

УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

1 * 2000

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

Мерзімділігі жылына 2 рет

Периодичность 2 раза в год

*Журнал Қазақстан Республикасының мәдениет
ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде
(тіркелген куәлік № -ж 04.07.2000 ж.)*

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

ҚҰРЫЛТАЙШЫСЫ

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

УЧРЕДИТЕЛЬ

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

Главный редактор

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

Редакционный совет

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

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. МАШИНОСТРОЕНИЕ. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ	5
ЕШУТКИН Д.Н., ПИВЕНЬ Георг. Г.. Исследование вибрационных характеристик ручного гидравлического молотка РГМ-6к.....	5
СИХИМБАЕВ М.Р. Демпфирования колебаний резца при растачивании отверстий.....	6
ТАТАРКИН Н.Л., АКБЕРДИН А.А. ЛИ А.М., КИМ А.С.. Подготовка марганцевого сырья Казахстана для производства ферросплавов	8
ИМАНОВ А.Н., ЖОКЕБАЕВ Д.Б. Особенности свойств композиций на основе модифицированного полимеризационно-наполненного полиэтилена.....	9
ИМАНОВ А.Н., ЖОКЕБАЕВ Д.Б., БАРШТЕЙН Г.Р. Особенности течения расплава полимеризационно-наполненных композиций в круглых капиллярах.....	11
РАЗДЕЛ 2. ГОРНОЕ ДЕЛО	13
ИСАБЕК Т.К., СМАГУЛОВ З.М. Формирование присечных выработок при избирательной технологии выемки пластов.....	13
ДРИЖД Н.А., БИМЕНДИН Ж.У. Анкерлі тіреуді Қарағанды көмір бассейнінде қолдану келешегі	14
НИЗАМЕТДИНОВ Ф.К., ОМАРОВ С.Т., СТАРОСТИНА О.В. Расчет параметров крутых бортов карьеров с обоснованием оптимальных размеров упрочняемых зон	16
ЧЕХОВСКИХ А.М., ГАБАЙДУЛЛИН Р.И., ПОПОВ С.Н., БОБНЕВ Ю.Н. Выбор пожаровзрывобезопасных параметров отработки выемочных участков с учетом взаимовлияния проветривания и дегазации.....	19
КУЗНЕЦОВА Е.В. Перспективы внедрения гидродобычи на шахтах УД АО «Испат-Кармет».....	20
ПОПОВ С.Н., БОБНЕВ Ю.Н. К вопросу об адекватности математической модели аэродинамики выработанного пространства	23
БАКЛАНОВ Е.В., КУЗНЕЦОВ А.Д., ГОЛОВАНОВ А.Г., ОЖИГИН С.Г. Методика фотограмметрических наблюдений на карьерах.....	25
КОГАЙ Г.Д., БОЖАНОВ А.Т. Роль и место систем сетевого планирования ремонта КМ-130.....	29
РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИКА. ТРАНСПОРТ	32
БРЕЙДО И.В., ЖУМАГАЛИЕВ Е.К. Асимптотические идентификаторы момента нагрузки электропривода постоянного тока	32
ТАЗАБЕКОВ И.И., БАЛҒАБЕКОВ Т.К. Табақшалы науаға пәрменді жүктеме кезіндегі серпінді буындардың әсері	34
СМИРНОВ В.М. Динамический анализ навесного оборудования с ковшом активного действия.....	37
РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ	39
КАН О.А., КОТЕНЕВ М.В., РУНДАУ А.В. Устройство ввода дискретных сигналов в персональный компьютер	39
МУСТАФИНА Э.Н., ЭТТЕЛЬ В.А. Составление математической модели для определения комплексного показателя оценки технико-экономического уровня технологических систем	40
МУСТАФИНА Э.Н., ЭТТЕЛЬ В.А. Разработка алгоритма сравнительной оценки функционирования карьерного оборудования в транспортных технологических схемах	42
ПАРШИНА Г.И. Система супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий.....	43
ПАРШИНА Г.И. Компьютерный имитатор системы супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий	46
БОРИСЕНКО Г.Т., ЕРТЛИЕВ А.М. Применение ПЭВМ при комплексной интерпретации данных ГИС в коллекторах сложного строения.....	49

РАЗДЕЛ 5. МАТЕМАТИКА. МЕХАНИКА	51
ОМАРОВ Д.К., ПИМЕНОВ А.А., ХОДЖАЕВ Р.Р. О получении конформных отображений отверстий заданной кривизны.....	51
ИГЕНБЕРЛИНА А.Е. О некоторых свойствах мультипликативного преобразования кратных рядов Фурье-Уолша.....	53
ДАНИКИНА Т.С., ЖЕТПИСОВ Т.Х., ТУРЕБАЕВА Р.Д. Решение осесимметричной задачи теории упругости для неоднородных тел в напряжениях.....	56
ТУРСУНОВ К.А., БЕЙСЕБАЕВ А.К. Уточненный расчет балки	57
ТУРСУНОВ К.А., ЕЛЕШОВА А.Е. Прямоугольный конечный элемент пластины	59
РАЗДЕЛ 6. ЭКОНОМИКА	61
ЦОЙ В.И. Деятельностный подход к реформированию экономики Казахстана	61
АЛПЫСБАЕВА Н.А. Система мониторинга экономического состояния предприятия	64
АУБАКИРОВА Г.М. Влияние выпуска промышленной продукции на финансово- экономическое положение предприятий.....	65
АУБАКИРОВА Г.М. Оценка финансово-экономической устойчивости предприятия с помощью показателей денежных потоков.....	67
ШЕВЯКОВА А.Л. Инвестирование инновационной деятельности в период становления рыночной экономики.....	70
СТЕБЛЯКОВА Л.П. Развитие малого предпринимательства как необходимое условие структурной перестройки экономики Казахстана.....	74
МАГРУПОВА З.М. Оценка организационно-технического уровня производства на примере ЦГЦА ОАО «Испат–Кармет»	78
КОПБАЕВА Ж.Ж. Қазақстан экономикасы мен кәсіпкерліктің дамуының кейбір нәтижелері.....	81
АЛИМБАЕВ А.А. Влияние металлургического производства на окружающую среду	84
РЕЗЮМЕ	88

УДК 622.230

Д.Н. ЕШУТКИН
Георг. Г. ПИВЕНЬ

Исследование вибрационных характеристик ручного гидравлического молотка РГМ–6к

В ручных машинах (ГОСТ 17770-86) [1] ударного действия устанавливают следующие локальные вибрационные и силовые характеристики: скорректированное значение виброскорости или его логарифмический уровень L_v , статическую силу нажатия N_c , вес ручной машины, воспринимаемой руками оператора.

Предельно допустимый логарифмический уровень скорректированного значения виброскорости не должен превышать 124 дБ, а допустимые значения статической силы нажатия, прикладываемой к ручной машине и необходимой для работы в нормальном режиме с показателями, предусмотренными технической документацией на машину, — $N_c \leq 200$ Н. Масса ручной машины, воспринимаемая руками оператора при выполнении типовой технологической операции, должна быть не более 10 кг; масса ручного гидравлического молотка РГМ–6к составляет 8,5 кг, что ниже допустимой по ГОСТ 17770–86 [1].

Эргономические показатели по виброскорости установлены с помощью индукционного датчика скорости Д21А и груза массой 20 кг, имитирующего усилие нажатия в 200 Н. Осциллограмма вибрационного воздействия гидравлического ручного молотка получена при подаче насоса $Q_n = 0,0005 \text{ м}^3/\text{с}$.

Логарифмический уровень виброскорости L_v в дБ определяется по формуле [2]

$$L_v = 20 \lg \frac{V_{ck}}{5 \cdot 10^{-8}},$$

где V_{ck} — среднее квадратичное значение виброскорости, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Среднее V_c и среднее квадратичное значения скорости определяются из выражений:

$$V_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i, \quad V_{ck} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_c - V_i)^2}{n-1}},$$

где n — количество полученных точек в одном цикле;
 V_i — текущее значение скорости, $\text{м}/\text{с}$.

Верхняя граница скорректированного значения виброскорости

$$V_k = V_c + 2V_{ck}.$$

Принимая значение эмпирического коэффициента вариации равным $W = 0,44$ [1], устанавливаем количество точек в одном цикле $n = 7$ с последующей их проверкой соотношением $W_9 \leq W$, где

$$W_9 = V_{ck} \cdot V_c^{-1}.$$

Тогда для наибольшего установленного значения

уровня виброскорости при $V_c = 4,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$:

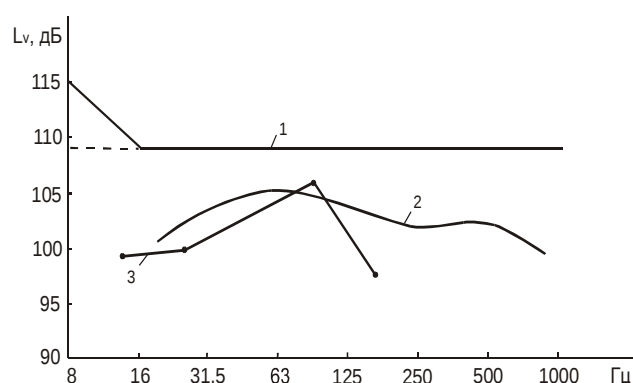
$$V_{ck} = 0,02 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \text{ и}$$

$$L_v = 20 \lg \frac{0,02}{5 \cdot 10^{-8}} = 106 \text{ дБ},$$

что ниже, чем допустимые уровни виброскорости (таблица 12: ГОСТ 12.1.012-90).

Учитывая, что $V_{ck} \ll V_c$, логарифмический уровень корректируемого значения виброскорости, очевидно, меньше 124 дБ, а значение $W_3 = 0,02 \cdot 4,2^{-1} \ll W = 0,44$.

На рисунке приведены: допустимые гигиенические нормы вибрации в стандартизованных октавных полосах частот по ГОСТ 12.1.012-78 [3] при суммарном локальном времени воздействия вибрации на оператора в течение смены ($t_{cm} = 480 \text{ мин}$) и полученные экспериментально.



Логарифмические уровни вибрации на октавных полосах частот: 1 — допустимые технические нормы вибрации; 2 — экспериментальные уровни вибрации в ручном гидрофицированном инструменте ДУГП-ИЗ-с-3; 3 — экспериментальные уровни вибрации в ручном гидравлическом молотке РГМ-6к

Допустимые гигиенические нормы вибрации (зависимость 1), начиная с частоты 16 Гц и во всем последующем диапазоне до 1000 Гц, имеют линейный характер и составляют 109 дБ. При частоте 8 Гц они возрастают и равны 115 дБ.

Экспериментальные логарифмические уровни вибрации для гидрофицированного ручного инструмента ДУГП-ИЗ-с-3 [4] (зависимость 2) получены на всех октавных полосах частот с применением прецизионной аппаратуры фирмы Дании «Брюль и Кьер». Как видно, эта зависимость во всем диапазоне частот близка к линейной: отклонения от среднего значения не превышают 3–4%. Максимальное значение виброскорости лежит в диапазоне октавных полос более низких частот. С увеличением частот наблюдается некоторое снижение виброскорости; аналогично снижается виброскорость и при самых низких октавных полосах частот.

Исходя из характера зависимостей 1 и 2, можно сделать заключение: если максимальные значения локальных уровней вибрации удовлетворяют требованиям гигиенических норм вибрации в одной из октавных полос, то меньшие значения уровней вибрации приемлемы в других полосах частот, и таким образом, получаемые из осциллографических зависимостей логарифмические локальные уровни вибрации применимы в оценке ручных гидравлических молотков по вибрационной характеристике.

Зависимость 3 на рисунке получена из осциллографической записи рабочих циклов гидромолотка РГМ-6к в диапазоне октавных полос частот 12-150 Гц. Максимальное значение уровня виброскорости в 106 дБ, удовлетворяющее гигиеническим нормам, соответствует октавной полосе частот 96 Гц, минимальное в 99 дБ — 12 Гц. В оценке значений виброскоростей в других октавных полосах частот отпадает необходимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17770-86. Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам. М.: Издательство стандартов, 1986. 6 с.
2. ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1990. 46 с.
3. ГОСТ 12.1.012-78. Гигиенические нормы вибрации. М.: Издательство стандартов, 1978. 12 с.
4. Савчук О.Г. Создание и исследование двухмассовых гидроневматических ударных устройств применительно к активным рабочим органам дорожных и строительных машин: Дис... канд. техн. наук. Караганда, 1978. 224 с.

УДК 621.9.04

М.Р. СИХИМБАЕВ

Демпфирования колебаний резца при растачивании отверстий

Упругие отжатия инструмента, снижающие точность формы и расположения обрабатываемых отверстий, могут принимать вид колебательного процесса с переменными амплитудами и частотой порядка $10\text{--}10^3 \text{ Гц}$ [1,2], что порождает технические проблемы обеспечения достаточного быстродействия систем управления упругими отжатиями. В связи с этим перспективным является использование аналоговых систем управления с пьезоэлектрическими или магнитострикционными исполнительными органами [3, 4]. Погрешность формы и расположения

отверстий при растачивании, как правило, вызвана запаздыванием изменения силы резания по отношению к изменению толщины срезаемого слоя [1,2]. Его длительность сравнима с периодом колебаний упругих отжатий и колебаний припуска в рассматриваемом диапазоне и потому должна быть учтена. Аналогично необходимо учитывать и запаздывание съема и отработки управляющего воздействия, достигающего $10^{-3}\text{--}10^{-2} \text{ с.}$ в системах с пьезоэлектрическими преобразователями [5].

Упругие отжатия инструмента при растачивании

происходят как в радиальном, так и в тангенциальном направлении, однако, в силу их малости по сравнению с текущим радиусом отверстия, искажение формы при тангенциальных отжатиях будет малой второго порядка. Поэтому будем рассматривать только управление радиальными упругими отжатиями. Для управления точностью формы ранее применялось устройство, осуществляющее коррекцию смещений вершины резца от действия радиальной составляющей силы резания P_y . Это устройство выполнено в виде рамы с подвижной и неподвижной плитами, соединенными между собой упругой связью, а также содержит датчик перемещения пьезоэлектрического преобразователя [6].

Недостатком этого устройства является влияние времени запаздывания отработки величины управляющего воздействия на точность формы и расположения растачиваемых отверстий. Например, при времени запаздывания отработки величины управляющего воздействия, равной $\tau_z = 4$ мс, на технологическом переходе растачивания отверстий диаметром $\varnothing 60$ мм с частотой вращения заготовки $n = 1000$ об/мин формообразующая вершины резца без коррекции в радиальном направлении переместится по окружности на расстояние 13 мм; таким образом, на этом расстоянии произойдет копирование погрешности формы заготовки.

Для повышения точности формы растачиваемых отверстий путем учета текущего радиуса обрабатываемой поверхности и времени запаздывания отработки управляющего воздействия было разработано устройство, содержащее дополнительную державку с резцом, которая одновременно выполняет функцию контактного измерителя текущего радиуса обрабатываемой поверхности. При этом управляющее воздействие, вырабатываемое с учетом текущего радиуса обрабатываемой поверхности, подается на пьезоэлектрический преобразователь равным времени запаздывания устройства управления. На боковой поверхности оправки выполнен вырез для ориентирования резцов относительно друг друга на угол φ .

Устройство для управления точностью формы закрепляется в суппорте станка. Корпус устройства состоит из подвижной и неподвижной частей, между которыми располагается пьезоэлектрический преобразователь. Подвижная часть представляет собой фланец с центральным отверстием, состоящим из оправки, в которую закрепляется первый резец, а в подвижной части второй резец. Устройство содержит датчики смещения вершины резца, контроля за

диусом обрабатываемой поверхности, а также перемещения пьезоэлектрического преобразователя.

Величина временной задержки сигнала устанавливается такой, чтобы управляющее воздействие, компенсирующее изменение толщины припуска в произвольной точке обрабатываемой поверхности, реализовалось к тому моменту, когда над этой точкой будет проходить вершина второго резца расточной оправки.

Тогда величина временной задержки $\tau_{\text{вз}}$ определяется по формуле

$$\tau_{\text{вз}} = t - \tau_z = \varphi / 6n - \tau_z, \text{ с}, \quad (1)$$

где τ_z — запаздывание отработки управляющего воздействия, с.

Запаздывание отработки управляющего воздействия τ_z накладывает ограничение на величину угла φ между первым и вторым резцами. При $\tau_{\text{вз}} = 0$ получаем минимально допустимую величину угла φ_{min}

$$\varphi_{\text{min}} = 6n \tau_z, \text{ град}. \quad (2)$$

Таким образом, угол φ между резцами выбирается исходя из неравенства

$$\varphi \geq \varphi_{\text{min}} = 6n \tau_z, \text{ град}. \quad (3)$$

Устройство управления работает следующим

образом:

С началом процесса резания появляется сила резания P , под воздействием которой происходит смещение вершин резцов от номинальных положений, настраиваемых при наладке инструмента на размер. На датчиках появляется сигнал, пропорциональный этому смещению, который обрабатывается на пьезоэлектрическом преобразователе смещением подвижной части оправки. Перемещение подвижной части будет происходить до тех пор, пока величина рассогласования не будет равна нулю. Таким образом, происходит автоматическое управление точностью формы при растачивании отверстий с учетом текущего радиуса обрабатываемой поверхности и времени запаздывания отработки управляющего воздействия.

Экспериментальными исследованиями установлено, что с включенным устройством комплексная погрешность формы отверстия $\Sigma \Phi$ уменьшилась в 7 раз, что позволило получать отверстия с отклонением от круглости не более 6 мкм, обеспечивая погрешность расположения 10 мкм при исходной 80 мкм. Предлагаемое устройство позволяет уменьшить погрешность формы растачиваемых отверстий, учесть влияние текущего радиуса обрабатываемой поверхности, а также совместить несколько технологических переходов в один.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. М.: Машиностроение, 1977. 304 с.
2. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. Л.: Машиностроение, 1986. 179 с.
3. Чемерис И.И. Пьезоэлектрические двигатели линейных перемещений // Диэлектрики и полупроводники. 1977. №12. С. 19–27.
4. Кэду У. Пьезоэлектричество и его практическое применение. М.: Иностранная литература, 1949. 715 с.
5. Пьезоэлектрические преобразователи / Под ред. С.И. Пугачева. Л.: Судостроение, 1984.

УДК 669.168

Н.Л. ТАТАРКИН

А.А. АКБЕРДИН

А.М. ЛИ

А.С. КИМ

Подготовка марганцевого сырья Казахстана для производства ферросплавов

Потребность Казахстана в марганцевых сплавах (марганца и силикомарганца) составляет более 80 тыс. т в год, в том числе для ОАО «Испат-Кармет» — более 50 тыс. т. В рамках бывшего СССР она покрывалась, в основном, поставками из Украины и Грузии.

Вместе с тем в Казахстане имеется достаточное количество марганцевых руд для производства ферромарганца и силикомарганца (запасы разведанных марганцевых и железомарганцевых руд составляют более миллиарда тонн, а также накопилось значительное количество отсевов марганцевой руды (0–10 мм) и концентрата (0–2 мм) [1,2].

Предварительный технико-экономический анализ показал, что наиболее предпочтительным как с экономической, так и технологической точки зрения способом подготовки мелких фракций марганцевого сырья к плавке является агломерация, т.к. в материале, прошедшем высокотемпературную термоподготовку, уже завершены процессы дегидратации и декарбонизации, что позволяет в процессе плавки сократить удельный расход электроэнергии. Процессы грануляции и брикетирования проигрывают в экономическом отношении процессу агломерации, т.к. в первом случае требуется дополнительное тонкое измельчение (фракция –0,074 мм должна составлять не менее 75-80%), во втором—при металлургическом переделе отмечаются высокие потери марганца с пылевыносом, поскольку брикеты, являясь

прессованным продуктом, в большей степени подверженным разрушению в процессе плавки. При металлургической переработке безобжигового брикетированного сырья дополнительно затрачивается энергия на удаление влаги и декарбонизацию, что удорожает процесс выплавки марганцевых ферросплавов.

Исходя из вышесказанного, при выборе оптимального способа окучкования марганцевых концентратов и отсевов руды предпочтение было отдано процессу агломерации. Этому факту способствовало также наличие в регионе агломерационных мощностей ОАО «Испат-Кармет».

Для отработки оптимальных параметров и показателей процесса агломерации были проведены опытные спекания с использованием в качестве рудного сырья отсевов марганцевой руды месторождения Ушкатын III и концентратов крупностью 0–2, 0–8 и 0–10 мм Жездинской обогатительной фабрики. В период опытных испытаний на агломерационной установке ЦЗЛ ОАО «Испат-Кармет» для определения оптимальных параметров процесса агломерации и режима возврата изменяли состав и влажность шихты, высоту спекаемого слоя, а также содержание возврата и топлива в агломерационной шихте.

Как видно из приведенных в табл.1 результатов, рациональными составами шихт для получения марганцевых агломератов из отсевов (фракция 0-8 мм) руды месторождения Ушкатын III являются варианты 4 и 6. При оптимальных содержаниях возврата в шихте 15%, топлива 7,8–8,0% и влажности шихты 8,8-9,0% достигается хорошая степень окомкования

шихты, повышается температура в спекаемом слое с 1160 (базовая шихта) до 1230–1240°C, что положительно сказывается на увеличении удельной производительности аглоустановки с 0,958 до 0,970–1,064 т/м²ч и прочности агломерата по выходу класса +5 мм после испытания в стандартном барабане с 57,5 до 57,7–65,0%.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКАНИЙ ОТСЕВОВ РУДЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШКАТЫН III

Показатель	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
Высота слоя, мм	300	450	450	450	450	450	450
Содержание в шихте, %:							
возврата	–	–	20,0	15,0	15,0	15,0	15,0*
топлива	10,0	10,0	10,0	8,0	7,5	7,8	7,8
Влажность шихты, %	11,6	10,0	9,6	8,8	10,0	9,0	11,0
Насыпная масса шихты, т/м ³	1,182	1,230	1,199	1,321	1,259	1,280	1,270
Скорость фильтрации воздуха, м/с	0,615	0,497	0,496	0,414	0,506	0,480	0,530
Максимальная температура в слое, °C	1200	1160	1140	1230	1100	1240	1140
Максимальная температура отходящих газов, °C	335	370	340	385	368	295	330
Усадка слоя при спекании, мм	110	115	115	100	85	90	115
Скорость спекания, мм/мин	28,6	21,8	21,3	21,2	26,3	20,6	25,5
Скорость охлаждения, мм/мин	12,1	11,2	10,6	12,4	21,9	14,6	17,9
Удельная производительность, т/м ² ч	1,235	0,958	0,984	1,064	1,154	0,970	1,193
Выход продуктов спекания, %:							
годный агломерат	79,5	83,4	87,6	85,2	78,9	82,4	80,0
возврат	20,5	16,6	12,4	14,8	20,1	17,6	20,0
Прочность агломерата на удар, фр +5 мм, %	50,0	57,5	55,6	57,7	53,7	65,0*	54,6

Результаты опытных спеканий концентратов фракции 0–2 мм, полученных при обогащении жездинских марганцевых руд (табл. 2), показали, что при содержании возврата в шихте 20–25% оптимальный расход топлива — 4,5–5,0%. При этом вертикальная скорость спекания составляла 11,0–12,5

мм/мин, выход годного агломерата от веса спека 70–75%, удельная производительность аглоустановки 0,700–0,750 т/м²ч. Механическая прочность агломерата по ГОСТ 15137-77 по выходу фракции +5 мм составляла 56–59%.

Промышленное освоение технологии производства марганцевого агломерата осуществлялось на аглофабрике №2 ОАО «Испат-Кармет», имеющей в своем составе три агломерационные машины типа АКМ-9-312. В промышленных условиях были получены технологические параметры процесса спекания, сравнимые с результатами лабораторных исследований: на выходе с охладителя агломерат, после отсева возврата, имел крупность 5–100 мм, содержание в нем фракции –5 мм не превышало 4,5%, механическая прочность годного агломерата составляла: на удар (фракция +5 мм) 69,3–72,5%, на истирание (фракция –0,5 мм) 5,9–8,1%.

По химическому составу марганцевый агломерат пригоден для выплавки стандартного силикомарганца. Произведенный агломерат в количестве 13400 т был отпущен на Ермаковский ферросплавный завод для получения силикомарганца.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКАНИЙ КОНЦЕНТРАТОВ
ЖЕЗДИНСКИХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

Показатель	Концентрат крупностью 0–2 мм				
	Вариант				
	1	2	3	4	5
1. Показатель спекания					
1.1 Содержание топлива в шихте, %	4,6	4,6	9,0	9,0	20,0
1.2 Содержание возврата в шихте, %	25,0	25,0	15,0	15,0	15,0
1.3 Высота слоя шихты, мм	450	450	450	450	450
1.4 Вертикальная скорость спекания, мм/мин	18,1	19,0	6,5	13,6	5,6
1.5 Выход годного агломерата, %	72,9	78,2	75,6	82,3	93,3
1.6 Удельная производительность, т/м ² ч	1,093	1,288	0,412	0,836	0,245
2. Качество агломерата					
2.1 Содержание, %					
Мп об	35,08	35,31	35,74	35,42	36,40
Fe об	10,83	10,95	11,77	12,32	12,54
2.2 Гранулометрический состав, %:					
+25 мм	55,60	60,00	68,90	58,50	59,40
2–25 мм	14,30	14,00	12,30	19,50	15,50
5–12 мм	12,44	11,20	9,70	11,60	18,90
0–5 мм	17,66	14,80	9,10	10,40	6,20
2.3 Прочность по ГОСТу 15137-77, %					
X (+5 мм)	62,7	65,0	64,3	66,8	67,9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадарметов Х.Н. и др. Использование руды Джездинского месторождения для производства сплавов с марганцем // Труды НТО ЧМ. 1963. Т. 32. С. 134–139.
2. Букетов Е.А. и др. Металлургическая переработка марганцевых руд Центрального Казахстана. Алма-Ата: Наука КазССР, 1979. 184 с.

Особенности свойств композиций на основе модифицированного полимеризационно-наполненного полиэтилена

Регулирование свойств наполненных композиций достигается модификацией полимерной матрицы – легированием, введением малого количества олигомерных или полимерных продуктов. Эффективным способом направленного регулирования свойств является модификация композиций полимерами литевой полимеризации (ПЛП) или кремнийорганическими олигомерами (КО). Введение легирующих добавок способствует повышению подвижности структурных элементов полимера и образованию регулярной надмолекулярной структуры, за счет чего удается улучшить основные физико-механические свойства материала и изделий на его основе. Ранее нами было показано, что введение в состав композиции ПЛП или КО улучшает свойства композиций на основе полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и других полиолефинов, содержащих дисперсные и микроволокнистые наполнители [1–2].

В проделанной работе изучалась возможность регулирования свойств композиции на основе полимеризационно-наполненного ПЭВП марки 20908-040 (ПНПЭ), содержащих дисперсный ракушечник органогенного происхождения или микроволокнистый волластонит, модифицированием полимерами литевой полимеризации и кремнийорганическими олигомерами (КО) с целью получения композиционных материалов конструкционного назначения.

Исследованные зависимости энергии разрушения при разрыве образцов материалов от степени наполнения и вида показали, что наибольшими прочностными свойствами обладают материалы, содержащие микроволокнистый наполнитель и дисперсный ракушечник. Отдельные прочностные показатели исследуемых композиций (модуль упругости) не соответствуют требованиям, предъявляемым конструкционным материалам. В связи с этим дальнейшие работы были направлены на оптимизацию свойств композиций.

Наилучшие прочностные свойства достигали при введении 5,0 масс. % ДСТ-30 или ПБСТ-Р, а также 0,5 масс. % КО. Применение в качестве модификатора смеси ПЛП и КО (например, ДСТ-30 и КО) позволяло достигнуть достаточно высоких значений прочности при разрыве (наполнение 30-50 масс. %).

На кривых течения расплава исследуемых композиций видно, что при содержании ПЛП до 1 масс. % наблюдается некоторое повышение вязкости, при дальнейшем увеличении концентрации ПЛП вязкость системы снижалась. При содержании ПЛП свыше 3,0 масс. % наблюдали снижение упругости – основной характеристики конструкционного

материала. Другой важной характеристикой конструкционного материала является прочность на сжатие, ее зависимость от состава композиций представлена в табл.1. Как видно, этот показатель не зависит от типа наполнителя и характеризуется только их содержанием.

Таблица 1

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПНПЭ

Материал	σ_p , МПа	$E_p \cdot 10^3$, МПа	$\sigma_{сж}$, МПа	a_n , кДж/м ²	$\sigma_{ост}$, МПа
ПНПЭ	18	1,8	22	40	1,5
ПНПЭ+ракушечник+ПЛП	24	5,4	41	60	1,5
ПНПЭ+волластонит+ПЛП	32	6,2	35	50	1,5
ПНПЭ+ракушечник+волластонит	28	5,8	42	54	1,8
ПНПЭ+ракушечник+волластонит+ПЛП	28	5,6	40	52	0,3
ПЭВП+ракушечник+волластонит+КО	25	6,8	44	50	0,4
ПЭВП+ракушечник+волластонит+ПЛП+КО	30	8,1	48	60	0,5

Примечание: содержание наполнителя – 30 масс.%; соотношение дисперсных и микроволокнистых наполнителей–1:1; содержание ПЛП–1,5 масс. % КО–0,5 масс. %.

Установлено, что модификация ПНПЭ, ПЛП и КО позволяет целенаправленно регулировать свойства исследуемых композиций и получать материалы на их основе со свойствами, отвечающими требованиям машиностроительной промышленности (табл.1). На основании результатов испытаний был использован комплексный модификатор (КМ), представляющий собой смесь ПЛП и КО (например, ДСТ-30 и КО).

Изучение релаксационных процессов в наполненных композициях методом ДМА позволило установить характер изменения молекулярной подвижности полимера в присутствии модифицирующих добавок. Полученные

температурные зависимости модуля упругости (E) в присутствии 0,5-1,0 масс. % КО показывают рост температуры α – переходов, обусловленный тем, что сегментальная подвижность макромолекул снижается вследствие взаимодействия макромолекул полимера с поверхностью наполнителя. Сдвиг высокотемпературного максимума, который находится вблизи области плавления полимера (373-383K), обусловлен размораживанием аморфной фазы полимера и повышением подвижности отдельных кристаллитов. Как видно, при содержании 30-50 масс. % минерального наполнителя β – максимум сдвигается на 15-20 ° в область высоких температур, что объясняется повышением жесткости связи полимер-наполнитель. При этом с увеличением температуры падение E проявляется наиболее отчетливо. Максимальное значение E достигается при содержании 30 масс. % микроволокнистого наполнителя или его смеси с дисперсным ракушечником в соотношении 1: 1 при той же концентрации. Это свидетельствует о том, что при указанных концентрациях наиболее сильно выражены структурные изменения ПНПЭ.

Акустические исследования наполненных материалов позволили оценить их свойства по показателям сдвигового (G), продольного модуля упругости (E_p) и коэффициента Пуассона (μ). Продольный модуль упругости композиций, содержащих микроволокнистый наполнитель, существенно выше, чем при наполнении дисперсным ракушечником, что, по-видимому, связано с ориентационными эффектами. Возрастание E_p в наполненных системах объясняется уменьшением подвижности проходных молекул полимера, связывающих различные упорядоченные структуры полимера за счет сосредоточения фрагментов модификаторов в аморфных областях и образования трехмерной собственной структуры ПЛП, и термомеханохимическими превращениями ПЭВП.

Как видно из табл. 2, наилучшие условия смачивания полимером наполнителя достигаются при модификации ПНПЭ кремнийорганическим модификатором и использовании в качестве наполнителя волластонита.

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ
РАСПЛАВА ПНПЭ НА ПОДЛОЖКАХ

Материал	Угол смачивания, град	
	на подложке из ракушечника	на подложке из волластонита
ПНПЭ	68 ± 5	60 ± 4
ПНПЭ + 0,5 масс. % КО	54 ± 2	50 ± 2
ПНПЭ + 1,5 масс. % ПЛП	52 ± 2	45 ± 2
ПНПЭ + 2,0 % КМ	50 ± 2	45 ± 2

Для оценки эксплуатационных характеристик исследовали процессы релаксации напряжений исследуемых систем. Анализ полученных данных

показал, что с повышением наполнителя процессы релаксации затрудняются. Уровень остаточных напряжений составляет 1-2 МПа в зависимости от содержания наполнителя. Наличие высокого уровня остаточных напряжений ограничивает возможность использования таких систем для производства изделий общетехнического назначения. Этот недостаток может быть устранен за счет использования модифицирующих добавок, позволяющих регулировать релаксационные процессы в условиях эксплуатации изделий и деталей.

С целью снижения уровня остаточных напряжений в состав композиций вводили малые количества олигомеров. Так, введение легирующих добавок в состав наполненных материалов позволило снизить уровень остаточных напряжений до 0,1-0,3 МПа. Наибольшая скорость релаксации напряжений наблюдается при введении ПЛП, при этом повышается текучесть материала. Введение КО в состав полимерной композиции в количестве до 0,5 масс. % не влияет на реологические характеристики, но повышает прочность материалов на 20-30 %. Такое влияние индивидуальных модификаторов показало целесообразность их совместного использования в качестве комплексного модификатора. Исследования, приведенные в табл.1, показали, что при использовании КМ достигаются оптимальные прочностные и технологические свойства наполненных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кербер М.Л. Разработка физико-химических основ эффективных способов получения композиционных материалов: Дис... д-ра хим. наук. М., 1981. 434 с.
2. Иманов А.Н., Мусалимов И.Г. Термопластичные композиционные материалы. Ч.1. Алматы: Национальное агентство по делам печати и массовой информации Республики Казахстан, 1997. С. 97-100.

УДК 678.046:532.135

**А.Н. ИМАНОВ
Д.Б. ЖОКЕБАЕВ
Г.Р. БАРИШТЕЙН**

Особенности течения расплава полимеризационно-наполненных композиций в круглых капиллярах

Процессы формирования наполненных полиолефинов связаны с течением их расплавов. Поэтому определение реологических свойств имеет первостепенное значение при выборе способа формирования и режимов переработки материалов в изделиях.

В экспериментальной работе в качестве полимерного связующего были использованы полимеризационно-наполненный полиэтилен высокой плотности (ПНПЭ) на основе полиэтилена ПЭВП марки 20908-040, дисперсные минеральные наполнители: каолин, ракушечник, волластонит, нефелин и фосфогипс; структурные модификаторы: дивинил-, диметил-, пипериленбутадиестирольный термоэластопласты (ТЭП); кремнийорганические олигомеры (КО): диметилдиэтоксисилоксановая и октаметилциклотетрасилоксановая жидкости.

Композиции готовили смешением на 2-шнековом экструдере «Коллин» и «Брабендер» при температуре пластикации 473–463 К и частоте вращения шнеков 60–70 об/мин.

Ниже представлены результаты исследований влияния типа и содержания модификаторов на реологические и теплофизические свойства наполненных полиолефинов на примере полимеризационно-наполненного (ПЭВП).

Для систем «полимер-минеральный

наполнитель», в частности, справедлив принцип

температурной и концентрационной суперпозиции

кривых течения (КТ).

Взаимодействие частиц дисперсного наполнителя с полимерной матрицей в ньютоновской области течения расплавов описывается известным уравнением А. Эйнштейна [1]:

$$\eta_{\text{отн}} = 1 + K, \quad (1)$$

где $\eta_{\text{отн}}$ — вязкость матрицы дисперсной среды;
 K — коэффициент формы для сферических частиц.

Согласно уравнению вязкость суспензии

зависит от объемного содержания наполнителя,

при этом размеры самих частиц не увеличиваются.

Авторами [1, 2] показана зависимость вязкости суспензии от размеров и формы частиц наполнителя одной природы. Установлено, что вязкость системы «полимер–наполнитель» увеличивается с уменьшением размера частиц и содержанием модификатора.

При введении наполнителя с размерами частиц более 15 мкм не наблюдалось образования собственного «каркаса» наполнителя и появления у системы предела текучести. Отклонение зависимости от содержания наполнителя в ньютоновской области от закономерности (1) связывалось с агрегацией твердых частиц наполнителя и адсорбцией полимерной матрицы на поверхности этих частиц. Образование структурного «каркаса» при определенном содержании наполнителя в расплаве полимера зависит от прочности и числа контактов частиц наполнителя.

Кривые течения наполненных систем имеют три характерные области. Первая область — установившийся режим течения расплава полимера. Для описания поведения расплава в этой области использован закон течения Ньютона:

$$\gamma = \tau / \eta, \quad (2)$$

где γ — скорость сдвига;

τ — напряжение сдвига;

η — ньютоновская вязкость расплава,

и закон течения Оствальда-де-Вилля (степенной закон течения):

$$\gamma = (\tau / \mu_0)^n, \quad (3)$$

где μ — коэффициент консистенции, численно равный напряжению сдвига при единичной скорости сдвига;

n — индекс течения расплава, являющийся мерой отклонения реологического поведения ньютоновской жидкости.

Температурная зависимость вязкости удовлетворительно описывается эмпирическими уравнениями:

$$\eta_m = \eta_o \exp [B (T_o - T)] \quad \text{и} \quad \mu_m = \mu_o \exp [B (T_o - T)], \quad (4)$$

где η_0, μ_0 — соответственно вязкость и коэффициент консистенции при температуре T_0 ;
 B — температурный коэффициент вязкости, равный 2,0–10,0.

Объемный расход полимера в этом режиме при течении через круглый канал определяется из уравнения

$$Q = \pi R \left[n + 3 \mu_n^0 \cdot 1/2 \cdot dp/dx \right], \quad (5)$$

где Q — объемный расход;

R — радиус канала;

$1/2 dp/dx$ — зависимость, характеризующая распределение напряжения сдвига по сечению канала.

Градиент скорости у стенки капилляра определяет из выражения

$$\gamma(R) = Q(n + 3) \pi R^3. \quad (6)$$

Вторая область — неустойчивое течение. Неустойчивое течение возникает вследствие развития в потоке больших эластических деформаций. При этом различается пульсация на входе в канал и ориентация пристенных слоев расплава, приводящая к возникновению периодического проскальзывания. Для наполненного расплава полимера режим неустойчивого течения наблюдается в пристенной области внутри капилляра. При этом увеличение длины капилляра не влияет на момент начала неустойчивого течения.

Третья область — скачкообразный рост объемного расхода. При этом наблюдается скольжение расплава относительно стенки канала. В результате этого наблюдается падение сопротивления движению полимера в канале. При формальном расчете «вязкости» в этой области она оказывается обратно пропорциональной эффективному значению скорости сдвига.

Проблема неустойчивого режима течения является предметом экспериментальных и теоретических исследований. При изучении реологических свойств полимеризационно-наполненного материала установлена возможность получения экструдата с гладкой поверхностью «срыва». Колебания расхода устраняются переходом на «засрывной» режим деформирования, в результате чего подавляется высокоэластичная турбулентность.

Вязкости наполненных материалов при различных содержаниях наполнителя сравнивались при условии $\gamma = \text{const}$ или $\tau = \text{const}$. При повышении скорости сдвига отмечалось снижение относительной вязкости при фиксированном $\tau = \text{const}$.

Зависимость ($\eta_{\text{отн}}$) τ от напряжения сдвига проявляется наиболее существенно, причем снижение вязкости при увеличении усиливается с ростом объемного содержания наполнителя. Снижение $\eta_{\text{отн}}$ с ростом τ объясняется разрушением агрегатов наполнителя, ориентацией частиц наполнителя в потоке расплава композиции и уменьшением толщины адсорбционного слоя полимера.

Было рассмотрено изменение объемного расхода расплава полимера в критических условиях течения. Определено, что затраты на продавливание расплавов полимеризационно-наполненных ПЭВП определяются

из соотношения

$$P = P_k + P_{ex} + P_{вых}. \quad (7)$$

Перепад давления в канале (P_k) обусловлен потерями давления на вязкое течение композиции. P_{ex} и $P_{вых}$ — соответственно потери давления на входе в канал и остаточное давление в расплаве на выходе из канала.

