac{d\vartheta_i}{dz} = Q - F_{\vartheta\vartheta} \tau_0 - 0,5k_{mid\ddot{a}} F_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_c \vartheta_i^2 - 4\pi\omega R \times \\ \times \rho_c \vartheta_i F_{\vartheta\vartheta}^{bz} - (V_{\vartheta\vartheta} + 2V_{\vartheta\vartheta}) \rho_{\bar{n}} g - (P_{\vartheta\vartheta} + 2E_{\vartheta\vartheta}) \rho_{\bar{n}} g z + \\ + mg + 4F_{\vartheta\vartheta} \rho_c (\vartheta_i - \vartheta_T)^2, \\ I\omega \frac{d\omega}{d\varphi} = M - 4\pi R^2 L \tau_0 (3 - \frac{R_0^2}{R^2} - \ln \frac{R_T^2}{R^2}) - \\ - 2i(0,5k_{mid\ddot{a}} F_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_c \omega^2 R^2 + zF_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_{\bar{n}} g)R, \end{cases} \quad (13)$$

мұндағы $k_{mid\ddot{a}}$ – айналатын элементтердің мидельдік қимасының коэффициенті;
 L – фреза ұзындығы;
 F_{um} – қарнақтың бүйір бетінің ауданы;
 $F_{\vartheta\vartheta}^{bz}$ – z осі бойынша айналатын фрезаның мидельдік қимасының ауданы;
 ω – фрезаның айналуының бұрыштық жылдамдығы;
 R – фрезаның радиусы;
 P_{um} – ЖМ қарнағының орташа қимасының ауданы;
 P_{fp} – фрезаның орташа қимасының ауданы;
 z – ЖМ элементтерінің z осі бойынша жүктеу координатасы;

m – ЖМ массасы;
 V_{fp} – фреза көлемі;
 V_{um} – қарнақтың көлемі;
 i – фреза бетіндегі кескіштер саны;
 $F_{\vartheta\vartheta}^{bz}$ – кескіштің мидель қимасының ауданы.

Псевдоламинарлық тәртіп үшін математикалық үлгі келесі түрде болады:

$$\begin{cases} m\vartheta_i \frac{d\vartheta_i}{dz} = Q - F_{\vartheta\vartheta} \mu_{\vartheta} \frac{\vartheta_i}{I} - 0,5k_{mid\ddot{a}} F_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_c \vartheta_i^2 - \\ - 4\pi\omega R \rho_c \vartheta_i F_{\vartheta\vartheta}^{bz} - (V_{\vartheta\vartheta} + 2V_{\vartheta\vartheta}) \rho_{\bar{n}} g - \\ - (P_{\vartheta\vartheta} + 2E_{\vartheta\vartheta}) \rho_{\bar{n}} g z + mg + 4F_{\vartheta\vartheta} \rho_c (\vartheta_i - \vartheta_T)^2, \\ I\omega \frac{d\omega}{d\varphi} = M - 4\pi R^2 L \omega \mu_{\vartheta} - \\ - 2i(0,5k_{mid\ddot{a}} F_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_{\bar{n}} \omega^2 R^2 + zF_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_{\bar{n}} g)R, \end{cases} \quad (14)$$

мұндағы H – ЖМ штангасы ордың қабырғасына дейінгі қашықтық.

Турбулентті тәртіп үшін математикалық үлгі теңдеулер жүйесімен берілген (15):

$$\begin{cases} m\vartheta_i \frac{d\vartheta_i}{dz} = Q - F_{\vartheta\vartheta} \frac{\vartheta_i}{l} (\mu_{\vartheta} + \rho_{\bar{n}} l \vartheta_i) - \\ - 0,5k_{mid\ddot{a}} F_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_c \vartheta_i^2 - 4\pi\omega R \rho_c \vartheta_i F_{\vartheta\vartheta}^{bz} - (V_{\vartheta\vartheta} + 2V_{\vartheta\vartheta}) \times \\ \times \rho_{\bar{n}} g - (P_{\vartheta\vartheta} + 2E_{\vartheta\vartheta}) \rho_{\bar{n}} g z + mg + 4F_{\vartheta\vartheta} \rho_c (\vartheta_i - \vartheta_T)^2, \\ I\omega \frac{d\omega}{d\varphi} = M - 4\pi R^2 L \frac{\vartheta}{l} (\mu_{\vartheta} + \rho_{\bar{n}} l \vartheta) - \\ - 2i(0,5k_{mid\ddot{a}} F_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_{\bar{n}} \omega^2 R^2 + zF_{\vartheta\vartheta}^{bz} \rho_{\bar{n}} g)R. \end{cases} \quad (15)$$

Дифференциалды теңдеулер жүйесін интегралдау функцияларды Маклорен қатарына жіктеу арқылы іске асырылды және компьютерде (Matlab бағдарламасы) есептеліп тексерілді. Нәтижесінде қарнақтың екі фрезалы жұмыс мүшесінің беріліс күші мен айналу моментінің өзгеріс заңы, сондай-ақ динамикалық үрдіс коэффициентінің шамасы алынған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кадыров А.С., Нурмаганбетов А.С. Нагружение землеройных машин при работе в среде глинистого тиксотропного раствора. – Караганда: Санат, 2007. 152 с.
2. Огибалов П.М., Мирзаджанзаде А.Х. Нестационарное движение вязкопластичных сред. М.: МГУ, 1970. 415 с.

Раздел 5

Автоматика. Энергетика. Экономика

УДК 621.314-83:378.14

А.В. ГУРУШКИН

Разработка и внедрение системы выравнивания нагрузок для многодвигательных частотно-управляемых электроприводов с жесткой механической связью

Основным направлением повышения производительности машин и оборудования в современном производстве является переход от механизма с однодвигательным приводом, имеющим значительные массу и габариты, к механически или электрически взаимосвязанным многодвигательным системам. В то же время существенным недостатком таких электромеханических систем является неидентичность механических характеристик у электродвигателей одного типа и серии. В механически взаимосвязанных системах это приводит к *неравномерности распределения нагрузок* между приводами в статических и динамических режимах работы, а значит к перегрузке электродвигателей, к усложнению динамики и дополнительным колебаниям, увеличивающих вибрацию, износ передач и т.д. Таким образом, несогласованная работа электроприводов сводит к минимуму все достоинства перехода к многодвигательным системам, если не предусмотреть в системе управления дополнительной схемой выравнивания суммарной нагрузки между приводами [1].

Классические способы пропорционального распределения моментов у нерегулируемых приводов постоянного и переменного тока с жесткой механической связью (дополнительные сопротивления в обмотках электрической машины,

последовательное соединение двигателей, воздействие на магнитные потоки двух параллельно включенных электрических машин и т.д.) обеспечивают примерно одинаковую среднюю нагрузку на каждый привод, в то время как мгновенные значения, как правило, существенно различаются, особенно в переходный период. При наличии в системе упругой связи механизма зазорообразования проблема становится уже иной. Возникают значительные не демпфируемые колебания и вибрации, а в случае наличия обратной связи – и дополнительные проблемы, связанные с переходом двигателей в генераторный режим [2].

Поэтому наиболее оптимальным решением указанных проблем является применение в многодвигательных электромеханических системах современных частотных преобразователей, которые позволяют обеспечить наиболее благоприятные динамические качества, эффективно демпфировать колебания и ограничивать максимальные нагрузки во всех режимах, а также существенно улучшить не только статические, но и динамические свойства привода за счет формирования заданного переходного процесса (синхронность и ограничение темпа разгона, предварительный выбор зазоров, подавление резонансов и т.д.) [2, 3]. Кроме того, специально разработанные системы выравнивания нагрузки (СВН) и дополнительные сервисные функции этих устройств

позволяют в ходе работы успешно выполнять согласование и поддержание требуемого баланса нагрузки между приводами. Наиболее совершенными как для приводов переменного, так и постоянного тока являются схемы СВН, построенные по принципу «ведущий-ведомый» (master-slave).

Например, высокие технические характеристики как в статических, так и в динамических режимах работы для приводов переменного тока имеет схема СВН с векторным режимом управления приводами и с использованием технологии «ведущий-ведомый». В данном случае «ведущий» привод работает в векторном режиме управления по скорости, а «ведомый» – в векторном режиме управления по моменту, так называемый режим Direct Torque Control (DTC). Передаваемое по оптоволоконному или аналоговому каналу заданное значение момента из «ведущего» привода является управляющим воздействием для «ведомого» привода. Благодаря такой структуре управления система master-slave отличается универсальностью в применении и имеет высокие технические показатели распределения нагрузки как в статическом, так и в переходном режиме работы. Но при всех преимуществах данной технологии есть и серьезный недостаток, а именно: недопустимость разрыва механической связи между приводами, так как при многих применениях ведет к аварийной ситуации из-за неконтролируемого аварийного режима работы [4].

В качестве примера применения такой системы можно привести многодвигательные грузоподъемные механизмы металлургического класса с частотным приводом переменного тока. Так, в случае разрыва механической связи у «ведущего» привода механизма главного подъема литейных кранов, развиваемого

«ведомым» приводом, момента будет явно недостаточно для удержания или перемещения рабочего груза. Известные способы аппаратного и программного мониторинга, определения аварийного статуса и переключения «ведомого» привода в режим «ведущего» для ликвидации бесконтрольного режима управления [4] усложняют систему управления и не обеспечивают гарантированной работы без сбоев и ложных срабатываний на всех этапах технологического процесса подъема и транспортировки.

В целях изучения технических характеристик и наиболее аварийно-опасных режимов работы при разрыве механической связи с использованием различных СВН были проведены экспериментальные исследования на лабораторном стенде, имитирующем электромеханическую структуру и систему управления главного подъема литейного крана грузоподъемностью 420 тонн. Рассматривались ситуации нормальной и аварийной работы крана, в том числе обрыв вала «ведущего» привода в режиме спуска сталеразливочного ковша и действие активного момента нагрузки, совпадающего по направлению с движением груза [5]. Исследования проводились в три этапа. Первый этап – тестирование многодвигательного привода без системы выравнивания. Второй и третий этапы – имитационные исследования с СВН (master-slave) и альтернативной СВН.

Далее в качестве примера приведены результаты второго (рис. 1, 2) и третьего этапов (рис. 3, 4) экспериментов, где маркерами отмечены величины моментов в переходном и установившемся процессе, а также после обрыва механической связи.

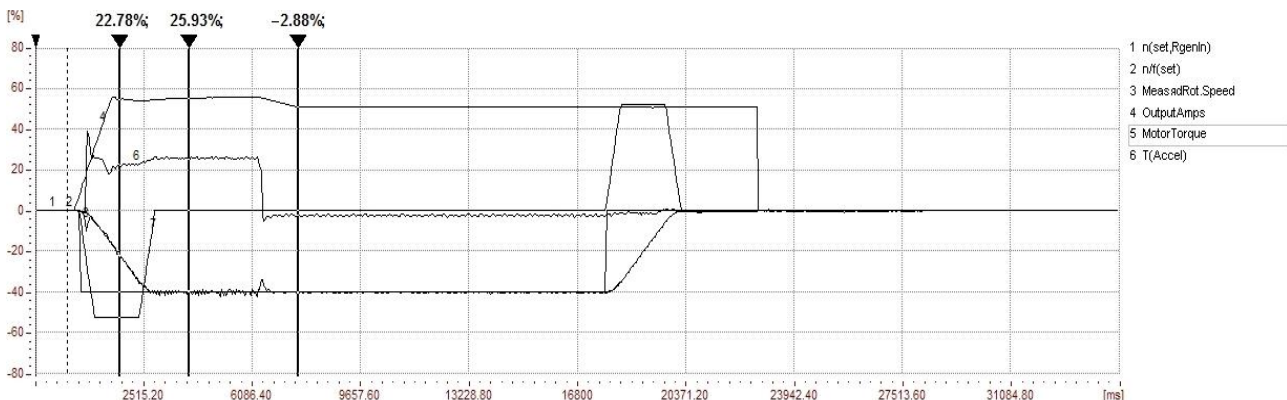


Рис. 1. Диаграмма обрыва вала у «ведущего» привода (master)

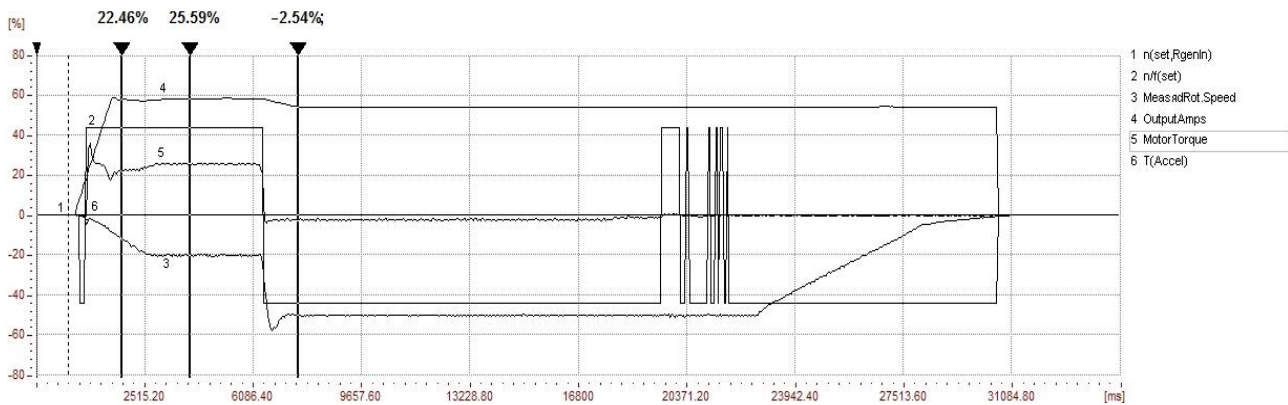


Рис. 2. Диаграмма для «ведомого» привода (slave)



Рис. 3. Диаграмма обрыва вала у привода № 1 (master)

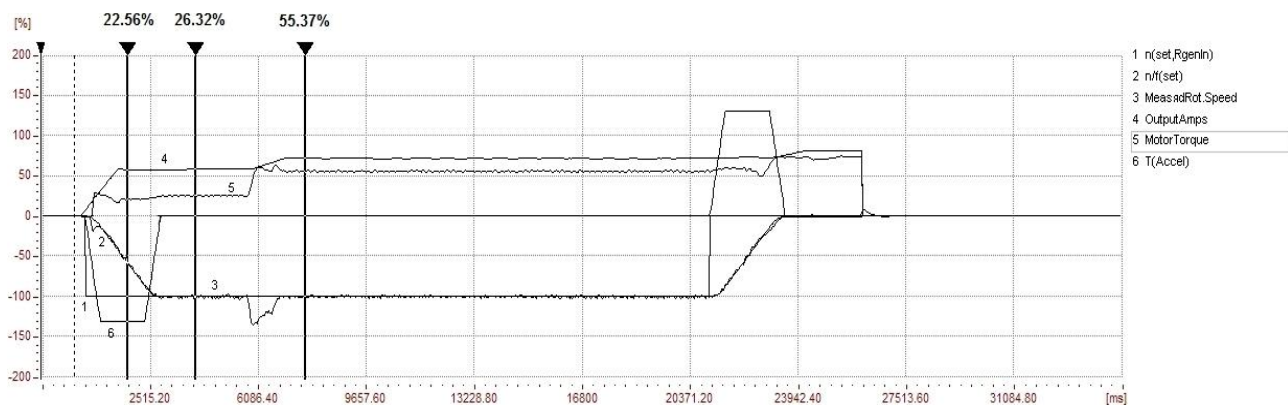


Рис. 4. Диаграмма для привода № 2 (master)

Анализ результатов и диаграмм экспериментов второго этапа подтверждают опасность применения стандартной СВН (master-slave) для рассматриваемого грузоподъемного механизма, т.к. в случае размыкания механической связи у «ведущего» двигателя, развиваемого «ведомым» приводом, момента холостого хода будет явно недостаточно для удержания или перемещения груз. Тормозная система крана в этом случае не удержит движущийся вниз на высокой скорости груз. И, наоборот, при обрыве вала у «ведомого» привода его двигатель будет бесконтрольно ускоряться. Оба варианта могут привести к аварии и серьезным последствиям.

На основе данных сравнительного анализа и результатов стендовых исследований, а также учитывая конструктивную и технологическую специфику и высокие требования к безопасности работы подобных механизмов, была разработана СВН,

позволяющая осуществить пропорциональное распределение суммарного момента во всех режимах и гарантированное обеспечение безопасного завершения работы при размыкании механической связи на любом участке траектории движения электропривода (статический или переходный этап движения) [6].

Принцип работы этой системы основан на независимом контроле и управлении каждым приводом (режим векторного управления по скорости для обоих приводов). При этом конструктивно выравнивание суммарной нагрузки осуществляется за счет наличия дополнительного контура расчета и внесения требуемых корректирующих изменений в процесс формирования суммарного момента у одного из приводов с целью изменения его выходного значения. Что в механически взаимосвязанной системе непосредственно воздействует на момент другого

привода, выравнивая его тем самым до требуемой величины. Необходимые для такого расчета данные, также как и в стандартной системе, передаются между преобразователями по оптоволоконному или аналоговому каналу.

При такой концепции, в которой оба частотных преобразователя работают в режиме «ведущего» привода (CBH master-master), не имеет значения, где будет разорвана механическая связь, так как двигатель, оставшийся в зацеплении, за счет аварийного резерва мощности берет на себя всю нагрузку и безаварийно заканчивает технологический цикл. При этом не требуется вмешательства в работу системы управления преобразователей для переключения из одного режима управления в другой, что позволяет снизить риск сбоя в момент аварии при работе с номинальной нагрузкой и на максимальной скорости.

Практические испытания разработанной СВН (master-master) были проведены на механизме главного подъема литейного крана грузоподъемностью 420/100\20 тонн, установленного в отделении непрерывной разливки стали (ОНРС) конверторного цеха компании «Арселор Миттал Темиртау». Использование данной системы на практике позволило значительно уменьшить вибрацию и колебания редукторов, а значит, повысить усталостную

долговечность механизмов и рабочий ресурс электрических двигателей.

Полученные в условиях эксплуатации результаты подтвердили высокие технические показатели распределения нагрузки как в статическом, так и в переходном режиме работы. Точность распределения нагрузки, как и в исследованиях на лабораторном стенде, составляет ~1-2 %.

Таким образом, на основе сравнительного анализа полученных данных можно сделать вывод, что предложенная система равномерного распределения суммарной нагрузки не уступает по техническим характеристикам стандартной СВН (master-slave) и полностью отвечает поставленным требованиям.

Все значения, используемые в рисунках, приведены в процентах от номинальных паспортных данных двигателя и взяты из распечаток мгновенных значений сервисной программы Drive Monitor.

1. Задание скорости на входе ЗИn (set, RgenIn)
2. Задание скорости на входе контроллера скоростиn/f (set)
3. Действительное значение скорости с датчикаMeas.Rot.Speed
4. Выходной токOutput Amps
5. Результирующий электромагнитный моментMoment Torque
6. Задание динамического моментаT(accel)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев В.И. Теория электропривода: учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 2001. 332 с.
2. Ключев В.И. Ограничение динамических нагрузок электропривода. М.: Энергия, 1971.
3. Ешин Е.К. Электромеханические системы многодвигательных электроприводов. Моделирование и управление. Кемерово: КузГТУ, 2003.
4. SIMOVERT MASTERDRIVES Engineering Manual for Drive Converters: Edition 05/2001.
5. Брейдо И.В., Гурушкин А.В. Экспериментальный стенд на базе многодвигательного частотно-управляемого асинхронного электропривода // Тр. ун-та. Вып. № 4. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2008.
6. Брейдо И.В., Гурушкин А.В. Распределение нагрузок в электромеханических системах с многодвигательным частотно-управляемым электроприводом // Тр. ун-та. Вып. № 2. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2008.

УДК 621.3.036.663

**И.В. БРЕЙДО,
А.А. КАЛИНИН**

Направления исследований гидродинамических нагревателей

В Республике Казахстан созданы необходимые законодательные и экономические условия [1, 2] для обеспечения энергосбережения средствами модернизации действующих энергетических технологий, систем их комплексной автоматизации и информатизации, а также путем разработки новых эффективных технологий нетрадиционной энергетики.

В одном из множества возможных направлений нетрадиционной энергетики физические процессы, активированные внешними источниками (например, электроприводом), позволяют извлечь внутреннюю энергию из жидких сред для получения тепловой энергии. Это направление связано с конструированием, исследованием и изготовлением гидродинамических нагревателей (ГДН), в которых внутренняя энергия извлекается из жидкой среды в

процессе активации с помощью механического воздействия.

Коллективом кафедры АПП разработан испытательный стенд СГДН-05, предназначенный для реализации экспериментов с физическими образцами ГДН с целью исследования механизмов высвобождения внутренней энергии рабочей жидкости при ее вихревом движении, совмещенном с непрерывными процессами гидродинамической и акустической кавитации, и получения адекватной математической модели, функционально связывающей теплопроизводительность ГДН со свойствами рабочей жидкости, количественными и качественными параметрами конструктивных узлов ГДН и электропривода.

НИР «Стеновые исследования режимов гидродинамических нагревателей и разработка методики расчета параметров их конструктивных

узлов для промышленных технологий, использующих низкопотенциальное тепло» по Договору № 04.02.01 (заказчик – ТОО «Темир мен Мыс») выполнялась по гранту от АО «Национальный инновационный фонд» на проект «Разработка и создание серии экологически чистых и безопасных гидродинамических нагревателей жидких сред для теплосиловых установок различных отраслей промышленности РК». В процессе исследований энергетических характеристик ГДН экспериментальной серии, впервые проведенных как на территории Республики Казахстан, так и в пределах СНГ, установлены два физических явления, проходящие в рабочей жидкости ГДН:

1) существует диссипация энергии при движении жидкости в трубном реакторе;

2) возможно выделение избыточного тепла за счет фазового перехода рабочей жидкости из свободного состояния в жидкокристаллическое при механоактивации.

Был достигнут коэффициент преобразования энергии, равный 1,5, и установлено, что совершенствование конструкции кавитатора ГДН позволяет получить коэффициент преобразования энергии до 3,5.

Исследования, проведенные на экспериментальной технологической установке ГДН с реактором трубного типа, позволяют утверждать существование возможности создания на базе ГДН технологических установок, обеспечивающих эффективные преобразования механической (электрической) энергии в тепловую. Обоснование и поиск закономерностей, существующих в подобных установках, являются областью исследований научной специальности 05.09.10 «Электротехнология» [3]:

- разработка электрической части и технологических процессов и установок, использующих преобразование электрической энергии в другие виды энергии непосредственно в обрабатываемом веществе;

- конструирование и исследование высокоэффективного электрооборудования: реакторов, установок индукционного, резистивного, электродугового и радиационного нагрева;

- электроснабжение и источники питания электротехнологических установок и комплексов, управление, автоматизация и компьютеризация электротехнологических комплексов;

- экономические аспекты электротехнологических процессов, установок и комплексов;

- энергетические характеристики электрических разрядов в газах, жидкости, твердых диэлектриках и полупроводниковых материалах.

С учетом достигнутых результатов и в соответствии с паспортом специальности 05.09.10 «Электротехнология» сформулирована тема научной работы: «Выбор оптимальных параметров гидродинамических нагревателей с трубным реактором, преобразующих электрическую энергию в тепловую».

Цель работы – установление закономерностей конструкции гидродинамических нагревателей с

реактором трубного типа, обеспечивающих максимум теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии при возбуждении рабочей жидкости ГДН средствами автоматизированного электропривода.

Идея работы. При активации ГДН средствами автоматизированного электропривода возможно получение избыточной энергии из внутренней энергии жидких веществ и полей, что позволяет создавать технологические установки для отопления бытовых и административных зданий.

Методика выполнения работы. Была разработана технологическая схема и изготовлен стенд для изучения энергетических характеристик ГДН жидких сред; разработана автоматизированная система научных исследований (АСНИ) ГДН; разработана система автоматического управления электроприводами стенда; разработана методика многофакторных экспериментов для изучения механизма выделения внутренней энергии из жидкой среды в помощью механического силового поля, создаваемого насосным агрегатом; выполнено многофакторное стендовое исследование теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии экспериментальной серии ГДН из девяти экземпляров, геометрические параметры которых отвечают матрице планирования экстремальных экспериментов; разработаны критерии подбора для серии ГДН с реактором трубного типа и основные этапы проектирования ГДН для теплотребующих систем промышленных технологий; разработаны технико-экономические условия применения ГДН в промышленности; разработаны основные положения для технических условий на проектирование и изготовление опытного образца ГДН.

Особенностью выполненных исследований является высокоточная система автоматического контроля и АСНИ ГДН на базе SCADA-системы Genesis32.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- из жидкого вещества любой природы с помощью внешних силовых воздействий в ГДН может быть извлечена внутренняя энергия;

- конструктивная и технологическая схема ГДН и опытный стенд для изучения энергетических характеристик ГДН жидких сред с автоматизированной системой научных исследований ГДН, системой автоматического управления электроприводами стенда позволяют выявить закономерности преобразования электрической (механической) энергии в тепловую;

- оптимальные параметры ГДН, обеспечивающие максимум теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии, могут быть найдены на основе многофакторного эксперимента в условиях автоматизированного стенда.

Основные результаты исследований:

- методика выбора критериев подбора для ГДН с реактором трубного типа;

- проект автоматизированного стенда;

- конструктивные и технические решения по созданию экспериментальной технологической системы на основе ГДН;

- технико-экономические условия применения ГДН в промышленности.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

1) легитимностью измерений физических величин, определяющих изучаемые процессы извлечения внутренней энергии жидкой среды при ее вихревом движении в трубном реакторе. Легитимность созданной авторизированной системы научных исследований обеспечена аттестацией этой системы в соответствии с набором действующих нормативных требований к средствам измерений;

2) попаданием искомого экстремума теплопроизводительности ГДН в экстремальную область работы используемого насосного агрегата стенда, что свидетельствует о высокой разрешающей способности принятой матрицы планирования экспериментов на латинских квадратах, а также используемой методики вероятностно-детерминированного планирования экспериментов.

Научная новизна полученных результатов заключается:

- в методах экспериментальных исследований энергетических характеристик ГДН с электроприводом на автоматизированном стенде;

- методике определения оптимальных геометрических параметров, обеспечивающая максимум теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии ГДН;

- математических зависимостях, устанавливающих взаимосвязи теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии с конструктивно-эксплуатационными параметрами ГДН с реактором трубного типа.

Практическая значимость полученных результатов заключается:

- в установлении области рационального применения энергетических систем на основе ГДН;

- создании экспериментальной технологической установки на основе ГДН;

- разработке технических условий на проектирование и изготовление опытных образцов ГДН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 года № 588-ІІ. Об электроэнергетике (по состоянию на 29.12.2008 г.) <http://www.koremb.kz/files/zakon.doc>
2. Проект Закона Республики Казахстан «Об энергосбережении» по состоянию на 21 июля 2008 г. http://www.memr.gov.kz/doc/Proekt_zakona_21.doc
3. Брейдо И.В., Сагитов П.И., Фешин Б.Н. Классификационные признаки систем управления электротехническими комплексами и системами // Тр. ун-та. Вып. 1. Караганда: КарГТУ, 2002. С. 55-57.

УДК 622.232.72.001.24-52

Г.И. ПАРШИНА,
Б.Н. ФЕШИН

Структура экспертных систем оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий

Одним из факторов обеспечения надежности, безопасности, работоспособности и эффективности горно-рудного предприятия является качество подготовки персонала электротехнических служб. Поэтому задача разработки принципов построения экспертных систем (ЭС), оценки качества подготовки персонала актуальна и представляет научный и практический интерес [1].

В общем случае любая ЭС рассматривается как результат создания в компьютере (или в сетевой компьютерной системе) компонента, основанного на знаниях. ЭС должна позволять дать разумный совет или принять разумное решение по анализируемой задаче.

Сложность разработки ЭС заключается в том, что область анализируемых задач и сопутствующих потоков информации обычно содержит слишком много переменных величин, часто сильно взаимосвязанных, затрудняющих создание полной и цельной теории. То есть возникает известная в теории систем проблема преодоления «проклятия размерности». Применительно к электротехническим службам горно-рудных предприятий это осложняется еще и тем, что ЭС должна быть основана на широком

спектре данных и знаний по различным теоретическим и практическим приложениям: по горному делу (в том числе по технике безопасности, охране труда, вентиляции, водоотливу, горной механике, горным машинам и горно-шахтному оборудованию, организации производства и т.д.); по электроснабжению, электрооборудованию, электроприводу, системам и средствам автоматизации технологических процессов и производства на горно-рудном предприятии; по психологии, этике и физиологии людей (сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий), являющихся потенциальными объектами экспертизы. Объект анализа может быть представлен в различных формах – текстовом, графическом, табличном и смешанном, включающим парные и/или более сложные комбинации. Традиционно применительно к подземной добыче угля такой комбинированной формой описания объекта, позволяющей провести анализ уровня знаний персонала, обслуживающего систему электроснабжения и автоматизации технологического оборудования добычного участка, являются схемы электроснабжения (рис. 1), выполненные по стандартам [3, 4] для исходных

состояний лавы, и таблицы, содержащие списки электрооборудования с техническими и расчетными

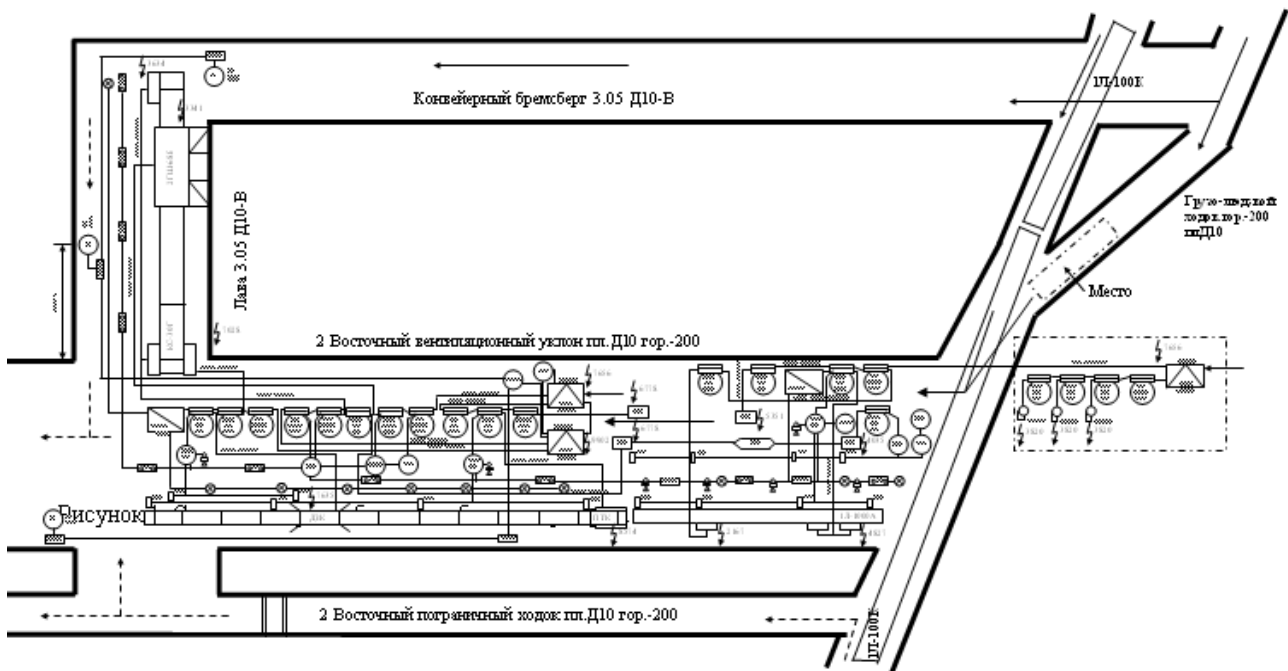


Рис. 1. Схема электроснабжения добычного участка

Рассмотрим структурные составляющие экспертной системы оценки качества знаний (ОКЗ) сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий (ЭТС ГРП). Известно [2], что ЭС обычно включает в себя четыре основных компонента: базу знаний, машину вывода, модуль извлечения знаний и интерфейс. В рассматриваемом случае ЭТС ГРП структурный компонент «база знаний» (БЗ) содержит две части, элементы которых составляют сложные множества характеристик ЭТС ГРП. Некоторые из этих множеств обладают свойствами коммутативности, объединения, пересечения и разделения. Не останавливаясь на этих свойствах, определим первую часть БЗ как «базу данных» (БД), а вторую как – «законы и закономерности» (ЗиЗ) ЭТС ГРП. По данным [2], база знаний содержит факты и правила. «Факты» представляют собой краткосрочную информацию об отношении и могут изменяться, например, при модернизации парка оборудования, применении новых методов его расстановки. «Правила» представляют собой более долговременную информацию о том, как порождать новые факты или гипотезы из того, что сейчас известно, а также являются предпочтительными средствами отображения неформальных знаний. Использование базы знаний в экспертных системах отличается от обычной методики использования базы данных, тем, что база знаний обладает большими творческими возможностями и активно используется для пополнения недостающей информации. Для ЭТС ГРП в БД должны содержать справочные сведения (факты) по электроприёмникам, электрооборудованию, схемам размещения, нормам и стандартам, устанавливаемым ПБ и ПТЭ [3, 4]. Вторая часть базы знаний – «законы и закономерности» ЭТС ГРП собственно и являются «правилами» и содержат

теоретические сведения, методики и алгоритмы расчета и выбора электрооборудования.

Формализация
автоматизированных
сотрудников ЭТС
представлены на рис. 2.