Большинство авторов связывает значение P_{ex} с затратами на высокоэластическое деформирование в зоне входа в канал [2, 3] и вводят поправку (e), которая определяется величиной запасенной упругой деформации. Исходя из этого, зависимости P_{ex} от φ и e от φ при $\gamma = \text{const}$ должны определяться влиянием наполнителя на комплекс высокоэластических свойств расплавов термопластов.

Задача построения расходно-напорной зависимости решена для случая, когда зависимостью P_{ex} от P можно пренебречь:

$$P_k^0 = P_k^0 \eta_{\text{отн}} \gamma. \quad (8)$$

При некоторых значениях $\tau_{кр}$ возможно прекращение ламинарного течения расплава наполненных материалов. При этом полимерная матрица продавливается через пакет наполнителя и рост «пробки» приводит к замедлению течения, а иногда и к полному прекращению выхода экструдата. Далее материал течет без запираания канала и при более высоких скоростях сдвига.

Для характеристики «срыва» течения использовано критическое напряжение сдвига ($\tau_{кр}$), при котором наблюдали колебания объемного расхода. Установлено, что критическое напряжение сдвига, при котором начинается переход к нерегулярному режиму течения, не изменяется с повышением содержания наполнителя и зависит от температуры расплава, размеров и формы канала.

Специфические эффекты, возникающие при экструзии ПНПЭ, связаны со способностью частиц наполнителя к миграции в радиальном направлении, при течении дисперсной среды. Обнаружена аксиальная неравномерность распределения наполнителя при впрыске расплава композиций в спиральную форму типа «улитка».

Установлено, что при достижении критических параметров $\tau_{кр}$ и $\gamma_{кр}$, на стенке цилиндра возникает скольжение материала, вследствие чего снижается производительность оборудования. При использовании 2-шнековых экструдеров эта проблема снимается. Тот же эффект достигается и при использовании 1-шнековых экструдеров с рифленой поверхностью цилиндра в зоне загрузки. При изготовлении композиции переработка в режиме пристенного скольжения может быть наиболее эффективной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садова Л.П., Ярлыков Б.В., Кербер М.Л. и др. Особенности изменения вязкостных свойств материалов на основе полиэтилена высокой плотности и термоэластопластов // Изв. вузов. Сер. Химия и хим. технология. 1977. Т.20. № 4. С. 540–543.
2. Малкин А.Я. Реология наполненных полимеров // Композиционные полимерные материалы. Киев: Наукова думка, 1975. С. 60–75.
3. Барштейн Г.Р. Течение расплавов в условиях переработки термопластов с минералоорганическими наполнителями: Дис... канд. техн. наук. М., 1988. 159 с.

УДК 622.232.8

Т.К. ИСАБЕК
З.М. СМАГУЛОВ

Формирование присечных выработок при избирательной технологии выемки пластов

Выбор схем и способов формирования присечных выработок при отработке локальных участков без предварительного проведения выработок с использованием выемочных манипуляторов производится с учетом горно-геологических и горно-технических факторов [1]. Выемочные машины-манипуляторы благодаря маневренности и наличию исполнительного органа, обладающего избирательным принципом действия и отбойной способностью, имеют возможность выезжать на сопряжения лавы и, разрушая массив породы и угля, производить оформление присечной выработки общим забоем с лавой в соответствии с заданным профилем и сечением (рис. 1).

Оформление присечной выработки общим забоем с лавой одним и тем же выемочным манипулятором по сравнению с известными на практике технологическими схемами способствует

- уменьшению затрат на проведение и поддержание подготовительных выработок;
- снижению трудоемкости работ на сопряжениях лавы и самих присечных выработках как в момент их формирования, так и в момент их погашения;
- устойчивому поддержанию присечных выработок, так как нейтрализуется воздействие

опорного горного давления;

- снижению травматизма за счет уменьшения концентрации оборудования и людей на сопряжениях с присечными выработками;

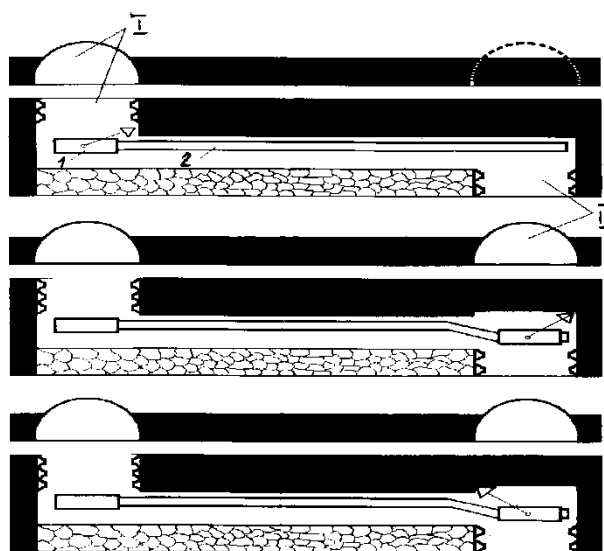


Рис. 1. Схема отработки лавы с оформлением присечной выработки: I — погашаемая и II —

возводимая;

1 — выемочный манипулятор; 2 — лавный конвейер

— равномерному подвиганию забоя лавы и оформляемой присечной выработки, что обеспечивает технологичность системы.

В зависимости от угла падения пласта, мощности пласта, физико-механических свойств боковых пород и последовательности отработки выемочных полей присечная выработка может оформляться:

— по высоте в пределах вынимаемой мощности пласта в лаве или с ее превышением;

— с присечкой боковых пород кровли или почвы или без присечки пород, только по угольному массиву,

— с опережением, отставанием или одновременно с подвиганием линии очистного забоя;

— в присечку к выработанному пространству или к угольному массиву.

Для обоснования параметров формирования присечной выработки при фронтально-флангово-избирательной короткозабойной технологии выемки необходимо установить в первую очередь время и скорость оформления присечной выработки в зависимости от принятого способа обработки забоя лавы с выработкой и горно-геологических условий залегания пласта.

Существуют три основных способа обработки забоя при формировании присечных выработок (рис. 2):

1) совокупные способы обработки забоя выработки с лавой в пределах вынимаемой мощности пласта (выработка имеет одинаковую высоту с лавой) (рис. 2, а);

2) совокупные способы обработки забоя выработки и лавы с дополнительной присечкой пород кровли выше пласта (выработка высотой больше, чем лава) (рис. 2, б...е);

3) обособленные способы обработки забоя

выработки (как в пределах мощности пласта, так и с превышением) (рис. 2, а'...е').

Каждый из этих способов в свою очередь делится на различные варианты схем обработки забоя, предназначенные для применения в конкретных условиях залегания пласта и расположения выработок. Схемы обработки забоя присечной выработки классифицируются по аналогии со способами и схемами обработки забоя лавы и подразделяются также на фронтальные, фланговые и фронтально-фланговые [1].

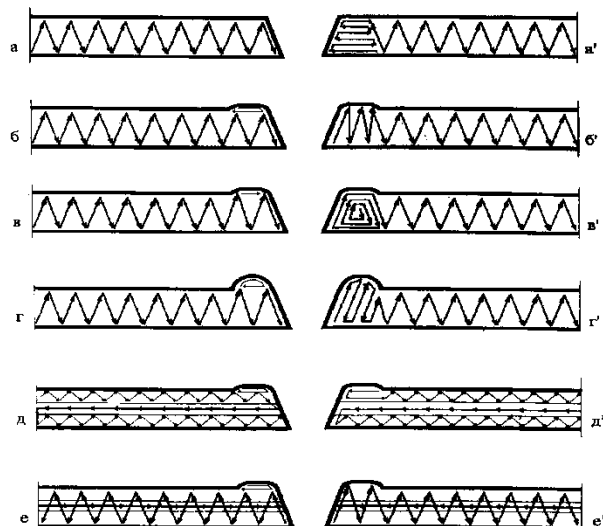


Рис. 2. Способы обработки забоя присечной выработки: а...е — совокупные; а'...е' — обособленные

Приведенная классификация схем и способов формирования присечных выработок общим забоем с лавой при фронтально-флангово-избирательной технологии выемки позволила разработать методику расчета времени технологического цикла в лаве и выбора оптимальных вариантов обработки забоя присечных выработок, что существенно способствовало дальнейшему совершенствованию технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исабек Т.К. Создание технологии отработки локальных участков пластов короткими очистными забоями без проведения нарезных выработок: Автореф. дис... д-ра техн. наук. Караганда: КарГТУ, 1997. 50 с.

ЖОК 622

Н.А. ДРИЖД
Ж.У. БИМЕНДИН

Анкерлі тіреуді Қарағанды көмір
бассейнінде қолдану келешегі

Дайындау және тазалау жұмыстарының кешенді механикаландырылған технологиялары көбінесе көлбеу тақталы көмір кен орындарын жер асты тәсілімен игеруде көптеген күрделі техникалық және әлеуметтік мәселелерді шешті.

Көп жылдық кен жұмыстарын жүргізу тәжірибесінде кен-геологиялық шарты қолайлы көмір тақталарын жер асты тәсілімен өндіргенде бұл технологияларды қолдану, дайындау схемаларының техноло-

гияларын, қазу жұмыстарын жүргізу ретін, дайындау жұмыстарын уақытында қамтамасыз ететін технологиялар мен оларға қолданылатын қажетті техникалық жабдықтарын жасап шығаруды және де, өндірістік үдірістерді автоматтандыру мен механикаландыру құралдарының техникалық мүмкіндік шамасын неғұрлым толық қолдануды қамтамасыз етті.

Қазіргі уақытта кен жұмыстары жүретін горизонттардың тереңдеуі және оған тәуелді түрде өзгеретін кен-геологиялық шарттарының күрделенуі, сонымен қатар көмір өнеркәсібі қатты зардап шегіп отырған қиын экономикалық ортада әлемнің алдыңғы қатарлы дамыған елдердің (АҚШ, Қытай, Ұлыбритания, Германия, Австралия және т.б.) техника экономикалық көрсеткіштері жоғары озық технологияларымен бәсекелесу үшін жер асты тәсілімен көмір өндіретін отандық кәсіпорындарға кен орнын игерудің тиімді кентехникалық тәсілдерін қолдануды қажет етеді.

Қарағанды көмір бассейніндегі терең горизонттарда орналасқан газдылығы жоғары көмір тақталарының тазалау забойларынан жоғары өнім алу үшін дінгексіз қазу технологиясын қолданып, «шахта-лава» технологиялық жүйесіне келешекте көшу өз кезегінде желдету шартын қанағаттандыратын көлденең қимасы үлкен дайындау үңгілерін өткізуді қажет етеді. Соның нәтижесінде тазалау жұмыстарының көп әсеріне ұшыраған аймақтарда ұлғайған тыс тау қысымының шамасы дайындау үңгілерінің тұрақтылық шартын қиындатады.

Үңгілерді ауыр профилді рамалы тіреулермен бекіте дінгексіз қазу технологиясын қолдану дайындау үңгілері мен тазалау забойының қилысында, әсіресе өнімділігі жоғары ұзын бағаналы тазалау забойларында, еңбек көлемі мен қауіпсіздік туралы шешілмейтін өзекті проблемаларды тудырады. Тәжірибе жүзінде жинақталған көрсеткіштерге жүгінсек механикаландырылған тіреулермен жабдықталған тазалау забойларының штрекпен қилысындағы еңбек көлемінің шамасы 50-70% тең [1] және қазу участогында кенеттен болатын газ динамикалық құбылыстарға қарсы қосымша апаттан шығу жолдардың жоқтығы бұл қазу жүйесін «шахта-лава» технологиялық схемасына қолдануға сенімді түрде толық қуаттамайды.

Әдетте қазба алабтарында үңгінің алғашқы өткізу қимасы 8-12 м² болғанымен, терең горизонттардағы тау қысымы мен тазалау жұмыстары әсерінен төбе жыныстарының отыруы, үңгі қимасының ауданын 6-8 м²-қа дейін кішірейтеді.

Бұл газ динамикалық құбылыстар және желдету жүйелері мен үңгілердің қиын желдетілетін аймақтарында метан газының жинақталу мүмкіндігі туралы өзекті проблемаларды тудырып қоймай, өлшемі үлкен қазіргі заманғы қуатты кен жабдығының қазу үңгілеріне сыйуы мен қозғалып тұруына кедергі жасайды, материалдарды жеткізу мен адамдардың еркін жүріп тұруын қамтамасыз ететін кеңістік тарылады, қауіп-

сіздік сенімділігі азайып, жұмысшылардың жарақат алу мен апаттың болу ықтималдығын арттырады.

Дінгексіз технологиясына тазалау забойынан жоғары өнім алу үшін тік бағытта желдету схемасын қолдану қолайлы болғанмен, қимасы үлкен үңгілерді қазылған кеңістікте арнайы шаралар көмегімен сақтау үңгінің тұрақтылық шартын толық қамтамасыз етпейді, соның салдарынан тіреу элементтері деформацияланып, қима ауданының кішірейуі желдету шартын қанағаттандырмайды, тазалау забойынан алынатын жоспарлы жоғары өнім алу шамасы газ факторы бойынша шектеледі, қазба алабында кен жұмыстары толық аяқталып біту кезеңіне дейін үңгілерді ұстау үшін қосымша жөндеу мен қалпына келтіру жұмыстарын қажет етеді, бұл тазалау жұмыстары жүріп жатқан аймақта еңбек көлемі мен өнім өндірудегі қосымша эксплуатациялық шығындарды қажет етеді.

Батыс Европа елдерінде, әсіресе Германияда сенімділігі жоғары қазіргі заманғы дайындау мен тазалау жұмыстарының жабдықтарын қолдана отырып, көмір тақталарының кен-геологиясын алдын ала толық зерттеу және оларға инженерлік тұрғыдан дұрыс баға беру арқылы, қазу участоктарында кен үңгілерін өткізу мен оларды дұрыс бекітуді қамтамасыз ететін кен жабдықтарын қолданып, дайындау жұмыстарының технологияларын механикаландыруға көп көңіл бөледі. Алайда, оларда штрек пен лаваның қилысындағы жұмыстарды толық механикаландыру мәселесі әлі де болса өз шешімін тапқан жоқ, сондықтан да, жалпы қазу штректерін өткізу мен сақтаудағы еңбек көлемінің шамасы әлі де болса жоғары болып қала берді [2].

Батыс Европа елдеріне қарағанда кен-геологиялық жағдайлары ұқсас АҚШ пен Австралияда бірегей дайындау және тазалау жабдықтарын қолдана отырып, кен жұмыстарын жүргізуде қимасы тік төртбұрышты штректерді қысқа мерзімде өткізу мен оларды анкерлі тіреулермен бекіту арқылы американдық көп штректі қазу жүйелерін қолдану өте жоғары техника-экономикалық көрсеткіштерге қол жеткізді [3].

Жоғарыда аталып өткен техника-экономикалық көрсеткіштері жоғары технология шетелдерде техника-технологиялық мәселелерді жетілдірумен жүзеге асқан.

Қазіргі нарықтық экономика жағдайында «шахта-лава» технологиялық жүйе бойынша қысқа мерзімде жылдам өткізіліп дайындалатын, сенімді және қуатты тазалау забойының техникаларымен жабдықталған еңбек өнімділігі жоғары американдық көп штректі технология бірқатар елдерде қызығушылық тудыруда, әсіресе Ресей, Қазақстан және т.б.

Көп штректі қазу технологиясында дайындау жұмыстары бойынша өткізілетін үңгілер көлемі дінгексіз технологияға қарағанда 2-4 есе көп, алайда шетелде оларды қысқа мерзімде жылдам өткізу, құрамында ұңғылау комбайны, тіреу орнатқышы және көліктеу құралдары бар арнайы кен жабдықтарының көмегімен жүзеге асырады. Көлемі жағынан көп үңгілерді бекітуде анкерлі тіреулердің тиімділігі артады.

Анкерлі тіреулерді рамалы тіреулерге қарағанда қолдану, тіреу материалдары шығынын шамамен 1,5-4 есеге, тіреуді орнату мен жеткізудегі еңбек көлемдігін 10-30% азайтады, үңгілерді өткізу жылдамдығын 18-

25% арттырады.

Жоғарыда аталып өткен фактілерге сүйене отырып нарықтық экономика жағдайдағы Қарағанды көмір шахталарында еңбек көлемі жоғары, қымбат рамалы тіреулерді қолдану технологиясы арзан анкерлі тіреулерді кеңінен қолдану мен әрі қарай жетілдіру туралы негізгі өзекті проблемаларды көтеруді өз кезінде алға тартады. Қазақстан көмір өнеркәсібінде анкерлі тіреуді қолданудың үлесі өте төмен, ал қазба алабтарындағы үңгілерді толығымен анкерлі тіреумен бекіту шетел кен тәжірибесінде қолданылғанымен, бізде ешқашанда қолға алып қолданылмаған.

Кен геологиялық жағдайы күрделі кен орындары қазба алабтарының үңгілерін толығымен тек қана анкерлі тіреулермен бекіту Ұлыбритания мен Германия кен кәсібінің тәжірибесінде дәлелденген [2,3].

Сондықтан келтірілген факторларды ескере отырып, Қарағанды көмір бассейніндегі шахталарда қысқа мерзімде көлемді кен дайындау жұмыстарын қамтамасыз ететін технологиялар мен механикаландыру құралдарын өндіріске еңгізу қажет. Оларды тиімді де, арзан технологияларға бейімдеу үшін жетілдіру жұмыстарын әрі қарай дамытуға көп көңіл бөлу керек.

Анкерлі тіреулердің бірнеше конструкциялары бар, алайда олар скважинада бекітілу түріне байланысты болат және металл полимерліге бөлінеді.

Болат полимерлі анкерлерді қолдану деңгейі металды анкерлі тіреулерге қарағанда жоғары, өйткені болат полимерлі анкердің жүк көтеру қабілеті өте жоғары. Бұл жерде АҚШ, Австралия, Германия, Ұлыбритания және тағы басқа елдерде болат полимерлі анкерлерді дайындау участоктарында кеңінен қолданды айта кетудің өзі жеткілікті. Болат полимерлі анкерлі тіреулер скважинада тез қататын химиялы синтетикалық смола мен цементті ертінділер көмегімен бекітіледі. Біздің елде шетелдік технология бойынша синтетикалық смолаларды алу қымбатқа түседі. Сондықтан шахталардағы дайындау үңгілерін болат полимерлі анкерлермен бекіту үшін Республика территориясында өндірілетін минераларды қолданып,

арзан қоспалар жасау және оларды анкерлі тіреулерді бекіту технологиясына еңгізу қажет.

Төбе тұрақтылығы туралы мәселе қозғалғанда төбе жыныстары көмір тақтасы сияқты қабаттардан тұрады. Төбе жыныстарының беріктік дәрежесі бойынша, қатты тау жынысы бірінші құмтас, одан кейін құмды тақтатас, сазды тақтатас болып табылады. Әдетте құмтас тақта тасқа қарағанда неғұрлым тұрақты, алайда анкерлі тіреулерді қолданғанда төбе тұрақтылығы бақылау қортындылары бойынша төбе құрылымына (қабат қалыңдығын қоса алғанда) байланысты болады, яғни құмтасты жұқа қабат қалың қабатты тақта тасқа қарағанда әлсіз. Әр түрлі тау жыныстарының беттесу жазықтықтары қабаттасу жазықтығын құрайды да, ал тау жыныстары қабаттарының жиынтығы қабаттасу ретінде қарастырылады. Тау жыныстарының сөгілісі жыныстардың беттесу жазықтығында пайда болады, өйткені әртүрлі тау жыныстарының өзара беттесу жазықтығындағы ілінісу күші өте төмен. Сөгілу әсерінен болған жарықшалар әрі қарай ұлғайып, жыныс массивінің толық сөгіліп түсуіне әкеледі. Сондықтан жұқа қабаттар мен ұсақ қабаттасу әлсіз төбені жасайды. Көмір тақталарының жұқа қабатшалары қоршаған жыныстармен өте әлсіз байланыста болуы олардың жиі сөгілу құбылысын көрсетеді.

Анкерлі тіреудің қажетті ұзындығы кен үңгісін ұстап тұру шартын қанағаттандыратын тау жынысының қалыңдығымен қабылданады.

Төбе жыныстарын анкерлеу оның майысуы мен бұзылуының алдын алады және төбе тұрақтылығын арттырады. Жыныс қабаттарының майысуы мен отыруы үңгі осіне қарай массив нүктелерінің вертикалды және горизонталды бағытта ығысуына ықпал жасайды. Осыған байланысты төбені анкерлеу теориясы бірнеше негіздерге сүйенеді. Олар: әлсіз төбе жыныстарын негізгі төбе жыныстарына бекіту, балкалы құрылымы теориясы және тау жынысы мен тіреудің өзара әсерлесу теориясы [4].

Аталған теориялардың ішіндегі ең көп қолданылатыны балкалы құрылым теориясы.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Смагулов З.М., Демин В.Ф. Пути снижения трудоемкости немеханизированных работ в комплексно-механизированных очистных забоях // Труды университета. Вып.2. Караганда: КарГТУ, 1997. С. 143-144.
2. Тематическая подборка специалистам шахт. Зарубежный опыт применения анкерной крепи, обеспечения эффективности проходческих работ за счет повышения уровня безопасности труда и использования методов эргономики и другие технические новости в зарубежной практике. Караганда, 1999.
3. Лиминг Дж., Холлидей Р., Алтуньян П., Хайндмарш В.Е. Скоростная подготовка штреков для высокопроизводительных лав глубоких шахт // Уголь. 1999. № 1. С. 56-60.
4. Решетов С.Е., Ремезов А.В., Мышляев Б.К. Особенности современной технологии анкерования кровли, применяемой в США // Уголь. 1999. № 12. С. 77-78.

УДК 622.271

Ф.К. НИЗАМЕТДИНОВ
С.Т. ОМАРОВ
О.В. СТАРОСТИНА

Расчет параметров крутых бортов карьеров с обоснованием оптимальных размеров упрочняемых зон

Рациональная разработка месторождений полезных ископаемых с обеспечением требуемой

безопасности возможна за счет использования научно обоснованных параметров устойчивых бортов

карьеров с применением упрочнения прибортовых массивов, например, полиуретановыми смолами.

Методика определения размеров зон упрочнения в крутых бортах карьеров заключается в установлении их параметров по высоте и в глубь массива в области поверхностей возможных скольжений с минимальным коэффициентом запаса устойчивости по результатам многократных расчетов на ПЭВМ.

В работе [1] приведена методика определения

параметров упрочнения крутых бортов карьера, сущность которой заключается в создании упрочненного пояса по периметру борта карьера в области поверхности возможного скольжения с минимальным коэффициентом запаса устойчивости. Недостаток этого способа заключается в том, что укрепляемая зона расположена вдоль всей поверхности возможного обрушения. Нами предлагается располагать укрепляемую зону борта карьера лишь в нижней части, что позволяет значительно снизить объёмы прибортового массива, подлежащих смолоинъектированию.

Сущность методики расчета заключается в том, что для борта карьера с углом наклона α и высотой H_{np} определяются: минимальная высота откоса H_{min} , с которой прибортовой массив необходимо укреплять; поверхность скольжения с минимальным коэффициентом запаса устойчивости n_{min} , для которой определяют необходимую длину укрепления l_y ; и поверхность скольжения, за пределами которой коэффициент запаса устойчивости принимает значения больше n_{np} . На основе этих параметров выявляется возможность отстроить зону укрепления массива.

Рассмотрим расчет оптимальных параметров откоса с применением смолоинъекционного упрочнения прибортового массива на примере северо-западного борта карьера «Шатырколь». Техническим проектом разработки месторождения «Шатырколь», выполненным институтом «ЖезказганНИПИцветмет», предусматриваются следующие параметры по геологическому разрезу 23 северо-западного борта: генеральный угол наклона составляет 83^0 при его высоте $H=287$ м (рис.1). Средневзвешенные физико-механические характеристики прибортового массива составляют: сцепление $k = 51,25$ т/м²; угол внутреннего трения $\rho = 27,5$; плотность $\gamma = 2,6$ т/м³.

Расчет устойчивости данного борта карьера с

заданными параметрами показывает что коэффициент запаса устойчивости борта составляет $n_y = 0,642$. При этом откос будет находиться в неустойчивом состоянии и в связи с этим необходимо произвести укрепление борта. Для укрепления прибортового массива выбрали полиуретановую смолу Bevedan/Bevedol S с характеристиками $k = 2,75$ МПа (275 т/м²) и $\rho = 18^0$.

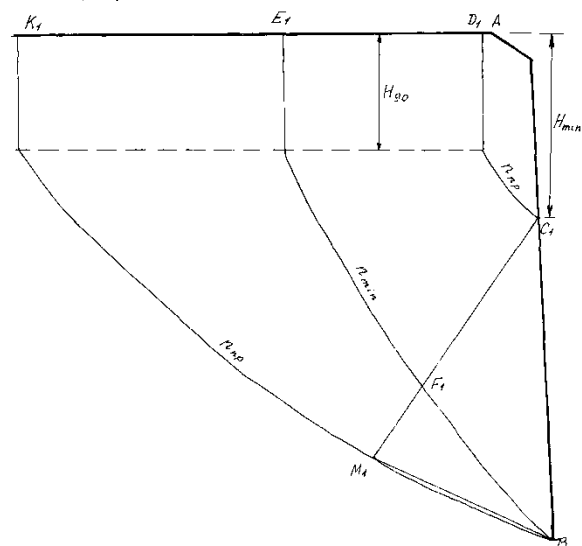


Рис. 1. Борт карьера при $\alpha = 83^0$

Сцепление массива, упрочненного полиуретановой смолой, можно определить, воспользовавшись известной зависимостью между сцеплением в массиве, сохранившем сцепление по трещинам, и сцеплением в образце:

$$K_m = K' + K_0 - K' \cdot \lambda_0. \quad (1)$$

Учитывая то, что трещины заполнены смолой, получим:

$$K_y = K_{cm} + K_0 - K_{cm} \cdot \lambda_0, \quad (2)$$

где K_{cm} — сцепление по трещинам, заполненным смолой.

Для данного борта карьера сцепление в укрепляемой зоне будет равно $K_y = 318,4$ т/м².

Определим высоту борта H_{min} с неплоским откосом по специальной программе, при которой минимальный коэффициент устойчивости будет равен проектному n_{np} ($n_{np} = 1,2$). С этой глубины H_{min} прибортовой массив необходимо укреплять (для нашего случая $H_{min} = 105$ м).

В откосе с имеющимися параметрами H и α задаемся рядом поверхностей скольжения, для каждой из которых определяем коэффициент устойчивости.

Из всех поверхностей скольжения выделим две поверхности — одна с минимальным коэффициентом устойчивости $n_{min} = 0,642$, другая — поверхность, за пределами которой коэффициент устойчивости принимает значения больше n_{np} (на рис.1 поверхности

$E_1 F_1 B$ и $K_1 M_1 B$).

Определяем, каким должно быть средневзвешенное сцепление $K_{укр}$ по наиболее опасной поверхности скольжения $E_1 F_1 B$, чтобы коэффициент запаса устойчивости по ней стал равен проектному

$$n_{пр} = \frac{\sum T}{\sum N \cdot \operatorname{tg} \rho + K_{укр} \cdot l_{общ}}, \quad (3)$$

отсюда

$$K_{укр} = \frac{\sum T - n_{пр} \sum N \cdot \operatorname{tg} \rho}{n_{пр} \cdot l_{общ}}. \quad (4)$$

Для нашего примера получим $K_{укр} = 164,2 \text{ т/м}^2$ при $l_{общ} = 270,3 \text{ м}$.

Определяем длину укрепления l_y по наиболее опасной поверхности скольжения

$$l_y = \frac{K_{укр} l_{общ} - K \cdot l}{K_y}, \quad (5)$$

где $l_{общ}$ — длина поверхности скольжения с минимальным коэффициентом устойчивости, м; (в нашем случае $l_y = 114,3 \text{ м}$; $l = l_{общ} - l_y = 156 \text{ м}$ — длина неукрепляемой части этой же поверхности скольжения); K — сцепление в массиве;

K_y — сцепление в упрочненном массиве.

Укрепляемая зона находится в нижней части откоса в призме упора и имеет в сечении форму треугольника: вершина C_1 определяется минимально устойчивой высотой откоса $H_{\min}$, вершина B находится в основании откоса; точка F_1 (рис.1) располагается на расстоянии l_y от точки B по наиболее опасной поверхности скольжения; вершина M_1 лежит на пересечении продолжения отрезка $C_1 F_1$ и поверхности скольжения, за пределами которой коэффициент устойчивости принимает значения больше $n_{пр}$.

Определяем площадь треугольника, которая соответствует объёму укрепления на 1 п.м. протяженности борта $S_{укр} = 9100 \text{ м}^2$. Стоимость укрепления 1 м^3 массива зависит от расхода смолы и её стоимости. Согласно [1] расход смолы Bevedan/Bevedol S составляет $0,6 \text{ л/м}^3$, а её стоимость $4 \text{ \$/л}$. Таким образом, стоимость укрепления 1 м^3 массива составляет $c = 0,6 \times 4 = 2,4 \text{ \$/м}^3$.

Уменьшаем угол откоса борта до 81° и произведем аналогичные расчеты. При угле откоса 81° получили следующие результаты: коэффициент устойчивости борта $n = 0,666$; минимально устойчивая высота

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНОСТИ ЗАТРАТ НА УКРЕПЛЕНИЕ И ПРИРОСТ ВСКРЫШИ

Угол наклона борта α , град	Площадь укрепления $S_{укр}$, м^2	Уменьшение площади укрепления $\Delta S_{укр}$, м^2	Прирост вскрыши ΔV , м^3	$\Delta \mathcal{E}_{укр} = \Delta S \times 2,4, \$$	$\Delta \mathcal{E}_{вкр} = \Delta V \times 1,2, \$$	Экономическая рентабельность $\mathcal{E}, \$$
83,05	9100					
		1180	1510	2832	-1812	1020
81,1	7920					
		2007	3020	4816,8	-3624	1192,8
79,15	7093					
		3688	6040	8851,2	-7248	1603,2
75,35	5412					
		4915	9060	11796	-10872	924
71,68	4185					
		5844	12080	14025,6	-14496	-470,4
68,16	3256					

откоса $H_{\min} = 110 \text{ м}$; сцепление по наиболее опасной поверхности скольжения $K_{укр} = 155,4 \text{ т/м}^2$; общая длина поверхности скольжения $l_{общ} = 273,7 \text{ м}$; длина укрепляемой части $l_y = 106,7 \text{ м}$; площадь укрепляемого треугольника $S_{укр} = 7920 \text{ м}^2$. Таким образом, площадь укрепления при угле откоса 81° уменьшилась на 1180 м^2 , но при этом увеличился прирост вскрыши на $\Delta V = 1510 \text{ м}^3$. По данным института «ЖезказганНИИцветмет», затраты на 1 м^3 вскрышных работ составляют $\approx 1,2 \$$.

По разности уменьшения затрат на укрепление и затрат на прирост вскрыши определим экономическую рентабельность:

$$\mathcal{E} = \Delta S_{укр} \cdot 2,4\$ - \Delta V \cdot 1,2\$ = 1180 \cdot 2,4\$ - 1510 \cdot 1,2\$ = 1020\$.$$

Следовательно, при уменьшении угла наклона борта с 83° до 81° экономическая рентабельность составит $1020 \$$ на 1 п.м. протяженности борта.

Уменьшая последовательно угол наклона борта, будем сравнивать уменьшение затрат на укрепление с увеличением затрат на прирост вскрыши. Результаты расчетов сведём в таблицу.

Из таблицы видим, что при уменьшении угла наклона борта до $75,35^\circ$ экономическая рентабельность составит $1603,2 \$$ на 1 п.м. протяженности борта.

Для угла наклона откоса $\alpha = 75,35^\circ$ коэффициент устойчивости $n = 0,736$; минимальная устойчивая высота откоса $H_{\min} = 124,8 \text{ м}$; общая длина поверхности скольжения $l_{общ} = 284,8 \text{ м}$; длина укрепления $l_y = 87,1 \text{ м}$; сцепление по наиболее опасной

поверхности скольжения $K_{укр} = 132,9 \text{ т/м}^2$ (рис.2).

По результатам расчетов строится график для определения оптимального угла наклона борта, при котором будет максимальная экономическая выгода (рис.3). Согласно графику оптимальный угол наклона составляет $76,3$. Следует отметить, что при определении затрат на укрепление не учитывались затраты на бурение скважин.

Прodelав аналогичные расчеты по всем основным разрезам, получим оптимальные углы наклона. Затем можно отстраивать контуры карьера, который также будет оптимальным с экономической точки зрения.

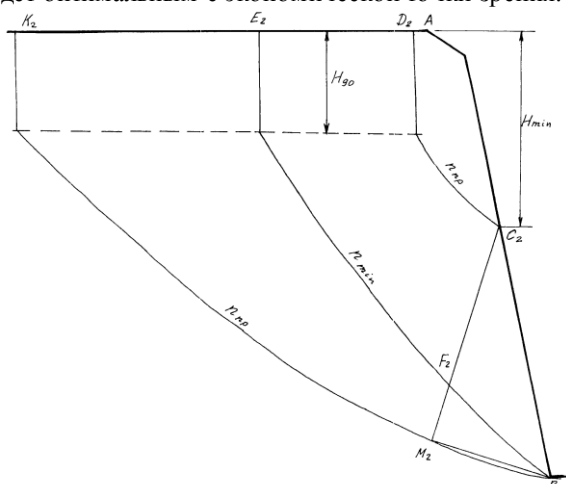


Рис. 2. Борт карьера при $\alpha = 75^\circ$

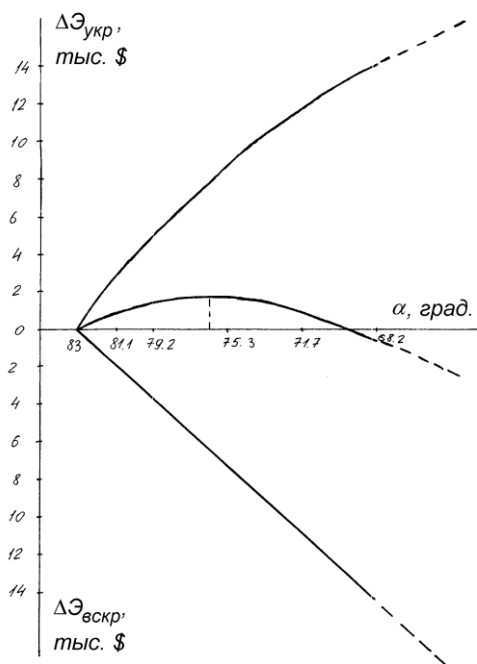


Рис. 3. График для определения оптимального угла наклона борта карьера

Таким образом, появляется возможность отстраивать крутые и в большей степени выпуклые, начиная снизу по форме профиля бортов карьеров при использовании укрепления с помощью полиуретановых смол в нижней его части.

Предлагаемая методика позволяет исключить трудоемкий процесс определения затрат на укрепление и расчет прироста вскрыши по всему карьере в целом, что приводит к увеличению производительности труда при проектировании карьеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров А.Б., Кассул Э.М., Сосунов Ю.А. Расчет параметров упрочнения крутых бортов карьеров // Горный журнал. 1999. №3.
2. Обеспечение устойчивости откосов уступов и бортов карьеров корпорации «Казахмыс»: Отчет по «Казахмыс»: 1998-1999 гг. Караганда, 1999.

УДК 622.454

А.М. ЧЕХОВСКИХ
Р.И. ГАБАЙДУЛЛИН
С.Н. ПОПОВ
Ю.Н. БОБНЕВ

Выбор пожаровзрывобезопасных параметров отработки выемочных участков с учетом взаимовлияния проветривания и дегазации

Сложившаяся практика расчета и выбора технологических параметров и режимов работы выемочных участков с точки зрения безопасности базируется на раздельном проектировании и расчете вентиляционных и дегазационных сетей. Хотя очевидно, что как объекты управления, системы вентиляции и дегазации взаимодействуют с той или иной степенью взаимовлияния. Попытки комплексного подхода к учету их взаимовлияния [1,2,3] сводятся к графо-аналитическим методам

расчета совместной работы вентиляторов главного проветривания (ВГП) и вакуум-насосов (ВНС). Проекты комплексной дегазации, как правило, определяют требуемые с точки зрения эффективности параметры дегазационной системы.

Выработанное пространство, на которое, как правило, направлены основные технические решения по управлению газовыделением в шахте, на наш взгляд, как раз и является связующим звеном между системами вентиляции и дегазации. Именно

совместное решение задач проветривания выемочного участка, выработанного пространства и работы дегазационной сети является ключевым моментом в научно обоснованном расчете и выборе пожаробезопасных режимов работы высокопроизводительных лав.

В Научно-инженерном центре горноспасателей Республики Казахстан (НИЦГ РК) разработаны и используются методика и пакет программ моделирования аэродинамики выработанного пространства для обоснования параметров пожаро- и взрывобезопасной отработки лав.

Развитие работ в этом направлении позволило нам решить задачу взаимодействия вентиляции, участка проветривания выработанного пространства и дегазации как единого объекта управления газовойделением и пожаробезопасностью в пределах выемочного участка.

Как известно, закон сопротивления движению газовой воздушной смеси в общем случае может быть представлен в виде

$$H = R \cdot Q^n + r \cdot Q^{n-1},$$

где H — депрессия участка моделируемой сети, дПа;

Q — расход газовой воздушной смеси на участке, м/сек;

R, r — соответственно, турбулентное и ламинарное сопротивления движению потока;

n — показатель турбулентности потока.

Известны численные методы решения потокораспределения в сети, когда $n = 2$ и второе слагаемое отсутствует, т.е. имеет место чисто турбулентный характер движения смеси, удовлетворяющий двум законам сетей.

$$Q_{i,1} = 0; H_{s,k} = 0 \quad (1)$$

для любых узлов i и контуров s сети.

Считая, что общий алгоритм сходимости при решении задачи воздухоораспределения в сети известен для случая чисто турбулентного движения, приведем формулу поправок Δh для смешанного закона сопротивления движению смеси [4]:

$$\Delta h = \frac{\left[\sqrt{r_{i2}^2 + 4R_{i2} \cdot H_{i2}} - r_{i2} \right] / 2R_{i2} + \left[\sqrt{r_{i1}^2 + 4R_{i1} \cdot H_{i1}} - r_{i1} \right] / 2R_{i1}}{\left[1 / \sqrt{r_{i1}^2 + 4R_{i1} \cdot H_{i1}} \right] + \left[1 / \sqrt{r_{i2}^2 + 4R_{i2} \cdot H_{i2}} \right]}, \quad (2)$$

из которой при $R = 0$ (ламинарное движение) и $r = 0$ (турбулентное движение) могут быть получены частные случаи поправок.

Алгоритм и численный метод решения общей задачи взаимодействия элементов аэродинамики общешахтной вентиляционной сети, выработанного пространства и дегазационной системы основывается

на представлении отдельных элементов этой аэродинамической системы, отличающихся по характеристикам:

$H = RQ^2$ — для горных выработок вентиляционной сети;

$H = RQ^2 + rQ$ — для элементов сеточной области, покрывающих выработанное пространство и представляемых как участок сети, а также участков дегазационного газопровода;

$H = f(Q, Q_0)$ — для характеристик ВГП и ВНС.

Выражение (2) для поправок в численном методе решения общей сети позволяет с достаточной точностью обеспечить сходимость метода и получить приемлемое с инженерной точки зрения распределение газовой воздушной смеси в выработках участка, в выработанном пространстве и дегазационной системе.