Следующая структурная единица – «машина вывода» для экспертной системы оценки качества знаний ЭТС ГРП является главной (центральной, управляющей, диспетчером, супервизором) программной составляющей, формирующей и принимающей обоснованные (в соответствии с целью решаемой задачи и выбранными критериями достижения искомого результата) решения. Воспользуемся общими принципами построения дистанционных систем (ДС) повышения качества подготовки персонала электротехнических служб ГРП [1] и определим схему работы экспертной системы оценки качества знаний персонала ЭТС ГРП с учетом уже рассмотренных выше структурных единиц и с целью определения состава, функционального назначения и места других структурных единиц. В [1] ДС определены как средства повышения качества подготовки персонала инженерных служб электротехнических комплексов горно-рудных предприятий на базе **экспертных алгоритмов оценки знаний**, автоматизированных рабочих мест энергетических служб электротехнических служб (ЭК) ГРП, специальной технологии дистанционного обучения инженерного корпуса энергетических служб предприятий. В ДС объединяются центр научных и учебных знаний (например, применительно к г. Караганде, кафедра автоматизации производственных процессов (АПП) Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ)) и службы ЭК ГРП на основе

локальных сетей предприятий (Intranet) и глобальных сетей Internet. Ядром ДС являются программно-алгоритмические средства (ПАС), решающие задачу **оценки рейтинга** и повышения качества знаний персонала электротехнических служб предприятий. ПАС ЭТС функционируют в режиме разделенного и реального времени. Для анализируемой в данной статье системы экспертной оценки качества знаний сотрудников ЭТС ГРП оценка рейтинга является результатом работы системы ОКЗ, а экспертные алгоритмы оценки знаний (см. выше) – инструментом, реализуемым в структурной единице «машина вывода». Процесс оценки качества знаний персонала ЭТС ГРП для ДС является первой частью последовательности действий, позволяющих определить уровень допустимости (рейтинг) персонала электротехнических служб (по результатам тестирования на предмет наличия знаний) к эффективной и безопасной эксплуатации ЭК ГРП, а затем приступить к обучению, то есть к повышению качества знаний персонала ЭТС ГРП. Собственный процесс оценки рейтинга знаний в рамках ДС представим в виде множества алгоритмических процедур логически связанных между собой:

- АП1 – идентификация личности сотрудника ЭТС ГРП как объекта анализа рейтинга (ОАР);
- АП2 – идентификация уровня образования и профессионального стажа ОАР;
- АП3 – идентификация целей и задач ОАР;
- АП4 – идентификация физиологического и психического состояния ОАР;
- АП5 – формирование множества задач и тестов оценки качества знаний ОАР;
- АП6 – формирование технологии (алгоритмов) интерактивного взаимодействия БД и ОАР;
- АП7 – формирование технологии (алгоритмов) интерактивного взаимодействия ЗиЗ и ОАР;
- АП8 – формирование технологии (алгоритмов) интерактивного взаимодействия системы ОКЗ и ОАР;

- АП9 – обоснование и выбор критериев оценки качества знаний ОАР;
- АП10 – формирование технологии (алгоритмов) выбора критериев оценки качества знаний, соответствующих решаемым ОАР задачам и тестам;
- АП11 – формирование технологии (алгоритмов) извлечения знаний ОАР из БД;
- АП12 – формирование технологии (алгоритмов) извлечения знаний ОАР из ЗиЗ;
- АП13 – формирование технологии (алгоритмов) извлечения знаний «машиной вывода» из ЗиЗ;
- АП14 – формирование технологии (алгоритмов) извлечения знаний «машиной вывода» из БД;
- АП15 – формирование технологии (алгоритмов) извлечения знаний «машиной вывода» из ОАР;
- АП16 – формирование технологии (алгоритмов) обмена информации между «машиной вывода» и БД;
- АП17 – формирование технологии (алгоритмов) обмена информации между «машиной вывода» и ЗиЗ;
- АП18 – формирование технологии (алгоритмов) обмена информации между «машиной вывода» и ОАР;
- АП19 – формирование технологии (алгоритмов) обмена информации между «машиной вывода» и диагностирующим лицом.

Множество процедур $A\tilde{I} = \{\tilde{A\tilde{I}}_i, i = \overline{1, N}\}$, в первом приближении ограниченных размером $N=19$, предстоит наполнить содержанием и определением взаимосвязей, но уже сейчас очевидна возможность структурного до определения состава экспертной системы оценки качества знаний как подсистемы ДС ЭТС ГРП. В составе ЭС ОКЗ, кроме «базы знаний» и «машины вывода», необходимо включение еще не менее двух структурных единиц: «машины извлечения знаний», выполняющей процедуры АП11, ..., АП15, и «блока обмена информацией – программного интерфейса» для реализации АП16, ..., АП19.

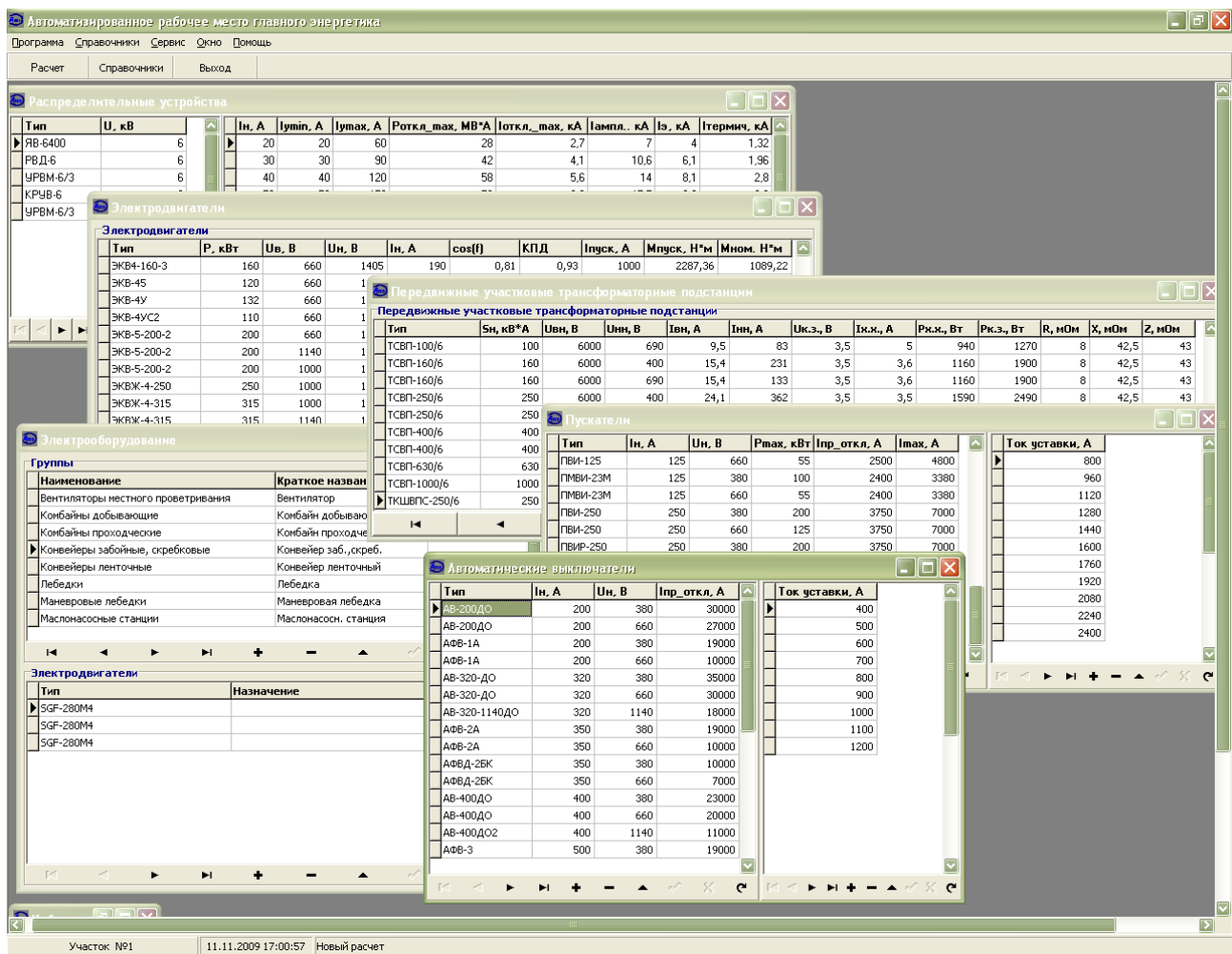


Рис. 2. База данных по горно-шахтному оборудованию

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фешин Б.Н., Паршина Г.И. Дистанционные системы повышения качества подготовки персонала инженерных служб электротехнических комплексов горно-рудных предприятий // Тр. ун-та. Вып. № 4 Караганда: КарГТУ, 2008. С. 98-101.
2. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: Пер. с англ./А. Брукинг, П. Джонс, Ф.Кокс и др.; Под ред. Р. Форсайта. М.: Радио и связь, 1987. 224 с.
3. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М.: Недра, 1986.
4. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. М.: Недра, 1976.

УДК 656.2:629.4.053.2:004.77

Г.Т. МЕРЗАДИНОВА

Автоматизированные задачи АСКУЭ-ЦТ

В настоящее время АСКУЭ является тем необходимым инструментом согласования экономических интересов поставщиков и потребителей электроэнергии на оптовом рынке, позволяющим локализовать потери и хищения электроэнергии при передаче ее субабонентам, а также обеспечить точный контроль, учет передаваемой электроэнергии и услуг на ее передачу.

На сегодняшний день большинство руководителей озадачены проблемой внедрения АСКУЭ. Ведь приступая к созданию АСКУЭ на предприятии, необходимо достаточно точно представлять, что эта за система, какие технические задачи она решает и где и как будет использоваться полученная информация, формирующаяся при ее работе. Поэтому на первом этапе необходимо четко обозначить цель и задачи

проектируемой АСКУЭ на базе конкретного производства.

С этой точки зрения были разработаны и определены задачи АСКУЭ, в частности для АСКУЭ-ЦТ (Центральная тяга), на тягу электровазов переменного тока и обогрев пассажирских вагонов для АО «Локомотив», энергоснабжающих организаций и Системного оператора ОРЭ.

Основной целью создания АСКУЭ-ЦТ является выполнение требований Закона РК «Об электроэнергетике...», точное и оперативное, достоверное и легитимное определение количества полученной электрической энергии [2].

Структура АСКУЭ-ЦТ – иерархическая, многоуровневая и состоит из четырех функциональных подсистем:

- подсистемы измерений электроэнергии;
- подсистемы сбора данных;
- подсистемы телекоммуникаций;
- подсистемы отображения, хранения и управления данными.

Выделим группы задач, решаемых в различных подсистемах АСКУЭ-ЦТ.

В подсистеме измерений электроэнергии и подсистема сбора данных:

1) измерение прибором учета электроэнергии (счетчики активной и реактивной энергии) (сбор показаний);

2) формирование графиков нагрузок по точке учета. Измеренные средние мощности (срезы) со временем интегрирования 15 минут;

3) формирование журнала событий;

4) сбор данных от приборов учета.

Стоит отметить, что формирование фактических балансов потребления электрической энергии для расчетов со снабжающими организациями осуществляется по показаниям приборов учета, установленных на электровазах переменного тока, работающих в тяговом режиме и потребляющих электроэнергию из контактной сети.

В подсистеме телекоммуникаций и подсистеме отображения, хранения и управления данными:

1) формирование информационных пакетов данных;

2) формирование базы данных (БД) коммерческого учета АСКУЭ-ЦТ в пунктах сбора информации:

- база данных коммерческого учета хранит всю техническую, административную и физическую информацию по всем точкам коммерческого учета;

- система осуществляет обновление, корректировку и управление этой базой данных, она также отвечает за поддержание безопасности и конфиденциальности при выполнении управления, обработки, корректировки и хранения данных счетчика коммерческого учета и данных комплекса коммерческого учета;

3) администрирование подсистемы отображения, хранения и управления данными АСКУЭ:

- система осуществляет сбор данных коммерческого учета путем дистанционного опроса с использованием протокола передачи данных,

обеспечивает безопасность и сохранность их в базе данных коммерческого учета для целей взаиморасчетов и пользования электрической сетью;

- система защиты предусмотрена как на уровне операционной системы (применяемая ОС имеет средства разграничения прав пользователей), так и на уровне СУБД (СУБД имеет свои средства разграничения прав пользователей). Для каждого пользователя АСКУЭ-ЦТ определен индивидуальный пароль на уровне ОС и СУБД. Все пользователи АСКУЭ-ЦТ определены в группы по уровню доступа и управлению системой;

4) архивирование и хранение данных АСКУЭ-ЦТ:

- данные коммерческого учета будут собраны, обработаны, пройдут административную обработку и будут храниться с обеспечением их безопасности и конфиденциальности;

- данные хранятся в базе данных коммерческого учета в течение двух лет в формате, обеспечивающем быстрый доступ, и в течение последующих трех лет – в архивном формате;

5) формирование необходимого объема информации для собственных нужд и взаимобмена данными с различными информационными центрами и Системным оператором, в том числе: сводные таблицы, графики в виде экранных форм и файлов:

- объемы памяти каждого устройства хранения данных позволяют сохранять все измеренные величины в течение 45 дней с интервалом отбора данных в 15 минут;

- для достаточного отображения информации используются следующие информационные (документальные) единицы: экранные формы, таблицы, графики, сводные документы, журналы, текстовые документы, интерфейсы ПО;

- взаиморасчеты с поставщиками и потребителями электроэнергии и мощности.

Автоматизированные функции АСКУЭ-ЦТ;

1) функция отображения (визуализации);

2) функция контроля;

3) функция регистрации;

4) функция диагностики;

5) функция архивирования;

Система производит автоматизированное архивирование информации АСКУЭ, согласно установленным правилам 5 раздела ЭСП РК [3]. Время хранения данных коммерческого учета – 3 года. В течение неограниченного времени на сервере сохраняются параметры инициализации и работы системы (конфигурация).

6) функция ввода – вывода;

7) функция параметрирования;

8) функция защиты информации.

Система защиты информации соответствует эталонной системе защиты открытых систем. При аварийном несанкционированном отключении электропитания сохраняются текущие параметры работы системы.

Типовые решения по автоматизированным задачам и автоматизированным функциям АСКУЭ-ЦТ представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Типовые решения по автоматизированным функциям АСКУЭ-ЦТ

№	Функция	Типовое решение
1	Отображения (визуализации)	Программное обеспечение, дисплей, принтер
2	Контроля	Программные приложения WinCC и СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0
3	Регистрации	СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0
4	Диагностики	Существующие опции самодиагностики технических средств и программного обеспечения
5	Архивирования	Программные инструменты СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0, сервер БД АСКУЭ-ЦТ
6	Ввода - вывода	Консоли технических средств
7	Параметрирования	Конфигураторы и настроечные опции программного обеспечения и технических средств
8	Защиты информации	Программные инструменты ОС и СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0, существующие опции защиты информации счетчика и УСД

Таблица 2

Типовые решения по автоматизированным задачам АСКУЭ-ЦТ

№	Задача	Типовое решение
1	Измерение прибором учета электроэнергии (сбор показаний)	Стандартные опции счетчика
2	Формирование графиков нагрузок по точке учета. Измеренные средние мощности (срезы) со временем интегрирования 15 минут	По данным учета с помощью программных приложений WinCC
3	Формирование журнала событий	Средства диагностики счетчика и УСД
4	Сбор данных от приборов учета	Мультиплексированный опрос счетчиков по интерфейсу RS-485
5	Формирование информационных пакетов данных	По данным учета с помощью программных приложений WinCC
6	Формирование БД коммерческого учета АСКУЭ-ЦТ в пунктах сбора информации	СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0
7	Администрирование подсистемы отображения, хранения и управления данными АСКУЭ	ОС Windows 2003 Server
8	Архивирование и хранение данных АСКУЭ-ЦТ	СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0
9	Формирование необходимого объема информации для собственных нужд и для обмена данными с различными информационными центрами и Системным оператором, в том числе сводные таблицы, графики в виде экранных форм и файлов	На основе учетных данных, при помощи программных приложений WinCC и СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0
10	Взаиморасчеты с поставщиками и потребителями электроэнергии и мощности	На основе учетных данных, при помощи программных приложений WinCC и СУБД Sybase SQL Anywhere 7.0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон РК «Об электроэнергетике» № 588-III от 09.07.2004 г.
2. Программа создания АСКУЭ субъектов рынка электрической энергии от 18 августа 2004 г. / Министерство энергетики минеральных ресурсов РК. Астана, 2004.

УДК 338.22(075.8)

В.С. ЮШКО,
В.В. ЮШКО**Информационные системы в управлении
рекламными проектами**

Управление коммуникациями проекта (управление взаимодействием, информационными связями) – управленческая функция, направленная на обеспечение своевременного сбора, генерации, распределения и сохранения необходимой проектной информации.

Коммуникации и сопутствующая им информация являются своего рода фундаментом для обеспечения координации действий участников проекта [1].

Информационная система управления проектом – организационно-технологический комплекс методических, технических, программных и

информационных средств, направленный на поддержку и повышение эффективности процессов управления проектом.

В процессе реализации проекта менеджерам приходится оперировать значительными объемами данных, которые могут быть собраны и организованы с использованием компьютера. Кроме того, многие аналитические средства, например, пересчет графика работ с учетом фактических данных, ресурсный и стоимостной анализ, подразумевают достаточно сложные для неавтоматизированного расчета алгоритмы.

Развитие систем управления проектами для персональных компьютеров прошло через несколько этапов. С увеличением мощности ПК улучшалась функциональность систем, повышались их возможности. С введением стандартов обмена данными между системами, распространением сетевых и Web-технологий открылись новые возможности для дальнейшего развития систем поддержки процессов управления проектами и их более эффективного использования. Сами проекты становятся все более сложными, что предъявляет дополнительные требования к развитию информационных технологий управления проектами.

На сегодняшний день применение информационных технологий для управления проектами можно представить так, как изображено на рисунке.



Персональные компьютерные системы, оснащенные программным обеспечением для управления проектами, должны гарантировать выполнение функций:

- работа в многопроектной среде;
- разработка календарно-сетевого графика выполнения работ;
- оптимизация распределения и учет ограниченных ресурсов;
- проведение анализа «что-если»;
- сбор и учет фактической информации о сроках, ресурсах и затратах, автоматизированной генерации отчетов;
- планирование и контроль договорных обязательств;

- централизованное хранение информации по реализуемым и завершенным проектам и т.д.

Распределенные интегрированные системы в качестве основных инструментов используют:

- архитектуру «клиент-сервер». Она позволяет рабочим станциям («клиентам») и одному или нескольким центральным ПК («серверам») распределять выполнение приложений, используя вычислительную мощность каждого компьютера. Большинство систем «клиент-сервер» используют базы данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД). Для успешного управления проектом необходимо, чтобы данные, полученные во время планирования и выполнения проекта, были всегда доступны всем участникам проекта;

- системы телекоммуникаций (передача цифровых данных по оптоволоконным кабелям, локально-вычислительные сети и т.д.);

- портативные компьютеры;

- программное обеспечение поддержки групповой работы, обеспечивающее:

- обмен электронной почтой;
- документооборот;
- групповое планирование деятельности;
- участие удаленных членов команды в интерактивных дискуссиях средствами поддержки и ведения обсуждений;
- проведение «мозгового штурма», давая возможность его участникам высказывать свои мнения с помощью компьютеров, подключенных к одному большому экрану.

Internet/Intranet являются технологиями, сближающими предприятия и проекты. Они предоставляют доступ к информации проектов, не требуя на его организацию значительных средств. Размещение сайта проекта в сети Интернет является самым оптимальным и, наверное, единственным способом информирования участников о его состоянии в тех случаях, когда они находятся в различных точках земного шара.

Созданные web-страницы формируют web-сайт, который затем размещается на сервере провайдера, который обеспечивает доступ к нему удаленных пользователей со всего мира. Применительно к управлению проектами в виде web-страниц могут быть опубликованы календарно-сетевые графики выполнения работ, отчеты (графические и табличные), протоколы совещаний и любые другие документы, относящиеся к проекту.

Intranet базируется на тех же элементах, что и Internet. Принципиальное отличие между ними заключается в том, что пользователями Intranet является ограниченный круг лиц, который, как правило, составляют работники конкретной корпорации, организации, предприятия.

Видеоконференции позволяют передавать аудио-, видео-информацию по локальным сетям и Internet. Применяются также голосовые конференции для компьютерной телефонии в Internet.

Процесс принятия решения – процесс выбора оптимального (удовлетворительного) решения среди альтернативных вариантов.

Система поддержки принятия решений – соединение комплекса программных средств, имитационных, статистических и аналитических моделей процессов и работ по проекту для подготовки решений по его реализации.

Целью информационной системы поддержки принятия решений является организация и управление принятием решений при разработке и реализации проектов на основе современных технологий обработки информации. Основными функциями этих систем являются:

- сбор, передача и хранение данных;
- содержательная обработка данных в процессе решения функциональных задач управления проектами;
- представление информации в форме, удобной для принятия решений;
- доведение принятых решений до исполнителей.

При разработке информационного обеспечения была рассмотрена структура информационных потоков компьютерной компании ТОО «SoftMaster».

Информацию о деятельности компьютерной фирмы клиент приобретает по рекомендациям постоянных клиентов, уже оценивших качество предоставляемых услуг компанией «SoftMaster»:

- продажа компьютеров, новых и бывших в употреблении;
- продажа компьютерных комплектующих, периферийных устройств, новых и бывших в употреблении;
- модернизация компьютеров;
- прием на реализацию компьютеров, комплектующих и оргтехнику;
- заправка картриджей.

В настоящий момент компания «SoftMaster» располагает такими видами рекламной продукции, как наружная реклама (вывеска на фасаде здания, график работы).

Можно сделать вывод, что информация о компании в целом и предоставляемых ею услугах поступает на рынок сбыта товаров и услуг в недостаточном объеме. Решается эта задача с помощью привлечения рекламы, «фирменного стиля» (корпоративной идентичности) – набора цветовых, графических и словесных констант, обеспечивающих визуальное и смысловое единство товаров и услуг, а также всей исходящей от компании информации, ее внутреннего и внешнего оформления.

Разработка и внедрение рекламного комплекса позволит клиенту узнать намного больше информации о компании и выполняемых ею услугах. Таким образом, потенциальные клиенты будут более широко проинформированы о деятельности компании с помощью дополнительных источников информации – газетно-журнальная продукция, рекламные установки, Интернет.

Внедрение рекламного комплекса позволит сформировать и поддержать благоприятный имидж компании, выделить ее среди конкурентов рынка, подчеркнуть индивидуальность.

Концептуальная модель показывает структуру и содержание основных подсистем и элементов разрабатываемого рекламного комплекса.

Концептуальная модель рекламного комплекса состоит из четырех составляющих: фирменный стиль, деловая документация, рекламная продукция (печатная продукция, сувенирная и имиджевая реклама, наружная реклама) и Интернет-ресурс (сайт) – Интернет-реклама.

Базовые элементы фирменного стиля:

- логотип – это оригинальное начертание или сокращенное наименование компании;
- фирменные шрифты подчеркивают различные особенности образа, вносят свой вклад в формирование фирменного стиля. Для проекта выбираются три шрифта – для заголовка, для основного текста, и для подчеркивания особо важного содержания текста;
- фирменный блок представляет собой традиционное, часто упоминаемое сочетание нескольких элементов фирменного стиля. Фирменный блок включает разработанный логотип и перечень услуг данной компании; разработанный логотип и контактную информацию о компании;
- слоган представляет собой постоянно используемый компанией оригинальный девиз;
- фирменный цвет делает элементы фирменного стиля более привлекательными, лучше запоминающимися, позволяет оказать сильное эмоциональное воздействие.

Деловая документация и рекламная продукция представлена текстовой и графической информацией с использованием базовых элементов фирменного стиля.

На сайте расположена информация компании, товаре и его характеристиках, также есть обратная связь с администратором сайта.

Любая информационная система предполагает автоматизацию тех или иных функций. В случае системы управления проектами в качестве объекта автоматизации могут выступать функции разработки календарно-сетевого графика работ, отслеживания фактического выполнения работ и т.д. [1].

Внедрение информационной системы управления проектами включает:

- подготовку функций управления проектами к вводу информационной системы в действие. Проводятся работы по организационной подготовке подразделений, участвующих в выполнении функций;
- подготовку персонала. Проводится обучение персонала и проверка его способности обеспечить функционирование информационной системы управления проектами;
- комплектацию информационной системы программным обеспечением и техническими средствами;
- проведение опытной эксплуатации информационной системы и ее доработку;
- проведение приемочных испытаний.

Наиболее типичные проблемы при внедрении информационных систем управления проектами состоят в том, что:

- верхний уровень управления не «хочет» видеть реальную картину проекта. Из информации о ходе выполнения проекта может следовать, что необходимо большее количество времени и ресурсов

для выполнения работ, чем первоначально планировалось. С другой стороны, эта же информация требуется проект-менеджеру для соблюдения жестких ресурсных ограничений;

- верхний уровень управления может и не использовать программное обеспечение для планирования, бюджетирования и принятия решений. Персонал верхнего уровня управления в большей степени использует традиционные методы, или отказывается воспринимать реальное положение вещей. В результате разрабатываемые ими планы оказываются необоснованными и далекими от реальности;

- проект-менеджеры могут и не использовать ежедневно программное обеспечение для своих проектов. Они часто полагаются на другие методы и инструменты планирования из опыта предыдущих проектов;

- верхний уровень управления может несерьезно воспринимать потребность в обучении. Проведение тренинговых курсов являются одним из обязательных условий успешного внедрения, несмотря на то, что для каждого проекта требуется отдельный подход;

- использование распределенного программного обеспечения требует четко налаженной системы внутренних коммуникаций. Ответственные за распределение и использование ресурсов должны постоянно обмениваться информацией друг с другом.

Некоторые общие рекомендации по внедрению программного обеспечения для управления проектами включают следующее:

- необходимо четко представлять цели и преимущества, ожидаемые от внедрения новой системы. Результаты внедрения системы должны быть согласованы со всеми, кто связан с ее внедрением или будет участвовать в ее эксплуатации;

- последовательное внедрение разработанных решений от «простого к сложному», от локальных к глобальным. Рекомендуется начать с планирования и контроля временных параметров, затем освоить функции стоимостного планирования и контроля и только после этого переходить к ресурсному планированию. К интеграции системы управления проектами с другими системами лучше переходить после того, как процедуры использования основных ее функций освоены;

- последовательное внедрение системы, начиная с небольших проектов и отделов организации. Необходимо помнить, что в каждой организации есть сотрудники, заинтересованные в использовании новых систем автоматизации и способные их освоить. Начать лучше именно с них. Получив первую группу пользователей, освоивших систему, можно переходить к распространению данной технологии на остальные отделы и проекты в организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазур И.И. Управление проектами: учеб. пособие. М.: Омега-Л, 2005. 664 с.

УДК 331.4(574)

**В.Г. АЛЕКСЕЕВ,
В.В. ЖАЛКОВСКИЙ,
Ж.А. НАЙМАНБАЕВА,
Т.М. АЛЕКСЕЕВА,
С.А. ШАРИПОВА**

Профессиональный риск как объект управления

Понятие риска и методы оценки его уровня широко используются в экономике, инженерном деле, химии, в охране труда, эргономике.

Задача изучения различных аспектов риска в XX веке выдвинулась на передний план. Несмотря на повышение качества жизни, риски во всех областях деятельности не только не уменьшились, но и значительно возросли по частоте, по тяжести последствий, природа их стала более сложной и противоречивой.

В настоящее время риски еще более возрастают в связи с глобализацией экономики, делающей мировое сообщество в целом уязвимым к экологическим, политическим, военным катаклизмам, происходящим в отдельных странах.

На уровне научных теорий о риске говорится как о неотъемлемом элементе жизни людей. Риск - это всеобъемлющая характеристика общества на определенном уровне его развития, которое после индустриального и постиндустриального этапов превращается в «общество риска» [1]. Суть «общества

риска» состоит в том, что логика производства индустриального общества (накопление и распределение богатства) трансформируется в логику производства массового распространения рисков, порождаемых научно-техническими системами.

В сложившейся ситуации, когда масштабы и многообразие рисков порождают глобальную нестабильность, обесценивают достижения общества в различных сферах, изучение рисков стало предметом внимания специалистов разных областей знаний. Важный вклад в понимание процессов оценки риска в обществе внесли географы, социологи, политологи, антропологи и психологи.

Раньше исследовалось человеческое поведения перед лицом опасности, исходящей от природы, теперь – техногенные, финансовые, политические, социальные риски, их различные сочетания.

Производственные риски, исследованные нами, являются одной из разновидностей техногенных рисков. Их оценка фокусируется на потенциальных потерях, которые включают вероятность появления

потерь и величину соответствующих потерь, выраженных в терминах «смерть», «травма» или «ущерб». Особую актуальность оценка производственных рисков приобрела в связи с появлением и развитием механизмов страхования от несчастных случаев на производстве.

Степень производственного риска зависит:

- от предполагаемой частоты ошибок по вине рабочего и возникновения неисправностей оборудования по техническим и организационным причинам;

- вероятности возникновения несчастных случаев вследствие таких ошибок;

- возможной степени тяжести несчастного случая.

Управление профессиональными рисками как область человеческой деятельности возникло с появлением индустриального производства. По сравнению с кустарным промыслом, индустриальное производство, имеющее в своем распоряжении источники высокой энергии, привело к возникновению повышенных рисков для работников. При этом решения, которые влияли на безопасность, часто принимались на уровне руководства, а не теми, кто был подвержен этим рискам. На этой стадии индустриализации появилась необходимость управления безопасностью.

S. Forsman [2] сформулировал первые теоретические основы управления безопасностью – безопасность должна быть достигнута с помощью принятия руководством решений, основанных на идентификации и анализе причин аварии. На этом этапе развития управления безопасностью аварии связывались с поломками на уровне системы «рабочий-машина», т.е. с небезопасными действиями и небезопасными условиями.

В конце 1960-х гг. была разработана концепция MORT (Дерево оплошностей руководства и рисков) и фокус сместился к более высоким уровням управления рисками – к управлению условиями на уровне руководства.

Инициатива по разработке MORT была выдвинута Управлением исследований и развития энергии США, которое стремилось улучшить свои программы безопасности и уменьшить потери из-за аварий. При разработке схемы MORT целью было определение идеальной системы управления безопасностью, основанной на синтезе имеющихся наилучших элементов программы безопасности и методов управления безопасностью.

В начале 80-х гг. в нефтяной и химической отраслях произошли серьезные аварии, приведшие к выбросам высокоопасных веществ и гибели значительного числа людей, а также к серьезным материальным потерям. Это побудило правительственные организации и промышленные ассоциации разрабатывать и вводить законы и нормы безопасности производства, направленные на устранение или смягчение нежелательных событий, используя общие принципы управления безопасностью процессов. Правительства и регулирующие органы многих стран приступили к разработке программ, требующих от предприятий-

изготовителей и потребителей идентифицировать опасные материалы на рабочих местах и информировать служащих и потребителей об опасности, связанной с их производством, использованием, хранением и переработкой. Эти программы предусматривают аварийную готовность, выявление опасности, предоставление информации о продукте, контроль распространения опасных химических веществ и предоставление информации о выпуске токсичных веществ, включая переработку углеводородов.

В последние годы уровень технической оснащенности и автоматизации производства значительно возрос. Казалось бы, основная масса причин несчастных случаев должна быть сведена к проблемам технического обслуживания и связана главным образом с управлением высокоавтоматизированными рабочими операциями. Однако позитивные последствия технического прогресса параллельно создают новые узлы напряжения, в частности, психологическое переутомление и соответствующее повышение эргономических физических требований к персоналу автоматизированных производств, связанных с необходимостью особого внимания и проявлением ответственности при контроле за производственным процессом, с обезличенным рабочим окружением и монотонностью операций. Вызываемое при этом переутомление и «давление» высоких требований повышают вероятность возникновения несчастных случаев.

Суть управления рисками состоит в том, чтобы предоставить понятную и логически обоснованную базу для управления неопределенностью будущего. Значимость этого процесса для определения и описания экономически эффективной и адекватной ответной реакции на неопределенность будущего переоценивать невозможно.

Директора департаментов безопасности практически всех наиболее успешных компаний используют сегодня принципы управления рисками для определения приоритетных рисков, а также для разработки и установления своей стратегии их минимизации.

Тот факт, что управление рисками медленно завоевывает позиции среди специалистов в области безопасности, в большей степени связан с прошлым опытом самих менеджеров по безопасности, пришедших из различных областей человеческой деятельности.

Что касается оценки и анализа профессиональных рисков, то масштаб требующих своего решения вопросов обусловлен сложной природой профессиональных рисков, значительным их многообразием, труднопредсказуемыми и длительными последствиями. Так, специалисты МОТ и ВОЗ выделяют более 150 классов профессиональных рисков и приблизительно 1 тыс. их видов, которые представляют реальную опасность для 2 тыс. различных профессий. При этом считается, что данная классификация является неполной и

охватывает только отдельные аспекты безопасности и гигиены труда.

Таким образом, вопросы управления производственными рисками включают в себя набор механизмов и институтов, ориентированных на предупреждение и устранение причин производственного травматизма и нарушения здоровья работников, профилактики несчастных

случаев, профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости. На уровне предприятий управление производственным риском включает в себя целый комплекс мер воздействия на факторы условий труда и трудового процесса, а также биологического состояния человека и его здоровья (восприятия рисков).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Умнов А.Е. Охрана труда в горно-рудной промышленности. М.: Недра, 1979. 208 с.
2. Forsman S. Humaniser le travail et l'adapter a l'homme, inculquer des 'ecole les principes de securitate. – Travail et Securite, 1961, № 7.

**С.С. ЖЕТЕСОВ,
К.М. ДОЛГАНЬ**

Научный анализ состояния и перспектив развития монорельсовых транспортных систем

Монорельсовые дороги были предложены почти 180 лет назад. Первая русская монорельсовая дорога с конной тягой была сооружена у села Мячково в 1820 г., в основном, для перевозки леса. Действующую электрическую модель подобной дороги построил в Петербурге инженер И.В. Романов в 1897 г.