С точки зрения распределения утечек в выработанном пространстве можно решать локальную задачу, задав фиксированные расходы в лаве на поступающей, на подсвежении (если оно есть) и на исходящей, расходы по скважинам дегазации и газоотсоса с соблюдением баланса расходов

$$\sum Q_{\text{пост}} = \sum Q_{\text{исх}}. \quad (3)$$

Однако, учитывая взаимодействие активных элементов (ВГП и ВНС) и аэродинамику выработанного пространства, для получения фактических параметров работы взаимосвязанной сети необходимо моделировать сеть, включающую в себя всю общешахтную вентиляционную сеть, аэродинамическую модель выработанного пространства и дегазационную сеть, состоящую из газопровода и вакуум-насосных станций.

Расширенная аэродинамическая сеть с числами элементов n ветвей вентиляционной сети, m условных ветвей, моделирующих выработанное пространство и k элементов дегазационной сети в совокупности имеет $n + m + k$ ветвей с различными характеристиками, включающими пассивные и активные ветви.

Реализация этой имитационной модели на современных мощных ПЭВМ позволяет:

получить фактические параметры каждого элемента единой сети, т.е. расходы, депрессии и режимы работы ВГП и ВНС;

рассчитать величины утечек в выработанном пространстве, их направление, расходы и скорости с учетом аэродинамики и фактических режимов работы ВГП и ВНС;

рассчитать поля концентраций в выработанном пространстве, исходя из направления, интенсивности утечек концентрации метана в выработанном пространстве, и на этой основе определить необходимость бурения скважин и выбрать оптимальное их расположение в выработанном пространстве.

Методика расчета технологических параметров отработки участка с учетом взаимовлияния элементов объединенной аэродинамической системы заключается в следующем. Формируется модель (файл сети) общешахтной вентиляционной сети с известными аэродинамическими параметрами выработок и вентсооружений. Специальной

программой формируется условная вентиляционная сеть, покрывающая выработанное пространство, подготавливается сеть дегазационной системы, включающая скважины, подземный и поверхностный трубопровод и вакуум-насосы.

По известным точкам сопряжений вентиляционных выработок участка, очистного забоя, конфигурации выработанного пространства и места заложения всех скважин формируется единая сеть вентиляции и дегазации.

Далее по программам НИЦГ РК производится расчет полей утечек в выработанном пространстве, полей концентрации метана и температур, параметров дегазационной системы и на основе полученных результатов определяются безопасные технологические параметры обработки участка.

Апробирование изложенной методики на шахте «Саранская» УД АО «Испат-Кармет» показало ее правомерность и практическую ценность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коддесепов В.А. Метановыделение и борьба с ним на шахтах. М.: Недра, 1981. 134 с.
2. Мясников А.А., Рябенко А.С., Садчиков В.А. Управление газовой выделением при разработке угольных пластов. М.: Недра, 1987. 216 с.
3. Патрушев М.А., Драницын Е.С. Проветривание высокомеханизированных лав. Донецк: Донбасс, 1974. 149 с.
4. Давыдов Е.Г., Габайдуллин Р.И. Унифицированный метод расчета шахтных вентиляционных сетей // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. 1993. № 2. С. 114-116.

УДК 622.234.5(574.3)

Е.В. КУЗНЕЦОВА

Перспективы внедрения гидродобычи на шахтах УД АО «Испат-Кармет»

В угольной промышленности России применяются короткие очистные забои, которые обеспечивают высокие технико-экономические показатели. Большой опыт обработки угольных пластов короткими забоями накоплен на гидрошахтах Кузбасса («Юбилейная», «Инская», «Заречная», «Тырганская», «Красногорская»), где за счет гибкости технологии и малых затрат на оборудование были достигнуты наивысшие показатели в отрасли. На гидрошахте «Юбилейная» (пласты пологого падения) в 1976 г. производительность труда рабочего доведена до 225 т/мес., что примерно в 2 раза выше уровня этого показателя по шахтам бассейна. При обработке пластов крутого падения в сложных горно-геологических условиях в 1980 г. нагрузка на забой достигала 1000 т в сутки, т. е. на уровне лучших комплексно-механизированных забоев отрасли. Доля затрат живого труда в себестоимости добычи угля была ниже. Исследованиями по определению тяжести труда установлено, что удельные затраты, отнесенные к единице продукции, при гидродобыче почти в 2 раза ниже. Общий травматизм на 1 млн. т добычи ниже в 2 раза. Разработанная ранее короткозабойная гидравлическая технология (проф. В.С. Мучника) предполагает использование высоконапорных струй воды и производство обезвоживания угля и осветления технологической воды на поверхности. Эта технология, даже с учетом ее преимуществ по технико-экономическим показателям перед комплексно-механизированной технологией, в настоящее время не позволяет решить вопрос рентабельной работы шахт [1].

Для выбора экономически эффективных вариантов технологии подземной добычи угля при строительстве новых шахт, реконструкции действующих или при доработке запасов на закрывающихся шахтах необходимо учесть полный комплекс технико-экономических показателей, не

исключая сроков строительства и возврата инвестиций. Особенно важно при доработке запасов использовать технологии, на которые при перевооружении не требуется значительных капитальных затрат.

Один из вариантов такой технологии для технического перевооружения шахт, обеспечивающий их бездотационную работу, разработан в институте ВНИИгидроуголь. Создан полный комплект оборудования для решения всех задач высокоэффективной подземной добычи угля, включая: комбайн, позволяющий выполнять проходческие и очистные работы в коротких забоях в сложных горно-геологических условиях наклонных и крутых пластов, буровые станки и установки для возведения анкерной крепи оригинальной конструкции, установки для обезвоживания угля и осветления технологической воды, обеспечивающие подземный замкнутый цикл технологического водоснабжения, дробильно-сортировальный комплекс, позволяющий выдавать на поверхность обогащенный уголь-концентрат и т.д. Усовершенствованы технологические и организационные схемы ведения горных работ с использованием этого оборудования. Важно отметить, что все эти разработки внедрены в производство на экспериментальных шахтах, которые демонстрируют на практике возможности новой гидравлической технологии, разработанной под руководством проф. А.А. Атрушкевича.

В настоящее время практически на всех действующих и закрывающихся шахтах имеются участки, где возможна обработка пластов с применением новой гидравлической технологии. Однако руководители лишь некоторых шахт Кемеровской области в этот сложный экономический период обратились в институт ВНИИгидроуголь за технической помощью в связи с поиском экономически выгодной технологии добычи угля.

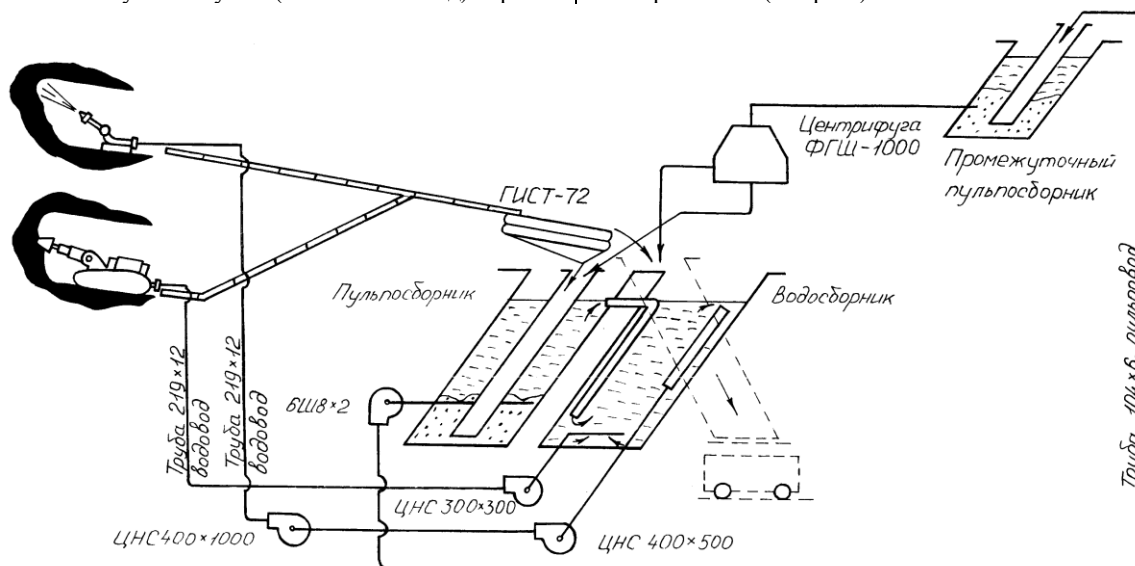
Большинство горняков-практиков и даже ученых принимают технические решения на основании устаревшей информации о гидравлической технологии. Вывести угольную промышленность из кризиса, сделать добычу угля рентабельной в настоящее время может новая гидравлическая технология, для широкого внедрения которой разработаны необходимые средства обеспечения. Институт ВНИИгидроуголь собственными силами разработал и наладил производство этого оборудования без привлечения гигантов отечественного машиностроения и без приобретения дорогого оборудования за рубежом.

В Казахстане, еще при существовании ПО «Карагандауголь», планировалось открытие гидроучастка на шахте «Сокурская» (в настоящее время – район №2 – «Саранская») для отработки пластов K_{10} и K_7 . Для отработки пластов был выполнен проект институтом ВНИИгидроуголь в 1981г. на 1000 т угля в сутки (300 тыс. т в год). Проект

не был реализован ввиду отсутствия производственных мощностей на Байтамской ОФ и отсутствия капиталовложений на завершение строительства гидроучастка.

Кафедрой гидродобычи СМИ совместно с отделом гидротранспорта института ВНИИгидроуголь был разработан в 1987-1988 годах для шахт «Ударновская» ПО «Сахалинуголь» и «Западная» ПО «Южкузбассуголь» гидрокомплекс с подземным обезвоживанием угля, освещением воды и замкнутым подземным циклом водоснабжения, позволяющий сократить объем капиталовложений и обеспечить выемку угля без использования ОФ.

В 1991 г. было создано научно-техническое малое предприятие «Гидромодуль», которое разработало наиболее простой вариант подземного обезвоживания угля, освещения воды в шахте с замкнутым подземным циклом водоснабжения, приемлемый для условий «Сокурской» – в настоящее время район №2 – «Саранская» (см. рис.).



Принципиальная технологическая схема гидротранспортной системы гидроучастка с подземным замкнутым циклом водоснабжения, обезвоживания угля и освещением воды

Такие гидрокомплексы позволяют производить добычу угля на уровне 1000 т в сутки и более, иметь освещение воды около 1г/л, влажность угля от 8 до 12%, обеспечить расход электроэнергии при гидродобыче до 50 – 60 кВт · ч на 1 т и отказаться от использования обезвоживающих фабрик [3]. Намечаемый для открытия участок по гидродобыче угля расположен на юго-западном крыле района №2 шахты «Саранская» и будет отрабатывать пласты K_7 и K_{10} .

Пласт K_{10} залегает на глубине 53–267 м, угол падения пласта изменяется от 17° до 35°. Мощность пласта меняется в пределах 4,37–4,70 м. По структуре пласт K_{10} сложного строения, аргиллитовым прослоем мощностью 0,4 м пласт делится на две части: верхнюю, мощностью 1,12 м, и нижнюю, общей мощностью 3,29–3,20 м. Запасы верхней пачки пласта не стоят на балансе шахты. Балансовая часть пласта аргиллитовыми и углисто-аргиллитовыми прослоями толщиной 0,02–0,07 делится на 5 угольных пачек мощностью 0,12–1,20 м. Угольные пачки средней

крепости $\sigma_{сж} = 128 \text{ кгс/см}^2$, средняя зольность рабочей части пласта $A_p = 25,1\%$, зольность пласта общей мощности составляет $A_{об} = 32,2\%$, выход летучих веществ $y^* = 25,2\%$, влажность 4,4%.

Пласт K_7 залегает на глубине 53–270 м. Угол падения пласта изменяется от 20° до 45°. Мощность пласта K_7 на участке гидродобычи составляет в среднем 3,31 м. Мощность пласта вблизи размыва составляет 3,7 м.

Пласт K_7 сложного строения, аргиллитовыми и углисто-аргиллитовыми прослойками толщиной 0,02–0,07 делится на 7 угольных пачек мощностью 0,3–0,7 м, угольные пачки средней крепости $\sigma_{сж} = 134 \text{ кгс/см}^2$. Средняя зольность пласта $A^d = 25,8\%$, выход летучих веществ $V^* = 25,3\%$, влажность $W_p = 2,8\%$. Балансовые запасы по пласту K_{10} в районе гидроучастка составляют 718 тыс. т., с учетом вовлечения в добычу запасов, ранее отнесенных в потери, составят 840 тыс.т. Балансовые запасы по пласту K_7 в районе гидроучастка составляют 1550 тыс. т. Общие балансовые запасы составляют 2,39 млн. т.

При коэффициенте извлечения угля 0,75 (с учетом погашения целиков у выработок на гидроотбойку) промышленные запасы участка составят

$$2,39 \text{ млн. т} \cdot 0,75 = 1,79 \text{ млн.т.}$$

Для извлечения этих запасов применение комплексно-механизированной технологии считается нецелесообразным, так как рассматриваемый участок находится в сложных горно-геологических условиях крутых пластов. Из-за крутого залегания этих пластов на данном участке сразу же снижается скорость подачи комбайна с учетом установленной мощности привода и тягового усилия. Также важно упомянуть и то, что угол падения пласта очень сильно скажется на нагрузке на очистной забой вследствие снижения скорости крепления на 34% только из-за сложности крепления выработки с увеличением угла падения пласта. Коэффициент снижения скорости крепления с увеличением угла падения пласта K_{yn} при данных условиях будет определяться по формуле

$$K_{yn} = 1 - 0,013 \cdot (\alpha - 9),$$

где α — угол падения пласта

$$K_{yn} = 1 - 0,013 \cdot (35 - 9) = 0,66.$$

Это ведет к тому, что при существующей комплексно-механизированной технологии добыча на этом участке будет слишком мала, а себестоимость угля резко возрастет. Таким образом, из-за невыгодности применения имеющейся технологии в этих условиях, эти запасы так и не были извлечены. Для таких условий хорошо подходит именно новая технология гидродобычи угля, и это не единственный участок, на котором возможно ее применение. Необходимо отметить, что преимущества новой гидравлической технологии перед комплексно-механизированной видны уже при сравнении используемого оборудования (см. табл.).

ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ

Гидравлическая технология		Комплексно-механизированная технология	
Оборудование	Кол-во	Оборудование	Кол-во
Гидромонитор 12ГД	3	Комплекс 2ОКП-70К	1
Комбайн К-56мг	2	Конвейер СП-301	1
Машина БГА-4	1	Конвейер С-50	2
Задвижка ЗШР-16-125	6	Насос 1В20/10	1
Обратный клапан задвижки	3	Пускатель ПВК-63	1
Вентилятор СВМ-6	6	Пускатель ПВП-125	3
Лебедки ЛВД-24	4	Пускатель ПВП-250	6
Задвижка Д-250	6	Конвейер СР-70	4
Эл.привод задвижки	5	Аппаратура А4К-1М	2
ГИСТ-72	2	Конвейер 1Л-100К	1
Насос центробежный		Конвейер 1Л-80	3
ЦНС 400х960	2	Ячейка ЯВ-6400	1
ЦНС 400х480	2	Агрегат АПШ	3
ЦНС 300х360	2	Автомат АВ-400	4

Эл.сверла СЭР-18Д	2	Компрессор ВИФШВ-5	1
Стойка ВК-8	4	Пускатель ПВП-63	1
Конвейер С-53	1	Пускатель ПВ-1140	6
Пускатели ТШП-72	3	Станция СНТ-32	2
Насос 6Ш8	2	Автомат АФВ-3	1
Центрифуга ФГП-1000	2	Конвейер ЛТ-80	1
		Автомат АВ-400	2
		Пускатель ПВВ-320	4
		Дробилка	1
		Подстанция ТСВП-400	1
		Подстанция ТСВП-630	1
		Подстанция ТСПВ-320	1

Исходя из данных перечня используемого оборудования, можно сказать о том, что при гидродобыче у нас значительно уменьшится сумма затрат по таким элементам себестоимости, как «амортизация» и «электроэнергия» (предварительный расчет свидетельствует, что стоимость оборудования по первому варианту на сегодняшний день примерно в 4,5 раза меньше данного показателя по второму варианту). Так как главным используемым видом материалов при этой технологии является вода, то затраты по элементу «материалы» будут незначительными, потому что она имеется на этой шахте в достаточном количестве. В конечном итоге общешахтная себестоимость 1 т угля при новой гидравлической технологии снижается по предварительным расчетам на 12%.

Эта технология давно показала бы себя в действии, так как уже в 1996 г. началось проведение необходимых для этого вида технологии выработок. Но в связи с тем, что в 1997 г. произошло объединение шахт «Сокурская» и «Саранская», с дислокацией на последнюю, а в 1998 г. к ней же перешли и все запасы «Актасской», в распоряжении шахты оказалось достаточное на первое время количество запасов с более простыми условиями залегания пластов, и все работы на участке шахты «Сокурская» были приостановлены.

К настоящему времени на верхних горизонтах

(отметка + 530 м) пластов с наклонным падением

имеются огромные запасы — около 30 млн т. Эти

запасы вскрыты горными работами и могли бы

разрабатываться либо обычным, либо

гидравлическим способами. Но они оставлены до

лучших времен [2].

Актуальность этой проблемы еще более возрастает в связи со стратегической значимостью для

энергетики и металлургии Казахстана угля, по своим запасам существенно превышающим все другие виды энергоносителей. С учетом соотношения в недрах запасов основных видов органического топлива

энергетика Казахстана в перспективе должна ориентироваться на уголь — в качестве главного источника энергетической безопасности страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атрушкевич О.А., Кайдо И.И., Фомичев С.Г. Гидротехнология — экономически выгодная технология добычи угля // Уголь. 1999. № 10.
2. Проблемы сохранения и развития угольной отрасли Карагандинской области / П.П. Нефедов, Н.А. Дрижд, С.С. Квон. Караганда, 1994.
3. Корректировка рабочего проекта «Участок гидродобычи на западном крыле шахты «Сокурская» с переводом на подземный замкнутый цикл водоснабжения, обезвоживания угля и освещением воды в шахте». Новокузнецк, 1991.

УДК 622.457.622.868

С.Н. ПОПОВ
Ю.Н. БОБНЕВ

К вопросу об адекватности математической модели аэродинамики выработанного пространства

В аэродинамике выработанных пространств наиболее приемлемым считается двучленный закон движения воздуха в кусковато-пористой среде.

$$h = R \cdot q^2 + r \cdot q,$$

где h — перепад давления, Па;

R — турбулентная составляющая аэродинамического сопротивления, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^3$;

r — ламинарная составляющая аэродинамического сопротивления, $\text{Н} \cdot \text{с} / \text{м}^5$;

q — расход воздуха через канал, $\text{м}^3 / \text{с}$.

Удельное сопротивление выработанного пространства зависит от расстояния до очистного забоя, скорости подвигания линии очистного забоя, времени от начала обрушения, свойств вмещающих пород. Сопротивления R и r определяются через пористость по формулам [1]

$$R = \frac{\rho}{l_{x,y}} \cdot \frac{2,33}{d_{cp}^2 \cdot m \cdot n_{x,y}^{1,575}},$$

$$r = \frac{\mu}{k_{x,y}} \cdot \frac{2,17}{m \cdot n_{x,y}^{0,525}},$$

где ρ — плотность воздуха, $\text{кг} / \text{м}^3$;

$l_{x,y}$ — длина пути фильтрации воздуха, м;

d_{cp} — средний диаметр кусков в обрушенном пространстве, м;

m — вынимаемая мощность пласта, м;

$n_{x,y}$ — пористость в выработанном пространстве в точке с координатами x, y ;

μ — динамический коэффициент вязкости воздуха, $\text{кг} / \text{с} \cdot \text{м}$;

$k_{x,y}$ — коэффициент проницаемости, м^2 .

Основными параметрами, характеризующими обрушенное выработанное пространство, являются его пористость и средний диаметр кусков обрушенного массива (соответственно, $n_{x,y}$ и d_{cp}).

Выражение для определения пористости выработанного пространства имеет вид

$$n_{x,y} = 1 - \left[0,8 - 0,13 \cdot 2x_i / L_x \right] \cdot 1 - e^{-2,2} \cdot V \cdot t / b,$$

где x_i — координата от центра лавы вдоль груди забоя, м;

L_x — длина лавы, м;

V — скорость подвигания линии очистного забоя, м/сут;

t — время от начала отработки, сут;

b — максимальная зона проветривания выработанного пространства, м, определяется по формулам:

для труднообрушающихся пород кровли

$$B = 80 + 53,7 \cdot V,$$

для среднеобрушающихся пород кровли

$$B = 60,1 + 40,5 \cdot V,$$

для легкообрушающихся пород кровли

$$B = 35 + 25,2 \cdot V.$$

Коэффициент проницаемости в выработанном пространстве в точке с координатами x, y рассчитывается следующим образом [1]:

$$k_{x,y} = \frac{d_{cp}^2 \cdot n_{x,y}^3}{73,46 \cdot 1 - n_{x,y}}.$$

Площадь фильтрации согласно [1] определяется как

$$F_\phi = \left(\frac{m \cdot L_x}{N_x} \cdot \frac{L_{cm}}{N_y} \right)^{2/3} \cdot \left\{ 1 - \left[9 \cdot 1 - n_{x,y}^2 \cdot \pi \right]^{1/3} \right\},$$

где L_x / N_x — ширина элементарного объема, на

которые разбивается выработанное пространство, м;

L_{cm} / N_y — длина элементарного объема, м;

N_x, N_y — число элементарных объемов по осям x и y ;

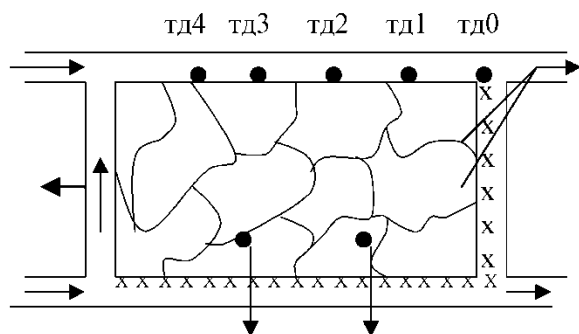
L_{cm} — длина столба, м.

Длина пути фильтрации определяется как

частное от деления объема пор на площадь фильтрации [1]:

$$l_{x,y} = m \cdot \frac{n_{x,y} \cdot L_{cm} \cdot L_d}{F_\phi \cdot N_y \cdot N_x}$$

Совокупность этих уравнений описывает закономерность изменения аэродинамического сопротивления выработанного пространства, что позволяет производить расчеты аэродинамических сопротивлений в каждой точке сеточной области, на которую оно разбивается. На основе полученных параметров рассчитывается поле фильтрационных утечек в выработанном пространстве. Описанная аэродинамическая модель была апробирована при определении утечек в выработанном пространстве лавы 63–К10–з шахты «Саранская». Схема лавы приведена на рисунке.



Лавы 63-К10-з ш. «Саранская»

На схеме показано расположение термодатчиков, вертикальных и куполовых скважин и элементов газодренажа. Наблюдение за воздушно-газовой обстановкой проводилось в течение месяца ежедневно. При этом замерялось количество воздуха на поступающей, на подсвеживании, в лаве и в районе каждого термодатчика. Для уменьшения ошибок измерений данные за каждую декаду были усреднены. Фактические и расчетные данные по декадам приведены в таблице 1.

Таблица 1

ФАКТИЧЕСКИЕ И РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСХОДОВ ВОЗДУХА ПО СТАНЦИЯМ НАБЛЮДЕНИЯ НА КОНВЕЙЕРНОМ ШТРЕКЕ ЛАВЫ 63–К10–З

Дата		3-я декада марта	1-я декада апреля	3-я декада апреля
Длина лавы, м		200	210	240
К-во воздуха на поступающей, м ³ /мин		1730	1605	1600
К-во воздуха на подсвеж., м ³ /мин		2320	2330	2180
Очистной забой	фактическое	1450	1330	1280
	расчетное	1388	1284	1312
Термодатчик	фактическое	4100	3870	3760

0	расчетное	3928	3838	3687
Термодатчик 1	фактическое	3950	3793	3700
	расчетное	3927	3826	3687
Термодатчик 2	фактическое	3900	3720	3590
	расчетное	3892	3795	3670
Термодатчик 3	фактическое	3860	3687	3520
	расчетное	3824	3739	3641
Термодатчик 4	фактическое	3800	3593	3445
	расчетное	3745	3614	3572

Таблица 2

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ И РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СМЕСИ

Места наблюдений	Матем. ожидание расхода смеси, м ³ /мин		Ср. квадрат. отклонение расхода смеси, м ³ /мин		Коэффициент корреляции
	фактическое	расчетное	фактическое	расчетное	
Очист. забой	1353	1328	71	44	0,85
Термодатчик 4	3613	3644	146	74	0,98
Термодатчик 3	3689	3735	139	75	1,00
Термодатчик 2	3737	3775	127	79	0,96
Термодатчик 1	3814	3813	103	98	0,97
Термодатчик 0	3910	3818	142	99	0,94

Полученные данные были статистически обработаны и при этом определены коэффициенты корреляции между фактическими и расчетными значениями для каждой величины. Результаты статистической обработки приведены в таблице 2. Из приведенных результатов следует, что рассматриваемая модель достаточно хорошо описывает аэродинамику реального выработанного пространства (коэффициент корреляции между фактическими и расчетными значениями находится в пределах 0,85...1,0). Следовательно, на основе этой математической модели можно проводить машинные эксперименты для определения оптимальных параметров отработки лавы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование аэродинамики выработанного пространства при бесцеликовой выемке угля и разработка рекомендаций по снижению эндогенной пожароопасности за счет схем и способов проветривания: Отчет № 1926316000 / Карагандинский

УДК 622.1:622.271

Е.В. БАКЛАНОВ
А.Д. КУЗНЕЦОВ
А.Г. ГОЛОВАНОВ
С.Г. ОЖИГИН

Методика фотограмметрических наблюдений на карьерах

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом требует обязательной организации систематических наблюдений за деформациями прибортового массива. Они проводятся с целью своевременного обнаружения деформаций бортов карьеров, оперативной оценки степени опасности этих деформаций и принятия опережающих мер по обеспечению безопасности ведения горных работ. Методы наблюдений за деформациями бортов карьеров весьма разнообразны и могут быть разделены на группы:

- определение смещений специальными автоматическими приборами с дистанционным получением данных деформаций в непрерывном или периодическом режиме;
- с использованием традиционных геодезических методов: геометрического и тригонометрического нивелирования, измерения наклонных и горизонтальных расстояний дальномерами и мерными приборами и т.д.;
- фотограмметрических способов измерения деформаций.

На выбор способа наблюдений влияют:

- необходимость высокой точности определения смещений;
- обязательность высокой производительности работ;
- большое количество получаемой информации и ее объективность;
- обеспеченность маркшейдерских служб приборами и оборудованием для выбранного метода наблюдений;
- возможность выполнения работ маркшейдерскими службами горных предприятий без дополнительного обучения и оснащения приборами.

Для маркшейдерских служб предпочтительными становятся фотограмметрические методы наблюдений за деформациями прибортового массива при условии повышения точности измерений и вычислений.

Фотограмметрические наблюдения выполняются с помощью стандартного оборудования: фототеодолита (полевые работы), стереокомпаратора (камеральные работы). Для работы принимается нормальный случай

фотографирования (рис.1) и случай равноотклоненных осей (рис.2). При нормальном случае съемки оптическая ось фотокамеры в левой и правой точках располагается перпендикулярно линии базиса; при равноотклоненном случае съемки оптическая ось фотокамеры в левой и правой точках базиса отклонена одновременно влево (рис.2,а) или вправо (рис.2,б) от перпендикуляра к линии базиса на некоторый угол. Возможны и другие виды расположения оптической оси относительно горизонта и линии базиса, правда, в этом случае усложняется формула перехода от координат точек на снимках к фотограмметрическим координатам.

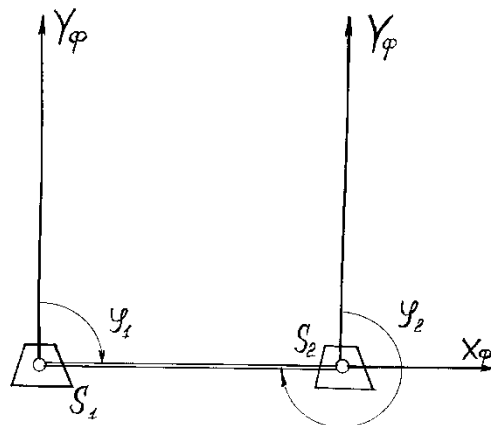


Рис. 1. Нормальный случай стереофото съемки

Пространственное положение точек при наземной стереофотограмметрической съемке определяется фотограмметрической системой координат с началом координат в передней узловой точке объектива фотокамеры S_1 левой точки базиса (рис.3). В данном случае ось Y_ϕ располагается горизонтально и совпадает с направлением оптической оси фотокамеры в левой точке базиса, ось X_ϕ располагается горизонтально и перпендикулярно оси Y_ϕ (при нормальном случае съемки X_ϕ совпадает с горизонтальной проекцией—линией базиса), ось Z_ϕ располагается вертикально.

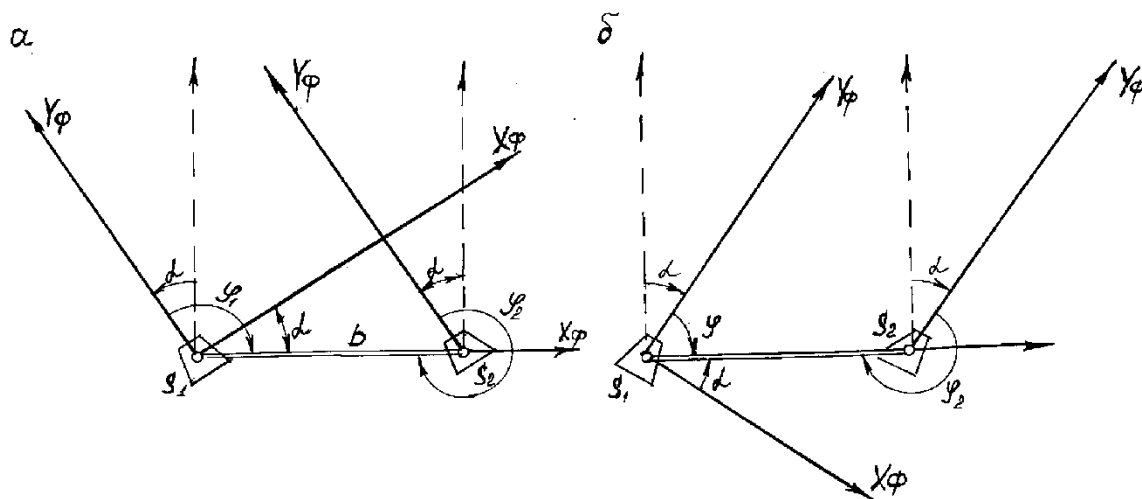


Рис. 2. Равноотклоненный случай стереофото съемки: а—влевоотклоненный; б—вправоотклоненный

Значение Y_ϕ всегда положительно, значение X_ϕ и Z_ϕ положительно соответственно вправо и вверх и отрицательно соответственно влево и вниз относительно начала координат. Все вычисления производятся по общеизвестным формулам с определением координат реперов фотограмметрической системы координат X, Y, Z [1].

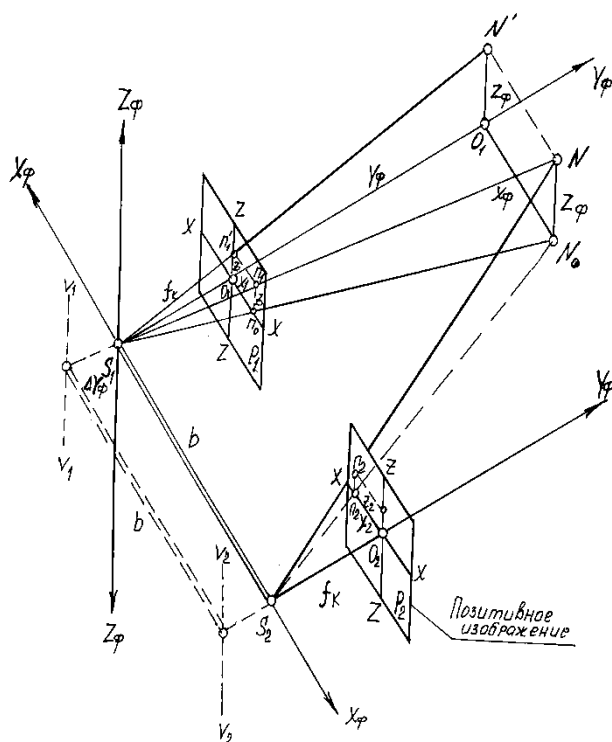


Рис. 3. Фотограмметрическая система координат

Так как при обычном для фототеодолитной съемки карьера расположении базиса на верхней бровке противоположного участка борта отстояние достигает 1500–2000 м, точность определения координат будет не более 0,6 – 0,9 м. Для существенного повышения точности следует уменьшить максимальное отстояние до 300 – 400 м. В этом случае базис смещается к начальному реперу R и размещается на одном из уступов карьера уже на участке расположения станции. Фотографирование

выполняется с установкой объектива фототеодолита в крайнее верхнее положение. В этом положении на снимок должны наносить все реперы, для чего угол наклона линии «точка базиса—репер R» должен быть не более 25° . Выполнение поставленных условий позволит снизить ошибку определения координат реперов до 0,01–0,10 м при измерении величин x, z, p на снимках с помощью точного стереокомпаратора. В общем случае, точность определения координат рабочих реперов (марок) находится по формуле

$$T = L/f \cdot \tau, \quad (1)$$

где L —нормальное расстояние от базисной точки до профильной линии;

f —фокусное расстояние прибора (196 мм);

τ —точность прибора (0,005 мм).

Ошибки определения X_ϕ, Y_ϕ, Z_ϕ в зависимости от точности определения координат X, Y точек снимка, горизонтальных параллаксов p , фокусного расстояния фотокамеры f_k и базиса фотографирования b подробно приведены в [1].

Однако таким измерениям будет обеспечена малая доля наблюдательной станции в ее верхней части. Реперы на горизонте расположения базиса и ниже этими измерениями не захватываются. Со съемкой нижней части наблюдательной станции можно поступить двояко. Во-первых, ее съемку можно выполнить с другого базиса, расположенного на горизонте уже имеющегося базиса, вынесенного на противоположную часть борта карьера. Во-вторых, с целью сокращения объемов полевых работ на противоположную сторону борта может быть перенесена сама нижняя часть станции наблюдений. Это позволит выполнять съемку с того же базиса АВ, но в противоположную сторону. Оба варианта позволяют сохранить необходимую точность, т.к. отстояние останется достаточно малым. Выбор рабочего варианта определяется в каждом конкретном случае конфигурацией борта карьера и другими его элементами.

Полевые работы по наблюдениям складываются из следующих операций:

- определение положения исходных реперов станций, расположенных на верхней бровке карьера;

- определение точек базиса фотографирования;
- фотографическая съемка верхнего участка наблюдательной станции;
- фотографирование (при его наличии) нижнего участка.

Камеральные работы включают следующие этапы:

- измерение на снимках всех зон;
- определение смещений по данным измерений.

Рассмотрим все этапы работы последовательно.

Положение исходных реперов может определяться любым известным геодезическим методом от точек опорной, съемочной сетей карьера или от опорных реперов станций, закладываемых за границами района ожидаемых деформаций. В каждой серии наблюдений определяются плановые координаты реперов и высотные отметки исходных реперов, которые затем сравниваются с координатами и высотными отметками, полученными на момент постановки наблюдений, которые принимаются за исходные. В итоге определяются смещения. Результаты определяются в системе координат наблюдательной станции, начало которой совпадает с начальным положением исходного репера, ось X направлена по оси наблюдательной станции в сторону карьера, Y —горизонтальна и перпендикулярна к оси станции, Z —вертикальна. Данные смещений исходного репера используются в дальнейших вычислениях.

Точки базисов фотографирования в каждой серии наблюдений либо при их сохранении принимаются без изменений, либо, при их уничтожении, выносятся заново при каждой серии. Так как порядок определения точек базисов в любой серии наблюдений однотипен, то работа выполняется в общей для всех случаев последовательности (рис.4).

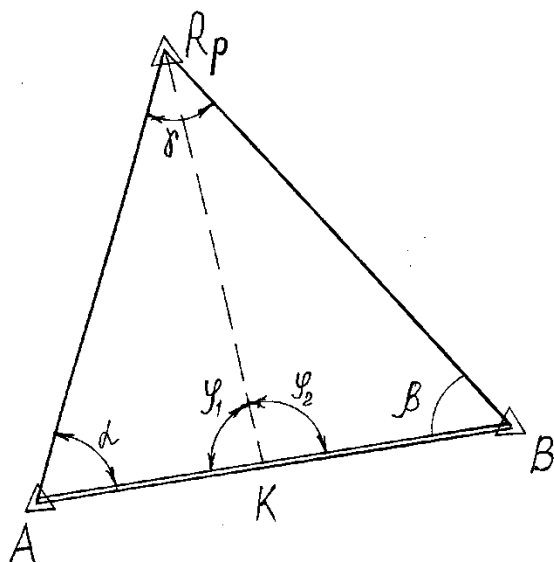


Рис. 4. Определение точек базиса фотографирования

Теодолит на исходном репере ориентируется по оси наблюдательной станции и по визирной оси выставляется точка центра базиса. Теодолитом же под углом близким к 90° от станции выставляются точки базиса на расстояниях 100-150м. При этом превышение между концами базиса должно быть не

более 0,1В. Угол наклона линии «Базис- R_p » не должен быть более 25° . Точки A и B базиса либо закрепляются стационарно при многократном использовании, либо фиксируются штативами с трегерами для установки фототеодолита или марок. В треугольнике ABR_p измеряются все три угла и базис AB . По этим измерениям определяются все необходимые элементы для вычислений. Неконтролируемое смещение точек базисов фотографирования в период между сериями наблюдений, с величинами смещений, находящимися в пределах наблюдаемых деформаций, не оказывает влияния на точность определения величин и векторов сдвижения рабочих реперов наблюдательной станции.

С точек A и B при ориентации фотокамеры по оси станции выполняется фотографирование верхней части станции. Снимаемая зона станции ограничивается сектором, в пределах которого обеспечивается стереосъемка. Фотографирование в полной мере соответствует нормальному случаю фотографирования.

Для съемки этой зоны фотографирование выполняется с того же базиса AB , но с направлением фотокамеры в противоположном фотосъемке верхней зоны направлении. На этом участке можно закрепить положение точек измерения реперами. Однако в этом случае возможен и безреперный способ. В этом случае при измерении просто будут отрисовываться профили уступов, приуроченные к продолжению профильной линии реперов.

Измерения по снимкам предполагается выполнять на стереокомпараторах, что обеспечит точность. По данным измерений определяются координаты реперов в фотограмметрической системе. В дальнейшем выполняется перерасчет в систему координат наблюдательной станции. Сравнением этих координат с соответствующими координатами предыдущих серий наблюдений определяются величины смещений реперов. Отсутствие смещений может определяться по упрощенной схеме рассмотрением с временным базисом. Отсутствие смещений приводит и к отсутствию стереоскопического явления и снимки становятся плоскими. Однако этот способ не позволяет определять смещения, и его применение реализуется полностью на участках устойчивого положения борта карьера.

В частности, данная методика используется на Николаевском карьере АО «ВКМХК». На карьере заложены четыре наблюдательные станции. Принята методика фотограмметрических наблюдений за деформацией прибортовых массивов.

Наблюдательные станции I, II, III заложены в виде профильных линий, отвечают требованиям «Инструкции по наблюдениям...» с учетом выноса опорных реперов за пределы зоны сдвижения и расположены на наиболее ослабленных участках с точки зрения геологического строения месторождения, что подтверждается наличием на этих участках локальных деформаций откосов отдельных уступов.