Современная монорельсовая дорога — это железобетонная или металлическая балка (рельс), поднятая на эстакаду, и подвижной состав (вагоны) на тележках с пневматическими шинами. Различают навесные дороги, где вагоны имеют нижнюю точку опоры и как бы сидят верхом на несущей балке, и подвесные системы, где вагоны подвешиваются к тележкам, опирающимся на балку. Каждый из названных типов дорог имеет свои преимущества и недостатки. Навесная дорога требует более сложной системы ходовых частей для обеспечения устойчивости вагонов. Кроме того, в неблагоприятных метеоусловиях монорельс (балка) покрывается льдом или снегом и практически выводит систему из строя или требует трудоемкой работы по ее очистке. Наряду с этим данный тип дороги позволяет иметь значительно (на 2-3 м) меньшую высоту опор эстакады и, следовательно, меньшую строительную стоимость. Для подвесных дорог необходимы, наоборот, более высокие опоры, чтобы обеспечить надлежащий подъем пола (дна) кузова вагона над поверхностью земли (4,0-5,0 м), но ходовые части вагонов существенно упрощаются [1].

Действующие ныне монорельсовые дороги имеют в основном электрическую тягу, получая энергию от контактного провода. Они малошумные и не загрязняют воздушного бассейна. Поезд монорельсовой дороги, как и поезд метрополитена, может состоять из одного или нескольких вагонов [2]. Максимальная скорость движения на действующих дорогах составляет 70-125 км/ч, провозная способность — до 40 тыс. пасс/ч. Стоимость сооружения монорельсовых дорог примерно в 2 раза ниже стоимости подземного метрополитена. При наличии свободных пространств для установки эстакады они признаются эффективными в качестве средств городского и пригородного транспорта, а также в сильно пересеченной и горной местности.

Несмотря на кажущуюся внешнюю простоту, монорельсовый путь сложен в устройстве и трудоемок в постройке. Несущая балка (собственно монорельс) на навесных дорогах изготавливается из монолитного или сборного железобетона, а на всех подвесных — из высокопрочной стали. Этот элемент конструкции должен выдерживать очень большие нагрузки во время разгона и торможения поездов, а также при прохождении поездами криволинейных участков пути. Таковые, в частности, для компенсации центростремительных сил, изогнуты в двух плоскостях, что

приводит к удорожанию всей постройки. Кроме того, монорельсовые дороги сложны в обслуживании пути и подвижного состава, а также требуют подъема пассажиров на эстакаду и спуска с нее.

Преимущества. Основное преимущество монорельсовой дороги заключается в том, что она, как и метрополитен, не занимает место на перегруженных магистралях города, но, в отличие от метро, гораздо дешевле в строительстве.

Монорельсовый состав может преодолевать более крутые вертикальные уклоны по сравнению с любым двурельсовым транспортом. Скорость, развиваемая монорельсом, в теории может значительно превышать скорость традиционных рельсовых составов, так как отсутствует опасность схода состава с рельс. Кроме того, вероятность столкновения с другими объектами дорожного движения ничтожно мала. Монорельсовая дорога является экологически чистым видом транспорта.

Недостатки. На практике монорельсовый транспорт часто движется с низкой скоростью, а монорельсовые дороги не могут справиться с большими пассажиропотоками. В холодных странах в зимнее время система часто выводится из строя в связи с обледенением балки (рельса). Монорельсовые дороги почти нигде не стандартизированы. Исключением является Япония.

Монорельсовая стрелка — сложное громоздкое сооружение, время перевода монорельсовой стрелки — 30 с, в отличие от обычных стрелок, которые переводятся за долю секунды.

Существует потенциальная опасность падения состава с большой высоты (по сравнению с трамваем), особенно у подвесных поездов. На некоторых линиях, в случае остановки вагона из-за аварии или технических проблем, пассажиры не могут покинуть вагоны. Рельс принимает на себя мощные крутильные напряжения. На подвесном — не только рельс, но и конструкция вагона. На подвесном монорельсе возникает качка. Содержание монорельсовой линии гораздо дороже, чем линии любого другого общественного транспорта.

Указанные недостатки привели к тому, что в мире на данный момент построено только несколько десятков отдельных линий монорельсовых дорог протяженностью от сотен метров до нескольких километров, главным образом, в качестве аттракционов в парках, на выставках и т.п. В качестве городского общественного транспорта по всему миру используется лишь 17 монорельсовых дорог, общей протяженностью 163,5 км (из них 102 км — японские монорельсы) [3].

Вместе с тем монорельсовые дороги могут иметь свою экономически целесообразную сферу применения как полноценный вид городского и междугородного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.rosmetrostroy.ru/monorail.htm>
2. <http://www.monorails.org/>
3. <http://www.monorail.ru/>

УДК 331.4(574)

С.А. ШАРИПОВА

Оценка и анализ организационного уровня производства как фактора профессиональных рисков

Понятие безопасности труда за последние десятилетия претерпело существенные изменения, организационные факторы в политике безопасности труда становятся все более и более важными. Специалисты в этой области все дальше отходят от концепции решающей роли машин и механизмов в производственном травматизме и делают все более четкий акцент на менее осязаемых и измеримых факторах, таких как организаторская культура, изменение поведения работников в процессе труда, повышения их ответственности и т.д.

Экономический кризис продолжает оказывать значительное влияние на психологию управленцев и принимаемые ими решения. Если ранее в качестве основных факторов экономического развития признавались расширение рынка, увеличение экспорта и повышение производительности труда, то теперь акцент постепенно переместился в сторону сокращения потерь и повышения качества продукции. В связи с этим больше внимания стало уделяться вопросам приверженности служащих своей организации и их творческих способностей, всевозможным мерам по сокращению убытков. Соответственно в этом контексте было обращено внимание на существенные выгоды, которые обеспечивает сокращение невыходов на работу из-за болезни и грамотно организованная мотивация работников. Если прежде большинство руководителей организаций рассматривало обеспечение безопасности труда как чисто юридическое обязательство, то сегодня они вынуждены признавать, что от их политики безопасности в существенной степени зависит успех организации, а сама эта политика все более и более становится барометром прочности достигнутого успеха.

Эволюция взглядов на проблемы охраны труда во многом связана с развитием теории управления качеством, в котором можно выделить следующие этапы: 50-е годы прошлого столетия – управление качеством ограничено контролем над конечным продуктом, 70-е годы – акцент частично переместился на достижение цели общей гарантии качества во время процесса производства; 80-е годы – внимание стало уделяться качеству общей системы управления, была создана общая теория управления качеством [1-3].

Подобно эволюции взглядов на управление качеством в охране труда внимание переместилось от анализа задним числом несчастного случая с акцентом на предотвращение повреждений к более глобальному подходу. Безопасность рассматриваем в контексте «общего контроля потерь» – политики, нацеленной на

регулирование процессов, которые могли бы привести к потерям.

В соответствии с новыми концепциями, для того чтобы меры по повышению безопасности труда приносили результат, усилия по созданию системы охраны труда должны быть направлены в первую очередь и главным образом на создание культуры безопасности труда.

Культура безопасности является позитивной, когда работники понимают, что безопасность является одной из ключевых ценностей организации, и воспринимают этот элемент как один из ее первейших приоритетов. Такого взгляда на вещи, согласно современным теориям охраны труда, можно добиться только тогда, когда: работники доверяют своему руководству; декларируемая политика охраны труда воплощается в жизнь на ежедневной основе; решения руководства о затратах на охрану труда демонстрируют заботу о людях (наравне с заботой о повышении доходов); меры и вознаграждения, предлагаемые руководством, заставляют менеджеров среднего звена и службы охраны труда действовать с удовлетворительной результативностью; работники играют заметную роль в решении проблем и принятии решений; между рабочими и руководством отношения строятся на высоком доверии; существуют прозрачные каналы коммуникации на всех уровнях управления; деятельность работников получает позитивную оценку со стороны руководства. В условиях позитивной культуры охраны труда безопасность рассматривается как обязательная часть процесса управления. Чтобы создать в организации позитивную культуру безопасности, помимо воспитания у работников соответствующих взглядов на охрану труда, по мнению западных специалистов, необходимо: внедрить систему регулярного, ежедневного контроля за состоянием охраны труда; создать строгую систему подчиненности лиц, занятых в сфере охраны труда; обязать менеджеров высшего звена на практике демонстрировать, что безопасность является одной из важных задач из организации; привлекать к участию в активной деятельности, связанной с обеспечением безопасности труда, работников, которые проявляют в этом заинтересованность; обеспечить возможность выбора и необходимую гибкость системы охраны труда на всех уровнях. Как нетрудно заметить, все перечисленные меры являются мерами организационного характера. При всей их важности, следует, однако, признать, что они – лишь часть системы организации производства и труда, оказывающей влияние на безопасность труда на

предприятиях. Это тем более справедливо по отношению к практике, для которой нельзя признать характерной сложившуюся к настоящему времени в промышленно-развитых странах концепцию безопасности труда. Со всей очевидностью, техническое и технологическое обеспечение производства, проблемы кооперации и разделения труда, организации обслуживания рабочих мест, внедрения передовых приемов и методов труда и подобные традиционные вопросы организации производственных процессов по-прежнему требуют к себе самого пристального внимания и не только с позиций эффективности производства, но и с точки зрения снижения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Соответственно, следует признать ту важную роль, которую призван играть систематический и целенаправленный анализ организационного уровня производства в деле повышения безопасности труда.

Основным принципом анализа организационного уровня производства является соблюдение требования максимального соответствия форм и методов организации сложившимся на исследуемом предприятии условиям производства. Это означает, что анализ должен исходить из того, что высокий уровень организации производства, труда и управления, обеспечивающий необходимую степень безопасности труда, возможен не только там, где внедрены самые современные техника и технология. Задача совершенствования организационного уровня состоит не только в том, чтобы совершенствовать технику и технологию, но, прежде всего, в том, чтобы искать и находить наиболее эффективные и безопасные формы и методы соединения рабочей силы и средств производства в едином производственном процессе.

Для того чтобы результаты исследования организационного уровня нашли практическое применение и реально способствовали повышению безопасности труда на производстве, такое исследование должно, в первую очередь, отвечать требованиям объективности и конкретности анализа, системности рассмотрения изучаемого объекта.

Обобщение опыта анализа организационного уровня производства показывает, что указанные требования соблюдаются на практике далеко не всегда [2-4].

Нередки случаи, когда в анализе применяются методы исследования, не адекватные его целям и характеру, игнорируются взаимосвязи и обусловленности факторов производственной деятельности объектов, используются недостаточно достоверные исходные данные. Следствием этого является разработка практических рекомендаций, не соответствующих требуемому уровню безопасности труда либо отвечающих ему не в полной мере.

Говоря об анализе организационного уровня производства применительно к проблемам охраны труда, следует отметить, что в большинстве случаев недостаточно высокая его эффективность объясняется теми трудностями, с которыми сталкивается его проведение на практике. Среди них, в первую очередь,

следует указать на чрезвычайную сложность структуры взаимосвязей организационных факторов между собой и с параметрами безопасности труда, отсутствием в реальных производственных условиях возможности прибегнуть к активному эксперименту как к средству изучения таких взаимосвязей, сложностью формализации уже имеющихся профессиональных сведений. Помимо того, задача осложняется существенной ролью в деле безопасности труда человеческого фактора, с трудом поддающегося измерению и количественному исследованию.

Необходимо особо подчеркнуть, что вопросы исследования организационного уровня производства и его влияния на безопасность труда являются теми вопросами анализа, в которых упрощение, огрубление аппарата исследования, как правило, недопустимо. Всякое умышленное или вынужденное упрощение методов и приемов анализа может свести на нет все усилия правильно оценить ту или иную сложившуюся производственную ситуацию и внести в нее необходимые коррективы. Справедливость сказанного вытекает из самой сущности организационных факторов безопасности труда, которые, в большинстве своем, являются скрытыми, слабо проявляющими себя на поверхности явлений факторами, природа которых, к тому же, нередко носит весьма противоречивый характер.

Преодолению значительной части возникающих на практике трудностей анализа организационного уровня производства могло бы способствовать широкое использование современных математических методов, математического моделирования производственных процессов и компьютерной техники. В данном случае они бы могли стать действенным инструментом углубленного описания реальных ситуаций, возникающих в работе каждого конкретного предприятия, их всестороннего исследования и практического внедрения наилучших организационных решений.

В настоящее время уже общепринятым является мнение, что использование математических методов и связанное с этим применение компьютерных программ является не самоцелью, а вызвано необходимостью большей обоснованности и оперативности принятия решений. Однако, в области охраны труда и анализа соответствующих организационных решений внедрение этих достижений научно-технического прогресса, несмотря на их насущную необходимость, протекает крайне медленно и с большими усилиями.

Вместе с тем, управленческий учет, который существует практически на всех предприятиях, большие базы данных, в том числе, о производственном травматизме и профессиональной заболеваемости, могут в значительной мере облегчить исследование закономерностей, существующих в области охраны труда.

Практика показывает, что качественный, описательный анализ организационного уровня производства, как правило, не встречает серьезных трудностей. Именно его относительной простотой, хотя такой анализ и не обеспечивает необходимого

качества результатов, объясняется тот факт, что в исследованиях организационных причин травматизма и профессиональной заболеваемости качественные методы существенно преобладают над количественными.

Далее была разработана методическая основа, которая позволяет ограничить допустимыми пределами область субъективных суждений в анализе организационного уровня предприятий и его влияния на профессиональные риски.

Особое место среди проблем анализа организационного уровня занимает проблема его количественной оценки. Именно количественная оценка состояния организации производства и охраны труда на предприятиях создает основу для решения всех других задач анализа, таких как классификация предприятий и выявление наиболее опасных объектов, исследование влияния организационных параметров на профессиональные риски и многих других.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1980. 610 с.
2. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. М.: Финансы и статистика, 1989.
3. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. М.: Мысль, 1989. 188 с.
4. Бабокин И.А. Система безопасности труда на горных предприятиях. М.: Недра, 1984. 320 с.

УДК 656.4

С.С. ЖЕТЕСОВ,
К.М. ДОЛГАНЬ

Научный анализ состояния и перспектив развития монорельсовых транспортных систем

Монорельсовые дороги были предложены почти 180 лет назад. Первая русская монорельсовая дорога с конной тягой была сооружена у села Мячково в 1820 г., в основном, для перевозки леса. Действующую электрическую модель подобной дороги построил в Петербурге инженер И.В. Романов в 1897 г.

Современная монорельсовая дорога – это железобетонная или металлическая балка (рельс), поднятая на эстакаду, и подвижной состав (вагоны) на тележках с пневматическими шинами. Различают навесные дороги, где вагоны имеют нижнюю точку опоры и как бы сидят верхом на несущей балке, и подвесные системы, где вагоны подвешиваются к тележкам, опирающимся на балку. Каждый из названных типов дорог имеет свои преимущества и недостатки. Навесная дорога требует более сложной системы ходовых частей для обеспечения устойчивости вагонов. Кроме того, в неблагоприятных метеословиях монорельс (балка) покрывается льдом или снегом и практически выводит систему из строя или требует трудоемкой работы по ее очистке. Наряду с этим данный тип дороги позволяет иметь значительно (на 2-3 м) меньшую высоту опор эстакады и, следовательно, меньшую строительную стоимость. Для подвесных дорог необходимы, наоборот, более высокие опоры, чтобы обеспечить надлежащий подъем пола (дна) кузова вагона над поверхностью земли (4,0-5,0 м), но ходовые части вагонов существенно упрощаются [1].

Действующие ныне монорельсовые дороги имеют в основном электрическую тягу, получая энергию от контактного провода. Они малозумные и не загрязняют воздушного бассейна. Поезд монорельсовой дороги, как и поезд метрополитена, может состоять из одного или нескольких вагонов [2]. Максимальная скорость движения на действующих дорогах составляет 70-125 км/ч, провозная способность – до 40 тыс. пасс/ч. Стоимость сооружения монорельсовых дорог примерно в 2 раза ниже стоимости подземного метрополитена. При наличии свободных пространств для установки эстакады они признаются эффективными в качестве средств городского и пригородного транспорта, а также в сильно пересеченной и горной местности.

Несмотря на кажущуюся внешнюю простоту, монорельсовый путь сложен в устройстве и трудоемок в постройке. Несущая балка (собственно монорельс) на навесных дорогах изготавливается из монолитного или сборного железобетона, а на всех подвесных – из

высокопрочной стали. Этот элемент конструкции должен выдерживать очень большие нагрузки во время разгона и торможения поездов, а также при прохождении поездами криволинейных участков пути. Таковые, в частности, для компенсации центробежных сил, изогнуты в двух плоскостях, что приводит к удорожанию всей постройки. Кроме того, монорельсовые дороги сложны в обслуживании пути и подвижного состава, а также требуют подъема пассажиров на эстакаду и спуска с нее.

Преимущества. Основное преимущество монорельсовой дороги заключается в том, что она, как и метрополитен, не занимает место на перегруженных магистралях города, но, в отличие от метро, гораздо дешевле в строительстве.