Используя специальные расчеты на геологических разрезах по наблюдаемым профильным линиям с учетом фактического и проектного положения горных работ, отстроены ожидаемые поверхности скольжения

призмы возможного обрушения. Поэтому появляется возможность в каждом конкретном случае нанести на план горных работ ширину зоны возможного сдвижения.

На южном борту карьера с гор. 212 м по гор. 122 м заложена наблюдательная станция IV в виде профильной линии, состоящей из шести реперов (марок), и служащая для контроля его устойчивости в районе формирования вертикальных уступов. По мере постановки на проектный контур вертикальных уступов в процессе углубки карьера данная профильная линия будет наращиваться путем закладки новых реперов (марок).

Осуществив на карьере рекогносцировку фактического состояния горных работ и проведения инструментальные разбивочные измерения, вынесены в натуру базисные точки для всех четырех профильных линий. При этом их закладка осуществлена с учетом прямой видимости основных реперов (марок), минимального расстояния до них и возможности их увязки между собой.

Верхние рабочие реперы (марки) всех профильных линий привязываются к пунктам государственной геодезической сети полигонометрией II разряда и нивелированием IV класса. Координаты рабочих реперов (марок) получают в результате обработки данных фотограмметрических измерений. При вставке точек базисов фотографирования измеряются примычные углы.

Определение координат реперов, заложенных у подошвы вышележащего уступа, в случае непопадания их на фотоснимок осуществляется следующим образом:

– высотная отметка передается геометрическим нивелированием от репера, заложенного вблизи бровки;

– координаты X и Y передаются посредством измерения расстояния от репера вблизи бровки и угловых измерений.

Первая серия фотограмметрических наблюдений выполнена на карьере в начале ноября 1998 г. Последующие серии наблюдений выполнены в апреле, августе и октябре 1999 г. Результаты наблюдений сведены в таблицу.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ПРОФИЛЬНЫМ ЛИНИЯМ КАРЬЕРА «НИКОЛАЕВСКИЙ»

№№ репера	Смещение в плане, мм	Смещение по высоте, мм	№№ репера	Смещение в плане, мм	Смещение по высоте, мм
1	2	3	4	5	6
29.04.1999г.					
Линия I-I			Линия III-III		
1	0	0	1	0	0
2	4	-3	2	0	0
3	12	-2	3	10	-5

4	12	-10	4	29	-25
5	18	-5	5	39	-16
			6	32	-18

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6
			9	46	+10
			11	115	+2
			12	320	+197
11.08.1999г.					
Линия I-I			Линия III-III		
1	0	0	1	0	0
2	4	-4	2	0	0
3	15	-6	3	13	-11
4	15	-12	4	41	-33
5	24	-7	5	38	-15
			6	34	-19
			9	67	+41
			11	179	-7
			12	501	+309
01.10.1999г.					
Линия I-I			Линия III-III		
1	0	0	1	0	0
2	3	-5	2	0	0
3	17	-7	3	14	-9
4	14	-12	4	36	-39
5	26	-8	5	40	-15
			6	38	-16
			9	70	+39
			11	185	-12
			12	512	+316

Векторы абсолютных горизонтальных смещений по профильным линиям I и III приведены на рис.5, 6.

В комплекс исследований фактического состояния прибортовых массивов на карьере кроме инструментальных наблюдений по профильным

линиям входит изучение структурно-тектонической особенности и трещиноватости горного массива, что позволяет производить районирование на основе расчетов устойчивости откосов и бортов карьера с учетом их фактического и проектного состояния. На основе дальнейшего анализа можно установить состояние горного массива и механизм деформирования. В случае достижения критических значений деформаций предусматривается разработка противодеформационных мероприятий.

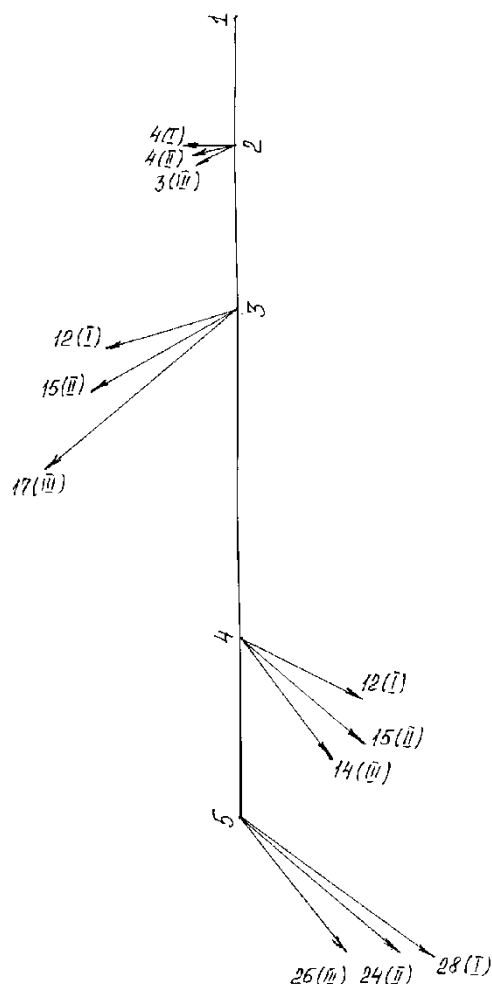


Рис. 5. Векторы смещений по профильной линии I-I, мм

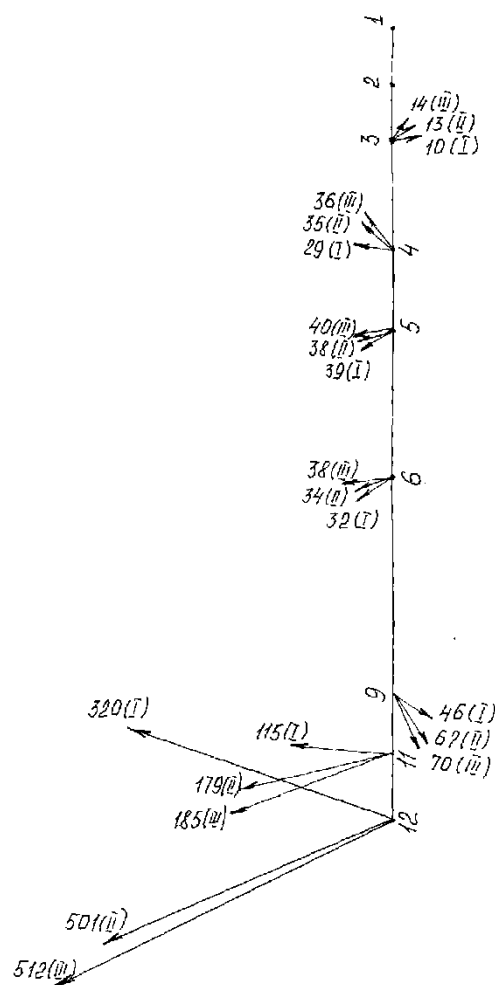


Рис. 6. Векторы смещений по профильной линии III-III, мм

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бруевич П.Н. Фотограмметрия. М.: Недра, 1990.

В основных направлениях технического развития угольной промышленности Карагандинского шахтного бассейна на 1986-1990 гг. и на период до 2000 года предусматривались снижение простоев из-за отказов оборудования; внедрение регламента технического обслуживания и ремонта очистного и проходческого оборудования с учетом фактического режима его работы на основе приборного контроля энергетических показателей ресурса и применения средств технической диагностики; разработка и внедрение в действие нормативно-технической документации по улучшению качества эксплуатации горно-шахтного оборудования; создание и освоение к 2000 году подсистемы АСУТП, обеспечивающей автоматизированный контроль и учет отработанного ресурса горно-шахтного оборудования, учет и анализ отказов и перерывов в работе технологического оборудования, формирование заданий на проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, оценка их качества и контроль выполнения. Предусмотрены также увеличение ресурса основного очистного и проходческого оборудования после капитального ремонта, осуществление дальнейшей централизации и специализации капитального ремонта оборудования, расширение агрегатно-узлового метода ремонта, увеличение объема восстановления деталей и др.

Это вызвано значительными простоями из-за отказов оборудования комплекса механизации (КМ-130), составляющих около 30% продолжительности смены, что приводит к существенному снижению эффективности использования оборудования. Ранее проделанные анализы показали, что более 50% всех аварий с машинами и механизмами можно предупредить за счет совершенствования системы технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) [1].

Проведенные ранее исследования в области эксплуатации горной техники не решают комплексно рассматриваемую проблему. Поэтому разработка и внедрение прогрессивных методов технического обслуживания и ремонта горно-шахтного оборудования, в частности ОМК, являются актуальной научной задачей. Ремонтное производство шахтного бассейна является сложной системой, включающей людей, машины, материалы, транспорт, производственные площади, денежные средства, выпускаемую продукцию (результатом деятельности ремонтных служб является отремонтированное и модернизированное оборудование), окружающую среду, администрацию и т.д.

Объединив в понятие системы экономическую систему—ремонтное производство КМ-130, можно рассматривать его как целое, состоящее из различных частей—подсистем, взаимосвязанных между собой. Каждую подсистему можно рассматривать так же, как отдельную систему: например, ремонтно-механический цех (РМЦ) или любое цеховое ремонтное бюро

(ЦРБ) в свою очередь являются системами. Однако РМЦ также состоит из отдельных частей—подсистем, которыми являются участки, бригады.

Взаимосвязь и взаимодействие всех подсистем любой достаточно сложной системы ведут к тому, что изменение состояния одной из них приводит к изменению других и всей системы в целом. Любая ремонтная система—это не застывшее целое, а комплекс взаимосвязанных и развивающихся во времени отдельных подсистем, т. е. любую ремонтную систему можно охарактеризовать как динамическую. Одна из особенностей ремонтных систем — вероятностный характер их элементов. Действительно, в силу ряда причин невозможно, например, заранее, до ремонта, составить оптимальный однозначный план, который смог бы учесть все изменения, появляющиеся в процессе ремонта. Только с некоторой вероятностью можно сказать, что план будет выполнен в заданный срок.

Таким образом, ремонтные системы определяются как сложные, динамические и вероятностные. Управлять этими системами и планировать их работу можно, применяя только такие методы планирования и управления, которые могли бы учесть основные свойства ремонтных систем. Управление ремонтными системами осуществляется на основе соответствующей системы информации, предназначенной для сбора сведений о состоянии управляемой системы, принятия на этой основе решений и доведения их до исполнителей. Такая совокупность управляемой динамической системы и соответствующей системы информации и управления является кибернетической системой.

Для эффективного управления ремонтными системами и планирования их работы необходимо иметь ясную цель управления, обоснованную критериями. Такими критериями в ремонтном производстве могут быть минимизация сроков и затрат на ремонты, выполнение планов ремонта в срок и т. д. Эти критерии должны совершенствоваться в связи с изменением и развитием систем. Для планирования и управления сложными системами по выбранному критерию необходимо создать модель управляемой системы, на основе которой можно было бы составить план и проверить на нем возможные плановые решения.

Одной из лучших моделей в ремонтном производстве является сетевая модель (сетевой график, сеть), которая дает возможность отобразить весь ремонтный процесс и его конечную цель, а также позволяет алгоритмизировать процессы управления производством. Сетевой моделью могут быть охвачены все стадии (этапы) организации ремонта оборудования: работы по подготовке ремонта, процесс самого ремонта и сдача отремонтированного объекта в эксплуатацию. На основе сетевой модели комплекса ремонтных работ может быть создана

система сетевого планирования и управления [СПУ]. Объектом управления в системах СПУ является коллектив людей, располагающий определенными ресурсами (трудовыми, материальными, финансовыми и др.) и выполняющий проект (комплекс работ, тема, разработка и т. п.), призванный обеспечить достижение намеченной цели [2].

В настоящее время в ремонтном производстве КМ-130 получили распространение одноцелевые системы малой и средней сложности с контролем сроков (управление с оптимизацией по времени) в основном без учета ограничений по трудовым ресурсам и только в некоторых случаях с учетом этих ограничений. Такие системы разрабатываются в основном на отдельные ремонты, причем проходит это большей частью эпизодически. Для осуществления перехода к созданию больших систем, СПУ для планирования всего объема ремонтных работ участка, бригады необходимо решить много проблем как организационного, так научного и технического характера.

Внедрение системы СПУ даже при проведении отдельных ремонтов связано с рядом трудностей, вызываемых тем, что до сих пор в шахтных бассейнах нет единых ремонтных служб (механики и энергетики разобщены, цеховые механики подчинены административно начальникам основных цехов и т.д.), подразделения которых были бы объединены под единым руководством. Таким образом, осуществление планирования ремонта оборудования на основе систем СПУ неизбежно требует перестройки организационной структуры создания единой ремонтной службы. Это необходимо также и для внедрения хозрасчета в работу коллективов ремонтников. На некоторых заводах США созданы ремонтные службы, объединяющие все ремонтные подразделения под единым руководством. Отсутствие хозрасчетных взаимоотношений внутри ремонтных подразделений, а также между ними и другими участками шахты также затрудняет успешное внедрение систем СПУ при ремонтах. Наряду с трудностями организационного характера, при внедрении систем СПУ имеются также затруднения, вызываемые несовершенством самих сетевых моделей и средств вычислительной техники для обработки информации [3].

В настоящее время разработаны методы построения и расчета сетевых моделей на проведение отдельных ремонтов и нет детально разработанных сетевых моделей, которые позволили бы, например, планировать все ремонтные работы предприятия, цеха, участка одновременно и управлять ими. Это обстоятельство накладывает большие ограничения на возможность перевода всех ремонтных работ предприятия на систему СПУ. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что управление ремонтами по сетевым графикам в некоторых случаях бывает затруднительным. Это объясняется тем, что даже в сетевой модели нельзя при планировании (до разборки оборудования) предусмотреть изменения, которые могут произойти при проведении ремонта, а также тем, что еще не все горные предприятия располагают быстродействующими средствами вычислительной техники, с помощью которых в

процессе ремонта можно оперативно и в полном объеме выдавать информацию об изменениях в ходе ремонта. А если даже имеют вычислительную технику, то не имеют специального программного обеспечения.

Таким образом, внедрение систем СПУ по отношению ко всем ремонтным работам КМ-130 является весьма сложной и ответственной задачей, причем сложность ее усугубляется отсутствием достаточно большого опыта по применению СПУ в ремонтном производстве. В дальнейшем подробно рассматриваются только системы СПУ при организации отдельных ремонтов на горных предприятиях, причем большее внимание уделяется применению их при планировании таких ремонтов.

Планирование ремонта оборудования на КМ-130 осуществляется обычно в три этапа. На первом — производятся объемные расчеты, уточняется номенклатура планируемых объектов в соответствии с имеющимися ресурсами, на втором — осуществляется календарное планирование отдельных ремонтов и на третьем — управление ходом проведения ремонтных работ. На третьем — строятся календарные графики ремонтных работ, обычно годовые и месячные. Причем, если годовые графики составляются для горного предприятия или участка в целом, то месячные составляются также и для каждой отдельной бригады ремонтных рабочих. На ремонты уникальных станков разрабатываются отдельные календарные графики.

Однако, как показывает опыт, не все календарные графики возможно и эффективно строить в виде сетевых моделей. Годовой план-график производственного плана ремонта (ППР) оборудования КМ-130, в котором имеется много позиций, нецелесообразно составлять в форме сети, а следует разрабатывать в виде линейного графика. На основе таких графиков составляются и месячные планы ремонтов оборудования КМ-130 (в том случае, когда план состоит из большого числа позиций).

Месячные планы ППР для отдельной бригады ремонтных рабочих и планы-графики на проведение отдельных ремонтов целесообразно составлять на основе сетевых моделей. Однако при этом следует помнить, что наиболее эффективно разрабатывать сетевые графики на капитальные ремонты и менее эффективно — на средние и малые. На малые ремонты оборудования в том случае, если комплекс работ состоит из 10–20 работ, проще строить линейные графики. Нижней границей применения сетевых графиков для планирования ремонтов является их использование для комплексов на 30–40 работ. Эффективность использования сетевых моделей возрастает по мере увеличения комплекса ремонтных работ.

Сетевые графики на горных предприятиях применяются только при проведении ремонтов, но не при подготовке к ним. Однако подготовка к капитальному ремонту, например, уникального станка представляет собой весьма сложный комплекс работ, в котором взаимоувязана деятельность многих подразделений шахты, от эффективности выполнения которого во многом зависят сокращение простоев

оборудования в ремонте и снижение его себестоимости. Поэтому работы по подготовке к ремонту оборудования большой и особой сложности необходимо проводить также по системе СПУ.

Если на предприятии производятся капитальные ремонты нескольких станков одной модели, то по таким ремонтам эффективно применять типовые сетевые графики. По имеющимся типовым сетям на каждый случай капитального ремонта оборудования определенной модели легко составить отдельный сетевой график. На ремонт сложного и уникального

оборудования не рекомендуется заранее разрабатывать типовые сетевые графики, так как ремонты таких объектов в каждом случае весьма отличаются друг от друга и производятся довольно редко. Для ремонта уникального оборудования целесообразно составлять сетевые графики перед началом ремонта. После разборки станка такие графики должны корректироваться, так как до начала ремонта невозможно предусмотреть все необходимые ремонтные работы, их объем и продолжительность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурзаев А.А. Сетевое планирование ремонта в промышленности. М.: Машиностроение, 1971.
2. Абрамов С.А. и др. Сетевые методы планирования и управления. М.: Советское радио, 1965.
3. Бир Ст. Кибернетика и управление производством /Пер. с англ. Изд. 2-е. М.: Наука, 1965.
4. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. Ремонт промышленного оборудования. М.: Профиздат, 1965.

Раздел 3

Автоматика. Транспорт

УДК 62-83:621.879

И.В. БРЕЙДО
Е.К. ЖУМАГАЛИЕВ

Асимптотические идентификаторы момента нагрузки электропривода постоянного тока

Эффективность демпфирования нагрузок в электроприводе с упругими связями существенно повышается при введении обратных связей по упругому моменту [1, 2, 3]. В электроприводах с жесткими механическими связями введение обратной связи по моменту нагрузки приводит к инвариантности относительно возмущений [3]. В то же время непосредственное измерение момента связано с решением сложных технических проблем.

Произведем синтез наблюдателя момента нагрузки электропривода с упругими связями с использованием доступных измерению сигналов скорости электродвигателя и тока якоря и методов асимптотической идентификации.

Уравнение механического равновесия электропривода с упругими связями в форме Коши может быть приведено к виду:

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{K\Phi i}{J_i} - \frac{M_y + M_c}{J_1} - \frac{\alpha\omega_1}{J_1}, \quad (1)$$

где ω_1 — частота вращения электродвигателя;
 J_1 — момент инерции электродвигателя;
 α — коэффициент вязкого трения;
 Φ — магнитный поток якоря двигателя;
 K — конструктивный коэффициент;
 M_y — упругий момент;

M_c — момент сопротивления.

Модель наблюдателя примем в виде

$$\frac{d\hat{\omega}_1}{dt} = K_1 K_{om} i - \delta \hat{\omega}_1 - K_2 \hat{\omega}_1 - K_3 M_0, \quad (2)$$

где $\hat{\omega}_1$ — восстановленная частота вращения;
 K_{om} — коэффициент передачи датчика тока;
 $\delta(t)$ — переменный коэффициент, подлежащий идентификации;
 M_0 — постоянная часть момента сопротивления;
 K_1, K_2, K_3 — коэффициенты.

$$M_\Sigma = M_y + M_c,$$

$$K_1 = \frac{K\Phi}{K_{om} J_1}, \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{\alpha}{J_1}, \quad K_3 = \frac{1}{J_1}.$$

Представим момент нагрузки в виде

$$M_\Sigma = M_0 + M \Delta T. \quad (4)$$

Подставим (4) в (1 и 2) и получим уравнение относительно ошибки:

$$\Delta\omega_1 = \hat{\omega}_1 - \omega_1.$$

На интервалах самонастройки $[t_j; t_j + T_j]$, принимая гипотезу квазистационарности $M(\Delta T)$ во время

переходного процесса идентификации:

$$\frac{d\Delta\omega_1}{dt} = -\delta \ t + \frac{1}{J_1} M \ \Delta T - \frac{\alpha}{J_1} \Delta\omega_1. \quad (5)$$

Приводим (5) к виду:

$$\frac{d}{dt} \Delta\omega_1 + \frac{\alpha}{J_1} \Delta\omega_1 = \frac{1}{J_1} M \ \Delta T - \delta \ t = c(t). \quad (6)$$

Процессы самонастройки устойчивы, если

$$\lim_{t \rightarrow \infty} c \ t = 0, \quad (7)$$

что эквивалентно

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \delta \ t = \frac{M \ \Delta T}{J_1}. \quad (8)$$

Асимптотическую устойчивость процесса самонастройки определим по второму методу Ляпунова. Функцию Ляпунова определим в виде [4]:

$$V = \gamma_1 \Delta\omega_1^2 \ t + \gamma_2 c^2 \ t, \quad (9)$$

где γ_1 и γ_2 — коэффициенты самонастройки.

Производная V по времени с учетом (6) равна

$$\dot{V} = 2\gamma_1 \Delta\omega_1 \left(c - \frac{\alpha}{J_1} \Delta\omega_1 \right) + 2\gamma_2 c \dot{c}. \quad (10)$$

Процессы идентификации устойчивы при

$$2\gamma_1 \Delta\omega_1 c + 2\gamma_2 c \dot{c} \leq 0. \quad (11)$$

Отсюда

$$\dot{c} = -\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \Delta\omega_1. \quad (12)$$

Так как

$$V \Big|_{\substack{\Delta\omega \ t=0 \\ c \ t=0}} = 0, \quad \dot{V} \Big|_{\substack{\Delta\omega \ t=0 \\ c \ t=0}} = 0, \quad (13)$$

то функция V — положительно определена, $\dot{V}$ — отрицательно определена в пространстве переменных $\Delta\omega(t)$ и $c(t)$. С учетом того, что $M(\Delta T)$ на интервале

самонастройки квазистационарен, а также с учетом (6) алгоритм идентификации момента нагрузки имеет вид

$$c \ t = -\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \frac{\Delta\omega_1}{S}, \quad (14)$$

где S — оператор дифференцирования.

В электроприводе с жесткой механической связью уравнение объекта имеет вид

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{K\Phi_1}{J_1} - M_c. \quad (15)$$

Уравнение модели наблюдателя

$$\frac{d\hat{\omega}_1}{dt} = K_1 K_{om} i - K_3 M_0 - \delta \ t. \quad (16)$$

Уравнение ошибки

$$\Delta\hat{\omega} = \frac{1}{J_1} M \ \Delta T - \delta \ t = c \ t. \quad (17)$$

Функция Ляпунова соответствует (9). Производная функции Ляпунова равна

$$\dot{V} = 2\gamma_1 \Delta\omega_1 c + 2\gamma_2 c \dot{c}. \quad (18)$$

Отсюда следует, что алгоритм идентификации аналогичен (14).

С целью оценки эффективности полученного алгоритма (14) разработана имитационная модель идентификатора момента нагрузки в составе электропривода постоянного тока с упругими связями, выполненного по системе подчиненного регулирования. Для разработки имитационной модели использован ППП MATLAB [5].

Электропривод имеет следующие параметры:

Двигатель Д-806 номинальной мощностью $P_n=16\text{ кВт}$; $N_n=710$ об/мин; $\Phi_n=0,25$ Вб; $T_\alpha=0,06$; $T_m=0,25$; $R_\alpha=0,1085$ Ом; $J_\alpha=1$ кг·м².

На рис. 1 представлен программный аналог электропривода и идентификатора.

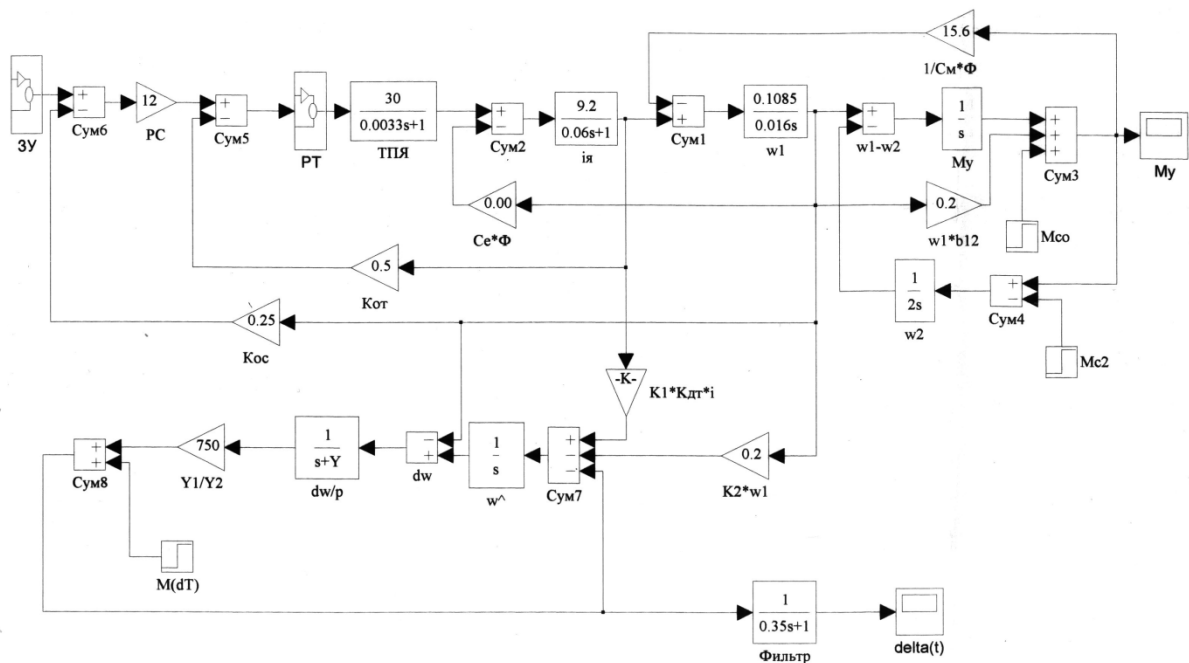


Рис. 1. Имитационная модель электропривода с идентификатором

При проведении имитационных экспериментов определены параметры настройки идентификатора γ_1/γ_2 при реакции на управляющее и возмущающее воздействия.

В процессе параметрической настройки определены соотношения γ_1/γ_2 , обеспечивающие приемлемое качество функционирования идентификатора с минимальной ошибкой. Установлено, что для рассматриваемого электропривода соотношение $\gamma_1/\gamma_2 = 750$ (рис. 2, кривые 2,3).

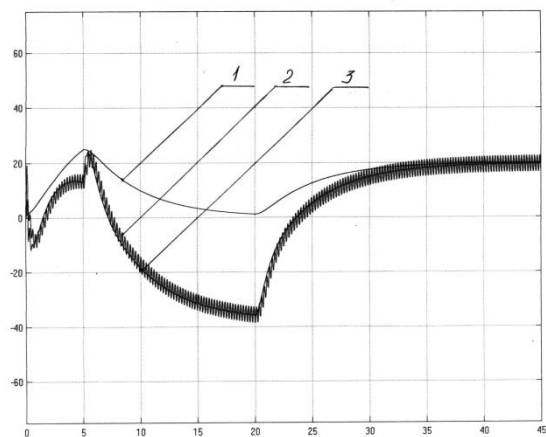


Рис. 2. Графики переходных процессов: 1 — кривая упругого момента; 2 — упругий момент, восстановленный по алгоритму (14); 3 — упругий момент, восстановленный по алгоритму (19)

Однако в процессе идентификации возникают относительно высокочастотные колебания восстановленного упругого момента, связанные с колебаниями

восстановленной скорости. Этот эффект объясняется тем, что при реакции упругого момента на управляющее и возмущающее воздействия нарушаются условия квазистационарности $M(\Delta T)$ во время переходного процесса идентификации.

Проведенный дополнительный анализ, подтвержденный имитационными экспериментами, показал возможность подавления колебаний восстановленного момента нагрузки путем введения в идентификатор аperiодической компоненты. При этом алгоритм идентификации приобретает вид:

$$c \cdot t = -\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \frac{\Delta \omega_1}{s + \beta}, \quad (19)$$

где $-\frac{1}{\beta}$ — постоянная времени аperiодического процесса.

На рис.2 (кривая 3) представлены переходные процессы идентификатора, выполненного по алгоритму (19). Колебательная составляющая восстановленного момента полностью устранена.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан алгоритм идентификации момента нагрузки в электроприводе постоянного тока с упругими и жесткими связями, с помощью методов имитационного моделирования скорректирована структура идентификатора и осуществлена параметрическая настройка, обеспечивающая удовлетворительную сходимость переходных процессов.

Достоинство предложенного алгоритма заключается в том, что он может быть реализован при использовании типовых датчиков электропривода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брейдо И.В. Синтез системы демпфирования нагрузок в цепном тяговом органе // Изв. вузов. Электромеханика. 1985. №3. С.27–30.

2. Брейдо И.В. Характеристики системы демпфирования нагрузок в цепном тяговом органе // Изв. вузов. Электромеханика. 1987. №12. С.103–107.
3. Егоров В.Н., Шестаков В.М. Динамика электропривода. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 216 с.
4. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. М.: Высш. шк., 1980. 287с.
5. Гуляев А.К. MATLAB 5.2 Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. СПб.: КОРОНА принт, 1999. 288с.

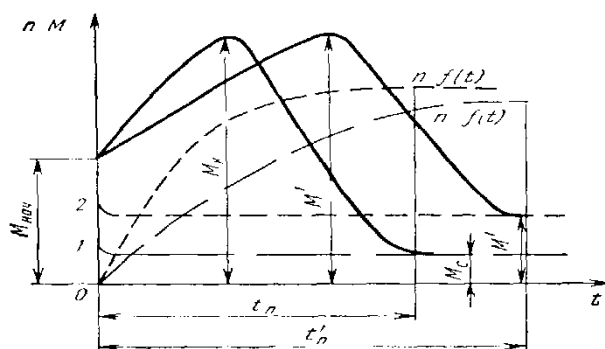
ЖОК 622.647

И.И. ТАЗАБЕКОВ
Т.К. БАЛҒАБЕКОВ

Табақшалы науаға пәрменді жүктеме кезіндегі серпінді буындардың әсері

Егерде басқарылатын мәшинде серпінді буындар болса, онда өткінші процестер ерекше жағдайдағы ағымда болады. Статикалық кедергілердегі иінкүштердің өзгеруі таңба ауыстыруларға әкеліп соқтырады. Мұндағы кедергілерді потенциалды және активті деп бөлуге болады. Бұлардың өзгерулері әртүрлі жағдайларға байланысты: табақшалы немесе ленталы науаның тербелісі кезінде, жүктердің шайқалуы, тізбектің алғашқы қозғалысы кезіндегі тербеліс т.б. Қаттылық сипаттамасына байланысты және жылдамдықты реттеуде тасымалданатын жүктердің тура бір орынға келтіріп тоқтату көбіне мүмкін емес, үздіксіз жұмыс істейтін көліктерде серпінді буындардың болуынан. Соның ішінде ленталы науадағы лента, табақшалы науадағы тізбек, қозғағыштардың қосылған жерлері т.с. Ал өте жауапты, үлкен ғимараттарды салғанда немесе тау-кен орындарында бұған өте көп көңіл бөлінеді.

Біз табақшалы немесе ленталы науада қолданылатын тоқты қозғалтқыштағы тербелістердің әртүрлі себептердегі туындау жағдайын қарастырайық. Бізге белгілі, ағым сипаттамасындағы процестерге күш әсер етеді, тербелісті қоздырушы, демек, бастапқы иінкүш қозғағышпен өндірілетін болады. Осы иінкүштің шамасы неғұрлым кіші болса, соғұрлым түпкілікті шамаға дейін тербеліс шамасы біріңғай болып көрінеді. Бұл дегеніңіз қозғалтқыштың жұмыс істеуіне өте ыңғайлылық және тербеліс амплитудасы да кіші болады. Мұндағы қиындықтың бір түрі бұл, қозғағыш білігінің айналуындағы, статикалық кедергідегі иінкүштің шамасы, істелетін жұмыстың жағдайына байланысты болып отыр, бұл дегенің, табақшаның немесе лентаның артылуына байланысты, олардың қай шамада керіліп тұрғандығы т.с. Тоқты қозғалтқыш, өте қиын жағдайға бейімделіп жүргізіп жіберуге дайын тұрған, алғашқы кезде өте үлкен үдеулі иінкүшті жасайды.

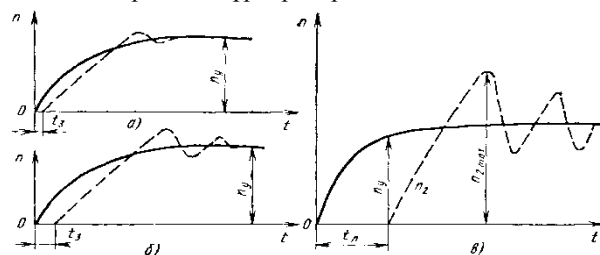


1-сурет. Әртүрлі күш түсудегі іске қосу процестері

Бірінші суретте бір қозғалтқышпен үдету процесінің екі түрі көрсетілген, бірақ, статикалық кедергілердің иінкүштерінің шамалары әртүрлі $M'_c > M_c$. Өте үлкен күш түсуде M'_c іске қосу процесі созылады $t'_n > t_n$, орнаған жылдамдық n' кішкене кішілеу n -нан (белгілі жұмсақтық сипаттамасы бойынша). Бастапқы іске қосқандағы қозғағыштың иінкүші $M_{баст}$ және іске қосқандағы шекті иінкүш M_k өзгеріссіз сақталады, бірақ іске қосқанда, үлкен күш түсуде иінкүш M'_k уақыт бойынша кішкене ауысады.

Серпінді буындардағы тербелістердің пайда болуындағы ерекше жағдай, бастапқы динамикалық иінкүш іске қосқан кезде аз күш түсулі болуы керек $M'_j = M_{баст} - M_c > M'_j = M_{баст} - M'_c$ (бірінші суреттегі 1 және 2 нүктелерді қара, $n = 0$ күш түсуін көрсетіп тұр).

Екінші суреттегі кестелерде, әртүрлі ұзындықтағы науалардың жылдамдық алу процестеріндегі ағым сипаттамалары көрсетілген. Бұл кестедегі науалардың қозғағыштарының түрлері бірдей.

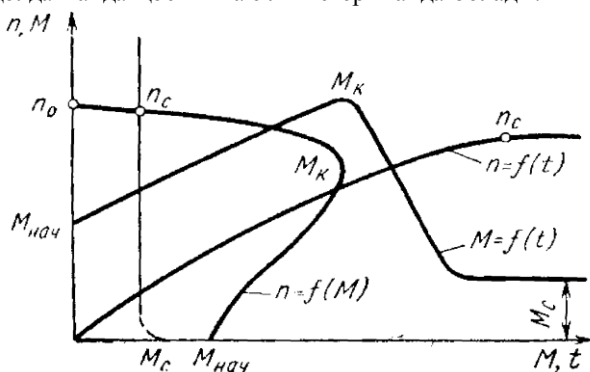


2-сурет. Науаның жылдамдық алу процестері

Келесі үшінші суретте қозғағыштың механикалық сипаттамасы көрсетілген, координаттар бойынша

$M = f \cdot n$ және өзара дөп келетін қозғағыштың иін-күшіне тәуелділік $M = \psi \cdot t$ және уақытқа байланысты қозғалтқыш барабанның айналу жиілігі кейбір тұрақты статикалық кедергідегі иінкүште M_c және күш түсу тербелісінің жоқ кезі, активті статикалық кедергілі иінкүштің туындау себептерінен және тізбектің тербелісінен, серпінділігінен болып отыр.

Көп қозғағышты табақшалы науа жалпы серпінді білікте өте көп қозғалтқыштың бір уақытта параллельді жұмыс істеуімен сипатталады, тіпті қозғалтқыштардың синхронды айналымы кезінде, қозғалтқыштардың бөлшектерін дайындағанда әртүрлі шектеулерде және тозған тізбекті жетек орнына қолданғанда қосымша сілкіністер пайда болады.



3-сурет. Қозғағыштың механикалық сипаттамасы және серпінді буындардың жоқ кезіндегі қозғалтқыштың жылдамдық алуы

Егерде табақшалы көп қозғағышты науадағы жетегіне тізбектің буындарының 1 мм кеңейтілген бөліктері болса, мысалы, мұндай бөліктің аумағы 100 м дейік, онда, осындай кеңейтілген тізбек буындары бар қадамдар саны 1200 дана болады. Сонда біздің қарастырып отырған бөлігіміздегі жетек бөлігі, көп қозғалтқышты табақшалы науаны өн бойына айналып шыққанша, қозғалтқыштардың бір бөлігіндегі өрескел тартылым 1,2 м құрайды екен, ал келесі қозғалтқыш аралық бөлікте тізбек босап қалады, өйткені ол қарсылас орналасқан тізбекке қарағанда ұзындау болып босап қалады. Осындай жағдайларды болдырмас үшін әрбір қозғалтқыштың алдына, тізбектің жүріс бағытына қарай қойылымның арнайы секциясын орналастырады, олардың жылжымалы бағыттамаларымен реттелетін бунақтары болуы керек және бұларды да қозғалтқыштармен жабдықтау қажет. Жетек органының қосымша серпінді деформациясын теңгеру үшін, қойылымның жылжымалы бағыттамаларының орнын қозғап, тік және көлденең жазықтықта науаның бойлық білігіне перпендикуляр қылып қарастырады. Бұл кезде, әрбір қозғалтқыш орналасқан бөлікте, оның есептелген берілісімен тартымды берілістердің тарту айырмашылығын ғана теңгереді, жүктеменің әлпісіне дөп келеді, сонымен қатар тізбектің қосымша серпінді сілкінісі жоқ кезі болғанда. Сонда осы шамаларды салыстырған

кезінде, күш түсу жүктеу бөлігін анықтауға болады. Көп қозғағышты табақшалы науаның жетек органында пайда болатын тең келмейтін шамалар жоғарыда айтылған, яғни тізбектердің бір-біріне қарағанда бірдей жүрмей, көп қозғағышты табақшалы науалар аралығында салпыншақтар пайда болып, оларды жою үшін теңгеру құрылғысын орналастыруымыз қажет. Мұндай салпыншақтар қандай себептерде пайда болады:

– бөлшектерді дайындағанда жіберілетін артық немесе кем шектеулер;

– істеп тұрған көп қозғалтқышты табақшалы науаның тізбегінің тозған бөлігі болғандықтан;

– көп қозғалтқышты табақшалы науаның тізбектерінің кейбір жерлерінде кеңейтілген бунақтары болуы себептерінен;

– көп қозғалтқышты табақшалы науалардың қозғалтқыштарының барлығы бірдей іске қосылмау себептерінен;

– қозғалтқыштарды, тізбектерді, буындарды орналастырғанда жіберілетін кейбір қателіктер т.б.

Келесі төртінші суретте көп қозғалтқышты табақшалы науаның негізгі бөлшектерімен, орналасу түрлерін көрсетеміз. Бұл көрсетілген сурет қозғалмалы секциялардан тұрады, бір-біріне серпінді жалғанбалы көпіршелермен жалғанған. Әрбір секцияның қозғалмайтын негізі бар 1 және оған жылжымалы негіз бекітілген 3. Қозғалтқыш бұранда ретінде істелінген 6 екі біткішпен 7 қозғалмайтын негізге мықтылап орналастырылған. Керек кезінде бұранда 6 қозғалуы мүмкін және червяк жұбы ретінде, мықты бекітілген бұрандадан 6 тұратын дөңгелек 5 және қозғалмайтын негіз 1 білік 4-ке орналастырылған. Синхрондайтын тетік қозғалтқыш білік 4 ретінде аралас секцияда істелінген және оларды біріктіретін синхронды-топсаша муфт 9. Қозғалмайтын негіз 1-ге мықты бекітілген кронштейн 2, оған айгелектің тұрқы орналасқан 3. Червякті білік 4 дөңгелекпен 5 қозғалтқыш бұрандасын 6-ны айналдыруға қызмет етеді, бекітпе 7 мен қоса, тұрыққа жылжымалы негіз 8 қатты бекітілген. Червякті білік 4 және шеткі жылжымалы негіз 8-ге қозғалтпалы реверсивті тоқты қозғағыш жалғанған, бірақ суретте көрсетілмеген.