Монорельсовый состав может преодолевать более крутые вертикальные уклоны по сравнению с любым двурельсовым транспортом. Скорость, развиваемая монорельсом, в теории может значительно превышать скорость традиционных рельсовых составов, так как отсутствует опасность схода состава с рельс. Кроме того, вероятность столкновения с другими объектами дорожного движения ничтожно мала. Монорельсовая дорога является экологически чистым видом транспорта.

Недостатки. На практике монорельсовый транспорт часто движется с низкой скоростью, а монорельсовые дороги не могут справиться с большими пассажиропотоками. В холодных странах в зимнее время система часто выводится из строя в связи с обледенением балки (рельса). Монорельсовые дороги почти нигде не стандартизированы. Исключением является Япония.

Монорельсовая стрелка – сложное громоздкое сооружение, время перевода монорельсовой стрелки – 30 с, в отличие от обычных стрелок, которые переводятся за доли секунды.

Существует потенциальная опасность падения состава с большой высоты (по сравнению с трамваем), особенно у подвесных поездов. На некоторых линиях, в случае остановки вагона из-за аварии или технических проблем, пассажиры не могут покинуть вагоны. Рельс принимает на себя мощные крутильные напряжения. На подвесном – не только рельс, но и конструкция вагона. На подвесном монорельсе возникает качка. Содержание монорельсовой линии гораздо дороже, чем линии любого другого общественного транспорта.

Указанные недостатки привели к тому, что в мире на данный момент построено только несколько

десятков отдельных линий монорельсовых дорог протяженностью от сотен метров до нескольких километров, главным образом, в качестве аттракционов в парках, на выставках и т.п. В качестве городского общественного транспорта по всему миру используется лишь 17 монорельсовых дорог, общей

протяженностью 163,5 км (из них 102 км – японские монорельсы) [3].

Вместе с тем монорельсовые дороги могут иметь свою экономически целесообразную сферу применения как полноценный вид городского и междугородного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.rosmetrostroy.ru/monorail.htm>
2. <http://www.monorails.org/>
3. <http://www.monorail.ru/>

УДК 331.4(574)

С.А. ШАРИПОВА

Оценка и анализ организационного уровня производства как фактора профессиональных рисков

Понятие безопасности труда за последние десятилетия претерпело существенные изменения, организационные факторы в политике безопасности труда становятся все более и более важными. Специалисты в этой области все дальше отходят от концепции решающей роли машин и механизмов в производственном травматизме и делают все более четкий акцент на менее осязаемых и измеримых факторах, таких как организаторская культура, изменение поведения работников в процессе труда, повышения их ответственности и т.д.

Экономический кризис продолжает оказывать значительное влияние на психологию управленцев и принимаемые ими решения. Если ранее в качестве основных факторов экономического развития признавались расширение рынка, увеличение экспорта и повышение производительности труда, то теперь акцент постепенно переместился в сторону сокращения потерь и повышения качества продукции. В связи с этим больше внимания стало уделяться вопросам приверженности служащих своей организации и их творческих способностей, всевозможным мерам по сокращению убытков. Соответственно в этом контексте было обращено внимание на существенные выгоды, которые обеспечивает сокращение невыходов на работу из-за болезни и грамотно организованная мотивация работников. Если прежде большинство руководителей организаций рассматривало обеспечение безопасности труда как чисто юридическое обязательство, то сегодня они вынуждены признавать, что от их политики безопасности в существенной степени зависит успех организации, а сама эта политика все более и более становится барометром прочности достигнутого успеха.

Эволюция взглядов на проблемы охраны труда во многом связана с развитием теории управления качеством, в котором можно выделить следующие этапы: 50-е годы прошлого столетия – управление качеством ограничено контролем над конечным продуктом, 70-е годы – акцент частично переместился

на достижение цели общей гарантии качества во время процесса производства; 80-е годы – внимание стало уделяться качеству общей системы управления, была создана общая теория управления качеством [1-3].

Подобно эволюции взглядов на управление качеством в охране труда внимание переместилось от анализа задним числом несчастного случая с акцентом на предотвращение повреждений к более глобальному подходу. Безопасность рассматриваем в контексте «общего контроля потерь» – политики, нацеленной на регулирование процессов, которые могли бы привести к потерям.

В соответствии с новыми концепциями, для того чтобы меры по повышению безопасности труда приносили результат, усилия по созданию системы охраны труда должны быть направлены в первую очередь и главным образом на создание культуры безопасности труда.

Культура безопасности является позитивной, когда работники понимают, что безопасность является одной из ключевых ценностей организации, и воспринимают этот элемент как один из ее первейших приоритетов. Такого взгляда на вещи, согласно современным теориям охраны труда, можно добиться только тогда, когда: работники доверяют своему руководству; декларируемая политика охраны труда воплощается в жизнь на ежедневной основе; решения руководства о затратах на охрану труда демонстрируют заботу о людях (наравне с заботой о повышении доходов); меры и вознаграждения, предлагаемые руководством, заставляют менеджеров среднего звена и службы охраны труда действовать с удовлетворительной результативностью; работники играют заметную роль в решении проблем и принятии решений; между рабочими и руководством отношения строятся на высоком доверии; существуют прозрачные каналы коммуникации на всех уровнях управления; деятельность работников получает позитивную оценку со стороны руководства. В условиях позитивной культуры охраны труда

безопасность рассматривается как обязательная часть процесса управления. Чтобы создать в организации позитивную культуру безопасности, помимо воспитания у работников соответствующих взглядов на охрану труда, по мнению западных специалистов, необходимо: внедрить систему регулярного, ежедневного контроля за состоянием охраны труда; создать строгую систему подчиненности лиц, занятых в сфере охраны труда; обязать менеджеров высшего звена на практике демонстрировать, что безопасность является одной из важных задач из организации; привлекать к участию в активной деятельности, связанной с обеспечением безопасности труда, работников, которые проявляют в этом заинтересованность; обеспечить возможность выбора и необходимую гибкость системы охраны труда на всех уровнях. Как нетрудно заметить, все перечисленные меры являются мерами организационного характера. При всей их важности, следует, однако, признать, что они – лишь часть системы организации производства и труда, оказывающей влияние на безопасность труда на предприятиях. Это тем более справедливо по отношению к практике, для которой нельзя признать характерной сложившуюся к настоящему времени в промышленно-развитых странах концепцию безопасности труда. Со всей очевидностью, техническое и технологическое обеспечение производства, проблемы кооперации и разделения труда, организации обслуживания рабочих мест, внедрения передовых приемов и методов труда и подобные традиционные вопросы организации производственных процессов по-прежнему требуют к себе самого пристального внимания и не только с позиций эффективности производства, но и с точки зрения снижения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Соответственно, следует признать ту важную роль, которую призван играть систематический и целенаправленный анализ организационного уровня производства в деле повышения безопасности труда.

Основным принципом анализа организационного уровня производства является соблюдение требования максимального соответствия форм и методов организации сложившимся на исследуемом предприятии условиям производства. Это означает, что анализ должен исходить из того, что высокий уровень организации производства, труда и управления, обеспечивающий необходимую степень безопасности труда, возможен не только там, где внедрены самые современные техника и технология. Задача совершенствования организационного уровня состоит не только в том, чтобы совершенствовать технику и технологию, но, прежде всего, в том, чтобы искать и находить наиболее эффективные и безопасные формы и методы соединения рабочей силы и средств производства в едином производственном процессе.

Для того чтобы результаты исследования организационного уровня нашли практическое применение и реально способствовали повышению безопасности труда на производстве, такое исследование должно, в первую очередь, отвечать требованиям объективности и конкретности анализа, системности рассмотрения изучаемого объекта.

Обобщение опыта анализа организационного уровня производства показывает, что указанные требования соблюдаются на практике далеко не всегда [2-4].

Нередки случаи, когда в анализе применяются методы исследования, не адекватные его целям и характеру, игнорируются взаимосвязи и обусловленности факторов производственной деятельности объектов, используются недостаточно достоверные исходные данные. Следствием этого является разработка практических рекомендаций, не соответствующих требуемому уровню безопасности труда либо отвечающих ему не в полной мере.

Говоря об анализе организационного уровня производства применительно к проблемам охраны труда, следует отметить, что в большинстве случаев недостаточно высокая его эффективность объясняется теми трудностями, с которыми сталкивается его проведение на практике. Среди них, в первую очередь, следует указать на чрезвычайную сложность структуры взаимосвязей организационных факторов между собой и с параметрами безопасности труда, отсутствием в реальных производственных условиях возможности прибегнуть к активному эксперименту как к средству изучения таких взаимосвязей, сложностью формализации уже имеющихся профессиональных сведений. Помимо того, задача осложняется существенной ролью в деле безопасности труда человеческого фактора, с трудом поддающегося измерению и количественному исследованию.

Необходимо особо подчеркнуть, что вопросы исследования организационного уровня производства и его влияния на безопасность труда являются теми вопросами анализа, в которых упрощение, огрубление аппарата исследования, как правило, недопустимо. Всякое умышленное или вынужденное упрощение методов и приемов анализа может свести на нет все усилия правильно оценить ту или иную сложившуюся производственную ситуацию и внести в нее необходимые коррективы. Справедливость сказанного вытекает из самой сущности организационных факторов безопасности труда, которые, в большинстве своем, являются скрытыми, слабо проявляющими себя на поверхности явлений факторами, природа которых, к тому же, нередко носит весьма противоречивый характер.

Преодолению значительной части возникающих на практике трудностей анализа организационного уровня производства могло бы способствовать широкое использование современных математических методов, математического моделирования производственных процессов и компьютерной

техники. В данном случае они бы могли стать действенным инструментом углубленного описания реальных ситуаций, возникающих в работе каждого конкретного предприятия, их всестороннего исследования и практического внедрения наилучших организационных решений.

В настоящее время уже общепринятым является мнение, что использование математических методов и связанное с этим применение компьютерных программ является не самоцелью, а вызвано необходимостью большей обоснованности и оперативности принятия решений. Однако, в области охраны труда и анализа соответствующих организационных решений внедрение этих достижений научно-технического прогресса, несмотря на их насущную необходимость, протекает крайне медленно и с большими усилиями.

Вместе с тем, управленческий учет, который существует практически на всех предприятиях, большие базы данных, в том числе, о производственном травматизме и профессиональной заболеваемости, могут в значительной мере облегчить исследование закономерностей, существующих в области охраны труда.

Практика показывает, что качественный, описательный анализ организационного уровня производства, как правило, не встречает серьезных трудностей. Именно его относительной простотой, хотя такой анализ и не обеспечивает необходимого качества результатов, объясняется тот факт, что в исследованиях организационных причин травматизма и профессиональной заболеваемости качественные методы существенно преобладают над количественными.

Далее была разработана методическая основа, которая позволяет ограничить допустимыми пределами область субъективных суждений в анализе организационного уровня предприятий и его влияния на профессиональные риски.

Особое место среди проблем анализа организационного уровня занимает проблема его количественной оценки. Именно количественная оценка состояния организации производства и охраны труда на предприятиях создает основу для решения всех других задач анализа, таких как классификация предприятий и выявление наиболее опасных объектов, исследование влияния организационных параметров на профессиональные риски и многих других.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1980. 610 с.
2. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. М.: Финансы и статистика, 1989.
3. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. М.: Мысль, 1989. 188 с.
4. Бабокин И.А. Система безопасности труда на горных предприятиях. М.: Недра, 1984. 320 с.

РЕЗЮМЕ

УДК 378.1. А.М. ГАЗАЛИЕВ, Г.С. ЖЕТЕСОВА.
Тенденции развития мировой образовательной системы.

Высшее образование имеет определяющее значение для успешного развития любой страны. Революционные изменения технологий, опирающиеся на высокий уровень интеллектуальных ресурсов, и связанная с этим конкуренция ведущих стран мира за такие ресурсы становятся важнейшими факторами, определяющими не только экономику, но и общественное, и политическое развитие XXI века.

УДК 330.341. А.М. ГАЗАЛИЕВ, Ю.Н. ПАК.
Модернизация высшего образования и Болонский процесс.

Рассмотрены проблемные вопросы высшего образования, связанные с формированием общеевропейского образовательного пространства в рамках Болонского процесса, особенность и двухступенчатой структуры подготовки кадров и пути модернизации отечественного образования в русле Болонских реформ.

УДК 004.421.2:519.8:378.091.214. А.А. АБДУЛЛИНА.
Критерии оценки расписания занятий высшего учебного заведения и автоматизация его оптимизации.

Рассмотрены два критерия оптимизации, связанных с оптимизацией расписаний аудиторий и преподавателей. Приведен расчет интегральной оценки расписания. Описана работа программы оптимизации расписания.

УДК 004.4:378.4(574.42). А.С. ТЛЕБАЛДИНОВА, Б.С. КАЛЕНОВА, Ж.З. ЖАНТАСОВА.
О некоторых вопросах автоматизации кадровой службы вуза.

Рассмотрены вопросы автоматизации управленческой деятельности высшего учебного заведения, в частности управления кадровой политикой. Для формализации данного процесса в виде моделей был применен и описан объектно-ориентированный подход, точнее, методология UML. Также проанализированы все методы языка на функциональную пригодность и приведены несколько примеров из фрагментов функциональной модели подсистемы.

УДК 669.1. Т. А. ЖАКАТАЕВ.
Моделирование и расчет выдуваемой полости жидкого металла в плавильной ванне.

На основе универсальных и интегральных формул для поля динамического напора рассчитана фигура вытесненного объема (полости) при распространении турбулентной струи в жидком металле. Разработан алгоритм и составлены вычислительные компьютерные программы для применения интерполяционных формул Лагранжа при расчете переходного сечения сверхзвуковых турбулентных струй. Для обеспечения необходимой напорной (выталкивающей) силы достижение сверхзвуковой скорости в струе не является необходимым и обязательным условием.

ӘОЖ 378.1. А.М. ҒАЗАЛИЕВ, Г.С. ЖЕТЕСОВА.
Әлемдік білім беру жүйесі дамуының тенденциялары.

Жоғары білімнің әр елдің табысты дамуы үшін анықтаушы мағынасы бар. Интеллектуалдық ресурстардың жоғары деңгейіне сүйенетін технологиялардың революциялық өзгерістері және осымен байланысты әлемнің жетекші елдерінің осындай ресурстар үшін бәсекесі экономиканы ғана емес, сонымен бірге ХХІ ғасырдың қоғамдық және саяси дамуын анықтайтын маңызды факторлар болып табылады.

ӘОЖ 330.341. А.М. ҒАЗАЛИЕВ, Ю.Н. ПАК.
Жоғары білімді жаңарту және Болон процесі.

Жоғары білімнің Болон процесі шеңберінде жалпы еуропалық білім беру кеңістігін құрумен байланысты проблемалық мәселелері, кадрларды даярлаудың екі сатылы құрылымының ерекшеліктері және отандық білім беруді Болон реформалары арнасында жаңарту жолдары қарастырылған.

ӘОЖ 004.421.2:519.8:378.091.214. А.А. АБДУЛЛИНА.
Жоғары оқу орнының сабақтар кестесін бағалау критерийлері және оны оңтайландыруды автоматтандыру.

Оңтайландырудың аудиториялар мен оқытушылар кестелерін оңтайландырумен байланысты екі критерий қарастырылған. Кестені интегралдық бағалауды есептеу келтірілген. Кестені оңтайландыру программасының жұмысы сипатталған.

ӘОЖ 004.4:378.4(574.42). А.С. ТЛЕБАЛДИНОВА, Б.С. КАЛЕНОВА, Ж.З. ЖАНТАСОВА.
ЖОО кадрлар қызметін автоматтандырудың кейбір мәселелері туралы.

Жоғары оқу орнының басқарушылық қызметін, атап айтқанда кадр саясатын басқаруды автоматтандыру мәселелері қарастырылған. Берілген процесі модельдер түрінде қалыптандыру үшін объектілік-бағдарланған амал, дәлірек айтсақ, UML әдіснамасы қолданылған және сипатталған. Сондай-ақ тілдің барлық әдістері функционалдық жарамдылыққа талданған және бағыныңқы жүйенің функционалдық моделінің фрагменттерінен бірнеше мысалдар келтірілген.

ӘОЖ 669.1. Т. А. ЖАКАТАЕВ.
Балқыту ваннасындағы сұйық металдың үрленетін қуысын модельдеу және есептеу.

Динамикалық арын өрісіне арналған универсалдық және интегралдық формулалар негізінде сұйық металда турбулентті ағыстаралғанда ығыстырылған көлемнің (қуыстың) фигурасы есептелген. Дыбыстан жоғары турбулентті ағыстардың ауыспалы қимасын есептеу кезінде Лагранждың интерполяциялық формулаларын қолдану үшін алгоритм әзірленген және есептеуші компьютерлік программалар әзірленген. Қажетті арынды (итеруші) күшті қамтамасыз ету үшін ағыста дыбыстан жоғары жылдамдыққа қол жеткізу қажетті және міндетті шарт болып табылмайды.

UDC 378.1. A.M. GAZALIYEV, G.S. ZHETESOVA.
Tendencies of World Educational System Development.

Higher education is of defining importance for the successful development of any country. Revolutionary changes in technologies based on the high level of intellectual resources and connected competitiveness of the world leading countries for such resources become important factors defining not only economics, but also social and political development of the XXI century.

UDC 330.341. A.M. GAZALIYEV, Yu.N. PAK.
Higher Education Modernization and Bologna Process.

There are considered the questions of higher education connected with forming all-European educational space in the frames of the Bologna process, peculiarities of two-stage structure of personnel training and ways of modernizing home education in the frames of the Bologna reforms.

UDC 004.421.2:519.8:378.091.214. A.A. ABDULDINA.
Criteria of Estimating Lessons Time-Table of Higher School and its Optimization Automation.

There are considered two criteria of optimization connected with optimizing classrooms and teachers time-table. There is presented the calculation of the time-table integral estimation. There is described the work of the time-table optimization program.

UDC 004.4:378.4 (574.42). A.S. TLEBALDINOVA, B.S. KALENOVA, Zh.Z. ZHANTASOVA.
About Some Questions of Higher School Personnel Service Automation.

There are considered the questions of the higher school administrative activity automation, particularly, personnel policy management. For formalizing the given process in the form of models there was used and described the object-oriented approach, i.e. UML methodology. There are also analyzed all the methods of the language for the functional fitness and there are presented several examples from the fragments of the subsystem functional model.

UDC 669.1. T.A. ZHAKATAYEV.
Modeling and Calculating of Blown out Space of Molten Metal Pool.

On the basis of universal and integral formulae for the dynamic head field there is calculated the figure of the blown out space when distributing the turbulent jet in the liquid metal. There is developed an algorithm and formed calculating computer programs for using Lagrange interpolated formulae in calculating the transit section of super-sound turbulent jets. To achieve the necessary head force the achieving of super-sound speed in the jet is not a necessary and obligatory condition.

УДК 543.422.8. С.А. ЕФИМЕНКО, В.С. ПОРТНОВ, А.К. ТУРСУНБАЕВА. **Рентгенометрический анализ медных руд с фильтрами Росса.**

Теоретически обоснована методика подбора фильтров Росса для рентгенометрического анализа медно-цинковых руд Жезказганского месторождения, при этом погрешность измерения потока гамма-излучения аналитической линии меди снизилась в 8 раз по сравнению со стандартной методикой.

УДК 621.01.531.4. Ж.Б. БАКИРОВ, Г.Д. ТАЖЕНОВА. **Расчет нелинейных виброизоляторов вязкого трения при гармоническом воздействии.**

Проведен расчет виброизоляторов вязкого трения с различными нелинейными упругими характеристиками при гармоническом воздействии. Оценена эффективность виброзащиты.

УДК 621.879.064. А.С. КАДЫРОВ, Р.Р. ХАЙБУЛЛИН. **Анализ теоретической модели резания грунта при фрезеровании.**

Проведен анализ силового воздействия на грунт единичным резцом рабочего органа землеройных машин вращательного действия. Определены физико-механические факторы, влияющие на процесс резания грунта и основная составляющая силы резания при фрезеровании грунта. Результаты исследований могут быть использованы при установлении общего нагружения фрезерных траншеекопателей для разработки инженерной методики расчета.

УДК 661.664.2. А.К. ТУРСУНБАЕВА. **Фазовый и химический состав сырья для получения реагента цианирования золота.**

Впервые рассмотрена возможность получения реагента цианирования гидрометаллургии золота из твердой фазы котельного «молока» (КМ). Определены условия стабилизации водной суспензии коллоидно-химических смесей котельного «молока» с использованием сернокислотной вытяжки феррофосфора. Показан фазовый и химический состав твердой фазы КМ.

УДК 621.771.23.016.3. В.И. ИЛЬКУН, А.С. МИХЕЕВ, А.В. ЗОРИН. **Исследование горизонтальных смещений подушек рабочих валков ДПДС-1400.**

Приведены итоги экспериментального исследования горизонтальных смещений подушек рабочих валков клетей двухклетевого прокатно-дрессировочного стана 1400, в результате которого установлено наличие правки полосы в межклетевом промежутке.

УДК 622.281(574.32). В.Ф. ДЕМИН, С.К. ТУТАНОВ, В.С. ПОРТНОВ, В.В. ЖУРОВ, Т.В. ДЕМИНА. **Проявления горного давления вокруг выработки с анкерной крепью.**

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля вмещающих породных массивов в зависимости от горно-геологических факторов позволяют в конкретных условиях эксплуатации устанавливать рациональные параметры крепления боковых пород для повышения устойчивости подготовительных горных выработок.

УДК 655.411:378.14. Б.М. КЕНЖИН. **Качественный анализ результатов исследования исполнительного органа**

ЭОЖ 543.422.8. С.А. ЕФИМЕНКО, В.С. ПОРТНОВ, Э.К. ТУРСЫНБАЕВА. **Мыс рудаларын Росс сүзгілерімен рентгенметрлік талдау.**

Жезқазған кен орнының мыс-мырыш рудаларын рентгенметрлік талдау үшін Росс сүзгілерін іріктеу әдістемесі теория түрінде негізделген, сонымен бірге мыстың аналитикалық желісінің гамма-сәуле шығару ағынын өлшеу қателігі стандарттық әдістемемен салыстырғанда 8 есе төмендеді.

ЭОЖ 621.01.531.4. Ж.Б. БАКИРОВ, Г.Д. ТАЖЕНОВА. **Гармониялық әсер ету кезінде тұтқыр үйкелістің сызықтық емесдіріл оқшаулағыштарын есептеу.**

Гармониялық әсер ету кезінде әр түрлі сызықтық емес серпімді сипаттамалары бар тұтқыр үйкелістің діріл оқшаулағыштарын есептеу жүргізілген. Дірілден қорғау тиімділігі бағаланған.

ЭОЖ 621.879.064. А.С. КАДЫРОВ, Р.Р. ХАЙБУЛЛИН. **Жонғылау кезінде грунтты кесудің теориялық моделін талдау.**

Айналымды әрекетті жер қазатын машиналардың жұмыс органының дара кескішімен грунтқа күштік әсер етуді талдау жүргізілген. Грунтты кесу процесіне әсер ететін физика-механикалық факторлар және грунтты жонғылау кезінде кесу күшінің негізгі құраушысы анықталған. Зерттеулер нәтижелері есептеудің инженерлік әдістемесін әзірлеу үшін жонғыш ор қазғыштардың жалпы жүктелуін анықтау кезінде пайдаланылуы мүмкін.

ЭОЖ 661.664.2. Э.К. ТУРСЫНБАЕВА. **Алтынды циандау реагентін алуға арналған шикізаттың фазалық және химиялық құрамы.**

Алғаш рет котельді «сүттің» (КС) қатты фазасынан алтын гидрометаллургиясын циандау реагентін алу мүмкіндігі қарастырылған. Феррофосфордың күкіртті-қышқылдық суырындысын пайдалану арқылы котельді «сүттің» коллоидты-химиялық қоспаларының сулы суспензиясын тұрақтандыру шарттары анықталған. КС қатты фазасының фазалық және химиялық құрамы көрсетілген.

ЭОЖ 621.771.23.016.3. В.И. ИЛЬКУН, А.С. МИХЕЕВ, А.В. ЗОРИН. **ДПДС-1400 жұмыс білікшелері жастықтарының көлденеңінен ығысуын зерттеу.**

1400 екі клетьті илемдік-жаттықтыру орнағы клеттерінің жұмыс білікшелері жастықтарының көлденеңінен ығысуын эксперименттік зерттеу қорытындылары келтірілген, оның нәтижесінде клет арасындағы аралықтағы жолақты түзету режимінің бар болуы анықталған.

ЭОЖ 622.281(574.32). В.Ф. ДЕМИН, С.К. ТУТАНОВ, В.С. ЖУРОВ, Т.В. ДЕМИНА. **Анкерлі бекітпесі бар қазбаның айналасындағы тау қысымының айқындалуы.**

Кен-геологиялық факторларға байланысты сыйдырушы жыныс массивтері көмірінің кернеулі-деформацияланған күйін өзгертудің айқындалған заңдылықтары нақты пайдалану жағдайларында даярлау кен қазбаларының орнықтылығын арттыру үшін бүйірлік жыныстарды бекітудің рационалды параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

ЭОЖ 655.411:378.14. Б.М. КЕНЖИН. **Гидравликалық дірілді-сейсмикалық модульдің атқару органын зерттеу нәтижелерін**

UDC 543.422.8. S.A. YEFIMENKO, V.S. PORTNOV, A.K. TURSUNBAYEVA. **X-Metric Analysis of Copper Ore with Ross Filters.** There is theoretically substantiated a method of Ross filters selection for X-metric analysis of copper-zinc ore of the Zhezkazgan deposit, the error of measuring the gamma-radiation of the copper analytical line decreasing 8 times as compared to the standard methods.

UDC 621.01.531.4. Zh.B. BAKIROV, G.D. TAZHENOVA. **Calculating Non-Linear Vibration Insulators of Viscous Friction under Harmonic Action.**

There is presented the calculation of viscous friction vibration insulators with different non-linear elastic characteristics under harmonic action. There is estimated the vibration-protection efficiency.

UDC 621.879.064. A.S. KADYROV, R.R. KHAIBULLIN. **A Analysis of Theoretical Model of Soil Cutting in Milling.**

There is carried out the analysis of the force effect on the soil with a single cutter of the earth moving working element of rotary action. There are determined physical-and-mechanical factors effecting the process of the soil cutting and the main component of the cutting force in the soil milling. The results of the studies can be used in establishing the total loading of the milling trench-diggers for the developing of the calculation engineering methodology.

UDC 661.664.2. A.K. TURSUNBAYEVA. **Phase and Chemical Composition of Raw Material for Gold Cyanidation Reagent Obtaining.**

For the first time there is considered the possibility of obtaining cyanidation reagent of gold hydro-metallurgy from the solid phase of the cotrel "milk" (CM). There are determined the conditions of stabilizing the water suspension of colloid chemical mixtures of the cotrel "milk" using sulphate extract of ferro-phosphor. There is shown the phase and chemical composition of the CM solid phase.

UDC 621.771.23.016.3. V.I. ILKUN, A.S. MIKHEYEV, A.V. ZORIN. **Studying Horizontal Shifts of Working Roll Chucks DPDS-1400.**

There are presented the results of the experimental studies of the working roll chucks horizontal shifts of the two-stand rolling-and-dressing mill stands 1400. There is established the presence of the strip dressing in the inter-stand gap.

UDC 622.281(574.32). V.F. DYOMIN, S.K. TUTANOV, V.S. PORTNOV, V.V. ZHUROV, T.V. DYOMINA. **Mining Pressure Manifestation around Working with Roof Bolting.**

The laws revealed for changing stressed-and-strained state of the enclosing rocks coal depending on the mining-and-geological factors will permit in the concrete operation conditions to establish rational parameters of the side rocks support for increasing the development mining workings stability.

UDC 655.411:378.14. B.M. KENZHIN. **Quality Analysis of Hydraulic Vibration-and-Seismic Module Actuator Studying**

гидравлического сейсмического модуля.

Описаны средства проведения экспериментальных исследований, получены графические зависимости изменения параметров модуля от давления и производительности объемного гидропривода. В процессе обработки результатов осциллографирования получены корреляционные и спектральные функции измеряемых параметров от времени.

УДК 662.611 (0.75.8). С.К. АҚШАНАШЕВ, Л.А. ЗИНОВЬЕВ, Е.С. ТОРОХОВА, Е.А. ЯКОВЛЕВ.

Моделирование процесса воспламенения аэрозвеси угольных частиц.

Предложена модель воспламенения аэрозвеси угольных частиц. Определены нижние концентрационные пределы распространения пламени угольной пыли и пыли спецкокса, а также скорость распространения фронта пламени. Результаты полученных расчетов удовлетворительно совпадают с результатами экспериментов. Представлены условия распространения и нераспространения пламени.

УДК 622.8. М.К. ИМАНГАЗИН. **Прогноз травматизма при добыче руд на шахте «Молодежная» Донского горно-обогатительного комбината.**

Описана математическая модель прогноза травматизма на шахте «Молодежная» Донского ГОКа на основе вероятностного распределения Пуассона. Показана достоверность прогноза по 2008 году на 86%. Вывод состоит в том, что пуассоновское вероятностное распределение позволяет с удовлетворительной сходимостью прогнозировать вероятность травматизма при добыче руд системой подэтажного обрушения.

УДК 622.232.8.72. Т.Е. ЕРМЕКОВ, И.И. ТАЗАБЕКОВ, М.И. АРПАБЕКОВ. **Особенности работа-манипулятора как объекта программного регулирования.**

Рассмотрены особенности работа-манипулятора как объекта программного регулирования.

УДК 622.831.322. С.К. ТУТАНОВ, Т.К. ИСАБЕК, В.Ф. ДЕМИН, В.В. ЖУРОВ, Е.Т. ИСАБЕКОВ. **Исследования геомеханического состояния массива вокруг горных выработок.**

Исследовано напряженно-деформированное состояние массива вокруг подземных горных выработок в условиях разработки выбросоопасных угольных пластов с использованием многофункционального программного комплекса конечно-элементных расчетов ANSYS, позволяющего достаточно точно смоделировать горную выработку, окружающий массив и протекающие геомеханические процессы. На основе подобного моделирования в дальнейшем возможны более глубокие и целенаправленные исследования происходящих в массиве геомеханических процессов.

УДК 69.059.2. А.К. АКИМБЕКОВ, Ж.С. НУГУЖИНОВ, С.К. АБИЛДИН. **К вопросу о конструктивной надежности и живучести зданий и сооружений.**

Рассмотрены проблемы и задачи обеспечения конструктивной надежности возводимых и существующих зданий и сооружений. Затронута проблема надежности и живучести промышленных и гражданских объектов, представлено один из вариантов ее решения.

сапалы талдау.

Эксперименттік зерттеулер жүргізу құралдары сипатталған, модуль параметрлері өзгеруінің көлемді гидрожетектің қысымы мен өнімділігіне графикалық тәуелділіктері алынған. Осциллографтау нәтижелерін өңдеу процесінде уақыттан өлшенетін параметрлердің корреляциялық және спектрлік функциялары алынған.

ӘОЖ 662.611(0.75.8). С.К. АҚШАНАШЕВ, Л.А. ЗИНОВЬЕВ, Е.С. ТОРОХОВА, Е.А. ЯКОВЛЕВ.

Көмір бөлшектері аэрозвезінің тұтану процесін модельдеу.

Көмір бөлшектері аэрозвезінің тұтану моделі ұсынылған. Көмір шаңының және арнайы кокс шаңының жалыны таралуының төмен шоғырлану шектері, сондай-ақ жалын шебінің таралу жылдамдығы анықталған. Алынған есептеулер нәтижелері эксперименттер нәтижелерімен қанағаттанарлықтай сәйкес келеді. Жалынның таралу және таралмау шарттары берілген.

ӘОЖ 622.8. М.К. ИМАНГАЗИН. **Дон кенбайыту комбинатының «Молодежная» шахтасында рудаларды өндіру кезіндегі жарақаттанушылық болжамы.**

Пуассонның ықтимал үлестіруі негізінде Дон КБК «Молодежная» шахтасындағы жарақаттанушылық болжамының математикалық моделі сипатталған. 2008 жыл бойынша болжамның 86%-ға дұрыстығы көрсетілген. Пуассондық ықтимал үлестірудің жарақаттанушылық ықтималдығын рудаларды қабат астында опырылу жүйесімен өндіру кезінде қанағаттанарлық ұқсастықпен болжауға мүмкіндік береді.

ӘОЖ 622.232.8.72. Т.Е. ЕРМЕКОВ, И.И. ТАЗАБЕКОВ, М.И. АРПАБЕКОВ. **Программалық реттеу объектісі ретінде робот-манипулятордың ерекшеліктері.**

Программалық реттеу объектісі ретінде робот-манипулятордың ерекшеліктері қарастырылған.

ӘОЖ 622.831.322. С.К. ТУТАНОВ, Т.К. ИСАБЕК, В.Ф. ДЕМИН, В.В. ЖУРОВ, Е.Т. ИСАБЕКОВ. **Кен қазбалары айналасындағы массивтің геомеханикалық күйін зерттеу.**

Кен қазбасын, қоршаған массивті және жүріп жатқан геомеханикалық процестерді айтарлықтай дәл модельдеуге мүмкіндік беретін, ANSYS шеткі-элементтік есептеулер көп функционалды программалық кешенді пайдалану арқылы лақтырыс қауіпті көмір қаттарын қазу жағдайларында жер асты кен қазбаларының айналасындағы массивтің кернеулі-деформацияланған күйі зерттелген. Мұндай модельдеу негізінде әрі қарай массивте болып жатқан геомеханикалық процестерді аса терең және мақсатқа бағытталған зерттеулер мүмкін болады.