Тартылымның есептік берілісі $S'_{ec.6}$ аралық қозғалтқыштың жүгіріс нүктесінде, көп қозғалтқышты табақшалы науаны өзгеру жағдайларында пайдаланғанда мынаны анықтауға болады. Жетек органының абсолютті ұзаруы әрбір қозғалтқыш аралық бөлікте тұрақты шама болып қалады [1].

$$S'_{ec.6} = \left[\frac{3LS_n \alpha_n^2 q_c'}{4\alpha^2} (\omega' \cos \beta_y \pm \sin \beta_y) - \frac{(w')^2}{12} \right]^{0.5} - \frac{w'}{2},$$

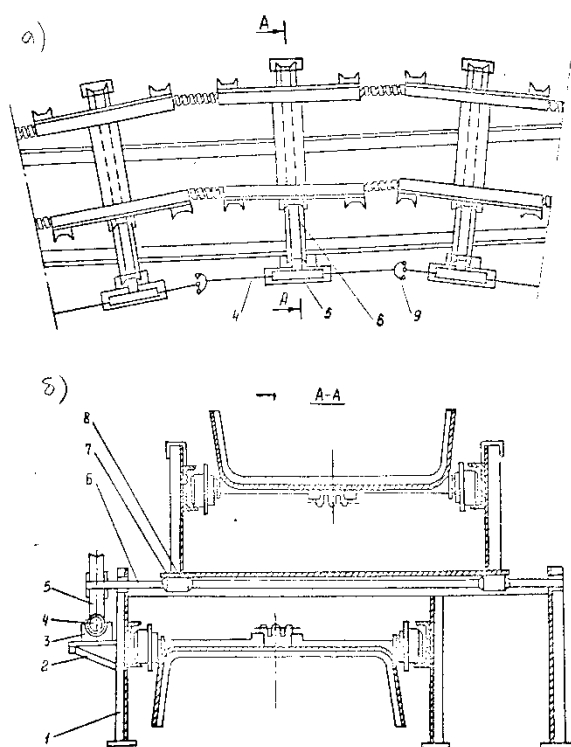
S_n — жетекті тасу органының алдын ала тартымы, Н;

α, α_n — коэффициенттің ағымды және нақтылы берілісі, төсемнің жүгімен қоса сызықтық массасының қосындыларына байланысты, $H^{-0.5}$;

w — қозғалтқыш аралық бөліктегі жүріске кедергі, жүктеме әлпісінің берілісіне дөп келетін, Н;

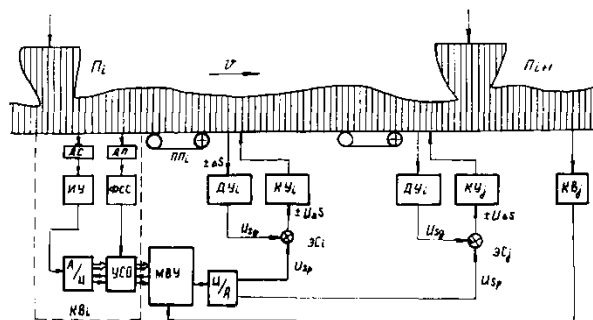
L — қозғалтқыш аралық бөліктің ұзындығы, м;
 ω' — жүріске кедергі коэффициенті;
 β_y — науаны орналастыру бұрышы, град;
 q'_c — сызықтық жүктеме, Н/м.

Көп қозғағышты табакшалы науаның жетекті-
 тасу органында қосымша серпінді теңгеру тәсілін
 жетілдіру шаралары мынадай: теңгеруді орнатқан
 нүктесінде, тартымның есептеулі берілісі, шағын
 процессорлы есептеуіш қондырғымен есептелуі
 керек (МВУ) 5-сурет. Мұндай жағдайда науалы
 таразымен бірге жұмыс атқарылуы қажет (КВ), бұл
 бұрынғы Қарағанды политехникалық
 институтының өндіріс үдерісін автоматтандыру
 кафедрасында істелінген болатын.



4-сурет. Табакшалы науаның негізгі бөлшектерімен,

қойылымдары: а — жоспардағы түрі; б — көлденең
 кесінді



5-сурет. Табакшалы науаның жетек органында
 қосымша серпінді сілкініс тәсілін теңгеру

Жүретін тіреуіштердің науалы таразының жүк
 қабылдағыш қондырғысынан өткенде, шыға берісте
 күш өлшейтін көрсеткіште (ДС) кернеу пайда болады,
 жүретін тіреуіштердің бөлік аралықтарындағы
 сызықтық жүктеме шамаларына пропорциональды.
 Белгілер (ДС) өлшейтін күшейткішпен күшейеді (НУ)
 және ауқынды жаңадан жасалғаннан кейін 0 ден 10 В
 диапазонында аналогты стандартты түрінде,
 аналогты-санды жаңадан жасалған кірісіне келіп
 түседі (А/Ц). Шығысында оң разрядты шарттаңба
 (А/Ц) есептеуіш қондырғының берілісіне келеді
 (МВУ), түйіс қондырғысы арқылы (УСО). Есептеуіш
 қондырғыға берілістер көрсеткіш (датчик)
 жағдайымен (ДП) синхрондалып кіргізіледі, жасауыш
 арқылы (ФСС) таразы бөлігінің ортасында, тығыршық
 жүрісінің бар кезінде алып жүру белгісін береді.
 Шағын процессорлы науа таразысы алгоритм
 жасауышында, қозғалтқыш аралық бөліктегі
 жүктердің кез келген уақытында жүк туралы қандай
 да болмасын ақпаратты бере алады.

КВ—науалық таразы; МВУ—шағын процессорлы
 есептеуіш қондырғы; КУ—теңгеру қондырғысы;
 ДУ—күштеу көрсеткіші; ЭС—салыстыру элементі;
 ДС—күш өлшейтін көрсеткіш; ДП—шығыршықтың
 жүріс жағдайындағы көрсеткіш; ИУ—өлшейтін
 күшейткіш; А/Ц—аналогты-санды түрлендіргіш;
 Ц/А—санды-аналогты түрлендіргіш; УСО—түйіс
 қондырғысы; ФСС—алып жүру белгісін жасағыш;
 i, j —тізімдеу нөмірлері; ПП—аралық қозғалтқыш; П—
 артатын орын

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сагинов А.С., Данияров А.Н., Акашев З.Т. Основы проектирования и расчета пластинчатых карьерных конвейеров. Алма-Ата; Наука. 1984. 321 с.
2. Байконуров О.А., Зарубинский А.А. Пластинчатые конвейеры для скальных пород и руд. Алма-Ата, 1970. 192с.

УДК 621.255.2.001

В.М. СМЕРНОВ

**Динамический анализ навесного
 оборудования с ковшем активного действия**

При проведении анализа движения навесного оборудования экскаватора с ковшом активного действия наибольший интерес представляет распределение сил, действующих на корпус ударного устройства в течение всего цикла работы. Это прежде всего: а) период взвода бойка, включающий разгон и торможение; б) период рабочего хода бойка; в) соударение бойка с инструментом.

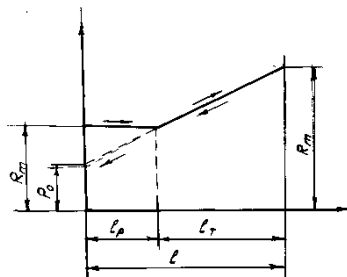


Рис. 1. Диаграмма сил действующих на корпус ударного действия

В период взвода бойка во время разгона результирующая сила направлена в сторону забоя (рис. 1) и ее величина равна

$$P^p = uR_m,$$

где u — коэффициент;

R_m — максимальная величина реакции отдачи ударного устройства.

Во время торможения бойка при взводе результирующая сила направлена в противоположную от забоя сторону и ее величина равна

$$P^T = \left[u + \frac{x}{l\varepsilon} \varepsilon - 1 \right] R_m,$$

где x — координата бойка;

$l_p \leq x \leq l_p + l_r = l$, l_p — путь, пройденный бойком при взводе;

l_r — путь, пройденный бойком при торможении;

l — рабочий ход бойка;

ε — степень сжатия газа.

В период рабочего хода бойка результирующая сила не меняет своего направления по сравнению с торможением и величина определяется

$$P^{p.x.} = \left[\frac{x}{l\varepsilon} \varepsilon - 1 \right] R_m.$$

В период соударения бойка с инструментом происходит разгрузка корпуса, то есть динамическое взаимодействие системы: боек–инструмент–забой. Пользуясь ранее проведенными исследованиями [1, 2], а также связями между обобщенными координатами, запишем системы

уравнений для каждого периода цикла работы навесного оборудования. Уравнения,

описывающие движения навесного оборудования в период взвода во время разгона ударного устройства, имеют вид:

$$\begin{cases} \ddot{q}_3 \left[cq_3 - a - b + d + \frac{c}{l_1} \dot{q}_3^2 - \frac{c_1 f + c_2 k}{l_1} ql_3 \right] = \\ = -h - c_1 f + c_2 k \frac{l_p}{l_1}; \\ \text{I} \left\{ \begin{aligned} &\ddot{q}_3 \left[\alpha - cq_3 + i - jq_3 + m_3 q_3^2 + \frac{\dot{q}_3}{l_1} + \left(\frac{\dot{q}_3^2}{l_1} \frac{y-r}{l_1} + i q_3 \right) - \right. \\ &\left. - q_3 \left(\eta - c_2 \frac{\lambda}{l_1} \right) \right] = -\theta; \\ &\ddot{q}_3 \left(\frac{\alpha}{l_1} + m_3 \right) + \frac{\dot{q}_3^2}{l_1^2} \left(\frac{\dot{\gamma}}{2} - m_3 q_3 + b \right) \eta q_3 = -\chi. \end{aligned} \right. \end{cases}$$

Уравнения, описывающие движения навесного оборудования во время торможения, имеют вид:

$$\begin{cases} \ddot{q}_3 \left[cq_3 - a - b + d + \frac{c}{l_1} \dot{q}_3^2 - \frac{c_1 f + c_2 k}{l_1} ql_3 \right] = \\ = -h - c_1 f + c_2 k \frac{l_p}{l_1}; \\ \text{II} \left\{ \begin{aligned} &\ddot{q}_3 \left[i + b - \left(\frac{\dot{\gamma}}{2} + c \right) q_3 + m_3 q_3^2 \right] + \\ &+ \frac{\dot{q}_3}{l_1} + \left[c + \dot{q}_3 \left(c + d - \frac{l-y}{l_1} + \frac{c-d}{l_1} \right) \right] + \\ &+ \frac{\dot{q}_3}{l_1^2} \left[B + m_3 q_3 - l_p - \dot{\gamma} l + q_3 \right] - q_3 \left(\eta - c_2 \frac{\lambda}{l_1} \right) = \theta; \\ &\ddot{q}_3 \left[d + m_3 l_1 - \frac{q_3^2}{l_1^2} \left[b + \left(r - \frac{\dot{\gamma}}{2} q_3 \right) \right] \right] - \eta q_3 = F. \end{aligned} \right. \end{cases}$$

Уравнения, описывающие движения навесного оборудования в период рабочего хода, имеют вид:

$$\begin{cases} \ddot{q}_3 \left[cq_3 - a - b + d + \frac{c}{l_1} \dot{q}_3^2 - \frac{c_1 f + c_2 k}{l_1} ql_3 \right] = \\ = -h - c_1 f + c_2 k \frac{l_p}{l_1}; \\ \text{III} \left\{ \begin{aligned} &\ddot{q}_3 \left[i - b - c + j q_3 \right] + \frac{\dot{q}_3^2}{l_1^2} \left[m_3 q_3^2 - \dot{\gamma} + c - d q_3 - \right. \\ &\left. - 2 c + d - y - b + r \right] + \\ &+ c_2 \lambda q_3 = \theta + \eta; \\ &\ddot{q}_3 \left[d + m_3 l_1 - \frac{q_3^2}{l_1^2} \left(r + b - \frac{\dot{\gamma}}{2} q_3 \right) \right] + \eta q_3 = \chi. \end{aligned} \right. \end{cases}$$

Решим данные системы относительно жесткостей c_1 и c_2 гидроцилиндров рукоятки и ковша навесного

оборудования.

Во время взвода

$$c_1 = \frac{\chi \kappa^2 \cos \kappa t + \left[d - c \frac{\chi}{\eta} 1 - \cos \kappa t - a - b \right] - h l_1 \eta}{\eta \left[l_p + \frac{\chi}{\eta} 1 - \cos \kappa t \right]} -$$

$$- \frac{k}{\lambda} \left(\frac{\chi}{\eta} \kappa c \sin \kappa t + l_1 \right) + \frac{\kappa^2 \cos \kappa t k}{\lambda 1 - \cos \kappa t} \times$$

$$\times \left[1 + \frac{\chi}{2} 1 - \cos \kappa t \quad i + c + m_3 \frac{\chi^2}{\eta^2} \kappa^2 \sin^2 \kappa t \right];$$

$$c_2 = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\chi}{\eta} \kappa c \sin \kappa t + l_1 \right) - \frac{\kappa^2 \cos \kappa t}{\lambda 1 - \cos \kappa t} \times$$

$$\times \left[S + \frac{\chi}{\eta} 1 - \cos \kappa t \quad i + c + m_3 \frac{\chi^2}{\eta^2} \kappa^2 \sin^2 \kappa t \right].$$

В период торможения

$$c_1' = \frac{\kappa^2 \cos \kappa t}{f \lambda 1 - \cos \kappa t} \left[i + b - \left(\frac{\dot{\gamma}}{2} + c \right) \frac{F}{\eta} 1 - \cos \kappa t + m_3 \times \right.$$

$$\left. \times \frac{F^2}{\eta^2} 1 - \cos \kappa t + m_3 \frac{F}{\eta} 1 - \cos \kappa t^2 \right] -$$

$$- \frac{\kappa k \sin \kappa t}{\lambda f 1 - \cos \kappa t} \left[c + \frac{F}{\lambda} \kappa \sin \kappa t \left(\frac{c + d - \frac{b-y}{l_1}}{+ \frac{c-d}{l_1} \frac{F}{\eta} \kappa \sin \kappa t} \right) \right] -$$

$$- \frac{\theta \eta l_1 k}{f F \lambda 1 - \cos \kappa t} - \frac{\eta l_1 k}{\lambda f};$$

$$c_2' = \frac{\eta l_1}{\lambda} + \frac{\theta \eta l_1}{F \lambda (1 - \cos \kappa t)} + \frac{\kappa \sin \kappa t}{\lambda (1 - \cos \kappa t)} \times$$

$$\times \left[c + \frac{F}{\lambda} \kappa \sin \kappa t \left(c + d - \frac{b-y}{l_1} + \frac{c-d}{l_1} \frac{F}{\eta} \kappa \sin \kappa t \right) \right] -$$

$$- \frac{\kappa^2 \cos \kappa t}{\lambda 1 - \cos \kappa t} \left[i + b - \left(\frac{\dot{\gamma}}{2} + c \right) \frac{F}{\eta} 1 - \cos \kappa t + \right.$$

$$\left. + m_3 \frac{F^2}{\eta^2} 1 - \cos \kappa t^2 \right].$$

В период рабочего хода

$$c_1'' = \frac{\kappa \kappa^2 \cos \kappa t}{f \lambda 1 - \cos \kappa t} \left[i - b - \frac{H}{\eta} c + \dot{\gamma} 1 - \cos \kappa t \right] -$$

$$- \frac{k \eta \theta + \eta}{f \lambda H 1 - \cos \kappa t} -$$

$$- \frac{h l_1 + \frac{H}{\eta} \kappa^2 \cos \kappa t \left[c \frac{H}{\eta} 1 - \cos \kappa t - a - b + d \right]}{f \left[l_p - \frac{H}{\eta} 1 - \cos \kappa t \right]};$$

$$c_2'' = \frac{\theta + \eta \quad \eta - \frac{H}{l_1} \kappa^2 \cos \kappa t \left[i - b - \frac{H}{\eta} c + \dot{\gamma} 1 - \cos \kappa t \right]}{\lambda H 1 - \cos \kappa t}.$$

Из полученных выражений следует, что величины жесткостей c_1 и c_2 гидроцилиндров рукоятки и ковша навесного оборудования с ковшом активного действия для каждого из рассмотренных периодов различны. Их сопоставление было определено на основании численного анализа. Зависимости представлены на рис. 2 и 3.

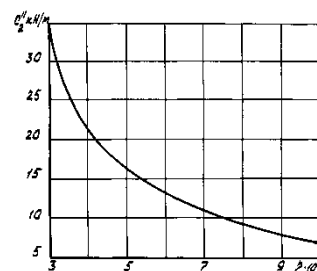


Рис. 2. Зависимость жесткости гидроцилиндра ковша в период рабочего хода:

$$c_2'' = f \chi - \text{const}; c_2'' = f \theta - \text{const};$$

$$c_2'' = f F - \text{const}; c_{2\text{max}}'' = 33,42 \text{ кН/м}$$

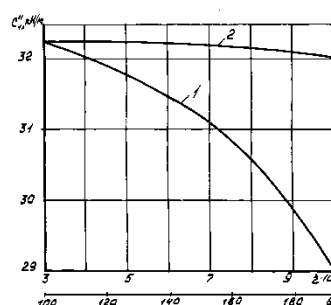


Рис. 3. Зависимость жесткости гидроцилиндра рукоятки в период рабочего хода бойка:

$$1 - c_1'' = f \eta; 2 - c_1'' = f \theta;$$

$$c_1'' = f \chi - \text{const}; c_1'' = f F - \text{const}; c_{1\text{max}}'' = 32,076 \text{ кН/м}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янцен И.А., Кулябин А.П., Смирнов В.М. Математическая модель рабочего оборудования экскаватора с ковшом активного действия // Активные и рабочие органы строительных и дорожных машин. Караганда, КарПТИ, 1983. С. 3–8.
2. Янцен И.А., Тылъ В.А., Савчак О.Г. Математическая модель активного рабочего органа кротователя // Разработка и совершенствование рабочих органов и систем управления строительно-дорожных машин. Караганда, КарПТИ, 1981. С. 3–9.

УДК 62-83:621.879

И.В. БРЕЙДО
Е.К. ЖУМАГАЛИЕВ

Асимптотические идентификаторы момента нагрузки электропривода постоянного тока

Эффективность демпфирования нагрузок в электроприводе с упругими связями существенно повышается при введении обратных связей по упругому моменту [1, 2, 3]. В электроприводах с жесткими механическими связями введение обратной связи по моменту нагрузки приводит к инвариантности относительно возмущений [3]. В то же время непосредственное измерение момента связано с решением сложных технических проблем.

Произведем синтез наблюдателя момента нагрузки электропривода с упругими связями с использованием доступных измерению сигналов скорости электродвигателя и тока якоря и методов асимптотической идентификации.

Уравнение механического равновесия электропривода с упругими связями в форме Коши может быть приведено к виду:

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{K\Phi i}{J_1} - \frac{M_y + M_c}{J_1} - \frac{\alpha\omega_1}{J_1}, \quad (1)$$

где ω_1 — частота вращения электродвигателя;
 J_1 — момент инерции электродвигателя;
 α — коэффициент вязкого трения;
 Φ — магнитный поток якоря двигателя;
 K — конструктивный коэффициент;
 M_y — упругий момент;
 M_c — момент сопротивления.

Модель наблюдателя примем в виде

$$\frac{d\hat{\omega}_1}{dt} = K_1 K_{om} i - \delta \hat{\omega}_1 - K_2 \hat{\omega}_1 - K_3 M_0, \quad (2)$$

где $\hat{\omega}_1$ — восстановленная частота вращения;

K_{om} — коэффициент передачи датчика тока;

$\delta(t)$ — переменный коэффициент, подлежащий идентификации;

M_0 — постоянная часть момента сопротивления;

K_1, K_2, K_3 — коэффициенты.

$$M_\Sigma = M_y + M_c,$$

$$K_1 = \frac{K\Phi}{K_{om} J_1}, \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{\alpha}{J_1}, \quad K_3 = \frac{1}{J_1}.$$

Представим момент нагрузки в виде

$$M_\Sigma = M_0 + M \Delta T. \quad (4)$$

Подставим (4) в (1 и 2) и получим уравнение относительно ошибки:

$$\Delta\omega_1 = \hat{\omega}_1 - \omega_1.$$

На интервалах самонастройки $[t_j; t_j + T_j]$, принимая гипотезу квазистационарности $M(\Delta T)$ во время переходного процесса идентификации:

$$\frac{d\Delta\omega_1}{dt} = -\delta \cdot t + \frac{1}{J_1} M \Delta T - \frac{\alpha}{J_1} \Delta\omega_1. \quad (5)$$

Приводим (5) к виду:

$$\frac{d}{dt} \Delta\omega_1 + \frac{\alpha}{J_1} \Delta\omega_1 = \frac{1}{J_1} M \Delta T - \delta \cdot t = c(t). \quad (6)$$

Процессы самонастройки устойчивы, если

$$\lim_{t \rightarrow \infty} c \cdot t = 0, \quad (7)$$

что эквивалентно

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \delta \cdot t = \frac{M \Delta T}{J_1}. \quad (8)$$

Асимптотическую устойчивость процесса самонастройки определим по второму методу Ляпунова. Функцию Ляпунова определим в виде [4]:

$$V = \gamma_1 \Delta\omega_1^2 \cdot t + \gamma_2 c^2 \cdot t, \quad (9)$$

где γ_1 и γ_2 — коэффициенты самонастройки.

Производная V по времени с учетом (6) равна

$$\dot{V} = 2\gamma_1 \Delta\omega_1 \left(c - \frac{\alpha}{J_1} \Delta\omega_1 \right) + 2\gamma_2 c \dot{c}. \quad (10)$$

Процессы идентификации устойчивы при

$$2\gamma_1 \Delta\omega_1 c + 2\gamma_2 c \dot{c} \leq 0. \quad (11)$$

Отсюда

$$\dot{c} = -\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \Delta\omega_1. \quad (12)$$

Так как

$$V|_{\Delta\omega \cdot t=0, c \cdot t=0} = 0, \quad \dot{V}|_{\Delta\omega \cdot t=0, c \cdot t=0} = 0, \quad (13)$$

то функция V — положительно определена, $\dot{V}$ — отрицательно определена в пространстве переменных $\Delta\omega(t)$ и $c(t)$. С учетом того, что $M(\Delta T)$ на интервале

самонастройки квазистационарен, а также с учетом (6) алгоритм идентификации момента нагрузки имеет вид

$$c \cdot t = -\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \frac{\Delta\omega_1}{S}, \quad (14)$$

где S — оператор дифференцирования.

В электроприводе с жесткой механической связью уравнение объекта имеет вид

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{K\Phi_i}{J_1} - M_c. \quad (15)$$

Уравнение модели наблюдателя

$$\frac{d\hat{\omega}_1}{dt} = K_1 K_{om} i - K_3 M_0 - \delta \cdot t. \quad (16)$$

Уравнение ошибки

$$\Delta\hat{\omega} = \frac{1}{J_1} M \Delta T - \delta \cdot t = c \cdot t. \quad (17)$$

Функция Ляпунова соответствует (9). Производная функции Ляпунова равна

$$\dot{V} = 2\gamma_1 \Delta\omega_1 c + 2\gamma_2 c \dot{c}. \quad (18)$$

Отсюда следует, что алгоритм идентификации аналогичен (14).

С целью оценки эффективности полученного алгоритма (14) разработана имитационная модель идентификатора момента нагрузки в составе электропривода постоянного тока с упругими связями, выполненного по системе подчиненного регулирования. Для разработки имитационной модели использован ППП MATLAB [5].

Электропривод имеет следующие параметры:

Двигатель Д-806 номинальной мощностью $P_n=16\text{ кВт}$; $N_n=710$ об/мин; $\Phi_n=0,25$ Вб; $T_a=0,06$; $T_m=0,25$; $R_a=0,1085$ Ом; $J_a=1$ кг·м².

На рис. 1 представлен программный аналог электропривода и идентификатора.

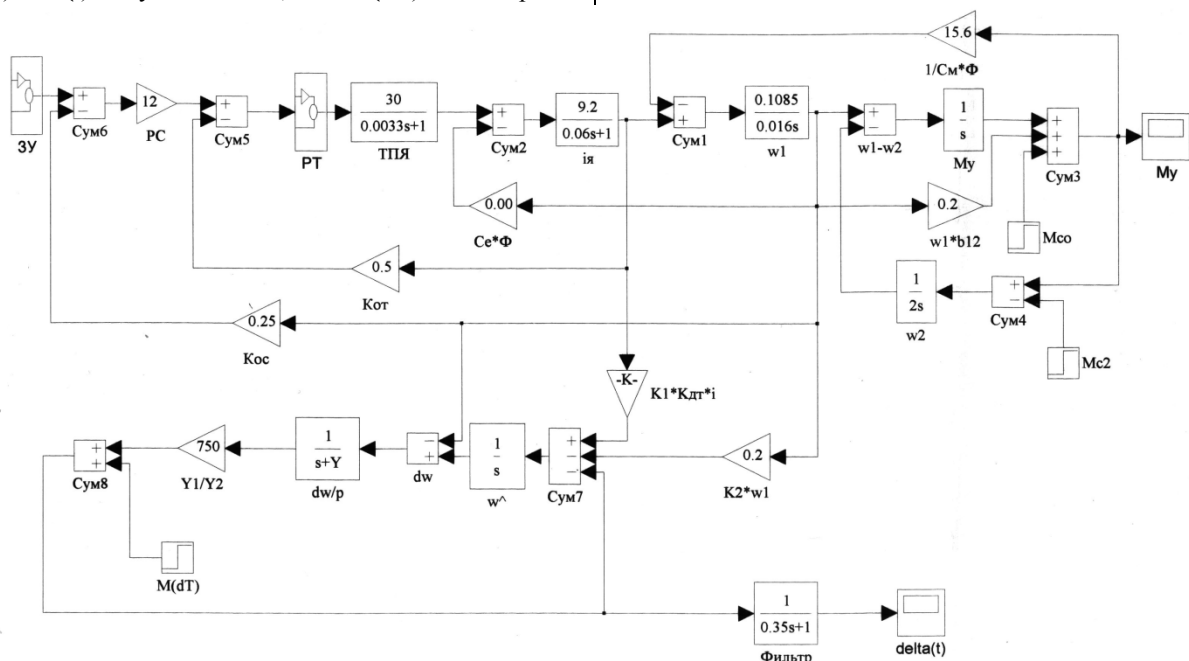


Рис. 1. Имитационная модель электропривода с идентификатором

При проведении имитационных экспериментов определены параметры настройки идентификатора γ_1/γ_2 при реакции на управляющее и возмущающее воздействия.

В процессе параметрической настройки определены соотношения γ_1/γ_2 , обеспечивающие приемлемое качество функционирования идентификатора с минимальной ошибкой. Установлено, что для рассматриваемого электропривода соотношение $\gamma_1/\gamma_2 = 750$ (рис. 2, кривые 2,3).

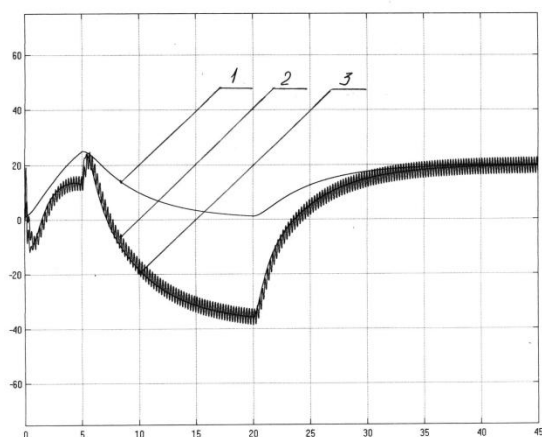


Рис. 2. Графики переходных процессов: 1 — кривая упругого момента; 2 — упругий момент, восстановленный по алгоритму (14); 3 — упругий момент, восстановленный по алгоритму (19)

Однако в процессе идентификации возникают относительно высокочастотные колебания восстановленного упругого момента, связанные с колебаниями

восстановленной скорости. Этот эффект объясняется тем, что при реакции упругого момента на управляющее и возмущающее воздействия нарушаются условия квазистационарности $M(\Delta T)$ во время переходного процесса идентификации.

Проведенный дополнительный анализ, подтвержденный имитационными экспериментами, показал возможность подавления колебаний восстановленного момента нагрузки путем введения в идентификатор аperiodической компоненты. При этом алгоритм идентификации приобретает вид:

$$c \cdot t = -\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \frac{\Delta \omega_1}{S + \beta}, \quad (19)$$

где $-\frac{1}{\beta}$ — постоянная времени аperiodического процесса.

На рис.2 (кривая 3) представлены переходные процессы идентификатора, выполненного по алгоритму (19). Колебательная составляющая восстановленного момента полностью устранена.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан алгоритм идентификации момента нагрузки в электроприводе постоянного тока с упругими и жесткими связями, с помощью методов имитационного моделирования скорректирована структура идентификатора и осуществлена параметрическая настройка, обеспечивающая удовлетворительную сходимость переходных процессов.

Достоинство предложенного алгоритма заключается в том, что он может быть реализован при использовании типовых датчиков электропривода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брейдо И.В. Синтез системы демпфирования нагрузок в цепном тяговом органе // Изв. вузов. Электромеханика. 1985. №3. С.27–30.
2. Брейдо И.В. Характеристики системы демпфирования нагрузок в цепном тяговом органе // Изв. вузов. Электромеханика. 1987. №12. С.103–107.
3. Егоров В.Н., Шестаков В.М. Динамика электропривода. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 216 с.
4. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. М.: Высш. шк., 1980. 287с.
5. Гулятьев А.К. MATLAB 5.2 Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. Спб.: КОРОНА принт, 1999. 288с.

ЖОК 622.647

И.И. ТАЗАБЕКОВ
Т.К. БАЛҒАБЕКОВ

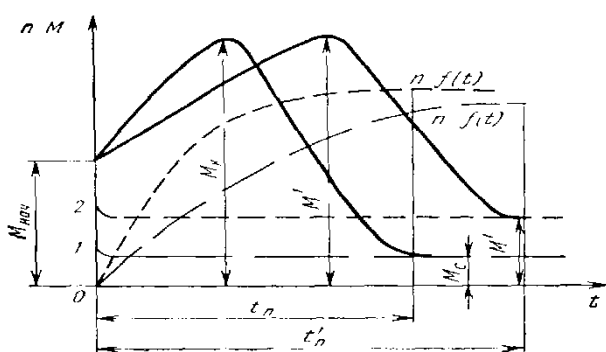
Табақшалы науаға пәрменді жүктеме кезіндегі серпінді буындардың әсері

Егерде басқарылатын мәшинде серпінді буындар болса, онда өткініші процестер ерекше жағдайдағы ағымда болады. Статикалық кедергілердегі иінкүштердің өзгеруі таңба ауыстыруларға әкеліп соқтырады. Мұндағы кедергілерді потенциалды және активті деп бөлуге болады. Бұлардың өзгерулері әртүрлі жағдайларға байланысты: табақшалы немесе ленталы науаның тербелісі кезінде, жүктердің шайқалуы, тізбектің алғашқы қозғалысы кезіндегі тербеліс т.б. Қаттылық сипаттамасына байланысты және

жылдамдықты реттеуде тасымалданатын жүктердің тура бір орынға келтіріп тоқтату көбіне мүмкін емес, үздіксіз жұмыс істейтін көліктерде серпінді буындардың болуынан. Соның ішінде ленталы науадағы лента, табақшалы науадағы тізбек, қозғағыштардың қосылған жерлері т.с. Ал өте жауапты, үлкен ғимараттарды салғанда немесе тау-кен орындарында бұған өте көп көңіл бөлінеді.

Біз табақшалы немесе ленталы науада қолданылатын тоқты қозғалтқыштағы тербелістердің әртүрлі

себептердегі туындау жағдайын қарастырайық. Бізге белгілі, ағым сипаттамасындағы процестерге күш әсер етеді, тербелісті қоздырушы, демек, бастапқы иінкүш қозғағышпен өндірілетін болады. Осы иінкүштің шамасы неғұрлым кіші болса, соғұрлым түпкілікті шамаға дейін тербеліс шамасы біріңғай болып көрінеді. Бұл дегеніңіз қозғалтқыштың жұмыс істеуіне өте ыңғайлылық және тербеліс амплитудасы да кіші болады. Мұндағы қиындықтың бір түрі бұл, қозғағыш білігінің айналудағы, статикалық кедергідегі иінкүштің шамасы, істелетін жұмыстың жағдайына байланысты болып отыр, бұл дегенің, табақшаның немесе лентаның артылуына байланысты, олардың қай шамада керіліп тұрғандығы т.с. Токты қозғалтқыш, өте қиын жағдайға бейімделіп жүргізіп жіберуге дайын тұрған, алғашқы кезде өте үлкен үдеулі иінкүшті жасайды.

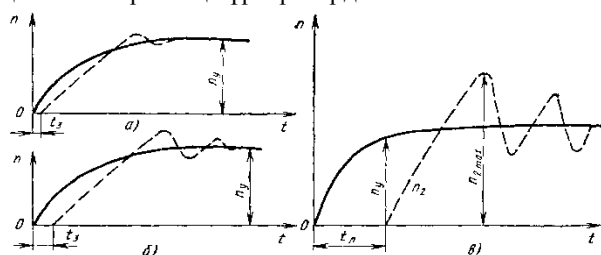


1-сурет. Әртүрлі күш түсудегі іске қосу процестері

Бірінші суретте бір қозғалтқышпен үдету процесінің екі түрі көрсетілген, бірақ, статикалық кедергілердің иінкүштерінің шамалары әртүрлі $M'_c > M_c$. Өте үлкен күш түсуде M'_c іске қосу процесі созылады $t'_n > t_n$, орнаған жылдамдық n' кішкене кішілеу n -нан (белгілі жұмсақтық сипаттамасы бойынша). Бастапқы іске қосқандағы қозғағыштың иінкүші $M_{баст}$ және іске қосқандағы шекті иінкүш M_k өзгеріссіз сақталады, бірақ іске қосқанда, үлкен күш түсуде иінкүш M'_k уақыт бойынша кішкене ауысады.

Серпінді буындардағы тербелістердің пайда болуындағы ерекше жағдай, бастапқы динамикалық иінкүш іске қосқан кезде аз күш түсулі болуы керек $M'_j = M_{баст} - M_c > M'_j = M_{баст} - M'_c$ (бірінші суреттегі 1 және 2 нүктелерді қара, $n = 0$ күш түсуін көрсетіп тұр).

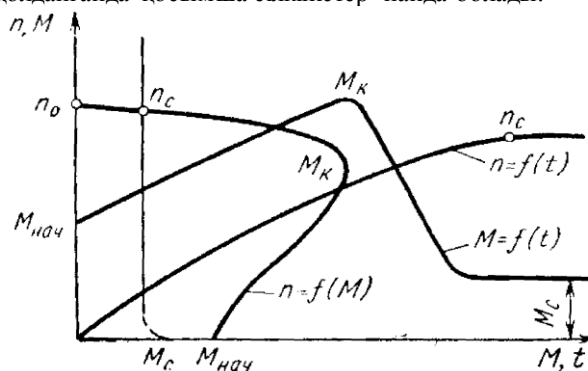
Екінші суреттегі кестелерде, әртүрлі ұзындықтағы науалардың жылдамдық алу процестеріндегі ағым сипаттамалары көрсетілген. Бұл кестедегі науалардың қозғағыштарының түрлері бірдей.



2-сурет. Науаның жылдамдық алу процестері

Келесі үшінші суретте қозғағыштың механикалық сипаттамасы көрсетілген, координаттар бойынша $M = f \ n$ және өзара дөп келетін қозғағыштың иінкүшіне тәуелділік $M = \psi \ t$ және уақытқа байланысты қозғалтқыш барабанның айналу жиілігі кейбір тұрақты статикалық кедергідегі иінкүште M_c және күш түсу тербелісінің жоқ кезі, активті статикалық кедергілі иінкүштің туындау себептерінен және тізбектің тербелісінен, серпінділігінен болып отыр.

Көп қозғағышты табақшалы науа жалпы серпінді білікте өте көп қозғалтқыштың бір уақытта параллельді жұмыс істеуімен сипатталады, тіпті қозғалтқыштардың синхронды айналымы кезінде, қозғалтқыштардың бөлшектерін дайындағанда әртүрлі шектеулерде және тозған тізбекті жетек орнына қолданғанда қосымша сілкіністер пайда болады.



3-сурет. Қозғағыштың механикалық сипаттамасы және серпінді буындардың жоқ кезіндегі қозғалтқыштың жылдамдық алуы

Егерде табақшалы көп қозғағышты науадағы жетегіне тізбектің буындарының 1 мм кеңейтілген бөліктері болса, мысалы, мұндай бөліктің аумағы 100 м дейік, онда, осындай кеңейтілген тізбек буындары бар қадамдар саны 1200 дана болады. Сонда біздің қарастырып отырған бөлігіміздегі жетек бөлігі, көп қозғалтқышты табақшалы науаны өн бойына айналып шыққанша, қозғалтқыштардың бір бөлігіндегі өрескел тартылым 1,2 м құрайды екен, ал келесі қозғалтқыш аралық бөлікте тізбек босап қалады, өйткені ол қарсылас орналасқан тізбекке қарағанда ұзындау болып босап қалады. Осындай жағдайларды болдырмас үшін әрбір қозғалтқыштың алдына, тізбектің жүріс бағытына қарай қойылымның арнайы секциясын орналастырады, олардың жылжымалы бағыттамаларымен реттелетін бунақтары болуы керек және бұларды да қозғалтқыштармен жабдықтау қажет. Жетек органының қосымша серпінді деформациясын теңгеру үшін, қойылымның жылжымалы бағыттамаларының орнын қозғап, тік және көлденең жазықтықта науаның бойлық білігіне перпендикуляр қылып қарастырады. Бұл кезде, әрбір қозғалтқыш орналасқан бөлікте, оның есептелген берілісімен тартымды берілістердің тарту айырмашылығын ғана теңгереді, жүктеменің әлпісіне дөп келеді, сонымен қатар

тізбектің қосымша серпінді сілкінісі жоқ кезі болғанда. Сонда осы шамаларды салыстырған кезінде, күш түсу жүктеу бөлігін анықтауға болады. Көп қозғағышты табақшалы науаның жетек органында пайда болатын тең келмейтін шамалар жоғарыда айтылған, яғни тізбектердің бір-біріне қарағанда бірдей жүрмей, көп қозғағышты табақшалы науалар аралығында салпыншақтар пайда болып, оларды жою үшін теңгеру құрылғысын орналастыруымыз қажет. Мұндай салпыншақтар қандай себептерде пайда болады:

– бөлшектерді дайындағанда жіберілетін артық немесе кем шектеулер;

– істеп тұрған көп қозғалтқышты табақшалы науаның тізбегінің тозған бөлігі болғандықтан;

– көп қозғалтқышты табақшалы науаның тізбектерінің кейбір жерлерінде кеңейтілген бунақтары болуы себептерінен;

– көп қозғалтқышты табақшалы науалардың қозғалтқыштарының барлығы бірдей іске қосылмау себептерінен;

– қозғалтқыштарды, тізбектерді, буындарды орналастырғанда жіберілетін кейбір қателіктер т.б.