ӘОЖ 69.059.2. Ә.К. ӘКІМБЕКОВ, Ж.С. НҰҒОЖИНОВ, С.К. ӘБІЛДИН. **Үймереттер мен ғимараттардың конструкциялық сенімділігі мен өміршеңдігі туралы мәселеге.**

Тұрғызылатын және бар үймереттер мен ғимараттардың конструкциялық сенімділігін қамтамасыз ету проблемалары мен міндеттері қарастырылған. Өнеркәсіптік және азаматтық объектілердің сенімділігі мен өміршеңдігі проблемасы қозғалған, оны шешу

Results.

There are described the means of carrying out experimental studies, obtained graphical dependences of the module parameters changing and the volume hydro-drive productivity. In the process of the oscillography results treating there are obtained correlation and spectral functions of the parameters measured on time.

UDC 662.611(0.75.8). S.K. AKSHANASHEV, L.A. ZINOVYEV, Ye.S. TOROKHOVA, Ye.A. YAKOVLEV. **Modeling of Coal Particles Aero-Suspension Inflammation Process.**

There is suggested a model of coal particles aero-suspension inflammation. There are determined the lower concentration limits of coal dust and special coke dust distribution, as well as the speed of the flame front distribution. The results of the calculations obtained correspond satisfactorily to the experimental results. There are presented the conditions of the flame distribution and non-distribution.

UDC 622.8. M.K. IMANGAZIN. **Traumatism Forecast in Ore Mining at Mine "Molodyozhnaya" of the Donskoi Mining-and-Concentrating Mill.**

There is described a mathematical model of traumatism forecast at mine "Molodyozhnaya" of the Donskoi MCM based on the Poisson probabilistic distribution. There is shown the 86% forecast truth in 2008. The conclusion is that Poisson probabilistic distribution permits to forecast with satisfactory coincidence the probability of traumatism in ore mining by the system of under-floor breaking.

UDC 622.232.8.72. T.Ye. YERMEKOV, I.I. TAZABEKOV, M.I. ARPABEKOV. **Peculiarities of Manipulating Robot as Object of Program Regulation.**

There are considered peculiarities of manipulating robot as an object of the program regulation.

UDC 622.831.322. S.K. TUTANOV, T.K. ISABEK, V.F. DYOMIN, V.V. ZHUROV, Ye.T. ISABEKOV. **Studying Geo-Mechanical State of Mass around Mining Workings.**

There is studied stressed-and-strained state of the mass around underground mining workings in the conditions of developing outburst-dangerous coal seams using multi-function program complex of the finite-element calculations ANSYS permitting to model rather accurately a mining working, the surrounding mass and the geomechanical processes going on. On the basis of such modeling in the future there are possible deeper and purposeful studies of geomechanical processes taking place in the mass.

UDC 69.059.2. A.K. AKIMBEKOV, Zh.S. NUGUZHINOV, S.K. ABILDIN. **To Question of Constructive Reliability and Durability of Buildings and Structures.**

There are considered the problems and tasks of the erected and existing buildings and structures constructive reliability. There is touched the problem of reliability and durability of industrial and civil objects, presented one of its solving variants.

нұсқаларының бірі берілген.

УДК 004.9:502/504(574.42). А.Т. УАЛХАНОВА, Б.С. КАЛЕНОВА. **О некоторых вопросах переноса вредных примесей в воздушном бассейне промышленного города на примере г. Усть-Каменогорска.**

Рассмотрены вопросы переноса и рассеяния вредных примесей в воздушном бассейне промышленного города. Для математического описания процесса использована модель, предложенная Берляндом. Модель рассматривается с дополнительным условием учета скорости осаждения примесей в зависимости от их физического строения.

УДК 625.143:45. Е.Е. БАУБЕКОВ., М.К. ИБАТОВ. **Зависимость скорости изнашивания рельсов от давления при чистом проскальзывании.**

Рассматриваются вопросы исследования скорости изнашивания рельсов от давления при чистом проскальзывании. Для определения критических давлений в режиме чистого скольжения пары «колесо-рельс» использовался метод лунок для различных номеров рельсовых и колесных сталей с разными способами термообработки на твердость.

УДК 656.22. С.К. МАЛЫБАЕВ, Т.У. САРСЕМБАЕВ, Б.М. ИСИНА, Д.Т. САРСЕМБАЕВА. **Организация электронных платежей на железнодорожном транспорте.**

Платежная система в грузовых перевозках дает возможность повысить оперативность и безопасность расчетов, сосредоточить управление платежами на железнодорожные услуги в едином центре.

УДК 656.2(075.8). Т.К. БАЛГАБЕКОВ. **Методы расчета технического снабжения грузового фронта.**

Рассматриваются вопросы по обработке вагонопотоков на грузовом фронте и приводятся необходимые формулы для решения этой задачи.

УДК 656.2. М.А. КОБДИКОВ, М.Н. АЙКУМБЕКОВ. **Разработка методики определения и учета действительных тормозных характеристик поезда.**

Рассмотрена методика определения действительных тормозных параметров поезда, а также определены параметры движения поезда при любых режимах его движения. Разработанная методика предусматривает последовательность измерительных и вычислительных операций, которая должна осуществляться при выходе поезда с участковой станции.

УДК 624.012. Ж.С. НУГУЖИНОВ. **Метод расчета нормального сечения изгибаемого железобетонного элемента.**

Изложена модель исследования напряженно-деформированного состояния изгибаемого железобетонного элемента, позволяющая определить основные характеристики его напряженно-деформированного состояния в любом поперечном сечении. Представлены физические соотношения, учитывающие неоднородность бетона и устанавливающие связь бетона с арматурой (силы сцепления).

УДК 624.131.37:624.131.43:620.193.9. В.А. АРСЕНИН. **В развитие СНиП по оценке агрессивности грунтовых вод и засоленности грунтов.**

Разработана комплексная методика оценки процессов, протекающих в основании,

ЭОЖ 004.9:502/504(574.42). А.Т. УАЛХАНОВА, Б.С. КАЛЕНОВА. **Өскемен қ. мысалында, өндірістік қаланың ауа бассейнінде зиян қоспа тасымалдау жайында кейбір сұрақтар.**

Мақалада өндірістік қаланың ауасында зиянды қоспалардың тасымалдануы мен таралуы сұрақтары қарастырылған. Бұл үдерісті математикалық сипаттау үшін Берлянд ұсынған модель қолданылады. Модель қоспалардың физикалық құрылысына тәуелді шөгуді жылдамдығын ескеретін қосымша шарттарымен қоса қарастырылады.

ЭОЖ 625.143:45. Е.Е. БАУБЕКОВ, М.К. ИБАТОВ. **Таза сырғанау кезінде рельстердің тозу жылдамдығының қысымға тәуелділігі.**

Таза сырғанау кезіндегі қысымнан рельстердің тозу жылдамдығын зерттеу мәселелері қарастырылады. Таза сырғанау режимінде «доңғалақ-рельс» жұбының сындарлы қысымдарын анықтау үшін қаттылыққа термиялық өңдеудің әртүрлі тәсілдерімен рельстік және доңғалақтық болаттардың әртүрлі нөмірлері үшін шұқыршақтар әдісі пайдаланылды.

ЭОЖ 625.143:45. С.К. МАЛЫБАЕВ, Т.У. САРСЕМБАЕВ, Б.М. ИСИНА, Д.Т. САРСЕМБАЕВА. **Темір жол көлігінде электрондық төлемдерді ұйымдастыру.**

Жүк тасымалдарындағы төлем жүйесі есептеулердің жеделдігі мен қауіпсіздігін арттыру, темір жол қызметтерінің төлемдерін бірыңғай орталықта басқаруды шоғырландыру мүмкіндігін береді.

ЭОЖ 656.2(075.8). Т.К. БАЛГАБЕКОВ. **Жүк шебінің техникалық жабдықталуы бойынша есептеу әдістері.**

Жүк шебіндегі вагон ағындарын өңдеу бойынша мәселелер қарастырылады және осы міндетті шешу үшін қажетті формулалар келтіріледі.

ЭОЖ 656.2. М.А. КОБДИКОВ, М.Н. АЙҚЫМБЕКОВ. **Поездың нақты тежеу сипаттамаларын анықтау және есепке алу әдіс-төмесін әзірлеу.**

Поездың нақты тежеу параметрлерін анықтау әдіс-төмесі қарастырылған, сондай-ақ оның қозғалуының кез келген режимдеріндегі поезд қозғалысының параметрлері анықталған. Әзірленген әдіс-төме поездың учаскелік станциядан шығуы кезінде жүзеге асырылуы тиіс болатын, өлшеу және есептеу операцияларының жүйелілігін ескереді.

ЭОЖ 624.012. Ж.С. НҰҒОЖИНОВ. **Иілетін темір-бетон элементтің қалыпты қимасын есептеу әдісі.**

Кез келген көлденең қимадағы кернеулі-деформацияланған күйінің негізгі сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік беретін, иілетін темір-бетон элементтің кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу моделі баяндалған. Бетонның біртектілігін есепке алатын және бетонның арматурамен байланысын (ілінісу күштері) анықтайтын физикалық ара қатыстар ұсынылған.

ЭОЖ 624.131.37:624.131.43:620.193.9. В.А. АРСЕНИН. **Грунттың сулардың жемірлігін және грунттардың тұздылығын бағалау бойынша ҚН және Е дамыту.**

Тұзды шаң-балшықты сары топырақты шөкпе грунтпен үйілген, жібуге және жемірлі

UDC 004.9:502/504(574.42). A.T. UALKHANOVA, B.C. KALENOVA. **About Some Questions of Transferring Harmful Admixtures in Air Basin of Industrial City on Example of Ust-Kamenogorsk.**

The article is devoted to the problems of transferring and dissipating harmful admixtures into the air of the industrial city. Offered by Berlyand model is used for mathematical description of the process. The model takes into consideration the speed of admixtures precipitation depending on their physical structure.

UDC 625.143:45. Ye.Ye. BAUBEKOV, M.K. IBATOV. **Dependence of Rails Wear on Pressure with Pure Spin.**

There are considered the questions of studying the speed of rails wear on pressure with pure spin. To determine critical pressures in the mode of pure spin of the pairs "wheel-rail" there was used the method of holes for different numbers of rail and wheel steels with different methods of thermal treatment for hardness.

UDC 656.22. S.K. MALYBAYEV, T.U. SARSEMBAYEV, B.M. ISINA, D.T. SARSEMBAYEVA. **Organizing Electronic Payments at Railway Transport.**

The system of payment in the freight transportation gives the possibility to increase the operation ability and safety of calculations, to focus the railway services payments control at a single centre.

UDC 656.2(075.8). T.K. BALGABEKOV. **Methods of Calculating Logistics of Freight Front.**

There are considered the questions of the wagon-flow at the freight front and presented necessary formulae to solve this problem.

UDC 656.2. M.A. KOBDIKOV, M.N. AIKUMBEKOV. **Working out Methodology of Determining and Accounting Train Real Brake Characteristics.**

There is considered a method of determining train real brake parameters, as well as determined the parameters of the train motion in its any mode. The method worked out stipulates the sequence of measuring and calculating operations which must be carried out when the train leaves the leg station.

UDC 624.012. Zh.S. NUGUZHINOV. **Method of Calculating Normal Section of Bent Reinforced Concrete Element.**

There is presented a model of studying stressed-and-strained state of a bent reinforced concrete element permitting to determine the main characteristics of its stressed-and-strained state in any cross-section. There are presented physical relations taking into account irregularity of concrete and establishing the tie between concrete and reinforcement (cohesion forces).

UDC 624.131.37:624.131.43:620.193.9. V.A. ARSENIN. **To Developing CN&R for Estimating Ground Water Aggressiveness and Soil Salt Content.**

There is developed a complex method of estimating the processes taking place in the

несчастных случаев, профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости.

УДК 656.4. С.С. ЖЕТЕСОВ, К.М. ДОЛГАНЬ. **Научный анализ состояния и перспектив развития монорельсовых транспортных систем.**

Статья посвящена научному анализу и совершенствованию монорельсовой системы транспорта.

ӘОЖ 656.4. С.С. ЖЕТЕСОВ, К.М. ДОЛГАНЬ. **Монорельсті көлік жүйелерінің күйін және дамыту перспективаларын ғылыми талдау.**

Мақала көліктің монорельстік жүйесін ғылыми талдауға және жетілдіруге арналған.

UDC 656.4. S.S. ZHETESOV, K.M. DOLGAN. **Scientific Analysis of Monorail Transport Systems Condition and Perspective.**

The article is devoted to scientific analysis and improving of the monorail transport system.

УДК 331.4(574). С.А. ШАРИПОВА. **Оценка и анализ организационного уровня производства как фактора профессиональных рисков.**

Установлено, что количественная оценка состояния организации производства и охраны труда на предприятиях создает основу для решения всех других задач анализа, таких как классификация предприятий и выявление наиболее опасных объектов, исследование влияния организационных параметров на профессиональные риски.

ӘОЖ 331.4(574). С.А. ШӘРІПОВА. **Кәсіптік тәуекелдер факторы ретінде өндірістің ұйымдастыру деңгейін бағалау және талдау.**

Кәсіпорындарда өндірісті ұйымдастыру мен еңбек қорғау жағдайын сандық бағалаудың кәсіпорындарды жіктеу және аса қауіпті объектілерді айқындау, ұйымдастыру параметрлерінің кәсіптік тәуекелдерге әсерін зерттеу сияқты талдаудың барлық басқа міндеттерін шешу үшін негізді құрайтыны анықталған.

UDC 331.4(574). S.A. SHARIPOVA. **Estimation and Analysis of Organizational Level of Production as Professional Risks Factor.**

There is established that the quality estimation of the production organization condition and industrial safety at enterprises forms the base for solving all other problems of the analysis, such as classification of enterprises and revealing of the most dangerous objects, studying organizational parameters effect on the professional risks.

Правила оформления и представления статей

Статья представляется в редакционно-издательский отдел в двух экземплярах. Прилагается CD-диск с файлами, направление организации. Приводится аннотация на русском языке, указывается

индекс УДК. Объем статьи не должен превышать 8 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через два интервала (между строками 6 мм) на одной стороне листа форматом 210x297 мм; **поля со всех сторон по 2 см**; страницы нумеруются. На CD-диске текст необходимо набирать в редакторе Word 2000 либо Word 2003 (не ниже) **шрифтом Times New Roman, размер шрифта (кегель) — 14.**

Все буквенные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в основном или подрисуночном тексте. Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в тексте.

Рекомендуется компьютерная графика. Рисунки могут иметь расширения, совместимые с Word 97, Word 2000, т.е. CDR, JPG, PCD, TIF, BMP.

Для рисунков должен применяться шрифт Arial. Размер шрифта (кегель) 14. Рисунки должны быть хорошего качества.

Для таблиц рекомендуется шрифт Times New Roman, размер шрифта (кегель) 14.

Формулы должны быть набраны в формуляторе MathType, шрифт (кегель) 10, формат объекта 100 %.

В статье не должно быть сложных и громоздких формул и уравнений, особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. Все сокращения и условные обозначения в формулах следует расшифровать, размерности физических величин давать в системе СИ, названия иностранных фирм, их продуктов и приборов – в транскрипции первоисточника с указанием страны.

Список литературы (только органически связанной со статьей, не более 7) составляется в порядке цитирования и дается в конце статьи. В тексте ссылки на литературу отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно [1, 2]. В конце статьи следует указывать название организации, где выполнена работа, контактный телефон, факс и адрес электронной почты. Статья должна быть подписана всеми авторами с указанием ученой степени, служебного и домашнего адресов и телефонов.

Публикация неверно оформленных статей задерживается.

Статья должна носить авторский характер, т.е. принадлежать лично автору или группе авторов, причем количество последних не должно быть более пяти. В одном номере журнала может быть напечатано не более одной статьи одного автора. В исключительных случаях, по решению редакционного совета, может быть опубликовано две статьи одного автора.

Предпочтение отдается статьям, имеющим исследовательский характер и содержащим элементы научной новизны. Рекомендуется аналитические результаты научных исследований подтверждать данными, полученными экспериментальным путем или методами имитационного моделирования.

Статья должна иметь законченный характер, то есть в ней рекомендуется отобразить кратко историю рассматриваемого вопроса, поставить задачу, определить методику ее решения, привести результаты решения задачи, сделать выводы и заключение, привести список литературы. Не допускается использование в статьях фрагментов текста, рисунков или графиков из работ других авторов (или из Internet) без ссылки на них.

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА
2009. №4. 107 с.

№ 1351-ж тіркеу куәлігін 2000 жылдың 4 шілдесінде Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген

Регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 года выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан

Әдеби редакторлар — Литературные редакторы

Р.С. Искакова, Б.А. Асылбекова, К.К. Сагадиева

Аудармашылар — Переводчики

А.С. Қордабаева, Н.М. Драк

Компьютерлік ажарлау және беттеу — Компьютерный дизайн и верстка

М.М. Утебаев, У.Е. Алтайбаева

Басуға қол қойылды	28.12.2009	Подписано в печать
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	13,4	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	4346	Заказ
Индексі	75857	Индекс
Келісімді баға		Цена договорная

Редакцияның мекен-жайы — Адрес редакции

100027, г. Караганда, бульвар Мира, 56. Издательство КарГТУ.