Келесі төртінші суретте көп қозғалтқышты табақшалы науаның негізгі бөлшектерімен, орналасу түрлерін көрсетеміз. Бұл көрсетілген сурет қозғалмалы секциялардан тұрады, бір-біріне серпінді жалғанбалы көпіршелермен жалғанған. Әрбір секцияның қозғалмайтын негізі бар 1 және оған жылжымалы негіз бекітілген 8. Қозғалтқыш бұранда ретінде істелінген 6 екі біткішпен 7 қозғалмайтын негізге мықтылап орналастырылған. Керек кезінде бұранда 6 қозғалуы мүмкін және червяк жұбы ретінде, мықты бекітілген бұрандадан 6 тұратын дөңгелек 5 және қозғалмайтын негіз 1 білік 4-ке орналастырылған. Синхрондайтын тетік қозғалтқыш білік 4 ретінде аралас секцияда істелінген және оларды біріктіретін синхронды-топсаша муфт 9. Қозғалмайтын негіз 1-ге мықты бекітілген кронштейн 2, оған айгелектің тұрқы орналасқан 3. Червякті білік 4 дөңгелекпен 5 қозғалтқыш бұрандасын 6-ны айналдыруға қызмет етеді, бекітпе 7 мен қоса, тұрыққа жылжымалы негіз 8 қатты бекітілген. Червякті білік 4 және шеткі жылжымалы негіз 8-ге қозғалтқыш реверсивті тоқты қозғағыш жалғанған, бірақ суретте көрсетілмеген.

Тартылымның есептік берілісі $S'_{ec,6}$ аралық қозғалтқыштың жүгіріс нүктесінде, көп қозғалтқышты табақшалы науаны өзгеру жағдайларында пайдаланғанда мынаны анықтауға болады. Жетек органының абсолютті ұзаруы әрбір қозғалтқыш аралық бөлікте тұрақты шама болып қалады [1].

$$S'_{ec,6} = \left[\frac{3LS_n \alpha_n^2 q'_c}{4\alpha^2} (\omega' \cos \beta_y \pm \sin \beta_y) - \frac{(w')^2}{12} \right]^{0.5} - \frac{w'}{2},$$

S_n — жетекті тасу органының алдын ала тартымы, Н;

α, α_n — коэффициенттің ағымды және нақтылы берілісі, төсемнің жүгімен қоса сызықтық массасының қосындыларына байланысты, $H^{-0.5}$;
 w — қозғалтқыш аралық бөліктегі жүріске

кедергі, жүктеме әлпісінің берілісіне дөп келетін, Н;

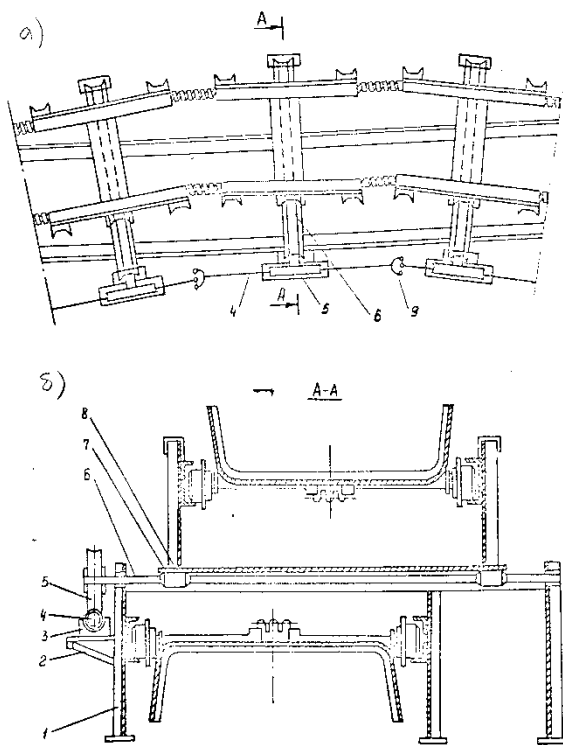
L — қозғалтқыш аралық бөліктің ұзындығы, м;

ω' — жүріске кедергі коэффициенті;

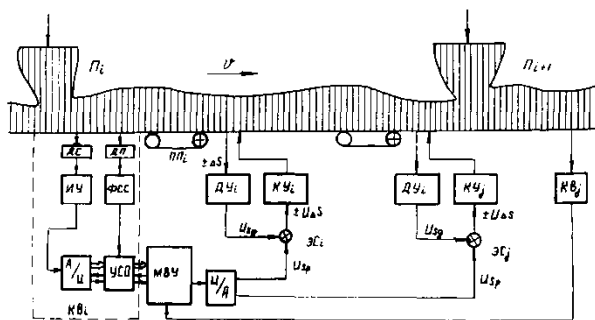
β_y — науаны орналастыру бұрышы, град;

q'_c — сызықтық жүктеме, Н/м.

Көп қозғағышты табақшалы науаның жетекті-тасу органында қосымша серпінді теңгеру тәсілін жетілдіру шаралары мынадай: теңгеруді орнатқан нүктесінде, тартымның есептеулі берілісі, шағын процессорлы есептеуіш кондырғымен есептелуі керек (МВУ) 5-сурет. Мұндай жағдайда науалы таразымен бірге жұмыс атқарылуы қажет (КВ), бұл бұрынғы Қарағанды политехникалық институтының өндіріс үдерісін автоматтандыру кафедрасында істелінген болатын.



4-сурет. Табақшалы науаның негізгі бөлшектерімен, қойылымдары: а — жоспардағы түрі; б — көлденең кесінді



5-сурет. Табақшалы науаның жетек органында қосымша серпінді сілкініс тәсілін теңгеру

Жүретін тіреуіштердің науалы таразының жүк қабылдағыш қондырғысынан өткенде, шыға берісте күш өлшейтін көрсеткіште (ДС) кернеу пайда болады, жүретін тіреуіштердің бөлік аралықтарындағы сызықтық жүктеме шамаларына пропорциональды. Белгілер (ДС) өлшейтін күшейткішпен күшейеді (НУ) және ауқынды жаңадан жасалғаннан кейін 0 ден 10 В диапазонында аналогты стандартты түрінде, аналогты-санды жаңадан жасалған кірісіне келіп

түседі (А/Ц). Шығысында оң разрядты шарттаңба (А/Ц) есептеуіш қондырғының берілісіне келеді (МВУ), түйіс қондырғысы арқылы (УСО). Есептеуіш қондырғыға берілістер көрсеткіш (датчик) жағдайымен (ДП) синхрондалып кіргізіледі, жасауыш арқылы (ФСС) таразы бөлігінің ортасында, тығыршық жүрісінің бар кезінде алып жүру белгісін береді. Шағын процессорлы науа таразысы алгоритм жасауышында, қозғалтқыш аралық бөліктегі жүктердің кез келген уақытында жүк туралы қандай да болмасын ақпаратты бере алады.

КВ—науалық таразы; МВУ—шағын процессорлы есептеуіш қондырғы; КУ—теңгеру қондырғысы; ДУ—күштеу көрсеткіші; ЭС—салыстыру элементі; ДС—күш өлшейтін көрсеткіш; ДП—шығыршықтың жүріс жағдайындағы көрсеткіш; ИУ—өлшейтін күшейткіш; А/Ц—аналогты-санды түрлендіргіш; Ц/А—санды-аналогты түрлендіргіш; УСО—түйіс қондырғысы; ФСС—алып жүру белгісін жасағыш; i, j —тізімдеу нөмірлері; ПП—аралық қозғалтқыш; П—артатын орын

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сагинов А.С., Данияров А.Н., Акашев З.Т. Основы проектирования и расчета пластинчатых карьерных конвейеров. Алма-Ата; Наука. 1984. 321 с.
2. Байконуров О.А., Зарубинский А.А. Пластинчатые конвейеры для скальных пород и руд. Алма-Ата, 1970. 192с.

УДК 621.255.2.001

В.М. СМЕРНОВ

Динамический анализ навесного оборудования с ковшем активного действия

При проведении анализа движения навесного оборудования экскаватора с ковшем активного действия наибольший интерес представляет распределение сил, действующих на корпус ударного устройства в течение всего цикла работы. Это прежде всего: а) период взвода бойка, включающий разгон и торможение; б) период рабочего хода бойка; в) соударение бойка с инструментом.

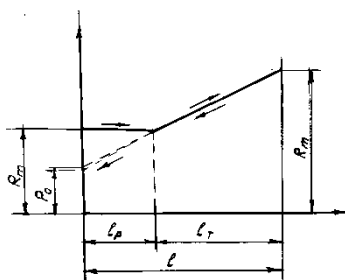


Рис. 1. Диаграмма сил действующих на корпус ударного действия

В период взвода бойка во время разгона результирующая сила направлена в сторону забоя (рис. 1) и ее величина равна

$$P^p = uR_m,$$

где u — коэффициент;

R_m — максимальная величина реакции отдачи

ударного устройства.

Во время торможения бойка при взводе результирующая сила направлена в противоположную от забоя сторону и ее величина равна

$$P^T = \left[u + \frac{x}{l\varepsilon} \varepsilon - 1 \right] R_m,$$

где x — координата бойка;

$l_p \leq x \leq l_p + l_r = l$, l_p — путь, пройденный бойком при взводе;

l_r — путь, пройденный бойком при торможении;

l — рабочий ход бойка;

ε — степень сжатия газа.

В период рабочего хода бойка результирующая сила не меняет своего направления по сравнению с торможением и величина определяется

$$P^{p.x} = \left[\frac{x}{l\varepsilon} \varepsilon - 1 \right] R_m.$$

В период соударения бойка с инструментом

происходит разгрузка корпуса, то есть

динамическое взаимодействие системы: боек–инструмент–забой. Пользуясь ранее проведенными исследованиями [1, 2], а также связями между обобщенными координатами, запишем системы уравнений для каждого периода цикла работы навесного оборудования. Уравнения, описывающие движения навесного оборудования в период взвода во время разгона ударного устройства, имеют вид:

$$I \left\{ \begin{aligned} & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} c q_3 - a - b + d + \frac{c}{l_1} \dot{q}_3^2 - \frac{c_1 f + c_2 k}{l_1} q l_3 = \\ & = -h - c_1 f + c_2 k \frac{l_p}{l_1}; \\ & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} \alpha - c q_3 + i - j q_3 + m_3 q_3^2 + \frac{\dot{q}_3}{l_1} + \left(\frac{\dot{q}_3^2}{l_1} \frac{y-r}{l_1} + i q_3 \right) - \\ & - q_3 \left(\eta - c_2 \frac{\lambda}{l_1} \right) = -\theta; \\ & \ddot{q}_3 \left(\frac{\alpha}{l_1} + m_3 \right) + \frac{q_3^2}{l_1^2} \left(\frac{\dot{y}}{2} - m_3 q_3 + b \right) \eta q_3 = -\chi. \end{aligned} \right.$$

Уравнения, описывающие движения навесного оборудования во время торможения, имеют вид:

$$II \left\{ \begin{aligned} & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} c q_3 - a - b + d + \frac{c}{l_1} \dot{q}_3^2 - \frac{c_1 f + c_2 k}{l_1} q l_3 = \\ & = -h - c_1 f + c_2 k \frac{l_p}{l_1}; \\ & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} \left(i + b - \left(\frac{\dot{y}}{2} + c \right) q_3 + m_3 q_3^2 \right) + \\ & + \frac{\dot{q}_3}{l_1} + \left[c + \dot{q}_3 \left(c + d - \frac{l-y}{l_1} + \frac{c-d}{l_1} \right) \right] + \\ & + \frac{\dot{q}_3}{l_p^2} \left[B + m_3 q_3 - l_p - \dot{y} l + q_3 \right] - q_3 \left(\eta - c_2 \frac{\lambda}{l_1} \right) = \theta; \\ & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} d + m_3 l_1 - \frac{q_3^2}{l_1^2} \left[b + \left(r - \frac{\dot{y}}{2} q_3 \right) \right] - \eta q_3 = F. \end{aligned} \right.$$

Уравнения, описывающие движения навесного оборудования в период рабочего хода, имеют вид:

$$III \left\{ \begin{aligned} & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} c q_3 - a - b + d + \frac{c}{l_1} \dot{q}_3^2 - \frac{c_1 f + c_2 k}{l_1} q l_3 = \\ & = -h - c_1 f + c_2 k \frac{l_p}{l_1}; \\ & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} [i - b - c + j q_3] + \frac{\dot{q}_3^2}{l_1^2} \left[m_3 q_3^2 - \dot{y} + c - d q_3 - \right. \\ & \left. - 2 c + d - y - b + r \right] + \\ & + c_2 \lambda q_3 = \theta + \eta; \\ & \frac{\ddot{q}_3}{l_1} d + m_3 l_1 - \frac{q_3^2}{l_1^2} \left(r + b - \frac{\dot{y}}{2} q_3 \right) + \eta q_3 = \chi. \end{aligned} \right.$$

Решим данные системы относительно жесткостей c_1 и c_2 гидроцилиндров рукоятки и ковша навесного оборудования.

Во время взвода

$$c_1 = \frac{\chi \kappa^2 \cos \kappa t + \left[d - c \frac{\chi}{\eta} 1 - \cos \kappa t - a - b \right] - h l_1 \eta}{\eta \left[l_p + \frac{\chi}{\eta} 1 - \cos \kappa t \right]} - \\ - \frac{k}{\lambda} \left(\frac{\chi}{\eta} \kappa c \sin \kappa t + l_1 \right) + \frac{\kappa^2 \cos \kappa t k}{\lambda 1 - \cos \kappa t} \times \\ \times \left[1 + \frac{\chi}{2} 1 - \cos \kappa t i + c + m_3 \frac{\chi^2}{\eta^2} \kappa^2 \sin^2 \kappa t \right]; \\ c_2 = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\chi}{\eta} \kappa c \sin \kappa t + l_1 \right) - \frac{\kappa^2 \cos \kappa t}{\lambda 1 - \cos \kappa t} \times \\ \times \left[S + \frac{\chi}{\eta} 1 - \cos \kappa t i + c + m_3 \frac{\chi^2}{\eta^2} \kappa^2 \sin^2 \kappa t \right].$$

В период торможения

$$c'_1 = \frac{\kappa^2 \cos \kappa t}{f \lambda 1 - \cos \kappa t} \left[i + b - \left(\frac{\dot{y}}{2} + c \right) \frac{F}{\eta} 1 - \cos \kappa t + m_3 \times \right. \\ \left. \times \frac{F^2}{\eta^2} 1 - \cos \kappa t + m_3 \frac{F}{\eta} 1 - \cos \kappa t^2 \right] - \\ - \frac{\kappa k \sin \kappa t}{\lambda f 1 - \cos \kappa t} \left[c + \frac{F}{\lambda} \kappa \sin \kappa t \left(c + d - \frac{b-y}{l_1} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{c-d}{l_1} \frac{F}{\eta} \kappa \sin \kappa t \right) \right] - \\ - \frac{\theta \eta l_1 k}{f F \lambda 1 - \cos \kappa t} - \frac{\eta l_1 k}{\lambda f}; \\ c'_2 = \frac{\eta l_1}{\lambda} + \frac{\theta \eta l_1}{F \lambda (-\cos \kappa t)} + \frac{\kappa \sin \kappa t}{\lambda (-\cos \kappa t)} \times \\ \times \left[c + \frac{F}{\lambda} \kappa \sin \kappa t \left(c + d - \frac{b-y}{l_1} + \frac{c-d}{l_1} \frac{F}{\eta} \kappa \sin \kappa t \right) \right] -$$

$$-\frac{\kappa^2 \cos \kappa t}{\lambda 1 - \cos \kappa t} \left[i + b - \left(\frac{\dot{\gamma}}{2} + c \right) \frac{F}{\eta} 1 - \cos \kappa t + \right. \\ \left. + m_3 \frac{F^2}{\eta^2} 1 - \cos \kappa t^2 \right].$$

В период рабочего хода

$$c_1'' = \frac{\kappa \kappa^2 \cos \kappa t}{f \lambda 1 - \cos \kappa t} \left[i - b - \frac{H}{\eta} c + \dot{\gamma} 1 - \cos \kappa t \right] - \\ - \frac{k \eta \theta + \eta}{f \lambda H 1 - \cos \kappa t} - \\ - \frac{h l_1 + \frac{H}{\eta} \kappa^2 \cos \kappa t \left[c \frac{H}{\eta} 1 - \cos \kappa t - a - b + d \right]}{f \left[l_p - \frac{H}{\eta} 1 - \cos \kappa t \right]}, \\ c_2'' = \frac{\theta + \eta \eta - \frac{H}{l_1} \kappa^2 \cos \kappa t \left[i - b - \frac{H}{\eta} c + \dot{\gamma} 1 - \cos \kappa t \right]}{\lambda H 1 - \cos \kappa t}.$$

Из полученных выражений следует, что величины жесткостей c_1 и c_2 гидроцилиндров рукоятки и ковша навесного оборудования с ковшом активного действия для каждого из рассмотренных периодов различны. Их сопоставление было определено на основании численного анализа. Зависимости представлены на рис. 2 и 3.

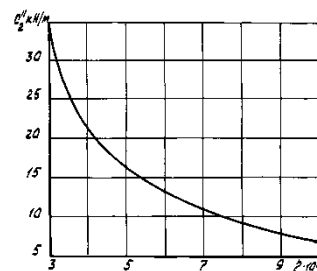


Рис. 2. Зависимость жесткости гидроцилиндра ковша в период рабочего хода:

$$c_2'' = f \chi - \text{const}; c_2'' = f \theta - \text{const}; \\ c_2'' = f F - \text{const}; c_{2\max}'' = 33,42 \text{ кН/м}$$

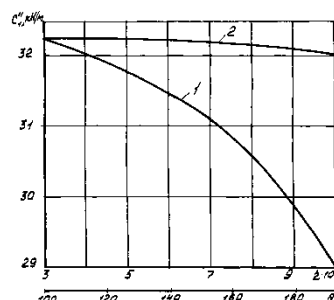


Рис. 3. Зависимость жесткости гидроцилиндра рукоятки в период рабочего хода бойка:

$$1 - c_1'' = f \eta; 2 - c_1'' = f \theta; \\ c_1'' = f \chi - \text{const}; c_1'' = f F - \text{const}; c_{1\max}'' = 32,076 \text{ кН/м}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янцен И.А., Кулябин А.П., Смирнов В.М. Математическая модель рабочего оборудования экскаватора с ковшом активного действия // Активные и рабочие органы строительных и дорожных машин. Караганда, КарПТИ, 1983. С. 3–8.
2. Янцен И.А., Тиль В.А., Савчук О.Г. Математическая модель активного рабочего органа кротователя // Разработка и совершенствование рабочих органов и систем управления строительно-дорожных машин. Караганда, КарПТИ, 1981. С. 3–9.

Раздел 4

Технические средства и программное обеспечение автоматизированных систем

УДК 004.31
О.А. КАН
М.В. КОТЕНЕВ
А.В. РУНДАУ

Устройство ввода дискретных сигналов в персональный компьютер

Данное устройство является как бы ядром системы, которое можно использовать для решения самых различных задач, например, таких как измерение скорости вращения ротора двигателя, скорости ветра и т. д. Оно требует незначительного изменения под какую-либо задачу. Целью работы являлось моделирование процессов ввода и обработки дискретных сигналов на ПК.

Блок-схема устройства ввода дискретных сигналов представлена на рис. 1. Устройство ввода содержит набор микропереключателей SB0–SB7, с помощью которых можно задавать различные значения выходного кода. Кодировка переключателей представлена в таблице. Сгенерированный код поступает на порт микроконтроллера, где в дальнейшем обрабатывается и выдается в буфер обмена, которым служит COM – порт. Поступившие коды обрабатываются на ПК с помощью программ,

которые считывают с COM- порта информацию и оперируют ею в зависимости от поставленной задачи. Принципиальная электрическая схема устройства приведена на рис. 2.

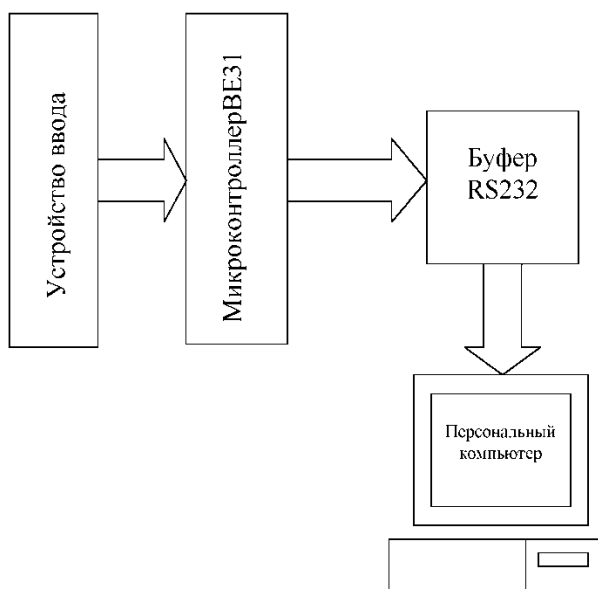


Рис. 1. Блок- схема устройства

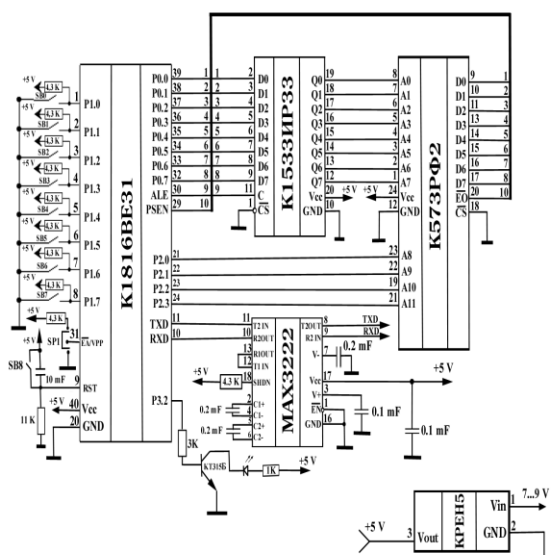


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема

ТАБЛИЦА КОДИРОВКИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ:
1—ВКЛ., 0—ВЫКЛ.

№ переключ.	0 1 2 3 4 5 6 7	Выходной код
Вкл/выкл.	1 0 0 0 0 0 0 0	0101010101...
Вкл/выкл.	1 0 1 0 0 0 0 0	0000011111...
Вкл/выкл.	1 1 1 0 0 0 0 0	00000001111111

Описываемое устройство позволяет генерировать последовательности сигналов, причем частоту выходного сигнала можно устанавливать в диапазоне от 1 до 100 кГц. Основу схемотехнического решения составляет микроконтроллер 1816BE31 [1]. Так как он не имеет встроенного ППЗУ, необходимо использовать в схеме внешний регистр и ППЗУ [2]. Программа, записанная в ППЗУ, предназначена для управления работой микроконтроллера и написана на языке Ассемблер [3].

Для передачи выходного сигнала в ПК используется стандарт последовательной передачи данных RS-232, который осуществляется с помощью микросхемы MAX 3222.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якубовский С. В., Ниссельсон Л. И. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. М.: Радио и связь, 1989. 196 с.
2. Шевкопляс Б. В. Микропроцессорные структуры, инженерные решения. М.: Радио и связь, 1990. 512 с.
3. Финогенов К. Г. Основы языка Ассемблера. М.: Радио и связь, 1999. 288 с.

УДК 338.47:656

Э.Н. МУСТАФИНА
В.А. ЭТТЕЛЬ

Составление математической модели для определения комплексного показателя оценки технико-экономического уровня технологических систем

Для технико-экономической оценки параметров машин и систем машин широкое применение нашел метод математических моделей, константы которых определяются средствами регрессионного

анализа. Конструкции горных машин одного функционального назначения из-за большого разнообразия условий их эксплуатации весьма различны. В связи с этим оценка технико-

экономического уровня по частным параметрам не всегда оказывается эффективной из-за несопоставимости данных, большого их количества и других причин. Поэтому важным этапом, предшествующим оценке, является этап приведения в систему совокупности исходных данных об объекте или системе объектов в соответствии с целью оценки и методами осуществления оценки технико-экономического уровня.

Оценку технико-экономического уровня удобно производить по комплексному показателю K , который по своей природе является динамичным в силу того, что технико-экономические уровни по единичным показателям со временем изменяются. На основании оценки и анализа технико-экономического уровня конструкций машин, созданных в прошлом, можно определить динамику его изменения во времени, т.е. установить зависимость

$$K = f(t). \quad (1)$$

Процесс изменения технико-экономического уровня по комплексному показателю можно описать в общем виде следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dK}{dt} = \varphi(t); \quad (2)$$

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dt} = \psi(t). \quad (3)$$

Уравнение (2) характеризует скорость, а уравнение (3) — относительную скорость изменения технико-экономического уровня по комплексному показателю K как функцию времени.

Конкретный вид функций $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ можно установить на основании анализа изменения dK/dt и $1/K \cdot dK/dt$. Предположим, что $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ являются непрерывными, монотонно возрастающими функциями, поскольку процесс совершенствования конструкций машин непрерывный. Данные кривые могут быть приведены к линейному виду за счет преобразования зависимой переменной K и независимой t . Интегрируя уравнение (2), получим

$$K = \int \varphi(t) dt. \quad (4)$$

Полагая, что прирост технико-экономического уровня есть величина постоянная, равная a_1 ($\varphi(t) = a_1$), получим

$$K = \int a_1 dt = a_1 t + a_0, \quad (5)$$

т.е. в этом случае изменение технико-экономического уровня описывается линейной функцией. В уравнении a_0 и a_1 — неизвестные коэффициенты, подлежащие определению.

При постоянном относительном приросте технико-экономического уровня ($\psi(t) = a_1$) интегрирование уравнения (3) дает

$$\frac{dK}{K} = a_1 dt, \quad K = \exp(a_0 + a_1 t), \quad (6)$$

т.е. изменение технико-экономического уровня описывается простой экспонентой. Простая экспонента заменой величины зависимой переменной K ее логарифмом $\ln K$ приводится к линейному виду

$$Y = a_0 + a_1 t, \quad (7)$$

где $Y = \ln K$, a_0 и a_1 — постоянные коэффициенты, подлежащие определению.

В практике оценки находят широкое применение кривые, характеризующиеся различной величиной роста технико-экономического уровня машин одного функционального назначения в различные периоды развития. К примеру, если динамика технико-экономического уровня такова, что вначале его рост медленный, затем значительно убыстрается, и наконец, уменьшается, приближаясь к уровню насыщения, то для оценки используются специальные кривые. К таким кривым относится модифицированная экспонента, уравнение которой имеет вид

$$K_t = a_0 + a_1 a_2^t, \quad (8)$$

где a_0, a_1, a_2 — параметры, подлежащие определению;

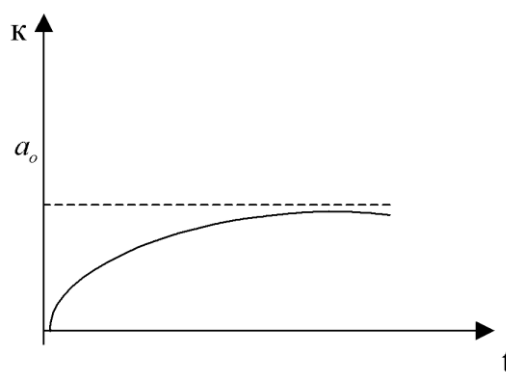
t — текущее время ($t = \tau - \tau_0$, τ — текущий год;

t_0 — год, принятый за начало отсчета).

Частным случаем модифицированной экспоненты являются:

а) кривая Гомпертца (см. рис.), уравнение которой имеет следующий вид:

$$K_t = a_0 a_1^{a_2^t}. \quad (9)$$



б) логическая кривая, уравнение которой записывается в следующем виде:

$$K_t = \frac{1}{a_0 + a_1 a_2^t} \text{ — уравнение функции.} \quad (10)$$

После выбора экономико-математических моделей транспортных технологических схем, характеризующих технико-экономический уровень, определяют их параметры. Параметры

машин, входящие в рассматриваемые системы, могут быть определены различными способами в зависимости от выбранного критерия, характеризующего оптимальные значения их характеристик. Так как для эффективного управления технико-экономического уровня машин и систем машин требуется оценка определенной точности, то параметры модели необходимо определить таким образом, чтобы ошибка была минимальной.

Аналитически ошибку оценки технико-экономического уровня можно выразить следующим образом:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (K_t - \hat{K}_t)^2}{n - p - 1}},$$

где K_t — фактическое значение технико-экономического уровня по комплексному показателю в t -м году;

$\hat{K}_t$ — рассчитанное по выбранной схеме значение технико-экономического уровня в t -м году;

n — количество членов в ряду наблюдений;

p — число параметров в выбранной схеме.

Как следует из (11) S_r будет минимальной, если

$\sum_{t=1}^n (K_t - \hat{K}_t)^2 \rightarrow \min$. Таким образом, задача сводится к минимизации суммы квадратов разностей между фактическими значениями технико-экономического уровня по показателю K в момент времени t и значениями, которые принимает выбранная технологическая схема в тот же момент времени, т.е.

$$\varepsilon = \sum_{t=1}^n (K_t - \hat{K}_t)^2 \rightarrow \min. \quad (12)$$

Значения параметров a_i , обращающих в минимум величину ε , находят из решения системы уравнения

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial a_i} = 0. \quad (13)$$

Значения параметров a и a_1 модели, имеющей вид

$$K = \int a_1 dt = a_1 t + a_0, \quad (14)$$

находят из решения системы

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 \sum_{t=1}^n t = \sum_{t=1}^n K_t, \\ a_0 \sum_{t=1}^n t + a_1 \sum_{t=1}^n t^2 = \sum_{t=1}^n t \cdot K_t. \end{cases} \quad (15)$$

Аналогичные системы можно получить и для других моделей. Для этого необходимо воспользоваться соответствующими преобразованиями зависимой и независимой переменных.

УДК 338.47: 656

Э.Н. МУСТАФИНА
В.А. ЭТТЕЛЬ

Разработка алгоритма сравнительной оценки функционирования карьерного оборудования в транспортных технологических схемах

При сравнении транспортно-технологических схем необходимо учитывать горно-технические и горно-геологические условия эксплуатации, а также физико-механические свойства транспортируемой горной массы. Горно-геологические условия эксплуатации предъявляют требования к транспортным средствам, заключающиеся в обеспечении требуемой производительности, дальности транспортирования, угла установки транспортных средств, вписывания в план горных работ и т.д. Физико-механические свойства транспортируемой горной массы предъявляют к транспортным средствам требования обеспечения транспортирования горной массы определенной крупности и плотности.

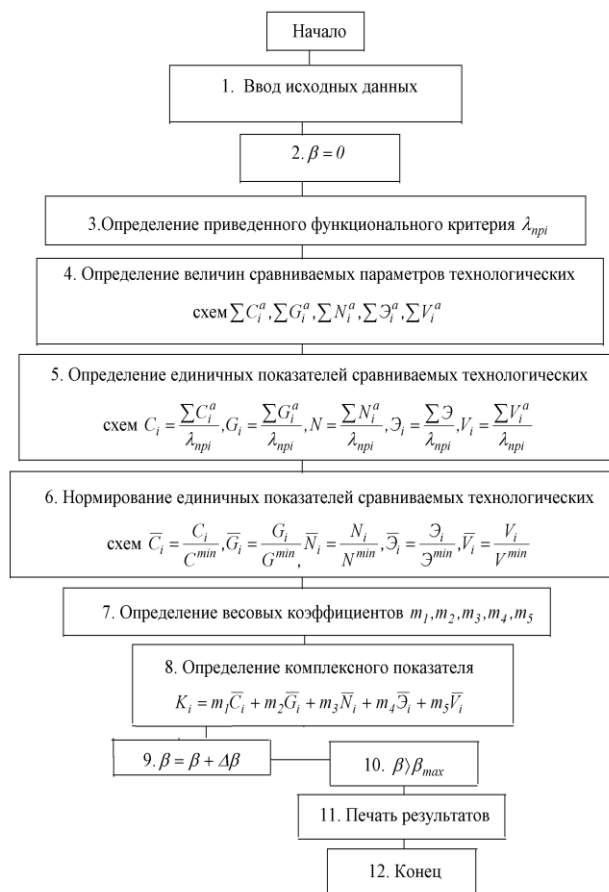
Исходя из предъявляемых требований, составляется технологическая транспортная схема,

которая включает в себя конвейер (как основной элемент системы) и вспомогательное оборудование — грохоты, питатели, дробильное оборудование, бункера, отвалообразователи и т.д.

На рисунке представлен алгоритм расчета комплексного показателя транспортных систем (технологических схем), на основании которого в блоке 1 осуществляется ввод исходных данных: заданные производительность схемы и расстояние транспортирования; технические и стоимостные параметры каждого вида оборудования, входящего в схему; угол установки конвейера; режим работы схемы; коэффициент неравномерности добычи; геометрические параметры оборудования схемы. В подпрограмме производится расчет потребного количества каждого вида оборудования, исходя из заданной производительности и расстояния

транспортирования, а также тяговый расчет конвейера для определения мощности двигателей. В блоке 2 задается угол установки конвейера в схеме (расчет начинается с горизонтальной установки конвейера). В блоке 3 определяется приведенный функциональный критерий i -й технологической схемы; блок 4 – абсолютные значения величин сравниваемых параметров схем как сумма соответствующих величин каждого вида оборудования i -й схемы (суммарные: стоимость, масса, мощность, годовые эксплуатационные затраты; объем, занимаемый в пространстве); блок 5 – единичные показатели делением абсолютных суммарных значений сравниваемых параметров i -й схемы на соответствующее значение приведенного функционального критерия; блок 6 – нормированные значения показателей i -й схемы делением единичных показателей на соответствующее минимальное значение

среди сравниваемых технологических схем; блок 7 – весовые коэффициенты для каждого из сравниваемых параметров; блок 8 – комплексный показатель (технико-экономический уровень) сравниваемых технологических схем; блок 9 – определяется угол установки конвейера β в зависимости от шага изменения $\Delta\beta$, в блоке 10 происходит сравнение полученного значения $\beta_{\max}$; в блоке 11 производится печать полученных результатов.



Алгоритм расчета комплексного показателя транспортных схем

По разработанному алгоритму может быть определен технико-экономический уровень любых конвейеров и технологических схем с их применением для условий открытых горных работ. При этом необходимо только задавать соответствующие исходные данные для расчета.

УДК 621.311.681.51

Г.И. ПАРШИНА

Система супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий

Электротехнические комплексы угольных шахт являются сложными большими системами,

включающими: системы электроснабжения; электроприводы различных технологических

установок; машины, выполняющие технологические процессы; системы технологического, локального контроля и управления объектов, использующих электрическую энергию для формирования силовых, возмущающих и информационных потоков.

Системный подход к анализу режимов функционирования ЭК как объектов, потребляющих и преобразующих большие количества энергетических и материальных ресурсов, позволяет рассматривать их как сложные иерархические многосвязные системы (ИМС). На верхнем уровне ИМС режимы функционирования ЭК характеризуются показателями и параметрами систем учета, контроля и управления электропотреблением шахты. На среднем уровне ИМС режимы функционирования ЭК характеризуются статическими и динамическими показателями качества работы машин и механизмов, выполняющих какой-либо технологический процесс, например: вентиляцию шахт; откачку воды из зумпфов; производство сжатого воздуха; подъем скипов и клетей; добычу и транспортировку угля; ведение подготовительных работ и т.п. Наконец, на нижнем уровне ИМС объектом контроля и управления является отдельная машина, выполняющая в технологическом процессе конкретную работу и приводимая в действие с помощью электрической энергии.

В мировой практике [1,2,3,4] ЭК предприятий все чаще строятся как системы иерархического типа с широким использованием средств вычислительной и микропроцессорной техники, современных методов математического моделирования, оптимального управления и контроля. На угольных шахтах оперативным управлением технологическими процессами и производством занимается служба горного диспетчера, а отдельных систем оперативно-диспетчерского управления ЭК (СОДУ ЭК) пока нет [9, 10]. Так как решение о создании на шахтах СОДУ ЭК включает множество вопросов не только технических, но и юридических, финансовых, правовых, то в настоящей работе остановимся на предположении, что в рамках существующей оперативной службы горного диспетчера создается подсистема супервизорного контроля и управления электротехническим комплексом шахты как средство для анализа реального состояния ЭК и выработки комплекса возможных решений по изменению этого состояния.

Под супервизорной системой контроля и управления ЭК (СС КУ ЭК) понимаются все компоненты ЭК, а также: существующие системы телемеханики; локального управления и контроля режимами работы машин и механизмов, приводимых в действие электроприводом; средства получения, хранения и передачи контрольной информации об элементах ЭК всех уровней; ПЭВМ с устройствами ввода/вывода; общее и специализированное программное обеспечение, позволяющее в режиме реального времени осуществлять сбор измеряемой информации о состоянии ЭК и, в зависимости от состояния ЭК, путем имитационного моделирования на ПЭВМ прогнозировать характеристики элементов ЭК, которые не могут быть определены по реально

измеренным сигналам, а затем, в супервизорном режиме, выдавать горному диспетчеру поток информации для выбора оптимальных решений по управлению ЭК.

Режим супервизорного управления в [11] определен как процесс выработки управляющей ПЭВМ заданий для локальных САУ. В настоящей работе под режимом супервизорного контроля и управления ЭК понимается выполнение следующих функций:

- постоянное «слежение» за состоянием ЭК путем сбора в режиме реального времени измеряемой информации;

- прогнозирование значений измеряемых координат путем имитационного моделирования различных уровней ЭК как элементов ИМС;

- оценка адекватности математических моделей ЭК;

- прогнозирование состояния различных уровней ЭК как элементов ИМС по результатам имитационного моделирования;

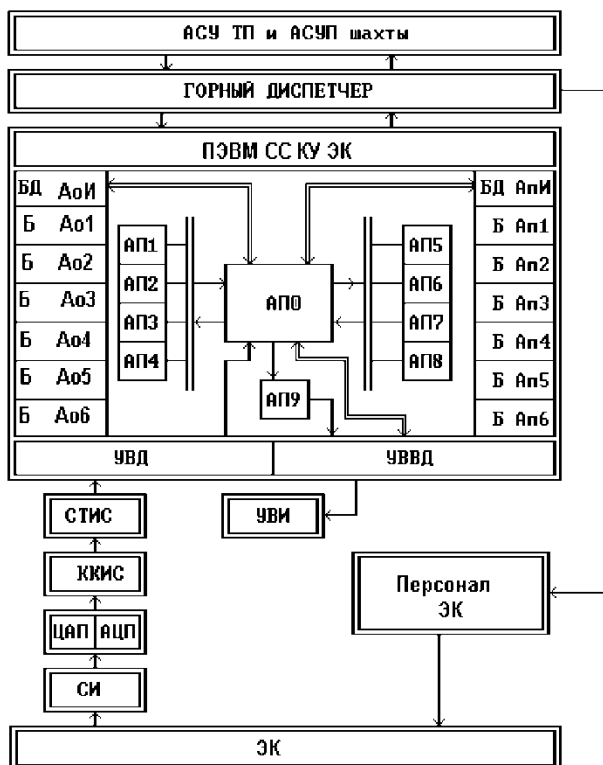
- формирование для горного диспетчера множества вариантов принятия решений, например: *«состояние ЭК — возможное действие горного диспетчера — новое состояние ЭК»*.

Возможный вариант построения СС КУ ЭК представлен на рисунке. Рассмотрим основные характеристики СС КУ ЭК.

Информационная база СС КУ ЭК

Данные, получаемые от автоматизированной системы коммерческого и/или технического учета и контроля параметров электропотребления, а также ТУ, ТС, ТИ, ТИТ сигналы систем телемеханики о состоянии ячеек и фидеров силовых подстанций [9], могут быть исчерпывающей апостериорной информационной основой для оценки и прогнозирования состояния верхнего уровня ЭК. При этом априорная информация должна быть представлена принципиально-монтажными схемами, а также техническими характеристиками электрооборудования силовых подстанций. К сожалению, автоматизированные системы учета и контроля параметров электропотребления, а также системы телемеханики, обслуживающие силовые подстанции, часто отсутствуют или находятся в неудовлетворительном техническом состоянии.

На среднем уровне ИМС существует достаточно полный поток апостериорной информации по стационарным установкам шахты. Это во многом связано с наличием серийной аппаратуры автоматизации установок и электроприводов производственных механизмов [9, 10]. Практически все основные технологические процессы, связанные непосредственно с добычными и подготовительными, тоже могут быть автоматизированы с помощью серийных локальных систем управления, контроля и оснащены системами телемеханики (типа УТЩ, АПИ [9]), позволяющими передать в диспетчерский центр шахты информацию о состоянии (а иногда и о статических и динамических характеристиках) ЭК.



Супервизорная система контроля и управления электротехническими комплексами угольных шахт

Но надо отметить, что практически нет аппаратуры, методов и средств, позволяющих горному диспетчеру получить информацию о взаимодействии систем электроснабжения и электроприводов машин и механизмов, хотя теоретические разработки этой проблемы существуют в работе [12].

Априорная информация этого уровня ИМС должна быть представлена принципиально-монтажными, функциональными и структурными схемами локальных САУ ТП и автоматизированного электропривода.

Техническая структура СС КУ ЭК

Собственно для решения задач СС КУ ЭК необходима только мощная ПЭВМ с устройствами ввода данных от аналоговых и дискретных датчиков, и контрольных устройств, имеющихся у элементов ЭК. Но проблемы сбора и передачи апостериорной информации, а также использования результатов работы СС КУ ЭК существенно увеличивают количество технических средств, которые необходимо включить в СС КУ ЭК. Укажем причины и возможные варианты выбора конкретных элементов технической структуры СС КУ ЭК.

1. Существующие на угольных шахтах системы телемеханики измерительных сигналов (СТИС) [9, 10] не стыкуются без дополнительных устройств с современными ПЭВМ. Разработка аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей (АЦП и ЦАП) и контроллеров-коммутаторов измерительных сигналов (ККИС), которые могли бы заменить потенциально имеющиеся на шахте СТИС, сопряжена с большими материально-финансовыми затратами. Проблему решает многофункциональный информационно-управляющий комплекс «Микон 1Р»

[13], но в пределах СНГ пока действует только одна подобная система.

2. Априорная информация элементов ЭК не достаточна для восстановления и прогнозирования состояния ЭК, а также оценки взаимодействия отдельных элементов ЭК друг на друга и, в частности, электропривода и системы электроснабжения. Если установка отдельных дополнительных контрольно-измерительных средств и систем на поверхности шахты с целью увеличения объема апостериорной информации принципиально возможна, то в шахте эта проблема на несколько порядков сложнее, и для задач СС КУ ЭК более реален подход, связанный с использованием методов имитационного математического моделирования с адекватной моделью элементов ЭК по минимально имеющемуся набору реально измеренных данных.

3. Результаты работы СС КУ ЭК, полученные и хранящиеся в памяти ПЭВМ, представляют интерес для служб горного диспетчера, главного инженера и главного энергетика шахты, а также инженерно-технических работников, обслуживающих отдельные элементы ЭК. Поэтому ПЭВМ СС КУ ЭК должна работать в составе локально-вычислительной сети (ЛВС) шахты и иметь для этого необходимое аппаратное и программное обеспечение. Возможные решения этой проблемы представлены в [6].

Задачи, решаемые СС КУ ЭК

1. Опрос в режиме реального времени средств сбора данных и размещение их в базе данных (БД) СС КУ ЭК. Результатом решения задачи является база апостериорных данных (БАо).

2. Анализ апостериорных данных на предмет наличия координат ЭК, соответствующих экстремальным ситуациям, в режимах ЭК. Результаты решения задачи: запись соответствующей информации в БАо; сигнализация горному диспетчеру и руководителям соответствующих служб; выполнение функций прямого управления в ситуациях, не терпящих отлагательства.

3. Текущая обработка потока апостериорных данных в режиме нормальной эксплуатации ЭК. Результат решения задачи: статистические оценки по каждой измеряемой координате; результаты проверки гипотез о характере распределения координат ЭК как случайных процессов.

4. Математическое моделирование статических и динамических режимов работы ЭК для ситуаций, представляющих интерес для горного диспетчера и работников энергетических служб. Результатом решения задачи является восстановленное и/или прогнозируемое состояние элемента или всей ЭК для заданных ситуаций, связанных, например: с изменением схемы электроснабжения на технологических участках; с изменением режима запуска какого-либо электродвигателя в связи с аварией в системе управления; изменением режима работы источника электроснабжения и т.п.

5. Оценка адекватности математических моделей статических и динамических режимов работы ЭК. Результатом решения задачи (которая должна выполняться непрерывно в темпе работы СС КУ ЭК) будет являться или информация, подтверждающая

адекватность моделей, хранящихся в базе априорных данных (БАп), и/или запуск процесса адаптации и корректуры математических моделей элементов ЭК.

6. Отображение на экране монитора ПЭВМ или на твердом носителе (бумаге), по запросу горного диспетчера (или работников службы главного энергетика шахты), информации, необходимой для оперативного управления и отчетности. Это могут быть: принципиально-монтажная схема электроснабжения технологического участка шахты; мнемосхема подстанции; производственно-статистическая отчетность (дневная, суточная и т.п.) по энергозагрузке и энергопотреблению машин и механизмов шахты; таблицы-отчеты в контрольные (обычно месячные) сроки по энергопотреблению для взаимозачетов с поставщиками электроэнергии.

Все функции, выполняемые СС КУ ЭК в различных сочетаниях, сводятся к решению задач 1-6.

Программно-алгоритмическое обеспечение СС

КУ ЭК

В базу априорной информации СС КУ ЭК входят:

- внешняя среда — возмущающее воздействие на элементы ЭК (БАп1);
- математические модели ЭК в различных режимах эксплуатации (БАп2);
- допуски и ограничения на показатели качества работы ЭК (БАп3);
- варианты эталонных режимов работы ЭК (БАп4);
- варианты аварийных режимов работы ЭК (БАп5);
- список и приоритет прерываний для системы измерения сигналов СС КУ ЭК (БАп6).

В базу апостериорной информации:

- массивы ординат от датчиков наблюдаемых координат ЭК (БАо1);

– фактическое и прогнозируемое состояние системы электроснабжения шахты (БАо2);

– фактическое и прогнозируемое состояние аэрогазовой среды очистных и подготовительных участков (БАо3);

– фактическое и прогнозируемое состояния системы транспорта от очистного забоя до аккумулярующих емкостей (БАо4);

– фактическое и прогнозируемое состояния ресурса элементов ЭК (БАо5);

– фактическое и прогнозируемое состояния системы переработки и сбыта добываемого в очистных забоях угля (БАо6).

Блок алгоритмов и программ составляют:

– алгоритмы и программа контроля ЭК как объекта ИМС (это супервизор СС КУ ЭК) (АП0);

– алгоритмы и программные средства для оценки реально измеряемых сигналов ЭК (АП1);

– алгоритмы и программные средства для идентификации ненаблюдаемых координат ЭК (АП2);

– алгоритмы и программные средства для идентификации параметров ЭК (АП3);

– алгоритмы и программные средства для моделирования режимов работы ЭК (АП4);

– алгоритмы и программные средства формирования советов по оптимальному энергопотреблению ЭК (АП5);

– алгоритмы и программные средства формирования советов по оптимальному управлению ЭК (АП6);

– алгоритмы и программные средства обработки прерываний (АП7);

– алгоритмы и программные средства формирования советов по последовательности взаимодействия ЭК (АП8);

– алгоритмы и программы отображения и хранения информации о состоянии ЭК (АП9).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хронусов Г.С. Системный анализ режимов электропотребления горных предприятий // Тезисы докладов. Одиннадцатая международная конференция «Автоматизация в горном деле». Россия, Екатеринбург, 1992.
2. Электрооборудование и электроснабжение участка шахты: Справочник/ Р.Г.Беккер, В.В.Дегтярев, Л.В.Седаков и др. М.: Недра, 1983. 503 с.
3. Орлов В.Г., Рабинович М.А. Задачи оперативного и автоматического управления энергосистемами. М.: Энергоатомиздат, 1988. 223 с.
4. Бырька В.Ф., Фешин Б.Н. Супервизорная многосвязная система управления горнодобывающими машинами / Караганд. гос. техн. ун-т // Автоматика и информатика. Караганда, 1998. № 1. С.39-43.
5. Калинин А.А., Фешин Б.Н., Фешин М.В., Читян К.Г. Принципы построения супервизорной системы автоматического контроля режимов работы горнодобывающих машин // Труды университета. Вып. 2 / Караганд. гос. техн. ун-т. Караганда, 1997. С. 262.
6. Денисова А.Б., Калинин А.А., Фешин Б.Н., Читян К.Г. Интегрированная АСУ технологическими процессами и производством угольных шахт. Электротехнические системы и комплексы: Межвузовский сборник научных трудов / Под. ред. А.С.Карандаева. Магнитогорск: МГТУ, 1998. Вып. 3. 216 с.
7. Волошко А., Данильчик А., Коцарь О. и др. Система информационных энергосберегающих технологий. // Современные технологии автоматизации. 1997. № 4.
8. Кожевников А., Сафронов В., Прокопенко Л. Коммерческий учет электроэнергии // Современные технологии автоматизации 1997. №3.
9. Автоматизация и автоматизированные системы управления в угольной промышленности / Под ред. Б.Ф. Братченко. М.: Недра, 1976. 383 с.
10. Демченко Н.П. Технические средства передачи информации в системах управления угольных шахт. М.: Недра, 1990.
11. Лукас В.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. 2 изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1990. 416 с.
12. Стариков Б.Я., Азарх В.Л., Рабинович З.М. Асинхронный привод очистных комбайнов. М.: Недра, 1981. 288 с.
13. Руководство по оборудованию и эксплуатации multifunctional информационно-управляющего комплекса аппаратуры «Микон 1Р». Екатеринбург: ИнГорТех, 1997.

УДК 621.311.681.51

Г.И. ПАРШИНА

Компьютерный имитатор системы супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий

Техническая реализация предложенной в [1] системы супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами (СС КУ ЭК) в рамках существующих систем оперативно-диспетчерского управления горных предприятий возможна при тщательном и всестороннем анализе возникающих при этом проблем. По стандартам [3, 4], разработке и внедрению сложных систем управления, построенных на базе средств вычислительной техники, должен предшествовать этап предпроектных исследований. Внедрение должно сопровождаться периодом опытных промышленных испытаний. Современные методы имитационного моделирования, а также опыт построения компьютерных вычислительных сетей позволяют выполнить все эти этапы, а также настройку и наладку всех задач СС КУ ЭК на компьютерных имитаторах [2] в условиях менее жестких, чем процесс управления горными предприятиями. Как и в [2], будем понимать под компьютерным имитатором СС КУ ЭК не менее 2-х ПЭВМ, объединенных в вычислительную сеть (ЛВС). На одной ПЭВМ (ведомой) устанавливается программное обеспечение, имитирующее электротехнический комплекс шахты, а также программные имитаторы систем измерения (СИ), отдельных цифровых и аналоговых преобразователей (ЦАП/АЦП), линий передачи измеряемых сигналов, командо-контроллеров измерительных систем (ККИС), систем телемеханики измерительных сигналов (СТИС). На ПЭВМ (ведущей), выполняющей функции супервизора, устанавливается специализированное программное обеспечение СС КУ ЭК [1].

Структура компьютерного имитатора (КИ) может быть и более сложной, например, программное обеспечение, соответствующее моделям подземных элементов ЭК, устанавливается на одной ПЭВМ, а поверхностных элементов ЭК – на другой. Средствами ЛВС эти ПЭВМ соединяются с ПЭВМ-супервизором СС КУ ЭК.

Далее рассмотрим двухмашинный вариант компьютерного имитатора СС КУ ЭК.

Системы супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий

Имитатор должен стать средством исследования настройки и наладки СС КУ ЭК. Его структура будет отличаться от СС КУ ЭК тем, что часть аппаратных средств, ЭК и шахту как среду существования объекта исследования заменят их математические и

программные аналоги.

На рис.1 и 2 приводится структура имитатора СС КУ ЭК на базе двух ПЭВМ типа IBM PC, объединенных в локальную вычислительную сеть. Рассмотрим основные технические характеристики имитатора СС КУ ЭК.

Техническая структура имитатора СС КУ ЭК

Предположим, что в имитаторе СС КУ ЭК в качестве ведущей ПЭВМ принята машина IBM PC-486 DX/100/16/540/1.44/SVGA, а в качестве ведомой – IBM PC-486 DX/66/16/540/1.44/SVGA.

Структура имитатора СС КУ ЭК с минимальным набором дополнительного оборудования, содержащего только разъемы и витые пары для соединения последовательных портов COM1, COM2 ПЭВМ (первый вариант), представлена на рис.1 и 2.

Второй вариант имитатора СС КУ ЭК может отличаться линией связи — не через порты COM1, COM2, а с помощью стыка RS-232 и RS-485, при использовании ПЭВМ типа Pentium. Использование одной линии связи RS-232 (или RS-485) требует организации передачи данных от ведомой ПЭВМ к ведущей и управляющей информации в обратную сторону. В этом случае, в отличие от имитатора по первому варианту, нарушается одновременность и параллельность передачи данных и управляющей информации между объектом и УВК. Допустимость реализации подобной структуры имитатора, а также и самой супервизорной СС КУ ЭК, может быть проверена в результате проведения имитационных экспериментов с различными режимами обработки информации. В реальной СС КУ ЭК процесс взаимодействия объекта—ЭК с ПЭВМ-сервером будет происходить с помощью дополнительного комплекта оборудования.

Программное обеспечение имитатора СС КУ ЭК

Программное обеспечение имитатора СС КУ ЭК включает:

- системное (MS DOS; Windows);
- сервисное (ПО ЛВС; драйверы периферийного оборудования; архиваторы; антивирусное ПО; текстовые, графические редакторы и табличные процессоры);
- языки высокого уровня (C, C++, F77, Ассемлер и др.);
- проблемно ориентированные пакеты прикладных программ (ППП) типа MIK, MatLab, MathCad;
- специализированное программно-математическое обеспечение имитатора СС КУ ЭК.

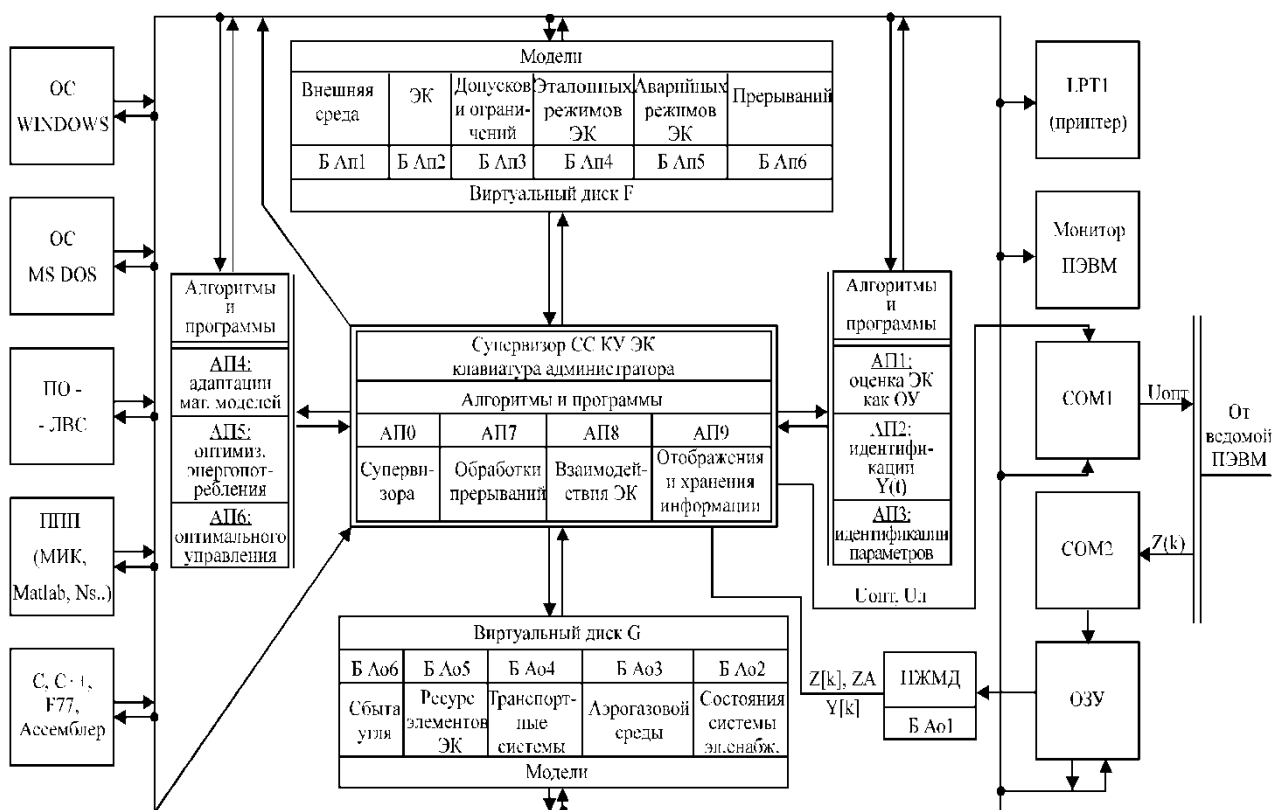


Рис. 1. Структура аппаратного и программно-алгоритмического обеспечения ведущей ПЭВМ (супервизора) в имитаторе СС КУ ЭК

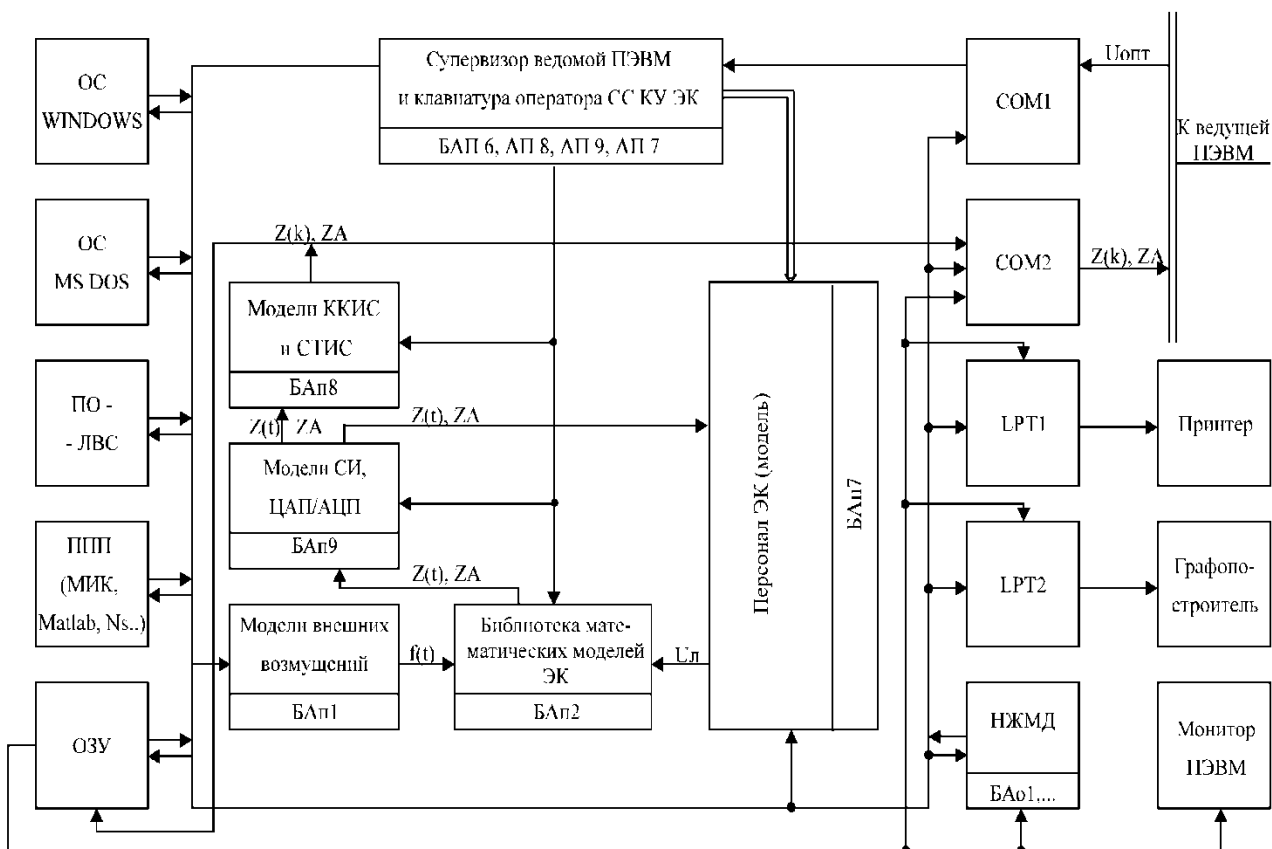


Рис. 2. Структура аппаратного и программно-алгоритмического обеспечения ведомой ПЭВМ имитатора объекта ЭК шахты

В специализированное программно-математическое обеспечение имитатора СС КУ ЭК входят:

- внешняя среда – возмущающее воздействие на элементы ЭК (БАп1);
- математические модели ЭК в различных режимах эксплуатации (БАп2);
- допуски и ограничения на показатели качества работы ЭК (БАп3);
- варианты эталонных режимов работы ЭК (БАп4);
- варианты аварийных режимов работы ЭК (БАп5);
- список и приоритет прерываний для системы измерения сигналов СС КУ ЭК (БАп6).

В базу апостериорной информации:

- массивы ординат от датчиков наблюдаемых координат ЭК (БАо1);
- фактическое и прогнозируемое состояние системы электроснабжения шахты (БАо2);
- фактическое и прогнозируемое состояния аэрогазовой среды очистных и подготовительных участков (БАо3);
- фактическое и прогнозируемое состояния системы транспорта от очистного забоя до аккумулирующих емкостей (БАо4);
- фактическое и прогнозируемое состояния ресурса элементов ЭК (БАо5);
- фактическое и прогнозируемое состояния системы переработки и сбыта добываемого в очистных забоях угля (БАо6).

Блок алгоритмов и программ составляют:

- алгоритмы и программа контроля ЭК как объекта ИМС (это супервизор СС КУ ЭК) (АП0);
- алгоритмы и программные средства для оценки реально измеряемых сигналов ЭК (АП1);
- алгоритмы и программные средства для идентификации ненаблюдаемых координат ЭК (АП2);
- алгоритмы и программные средства для идентификации параметров ЭК (АП3);
- алгоритмы и программные средства для моделирования режимов работы ЭК (АП4);
- алгоритмы и программные средства формирования советов по оптимальному энергопотреблению ЭК (АП5);
- алгоритмы и программные средства формирования советов по оптимальному управлению ЭК (АП6);
- алгоритмы и программные средства обработки прерываний (АП7);
- алгоритмы и программные средства формирования советов по последовательности взаимодействия ЭК (АП8);
- алгоритмы и программы отображения и хранения информации о состоянии ЭК (АП9).

Алгоритмы работы имитатора СС КУ ЭК

Администратор СС КУ ЭК формирует одну из возможных ситуаций, которые могут произойти с реальной аппаратурой, машинами и механизмами угольных шахт. Это осуществляется путем задания с помощью клавиатуры супервизору СС КУ ЭК каких-либо эталонных режимов ЭК (БАп4), а затем, через

некоторое время, аварийные режимы ЭК (БАп5). По линиям связи задание об эталонных режимах подается в ведомую ПЭВМ (БАп2). В результате в ведомой ПЭВМ моделируется эталонная ситуация, характеризуемая значениями координат $Z(t)$, эти координаты через модели систем измерения (БАп8, БАп9) поступают в ведущую ПЭВМ и регистрируются в базе апостериорных данных БАо1 с соответствующим отображением информации с помощью программных средств АП9. Этот эталонный режим имитируется в течение заданного периода времени при этом вычисляется статистическая оценка с помощью программного обеспечения АП1, осуществляется оценка адекватности математических моделей, а если необходимо – решается задача идентификации (АП2) координат ЭК как объекта управления и идентификации параметров ЭК с помощью АП3. При неадекватности моделей подключаются алгоритмы и программы адаптации математических моделей (АП4). После окончания заданного времени работы эталонного режима в работу должен включиться алгоритм запуска предварительно выбранного аварийного режима БАп5. При этом с помощью алгоритмов и моделей прерывания БАп5 и обработки прерываний АП7 выбираются команды на автоматическую сигнализацию (световую и визуальную), а также на подготовку ведущей ПЭВМ для записи информации об аварийной ситуации в базу данных. После этого, по линиям связи в ведомую ПЭВМ поступает сигнал на запуск модели аварийного режима (БАп1, БАп2). Моделирование аварийного режима характеризуется тем, что элементы вектора $Z(t)$ превышают нормальные допуски, установленные для возможных режимов работы ЭК. Эти допуски имеются в виде модели БАп3 и в зависимости от выбранных режимов используются при моделировании ЭК. Превышение этих допусков приводит к тому, что кроме физических сигналов $Z(t)$ по линиям связи передаются также элементы вектора аварийных сигналов ЗА. Элементы ЗА поступают по линиям связи к ведущей ПЭВМ, а также к персоналу электротехнического комплекса, представленному в ведомой ПЭВМ моделью БАп7. Функции этой модели может выполнять непосредственно персонал ЭК, оператор ведомой ПЭВМ или работник службы главного энергетика шахты. В любом случае наличие аварийной ситуации должно приводить в ведущей ПЭВМ к идентификации этой аварийной ситуации (распознаванию аварийного режима), а затем выбору возможных оптимальных управлений (АП6), которые могут быть предложены горному диспетчеру, а через него персоналу ЭК. Утвержденный горным диспетчером, набор оптимальных управлений передается персоналу ЭК для выбора из этой совокупности одного управления, которое и вводится в математическую модель БАп2.

Другой задачей, выполняемой с помощью имитатора, является задача электропотребления шахты и отдельного технологического участка. Она решается с помощью алгоритмов и программ АП5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паршина Г.И. Система супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий. // В этом же журнале. С. 46.
2. Фешин Б.Н. Имитатор супервизорной МСАУ горнодобывающих машин // Труды университета. Вып.3 / Карагандинский государственный технический университет. Караганда, 1998. С. 239-243.
3. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы (ГОСТ 34.201-89, ГОСТ 43.602-89, РД50-682-89, РД50-680-88, ГОСТ 34.601-90, ГОСТ 34.401-90, РД50.698-90, ГОСТ 34.003-90, Р50-34.119-90).
4. Общепромышленные руководящие методические материалы по созданию и применению автоматизированных систем управления технологическими процессами в отраслях промышленности (ОРММ-3 АСУПТ).
5. Позин З.Л. Сопротивляемость угля разрушению режущими инструментами. М., 1972. 239 с.

УДК 550.83.05.012(574.1)

**Г.Т. БОРИСЕНКО
А.М. ЕРТЛИЕВ**

Применение ПЭВМ при комплексной интерпретации данных ГИС в коллекторах сложного строения

Подсолевые терригенные отложения в пределах восточной окраины Прикаспийской впадины вскрыты глубокими скважинами на площадях Кенкияк, Бозоба, Восточный Акжар, Южный Мортук, Каратобе, Северный Киндысай, Курсай и др. Возраст датируется от артинского до ассельского ярусов. На некоторых площадях установлена промышленная продуктивность этих отложений или отмечены нефтегазопроявления. Продуктивными являются пачки песчаных пластов, залегающие среди вмещающих глин, и на диаграммах ГИС выделяющиеся в виде четких каротажных реперов.

Разрезы подсолевых продуктивных горизонтов изучаемых месторождений характеризуются сложностью строения продуктивных горизонтов, представленным тонким переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, где толщина прослоев составляет от долей метра до нескольких метров. Геологические особенности разрезов вызывают определенные осложнения при интерпретации материалов ГИС с целью выделения пластов-коллекторов, определения их емкостных свойств и продуктивности. Стандартные методы ГИС выделения коллекторов в исследуемом разрезе не дают необходимой информации по этому вопросу из-за бурения скважин на соленых буровых растворах. Нами после проведенного анализа диаграмм комплекса ГИС рекомендовано использование только пяти методов: БК (боковой каротаж), КВ (кавернометрия), АК (акустический каротаж), ГК (гамма-каротаж) и НГК (нейтронный гамма-каротаж).

Выделение пластов-коллекторов среди песчаных прослоев проводится по граничному значению коэффициента пористости, равному 10%. Для изучения месторождений было сделано петрофизическое обоснование методик интерпретации диаграмм комплекса методов. Коэффициенты, характеризующие коллекторские свойства пород, определяются по уравнениям установленных связей между этими коэффициентами и параметрами, приведенных в табл. 1.

Большое количество пластов, составляющих продуктивные горизонты, не позволяет быстро и качественно провести комплексную интерпретацию

диаграмм ГИС. В последние десятилетия развитие ГИС неразрывно связано с внедрением современных методов обработки результатов ГИС с помощью электронно-вычислительной техники.

Таблица 1

УРАВНЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД

Метод	Вид связи	Уравнение связи
ГК	$C_{г\lambda}=f(I_{г\lambda})$	$C_{г\lambda}=20,52+1,33 I_{г\lambda}^2-10,39 I_{г\lambda}, \%$
АК	$K_n=f(\Delta t)$	$K_n=0,247\Delta t-42, \%;$ $k_n^0 = k_n - C_{г\lambda}(\Delta t_{г\lambda} - \Delta t_{с\lambda})/(\Delta t_{ж} - \Delta t_{с\lambda}), \%$
АК	$k_{np}=f(k_n^0)$	$k_{np}=0,018 \exp(0,47 k_n^0), \text{ мД}$
БК	$k_b=f(P_n)$	$k_b^0=(1/P_n)^{1/0,55} 100, \%; P_n=\rho_n/\rho_{пл}; \rho_{пл}=P \rho_b;$ $P=0,75/k_n^{0,1,9}; k_n^0=100-k_b^0$
БК	$k_b^0=f(P_0)$	$P_0=\rho_n/\rho_b; w=(0,6/P_0)^{0,5} 100;$ $k_b^0=(w/k_n^0)^{1,9} 100; k_n^0=100-k_b^0$

Эффективность геофизических исследований скважин зависит от разработок в области теории методов, петрофизических исследований, аппаратуры и методик интерпретации. Основное направление в применении ЭВМ при ГИС связано с интерпретацией. Методика обработки геофизической информации должна учитывать, с одной стороны, особенности изучаемого геологического объекта и, с другой, — специфику измерений геофизических параметров. Поэтому большой практический интерес приобретают разработки систем автоматизированной интерпретации геолого-геофизических данных, использующие по возможности всю имеющуюся в распоряжении геофизика информацию и по эффективности обработки превосходящие «ручные» способы.

Построение идеальной автоматизированной системы интерпретации зависит от возможностей формализации процесса геофизических исследований. Отсюда следует, что необходимо построить математическую копию (модель) процесса геолого-геофизических исследований, которая с фотографической точностью и подробностью опишет операции преобразования геофизической информации. Эта математическая копия называется

информационной моделью ГИС и включает набор отдельных взаимосвязанных моделей, обменивающихся между собой информацией. Если построена сеть моделей, т.е. все основные этапы преобразования геофизической информации описаны в виде набора формул и логических предложений, то информационную модель можно исследовать аналитическими и численными методами на ЭВМ, оценить информационные свойства методов интерпретации и всего цикла геофизических исследований в целом.

Обработка и интерпретация данных ГИС представляет собой замкнутый технологический процесс и состоит из двух этапов:

- сбор данных ГИС в цифровой форме;
- обработка и интерпретация данных ГИС.

Предлагаемая программа интерпретации данных ГИС на ЭВМ вначале составлена на языке программирования «Borland Pascal» и далее была переделана по тем же алгоритмам на «Microsoft Excel» на основании опыта, накопленного при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по курсам «Интерпретация результатов ГИС» и «Технология компьютерной обработки и интерпретации результатов ГИС» на кафедре геофизики и геологии КарГТУ.

В данном случае программа составлена для интерпретации данных ГИС месторождений Восточного борта Прикаспийской впадины. Результаты компьютерной интерпретации по шести коллекторам по одной из скважин показаны в таблице 2. Для выделения пластов-коллекторов вначале проводится количественная интерпретация и делается заключение коллектор-неколлектор. Все количественные величины (коэффициенты $C_{эл}$, k_n^o , k_n , k_{np} , k_6 , k_n), характерные для пластов разреза, определяются с помощью формул по уравнениям зависимостей различных параметров от этих коэффициентов, установленных для данного нефтегазового района на основе лабораторных данных ($I=f(C_{эл})$, $\Delta t=f(k_n^o)$, $k_n^o=f(k_n, C_{эл})$, $k_{np}=f(k_n^o)$, $P_n=f(k_6)$). Далее в программе с помощью операторов проводятся операции по выделению пластов-коллекторов и определению характера их насыщения путем сравнения коэффициентов, характеризующих каждый пласт в разрезе скважин, с критическими значениями.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПО СКВАЖИНЕ 115 МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЕНКИЯК

№ п.п.	Интервал залегания пластов, м		Н, м	Коллекторское свойство								Характеристика пород	Характер насыщения коллектора по Кн1	Характер насыщения коллектора по Кн2
	кровля	подошва		Сгл %	Кп, %	Коп, %	Кпр, мД	Кв1, %	Кн1 %	Кв2, %	Кн2 %			
37	3788,6	3789,0	0,4	9,6	27,2	24,6	1914,1	28,4	71,6	28,1	71,9	коллектор	нефть	нефть
38	3789,0	3789,8	0,8	12,8	14,8	11,4	3,9	66,3	33,7	66,7	33,3	коллектор	вода	вода
39	3789,8	3790,8	1,0	10,0	24,7	22,0	566,9	30,2	69,8	30,0	70,0	коллектор	нефть	нефть
40	3790,8	3791,2	0,4	12,8	14,8	11,4	3,9	61,6	38,4	62,2	37,8	коллектор	вода	вода
41	3791,2	3791,6	0,4	10,0	22,2	19,6	177,5	35,6	64,4	35,4	64,6	коллектор	нефть	нефть
42	3791,6	3792,0	0,4	10,8	21,0	18,1	90,3	39,3	60,7	39,2	60,8	коллектор	нефть	нефть

Гор 1: кровля –3749,6м; подошва–3792,0м; общ. мощность–42,4 м. Эфф. мощность–40,0м, эфф. водонасыщ. мощность– 2,4м, эфф. нефтенасыщ. мощность –37,6 м. Сгл (ср.вз.)=10,4%; Кп (ср.вз.)=24,9%; Коп (ср.вз.)=22,2%; Кпр (ср.вз.)=1397,4 мД; Кв1 (ср.вз.)=32,2%; Кн1 (ср.вз.)=67,8%; Кв2 (ср.вз.)=32,1%; Кн2 (ср.вз.)=67,9%. В целом горизонт относится к продуктивным. Доля нефтегаз. пластов по горизонту равна 88,7%.

УДК 514.756.22:622.831.3

Д.К. ОМАРОВ
А.А. ПИМЕНОВ
Р.Р. ХОДЖАЕВ

О получении конформных отображений отверстий заданной кривизны

Существующие в настоящее время методы получения конформных отображений для различных видов отверстий заранее заданной кривизны не лишены определенных недостатков. Так, графоаналитический метод П.В. Мелентьева [1] является несколько трудоемким, а метод определения конформных отображений по формуле Кристоффеля-Шварца [2], дающий интегральное представление функции $f(z)$, отображающей верхнюю полуплоскость $\text{Im } z > 0$ (либо единичный круг $|z_0| \leq 1$) на внутренность, ограниченную многоугольником, во-первых, не дают заранее заданную кривизну в угловых закруглениях, а во-вторых, имеется определенная трудность в нахождении неизвестных параметров при количестве углов $n > 4$. Поэтому имеет определенный смысл, наряду с существующими, разрабатывать методы построения конформных отображений, имеющих отличия по отношению к двум вышеперечисленным.

Как известно, точка P' , определяемая комплексной координатой $\zeta = \xi + i\eta$ в плоскости ζ , отображается в точку P на плоскости z , где z определяется формулой $z = \omega(\zeta)$. В общем случае гладкая кривая $P'Q'$ отображается в другую гладкую кривую PQ . Для задач, в которых рассматривается одно некруговое отверстие в бесконечной области,

функция, осуществляющая конформное отображение, будет выбираться таким образом, чтобы единичная окружность $\rho = 1$ на плоскости ζ отображалась на кривую L . Функция $\omega(\zeta)$, кроме того, выбирается таким образом, чтобы любая точка P' отображалась только в одну точку P . Эта функция должна быть аналитической в каждой точке P' , отображаемой в точку P . В качестве такой функции можно взять разложение в ряд Лорана

$$\omega(\zeta) = a_0\zeta + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{\zeta^i}, \quad (1)$$

где a_0, a_i — постоянные коэффициенты.

Главная сложность состоит именно в определении данных коэффициентов, при определении которых, для центральных кривых второго порядка, достаточно использовать методы определения коэффициентов, применяемых в теории рядов Фурье.

Перейдем от ряда (1) к ряду

$$\omega(\sigma) = a_0\sigma + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{\sigma^i}, \quad (2)$$

т.е. от софокусных контуру отверстия фигур ($\rho > 1$) перейдем непосредственно к контуру ($\rho = 1$), тогда, если главная часть числового ряда (2) абсолютно сходится, то сходится и ряд (1), так как $\omega(\zeta)$

подчиняется асимптотическому разложению в смысле Пуанкаре [3]. Следует также заметить, что из условия абсолютной сходимости ряда (2) вытекает условие его мажорируемости и, следовательно, его можно почленно интегрировать в промежутке от 0 до 2π . Используем это, вначале, на примере вычисления коэффициентов ряда (2) для простейшего случая — отображения единичного круга на эллипс.

Как известно, выражение площади области, ограниченной кривой, через криволинейный интеграл имеет следующий вид:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \int_L xdy - ydx. \quad (3)$$

Отсюда, приравняв площадь эллипса $S_{эл} = \pi ab$ (a и b , соответственно, большая и малая полуоси эллипса), определенную по формуле (3), площади окружности $S_{окр} = \pi a_0^2$ (взяв только первый элемент ряда (2)), получим в первом приближении

$$a_0 \approx \frac{a+b}{2}. \quad (a)^*$$

Во втором приближении будем исходить из следующего уравнения:

$$S_{эл} = S_{1окр} + S_{2окр}, \quad (b)$$

где $S_{2окр}$, исходя из того, что второй элемент ряда (2) равен $\frac{a_1}{\sigma}$, т. е. $x = a_1 \cos \theta$, $y = -a_1 \sin \theta$, будет равна

$$S_{2окр} = \frac{1}{2} \cdot \int_0^{2\pi} \left[a_1^2 \cos \theta (-\cos \theta) - (-a_1^2 (-\sin \theta)(-\sin \theta)) \right] d\theta = -\pi a_1^2, \quad (c)$$

тогда из (b) будем иметь

$$a_1 = \sqrt{\frac{(a+b)^2}{4} - ab} = \frac{a-b}{2}. \quad (d)$$

Так как коэффициент a_1 определился точно без остатка, то на этом цепочка приближений по определению коэффициентов ряда (2) заканчивается. Подставляя значения коэффициентов a_0 и a_1 в формулу (1), получим

$$\begin{aligned} \omega(\zeta) &= \frac{a+b}{2} \zeta + \frac{a-b}{2} \frac{1}{\zeta} = \frac{a+b}{2} \left(\zeta + \frac{a-b}{a+b} \frac{1}{\zeta} \right) = \\ &= R \left(\zeta + \frac{n}{\zeta} \right), \end{aligned} \quad (e)$$

где $R = \frac{a+b}{2}$; $n = \frac{a-b}{a+b}$.

Из (e) автоматически получаются формулы для конформных отображений единичной окружности на круг (при $a=b$) и щель (формула Жуковского) — $b=0$.

При отображении единичного круга $|z_0| \leq 1$ на

* При выводе формулы (a) были проведены следующие преобразования:

$$a_0 = \sqrt{ab} = a \sqrt{\frac{b}{a}} = a \sqrt{1 - \frac{a-b}{a}} \approx a \left(1 - \frac{a-b}{2a} \right) = \frac{a+b}{2}.$$

внутренность, ограниченную многоугольником с различной кривизной на закруглениях, необходимо поступать несколько иначе, а именно, исходить изначально из заданной кривизны многоугольника в любой точке. Для этих целей наиболее простыми являются единичные функции, которые позволяют выразить кривизну многоугольника в виде

$$k = \frac{\omega''(\theta)}{1 + \omega'(\theta)^2} = \sum_i^n k_i e(\theta - \theta_{2i-1}) - e(\theta - \theta_{2i}) \quad (4)$$

где $k_i = \frac{1}{r_i}$ — кривизна в i -м угловом закруглении,

которую принимаем постоянной в каждом угловом элементе, но не обязательно между элементами (так как кривизна в разных угловых элементах может быть различной); $2i-1$ и $2i$ — индексы начала и конца закругления i -го углового закругления многоугольника, соответствующие полярным углам θ_{2i-1} и θ_{2i} ;

n — количество закруглений.*

Отсюда

$$\int_{\theta_j^0}^{\theta} \frac{\omega''(\theta)}{1 + \omega'(\theta)^2} d\theta = \int_{\theta_j^0}^{\theta} \sum_i^n k_i e(\theta - \theta_{2i-1}) - e(\theta - \theta_{2i}) d\theta,$$

где θ_j^0 — соответствует начальному углу отсчета j -го участка интегрирования. Тогда, учитывая, что

$$\int_{\theta_j^0}^{\theta} e(\theta - \theta_i) = \frac{1}{2} \cdot \theta - \theta_j^0 + |\theta - \theta_i| - |\theta_j^0 - \theta_i|, \quad \text{получим}$$

$$\begin{aligned} \frac{\omega'(\theta)}{\sqrt{1 + \omega'(\theta)^2}} &= \frac{\omega'(\theta_j^0)}{\sqrt{1 + [\omega'(\theta_j^0)]^2}} + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot \sum_{i,j}^n k_i \left(|\theta_{j+1}^0 - \theta_j^0| + |\theta_{j+1}^0 - \theta_{2i}| - |\theta_j^0 - \theta_{2i-1}| + \right. \\ &\left. + |\theta - \theta_{2i-1}| - |\theta - \theta_{2i}| \right), \end{aligned}$$

где постоянная $\frac{\omega'(\theta_j^0)}{\sqrt{1 + [\omega'(\theta_j^0)]^2}}$ определяется из

значения касательной в точке пересечения радиус-вектора (направленного под углом θ_j^0) с контуром многоугольника; m — количество участков интегрирования.

Далее

$$\omega(\theta) - \omega(\theta_j^0) = \int_{\theta_j^0}^{\theta} \frac{\aleph(\theta)}{\sqrt{1 - \aleph^2(\theta)}} d\theta, \quad (5)$$

где

* От θ можно всегда перейти к σ (например, $\theta = \arcsin \frac{1}{2 \cdot i} \left(\sigma - \frac{1}{\sigma} \right)$).

$$\kappa(\theta) = \frac{\omega'(\theta_j^0)}{\sqrt{1 + [\omega'(\theta_j^0)]^2}} + \frac{1}{2} \times \\ \times \sum_{i,j}^{n,m} k_i \left(\theta_{j+1}^0 - \theta_j^0 + |\theta_{j+1}^0 - \theta_{2i}^0| - \right. \\ \left. - |\theta_j^0 - \theta_{2i-1}^0| + |\theta - \theta_{2i-1}| - |\theta - \theta_{2i}| \right),$$

$\omega(\theta_j^0)$ — соответствует радиус-вектору j -го участка контура многоугольника. Интеграл (5) при его определении «расщепляется» на четыре типа отличных между собой и сшиваемых, при построении полного контура, участков со своими начальными значениями $\omega(\theta_j^0)$ и $\omega'(\theta_j^0)$ — радиус-векторов и касательных.

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega(\theta) = \omega(\theta_1^0) \quad \text{при } 0 \leq \theta < \theta_{2i-1} - 0, \\ \omega(\theta) = \omega(\theta_2^0) \quad \text{при } \theta_{2i-1} - 0 \leq \theta \leq \theta_{2i-1} + 0, \\ \omega(\theta) = \omega(\theta_3^0) + \sqrt{1 - \kappa^2(\theta_3^0)} - \sqrt{1 - \kappa^2(\theta)} \\ \quad \text{при } \theta_{2i-1} - 0 < \theta < \theta_{2i} - 0, \\ \omega(\theta) = \omega(\theta_4^0) \quad \text{при } \theta_{2i} - 0 \leq \theta \leq \theta_{2i} + 0, \\ \dots\dots\dots \\ \text{и т.д. до полного обхода контура.} \end{array} \right. \quad (6)$$

Всего таких участков, например, для четырехугольного контура с закруглениями по углам будет 17, а с острыми углами — $m = 9$.

Несколько видоизменяя формулу (4), можно перейти от многоугольников с закруглениями по углам к контурам с более сложной конфигурацией. Так, на-

пример, выразив кривизну контура в виде

$$\frac{\omega''(\theta)}{1 + \omega'(\theta)^2} = k_1 [e^{\theta - \theta_1} - e^{-(\theta - \pi + \theta_1)}] + \\ + \sum_{i=2}^4 k_i [e^{\theta - \theta_{2i-1}} - e^{\theta - \theta_{2i}}], \quad (7)$$

где $k_1 = \frac{ab}{r_1 r_2^{3/2}};$

a и b — соответственно большая и малая полуоси эллипса;

$$r_1 = a[1 - e \cos \theta - \theta_1]; \quad r_2 = a[1 + e \cos \theta - \theta_1];$$

$e = c/a$ — эксцентриситет;

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}; \quad k_i = \frac{1}{r_i}.$$

Получим контур в виде арки с прямолинейными стенками и основанием и верхним полуovalом эллипса в потолочине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелентьев П.В. Приближенные вычисления. М.: Физматгиз, 1962.
2. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1973.
3. Федорюк М.В. Асимптотика, интегралы и ряды. М.: Наука, 1987.

УДК 517.51

А.Е. ИГЕНБЕРЛИНА

О некоторых свойствах мультипликативного преобразования кратных рядов Фурье-Уолша

Пусть G -двоичная группа с элементами $x = x_n$, $x_n = 0$ или 1 , $n \in N$ с операцией сложения $\oplus$. Топологию в G определим с помощью системы окрестностей $V_n = [0, 2^{-n}]$, расстояние

$$d(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} |x_n - y_n| 2^{-n}.$$

Рассмотрим систему функций Уолша-Пэли w_n :

$$w_0(x) = 1, \quad w_n(x) = r_{n_1}(x) r_{n_2}(x) \dots r_{n_s}(x), \\ \text{для } n = 2^{n_1} + 2^{n_2} + \dots + 2^{n_s},$$

где $n_1 > n_2 > \dots > n_s \geq 0$; $a r_k(x) = -1^{x_{n_k+1}}$ — функции Радемахера.

Рассмотрим $G \times G$, $V_n = V_{n_1} \times V_{n_2}$, $n = n_1, n_2$. Полиномами Уолша порядка n назовем линейные

комбинации вида

$$\sum_{k_1=0}^{n_1-1} \sum_{k_2=0}^{n_2-1} c_{k_1, k_2} w_{k_1}(x) w_{k_2}(y), \quad n = n_1, n_2 \in \mathbb{Z}_+^2, \quad c_{n_1-1, n_2-1} \neq 0.$$

Множество полиномов, порядок которых не превышает n , обозначим B_n .

Пусть

$$f_1(x, y) = \sum c_{k_1, k_2} w_{k_1}(x) w_{k_2}(y), \quad f_2(x, y) = \\ = \sum d_{k_1, k_2} w_{k_1}(x) w_{k_2}(y).$$

Назовем сверткой двух функций ряд

$$f_3 \ x, y = \sum_{k_1, k_2} c_{k_1, k_2} d_{k_1, k_2} w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y \equiv f_1 * f_2 \ x, y .$$

Введем следующий ряд:

$$I_{\alpha} \ x, y = 1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-1} \alpha w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y ,$$

где k_i — старший показатель в двоичном разложении k_i , $i=1, 2$

Лемма 1. Пусть $1 \leq p \leq \infty$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$. Тогда, при

$$\alpha > \frac{1}{q}, \quad I_{\alpha} \ x, y \in L_p.$$

Доказательство: Если $p = \infty$, $q = 1$, тогда $\alpha > 1$, и, следовательно, $I_{\alpha} \ x, y$ абсолютно (и равномерно) сходится и является рядом Фурье-Уолша непрерывной функции, а значит, $I_{\alpha} \ x, y \in L_p$. Известно, что $\|D_{2^{h_1} 2^{h_2}}\|_p = 2^{h_1+h_2-1/q}$ [1]. Пусть теперь,

$$\begin{aligned} I_{\alpha}^{(n_1, n_2)} \ x, y &= I_{\alpha} * D_{2^{n_1} 2^{n_2}} \ x, y = \\ &= \int_0^{2^{n_1}} \int_0^{2^{n_2}} \left[1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} \ t_1 \ w_{k_2} \ t_2 \right] \times \\ &\times D_{2^{n_1} 2^{n_2}} \ x \oplus t_1, y \oplus t_2 \ dt_1 dt_2 = \\ &= 1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha \iint w_{k_1} \ t_1 \ w_{k_2} \ t_2 \times \\ &\times \sum_{r=0}^{2^{n_1}-1} \sum_{s=0}^{2^{n_2}-1} w_r \ x \ w_s \ t_1 \ w_s \ y \ w_s \ t_2 \ dt_1 dt_2 = \\ &= 1 + \sum_{k_1=1}^{2^{n_1}-1} \sum_{k_2=1}^{2^{n_2}-1} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y = \\ &= 1 + \sum_{j_1=0}^{n_1-1} \sum_{j_2=0}^{n_2-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha r_{j_1} \ x \ r_{j_2} \ y D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y , \end{aligned}$$

тогда для $r > n_1$, $s > n_2$

$$\begin{aligned} \|I_{\alpha}^{(r, s)} \ x, y - I_{\alpha}^{(n_1, n_2)} \ x, y\|_p &= \\ &= \left\| \sum_{j_1=n_1}^{r-1} \sum_{j_2=n_2}^{s-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha r_{j_1} \ x \ r_{j_2} \ y D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y \right\|_p \leq \\ &\leq \sum_{j_1=n_1}^{r-1} \sum_{j_2=n_2}^{s-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha \|D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y\|_p = \\ &= \sum_{j_1=n_1}^{r-1} \sum_{j_2=n_2}^{s-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha^{-1/q} \rightarrow 0, \quad r, s, n_1, n_2 \rightarrow \infty. \end{aligned}$$

Следовательно, $I_{\alpha}^{(n_1, n_2)} \ x, y$ сходится в L_p к функции, чьим рядом Фурье-Уолша и является.

Лемма 2. Если $h = h_1, h_2 \in [0, 2^{-n_1}] \times [0, 2^{-n_2}] \equiv V_n$, тогда при $\alpha > 1/q$

$$\begin{aligned} \|\Delta_{h_1, h_2} I_{\alpha}\|_p &= \|I_{\alpha} \ x \oplus h_1, y \oplus h_2 - I_{\alpha} \ x, y\|_p = \\ &= O\left(2^{-n_1-n_2} \alpha^{-1/q}\right). \end{aligned}$$

Доказательство:

$$\begin{aligned} \Delta_{h_1, h_2} I_{\alpha} &= \sum_{j_1=0}^{\infty} \sum_{j_2=0}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \sum_{k_1=2^{h_1}}^{2^{h_1+1}-1} \sum_{k_2=2^{h_2}}^{2^{h_2+1}-1} w_{k_1} \ x \oplus h_1 \ w_{k_2} \ y \oplus h_2 - \\ &- \sum_{j_1=0}^{\infty} \sum_{j_2=0}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \sum_{k_1=2^{h_1}}^{2^{h_1+1}-1} \sum_{k_2=2^{h_2}}^{2^{h_2+1}-1} w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y = \\ &= \sum_{j_1=0}^{\infty} \sum_{j_2=0}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \sum_{k_1=2^{h_1}}^{2^{h_1+1}-1} \sum_{k_2=2^{h_2}}^{2^{h_2+1}-1} [w_{k_1} \ h_1 \ w_{k_2} \ h_2 - 1] w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y = \\ &= \sum_{j_1=n_1}^{\infty} \sum_{j_2=n_2}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \sum_{k_1=2^{h_1}}^{2^{h_1+1}-1} \sum_{k_2=2^{h_2}}^{2^{h_2+1}-1} [w_{k_1} \ h_1 \ w_{k_2} \ h_2 - 1] w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y = \\ &= / \text{т.к. } w_{k_i} \ h_i = 1, \ 0 \leq k_i < 2^{n_i} / = \\ &= \sum_{j_1=n_1}^{\infty} \sum_{j_2=n_2}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \{r_{j_1} \ x \oplus h_1 \ r_{j_2} \ y \oplus h_2 \ D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x \oplus h_1, y \oplus h_2 - \\ &- r_{j_1} \ x \ r_{j_2} \ y D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y\}. \end{aligned}$$

Тогда, по неравенству Минковского,

$$\begin{aligned} \|\Delta_{h_1, h_2} I_{\alpha}\|_p &\leq \sum_{j_1=n_1}^{\infty} \sum_{j_2=n_2}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \|D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x \oplus h_1, y \oplus h_2\|_p + \\ &+ \sum_{j_1=n_1}^{\infty} \sum_{j_2=n_2}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha \|D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y\|_p = \\ &= 2 \sum_{j_1=n_1}^{\infty} \sum_{j_2=n_2}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha 2^{(j_1+j_2)/q} = \\ &= 2 \sum_{j_1=n_1}^{\infty} \sum_{j_2=n_2}^{\infty} 2^{-j_1-j_2} \alpha^{-1/q} \leq C 2^{-n_1-n_2} \alpha^{-1/q}. \end{aligned}$$

Лемма 3. Существует положительная постоянная B_{α} такая, что

$$\|I_{\alpha}^{(n_1, n_2)}\|_p \leq B_{\alpha} 2^{n_1+n_2} \alpha^{1/q}, \quad \alpha > 0.$$

Доказательство:

$$\begin{aligned} I_{\alpha}^{(n_1, n_2)} \ x, y &= 1 + \sum_{k_1=1}^{2^{n_1}-1} \sum_{k_2=1}^{2^{n_2}-1} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} \ x \ w_{k_2} \ y = \\ &= 1 + \sum_{j_1=0}^{n_1-1} \sum_{j_2=0}^{n_2-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha r_{j_1} \ x \ r_{j_2} \ y D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y , \end{aligned}$$

поэтому

$$\begin{aligned} \|I_{\alpha}^{(n_1, n_2)} \ x, y\|_p &\leq 1 + \sum_{j_1=0}^{n_1-1} \sum_{j_2=0}^{n_2-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha \|D_{2^{h_1} 2^{h_2}} \ x, y\|_p = \\ &= 1 + \sum_{j_1=0}^{n_1-1} \sum_{j_2=0}^{n_2-1} 2^{-j_1-j_2} \alpha^{1/q} = O\left(2^{n_1+n_2} \alpha^{1/q}\right). \end{aligned}$$

Пусть, далее, $f \ x, y \in Lip \ \alpha, p, W$ тогда и только тогда, когда

$$\begin{aligned} \|f \ x \oplus h_1, y \oplus h_2 - f \ x, y\|_p &= O \ |h|^{\alpha}, \\ h &= h_1, h_2, \quad |h| = h_1 \cdot h_2. \end{aligned}$$

Теорема 1. Следующие утверждения эквивалентны:

I. $f \ x, y \in Lip \ \alpha, p, W$.

II. $\omega_p \ 2^{-n_1-n_2}, f \equiv$

$$\equiv \sup \|f(x \oplus h_1, y \oplus h_2) - f(x, y)\|_p, h \in V_n = \\ = \underline{O} 2^{-n_1+n_2-\alpha}.$$

$$\text{III. } \|f - S_{2^{n_1}2^{n_2}} f\|_p = \underline{O} 2^{-n_1+n_2-\alpha}.$$

$$\text{IV. } E_{m_1 m_2}^p f = \underline{O} |m|^{-\alpha}, \quad |m| = m_1 \cdot m_2.$$

Доказательство: Ясно, что из I следует II. Докажем обратное. Подберем n_1, n_2 таким образом, чтобы

$$2^{-n_1+n_2+2} < |h| \leq 2^{-n_1+n_2}.$$

$$\omega_p |h|, f \leq \omega_p 2^{-n_1+n_2-\alpha}, f \leq C_1 2^{-n_1+n_2-\alpha} \leq \\ \leq C_2 2^{-n_1+n_2+2-\alpha} \leq C_3 |h|^\alpha.$$

Следовательно, $f(x, y) \in \text{Lip } \alpha, p, W$.

Докажем, что II и III эквивалентны.

$$\|f - S_{2^{n_1}2^{n_2}} f\|_p = \left(\int_0^1 \int_0^1 \left| f(x, y) - \int_0^1 \int_0^1 f(x \oplus t_1, y \oplus t_2) D_{2^{n_1}2^{n_2}}(t_1, t_2) dt_1 dt_2 \right|^p dx dy \right)^{1/p} \leq \\ \leq \left(\int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 |f(x, y) - f(x \oplus t_1, y \oplus t_2)|^p D_{2^{n_1}2^{n_2}}(t_1, t_2) dt_1 dt_2 dx dy \right)^{1/p} \leq \\ \leq \left(\int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 |f(x, y) - f(x \oplus t_1, y \oplus t_2)|^p D_{2^{n_1}2^{n_2}}(t_1, t_2) dt_1 dt_2 dx dy \right)^{1/p} \leq \\ \leq \int_0^1 \int_0^1 D_{2^{n_1}2^{n_2}}(\mathbf{t}_2) dt_2 \left(\int_0^1 \int_0^1 |f(\mathbf{t}_1, y)|^p |f(\mathbf{t}_1 \oplus \mathbf{t}_2, y \oplus \mathbf{t}_2)|^p dx dy \right)^{1/p} \leq \\ \leq \int_0^1 \int_0^1 D_{2^{n_1}2^{n_2}}(\mathbf{t}_2) dt_2 \int_0^1 |f(\mathbf{t}_1, y)|^p dy = \omega_p \int_0^1 |f(\mathbf{t}_1, y)|^p dy.$$

Пусть теперь h -произвольный элемент из V_n , а $P \in B_{2^n}$, тогда для любого $x, y \in G \times G$ справедлива оценка

$$\|f(x, y) - f(x \oplus h_1, y \oplus h_2)\|_p \leq \\ \leq \|f(x, y) - P(x, y)\|_p + \left\| \begin{matrix} f(x \oplus h_1, y \oplus h_2) \\ -P(x \oplus h_1, y \oplus h_2) \end{matrix} \right\|_p = \\ = 2\|f - P\|_p.$$

Примем за P полином наилучшего приближения, тогда

$$\|f(x, y) - f(x \oplus h_1, y \oplus h_2)\|_p \leq \\ \leq 2E_{2^{n_1}2^{n_2}}^p f \leq 2\|f - S_{2^{n_1}2^{n_2}} f\|_p.$$

Поэтому, в силу произвольности $h \in V_n$,

$$\omega_p 2^{-n_1+n_2}, f \leq C\|f - S_{2^{n_1}2^{n_2}} f\|_p.$$

Ясно также, что из IV следует III. Чтобы доказать, что из III следует IV, возьмем n_1, n_2 таким образом, что $2^{n_1+n_2} \leq |m| < 2^{n_1+n_2+2}$, тогда

$$E_{m_1 m_2}^p f \leq E_{2^{n_1}2^{n_2}}^p f \leq \|f - S_{2^{n_1}2^{n_2}} f\|_p \leq \\ \leq C_1 2^{-(n_1+n_2)\alpha} \leq C_2 2^{-(n_1+n_2+2)\alpha} \leq C_3 |m|^{-\alpha}.$$

Следствие. Пусть

$$\alpha > 0, \beta > 0, r \geq 1, s \geq 1, \frac{1}{t} \geq \frac{1}{r} + \frac{1}{s} - 1.$$

Тогда, если $f(x, y) \in \text{Lip } \alpha, r, W$ и $g(x, y) \in \text{Lip } \beta, s, W$, то $(f * g)(x, y) \in \text{Lip } \alpha + \beta, t, W$.

Доказательство: Пусть $P_n, Q_n \in B_n$ такие, что

$$\|f - P_n\|_r = \underline{O} |n|^{-\alpha}, \quad \|g - Q_n\|_s = \underline{O} |n|^{-\beta}.$$

Тогда, согласно неравенству Юнга,

$$\|f - P_n * g - Q_n\|_t \leq \|f - P_n\|_r \|g - Q_n\|_s = \underline{O} |n|^{-(\alpha+\beta)}.$$

С другой стороны, $\|f - P_n * g - Q_n\|_t = \|f * g - P_n * g + f * Q_n - P_n * Q_n\|_t$, а

$P_n * g + f * Q_n - P_n * Q_n \in B_n$. Отсюда следует, что

$E_{n_1 n_2}^t f * g = \underline{O} |n|^{-\alpha+\beta}$, а значит, по теореме 1,

$(f * g)(x, y) \in \text{Lip } \alpha + \beta, t, W$.

Введем следующее обозначение: $f_\alpha(x, y) \equiv I_\alpha * f(x, y)$, $f \in L_1$.

Теорема. Оператор $f \rightarrow f_\alpha$ обладает следующими

ми свойствами:

I. $f_{\alpha+\beta} x, y = f_{\alpha+\beta} x, y$, $f \in L_1$, $\alpha > 0$, $\beta > 0$.

II. Если $f x, y \in Lip \alpha, p, W$, тогда $f_{\beta} x, y \in Lip \alpha + \beta, p, W$.

III. Если $f \in B_n$, $\alpha > 0$, тогда существует постоянная A_{α} , зависящая только от α , такая, что $\|f_{-\alpha}\|_p \leq A_{\alpha} |n|^{\alpha} \|f\|_p$.

Доказательство:

I. $f_{\alpha+\beta} x, y = I_{\beta} * I_{\alpha} * f x, y =$

$$\begin{aligned} &= \int_0^1 \int_0^1 I_{\beta} x \oplus l_1, y \oplus l_2 \int_0^1 I_{\alpha} l_1 \oplus t_1, l_2 \oplus t_2 f t_1, t_2 dt_1 dt_2 dl_1 dl_2 = \\ &= \int \int f t_1, t_2 \int \int I_{\beta} x \oplus l_1, y \oplus l_2 I_{\alpha} l_1 \oplus t_1, l_2 \oplus t_2 dl_1 dl_2 dt_1 dt_2 = \\ &= \int \int f t_1, t_2 \int \left[1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} x \oplus l_1 w_{k_2} y \oplus l_2 \right] \cdot \\ &\quad \left[1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} t_1 \oplus l_1 w_{k_2} t_2 \oplus l_2 \right] dl_1 dl_2 dt_1 dt_2 = \\ &= \int \int f t_1, t_2 \left[1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha + \beta w_{k_1} x \oplus t_1 w_{k_2} y \oplus t_2 \right] \times \\ &\quad \times dt_1 dt_2 = (I_{\alpha+\beta} * f) x, y = f_{\alpha+\beta} x, y. \end{aligned}$$

II. Согласно лемме 2 и теореме 1

$I_{\beta} x, y \in Lip \alpha, 1, W$. Тогда, из следствия к теореме 1, при $r = p$, $s = 1$ и $t = p$, следует требуемое.

III. $f_{-\alpha} x, y = I_{-\alpha} * f x, y =$

$$\begin{aligned} &= \int_0^1 \int_0^1 \left[1 + \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} x \oplus t_1 w_{k_2} y \oplus t_2 \right] \cdot \\ &\quad \sum_{k_1=0}^{n_1-1} \sum_{k_2=0}^{n_2-1} c_{k_1, k_2} w_{k_1} t_1 w_{k_2} t_2 dt_1 dt_2 = \\ &= \int_0^1 \int_0^1 \left[1 + \sum_{k_1=1}^{n_1-1} \sum_{k_2=1}^{n_2-1} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} x \oplus t_1 w_{k_2} y \oplus t_2 \right] \times \\ &\quad \times \sum_{k_1=0}^{n_1-1} \sum_{k_2=0}^{n_2-1} c_{k_1, k_2} w_{k_1} t_1 w_{k_2} t_2 dt_1 dt_2 = \\ &= \int_0^1 \int_0^1 \left[1 + \sum_{k_1=1}^{2^{m_1}-1} \sum_{k_2=1}^{2^{m_2}-1} 2^{-k_1-1-k_2-2} \alpha w_{k_1} x \oplus t_1 w_{k_2} y \oplus t_2 \right] \times \\ &\quad \times f \left(t_1, t_2 \right) dt_1 dt_2 = \left(I_{-\alpha}^{m_1, m_2} * f \right) x, y \end{aligned}$$

где $m_i = n_i - 1 + 1$, $i = 1, 2$.

Тогда по лемме 3

$$\|f_{-\alpha}\|_p \leq \|I_{-\alpha}^{m_1, m_2}\|_1 \|f\|_p \leq B_{\alpha} 2^{m_1+m_2} \alpha \|f\|_p \leq A_{\alpha} |n|^{\alpha} \|f\|_p.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубов В.И., Ефимов А.В., Скворцов. Ряды и преобразования Уолша. М.: Наука, 1987. 343 с.
2. C. Watari, Multiplies for Walsh Fourier series. Tohoku Math.J., 1964, 239–251.
3. C. Watari, Best approximation by Walsh polynomials. Tohoku Math.J., 15(1963), 1–5.

УДК 539.3: 624.04

**Т.С. ДАНИКИНА
Т.Х. ЖЕТПИСОВ
Р.Д. ТУРЕБАЕВА**

Решение осесимметричной задачи теории упругости для неоднородных тел в напряжениях

Решение осесимметричной задачи теории упругости для цилиндрических тел с учетом реальных свойств материалов представляет как практический, так и теоретический интерес. Одним из свойств материалов является их неоднородность — зависимость упругих характеристик от координат точек тела [1].

Неоднородность материалов характеризуется изменением модуля упругости, которое можно представить в виде:

$$E(r) = E_0 [1 + \tilde{E}(r)]. \quad (1)$$

Здесь $\tilde{E}(r)$ — непрерывная функция, обусловленная неоднородностью (естественной, технологической и др.) тела, $r = \rho/a$ — безразмерная радиальная координата. Для однородного тела $\tilde{E}(r) = 0$ и $E(r) = E_0 = \text{const}$.

К настоящему времени имеется ряд точных решений осесимметричной задачи [1, 2 и др.] для отдельных видов функции $\tilde{E}(r)$ и нагружения тел. Применительно к задачам механики горных пород такое решение используется в [3].

В данной статье рассматривается решение различных осесимметричных задач при плоской деформации.

Для исследования напряженно-

деформированного состояния осесимметрично

нагруженных тел имеем следующую систему

основных уравнений плоской задачи:

уравнение равновесия:

$$r\sigma_r' + \sigma_r - \sigma_\theta = 0; \quad (2)$$

физические уравнения:

$$\varepsilon_r = \frac{1-\nu^2}{E r} \sigma_r - \nu^* \sigma_\theta; \quad (3)$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{1-\nu^2}{E r} \sigma_\theta - \nu^* \sigma_r;$$

уравнения совместности деформаций

$$r\varepsilon_\theta' + \varepsilon_\theta - \varepsilon_r = 0. \quad (4)$$

Здесь σ_r , σ_θ , ε_r , ε_θ — напряжения и деформации в радиальном и тангенциальном направлениях. Модуль упругости $E(r)$ представляется функцией (1), $\nu^* = \nu/(1-\nu)$. Коэффициент Пуассона $\nu = \text{const}$. В (2) и (4) и далее штрих означает дифференцирование по r .

Путем несложных подстановок, с учетом (2) и (3), уравнение (4) можно выразить через σ_r . Тогда имеем следующее разрешающее уравнение плоской задачи относительно напряжения σ_r :

$$\sigma''_r + \left(\frac{3}{r} - \frac{E'}{E}\right) \sigma'_r - \frac{E'}{E} (1-\nu^*) \sigma_r = 0. \quad (5)$$

Для несжимаемого тела ($\nu = 0,5$) уравнение (5) имеет вид

$$\sigma''_r + \left(\frac{3}{r} - \frac{E'}{E}\right) \sigma'_r = 0. \quad (6)$$

Интеграл этого уравнения можно представить непосредственно через модуль упругости в виде:

$$\sigma_\theta = A \int \frac{\bar{E}}{r^3} dr + B, \quad (7)$$

где $\bar{E} = E/E_0$, A и B — постоянные интегрирования, которые находятся из граничных условий задачи. Тогда из уравнения равновесия (2) имеем

$$\sigma_\theta = A \left(\int \frac{\bar{E}}{r^3} dr + \frac{\bar{E}}{r^2} \right) + B. \quad (8)$$

Нормальное напряжение в осевом направлении

$$\sigma_z = \frac{\sigma_r + \sigma_\theta}{2}. \quad (9)$$

Разность нормальных напряжений

$$\sigma_r - \sigma_\theta = A \frac{\bar{E}}{r^2}. \quad (10)$$

Подставляя в (7) и (8) модуль упругости и выделяя решение для однородного тела отдельно, получим напряжения в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= A F(r) + \Phi(r) + B; \\ \sigma_r &= A [-F(r) + \Phi(r) + \Phi^*(r)] + B. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь

$$F(r) = -\frac{1}{2r^2}; \quad \Phi(r) = \int \frac{\tilde{E}}{r^3} dr; \quad \Phi^*(r) = \frac{\tilde{E}}{r^2}. \quad (12)$$

Функции $\Phi(r)$ и $\Phi^*(r)$ отражают влияние неоднородности материала. Для однородного тела

$$\Phi(r) = 0 \text{ и } \Phi^*(r) = 0.$$

Найдем деформации ε_r и ε_θ . С учетом напряжений (11) и выражения (10) из физических уравнений (3) имеем

$$\varepsilon_\theta = -\varepsilon_r = \frac{3}{4} \frac{A}{E_0} \frac{1}{r^2}; \quad (13)$$

$$u = \varepsilon_\theta r = \frac{3}{4} \frac{A}{E_0} \frac{1}{r}. \quad (14)$$

Рассмотрим решение плоской задачи для более общего случая осесимметричного нагружения тел. Для толстостенного неоднородного цилиндра, находящегося под действием внутреннего P_a (при $\rho=a$) и внешнего P_b (при $\rho=b$) равномерных давлений, граничные условия имеют вид:

$$\begin{aligned} \text{при } r=1 \quad \sigma_r &= -P_a; \\ \text{при } r=\frac{b}{c} &= c \quad \sigma_r = -P_b. \end{aligned} \quad (15)$$

Полагая для σ_r в (11) $r=1$ и $r=c$, составляем два уравнения (15) и находим из них постоянные A и B . Затем, подставляя значения постоянных в (11) и (9) окончательно получим следующие формулы для напряжений в неоднородном цилиндре:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{P_a F(r) - F(c) + P_b F(1) - F(r)}{F(c) - F(1) + \Phi(c) - \Phi(1)} - \\ &\quad - \frac{P_a \Phi(c) - \Phi(r) + P_b \Phi(r) - \Phi(1)}{F(c) - F(1) + \Phi(c) - \Phi(1)}; \\ \sigma_\theta &= \frac{P_b F(r) + F(1) - P_a F(r) + F(c)}{F(c) - F(1) + \Phi(c) - \Phi(1)} - \\ &\quad - \frac{P_a \Phi(c) - \Phi(r) + P_b \Phi(r) - \Phi(1) - P_a - P_b \Phi^*(r)}{F(c) - F(1) + \Phi(c) - \Phi(1)}; \\ \sigma_z &= \frac{P_b F(1) - P_a F(c)}{F(c) - F(1) + \Phi(c) - \Phi(1)} + \\ &\quad + \frac{P_a \Phi(1) - P_b \Phi(c) - \frac{1}{2}(P_a - P_b)[2\Phi(r) - \Phi^*(r)]}{F(c) - F(1) + \Phi(c) - \Phi(1)}. \end{aligned} \quad (16)$$

Здесь $F(1)$, $F(c)$ и $\Phi(1)$, $\Phi(c)$ — значения функций $F(r)$ и $\Phi(r)$ в точках внутренней и внешней поверхностей цилиндра.

После подстановки значения постоянной из формул (10), (13) и (14) имеем:

$$\sigma_\theta - \sigma_r = \frac{P_a - P_b}{F(1) - F(c) + \Phi(1) - \Phi(c)} \frac{\bar{E}}{r^2}; \quad (17)$$

$$\varepsilon_\theta = -\varepsilon_r = \frac{4}{3E_0} \frac{P_a - P_b}{F(1) - F(c) + \Phi(1) - \Phi(c)} \frac{1}{r^2}; \quad (18)$$

$$u = \frac{4}{3E_0} \frac{P_a - P_b}{F(1) - F(c) + \Phi(1) - \Phi(c)} \frac{1}{r}. \quad (19)$$

Полученное решение для напряжений и деформаций является обобщением решений ряда плоских осесимметричных задач при различных случаях нагружения и видах функции $\tilde{E}(r)$.

Если положить $\tilde{E}(r) = 0$, то согласно (12), $\Phi(r)$, $\Phi^*(r)$, $\Phi(1)$, $\Phi(c) = 0$. Тогда из формул (16) получаем

известные решения осесимметричных задач для однородных тел: длинного полого цилиндра при различных случаях нагружения [4]; бесконечной плоскости с круглым отверстием, равномерно нагруженной по контуру отверстия ($r=1$, $\sigma_r = -P_a$; $r=c \rightarrow \infty$, $\sigma_r = 0$) [3]; бесконечной плоскости с круглым отверстием, равномерно нагруженной по условному внешнему контуру ($r=1$, $\sigma_r = 0$; $r=c \rightarrow \infty$, $\sigma_r = -P_b$) [5].

Для неоднородных тел точные решения имеются лишь для отдельных видов функции $\tilde{E} r$.

Анализ решения (16) показывает, что при

принятии соответствующих функций $\tilde{E} r$, оно приводит к известным решениям для неоднородных тел: при $\tilde{E} r = m r^n - k$ — толстостенного цилиндра [6]; при $\tilde{E} r = -mr^{-n}$ — бесконечной плоскости, нагруженной равномерно по контуру отверстия [3].

Для бесконечной плоскости с круглым отверстием при $r=c \rightarrow \infty$ должно выполняться условие $\tilde{E} r = \tilde{E} r \rightarrow 0$. Тогда вдали от отверстия $E(c) = E(\infty) \rightarrow E_0$. Обычно это обстоятельство учитывается при аппроксимации функции $E(r)$, характеризующей закон изменения модуля упругости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колчин Г.Б., Фаверлан Э.А. Теория упругости неоднородных тел: Библиографический указатель. Кишинев: Штиинца, 1977. 148 с.
2. Андреев В.И., Шипилова Е.Е. Упруго-пластичное равновесие полого толстостенного цилиндра из неоднородного материала // Изв. вуз. Машиностроение. 1983. № 1. С. 6–11.
3. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика горных пород. М.: Недра, 1975. 273 с.
4. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высш. шк., 1968. 512 с.
5. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. М.: Выс. шк., 1990. 399 с.
6. Даникина Т.С. Напряжения в неоднородном цилиндре. Караганда, 1989. 8с. Деп. в КазНИИТИ. № 2873-Ка89.

УДК 539.3

К.А. ТУРСУНОВ
А.К. БЕЙСЕБАЕВ

Уточненный расчет балки

Рассмотрим плоский элемент конструкций относительно координатной системы

$$0 \leq x_1 \leq \ell; -\frac{h}{2} \leq x_2 \leq \frac{h}{2},$$

где ℓ, h — геометрические размеры элемента вдоль осей x_1 и x_2 соответственно.

Воспользуемся основными соотношениями плоской теории упругости [1]:

а) компонентами напряжений:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \delta'' x_2 \cdot M x_1, \quad \tau_{12} = -\delta' x_2 \frac{dM}{dx_1}, \\ \sigma_2 &= \delta x_2 \frac{d^2 M}{dx_1^2}; \end{aligned} \quad (1)$$

б) компонентами деформации:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{\partial U_1}{\partial x_1} = \frac{1}{E} \left[\delta'' x_2 M x_1 - \nu \cdot \delta x_2 \frac{d^2 M}{dx_1^2} \right]; \\ \varepsilon_2 &= \frac{\partial U_2}{\partial x_2} = \frac{1}{E} \left[\delta x_2 \frac{d^2 M}{dx_1^2} - \nu \cdot \delta'' x_2 M x_1 \right]; \\ \gamma_{12} &= \frac{\partial U_1}{\partial x_2} - \frac{\partial U_2}{\partial x_1} = \frac{-2(1+\nu)}{E} \delta' x_2 \frac{dM}{dx_1}; \end{aligned} \quad (2)$$

в) компонентами кривизны:

$$\begin{aligned} \xi_1 &= \frac{1}{E} \left[(2+\nu) \delta' x_2 \frac{d^2 M}{dx_1^2} + \delta''' x_2 M x_1 \right]; \\ \xi_2 &= \frac{1}{E} \left[(2+\nu) \delta'' x_2 \frac{dM}{dx_1} + \delta x_2 \frac{d^3 M}{dx_1^3} \right]. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь δx_2 — функция распределения нормальных напряжений; $M(x_1)$ — функция изгибающих моментов; $\delta' x_2$ — первая производная от функции δx_2 ; E, ν — соответственно модуль упругости и коэффициент Пуассона материала.

При загрузке верхней грани плоского элемента распределенной нагрузкой интенсивностью $q x_1$ функция распределения и ее производные принимают значения:

$$\begin{aligned} \delta x_2 &= \frac{1}{2} + \frac{3}{2} \frac{x_2}{h} - 2 \left(\frac{x_2}{h} \right)^3; \quad \delta' x_2 = \frac{3}{h} \left(1 - 4 \frac{x_2^2}{h^2} \right); \\ \delta'' x_2 &= \frac{1}{h^2} \left(-12 \frac{x_2}{h} \right); \quad \delta''' x_2 = -\frac{12}{h^3}. \end{aligned} \quad (4)$$

Данная функция удовлетворяет следующим граничным условиям:

$$\delta \left(\frac{h}{2} \right) = 1; \quad \delta' \left(\frac{h}{2} \right) = 0; \quad \delta \left(-\frac{h}{2} \right) = 0; \quad \delta' \left(-\frac{h}{2} \right) = 0. \quad (5)$$

Введем следующие интегральные характеристики деформированного состояния плоского элемента:

$$\begin{aligned}
\theta &= \frac{1}{J} \int U_1(x_1, x_2) \cdot x_2 \cdot dF, \\
\xi_0 &= \frac{1}{F} \int \xi_1(x_1, x_2) dF, \\
\gamma_0 &= \frac{1}{F} \int \gamma(x_1, x_2) dF, \\
W_0 &= \int \varepsilon_2(x_1, x_2) dF,
\end{aligned}
\quad (6)$$

где $\theta(x_1)$ — угол поворота нормали;

ξ_0 — кривизна нейтральной оси;

γ_0 — угол поперечного сдвига;

W_0 — прогиб (вертикальное перемещение);

J, F — соответственно осевой момент и площадь поперечного сечения элемента.

При постоянной ширине поперечного сечения ($b = 1$) интегральные характеристики функции δx_2 на основании (4) принимают значения:

$$\begin{aligned}
J_1 &= \int \delta'' x_2 \cdot x_2 \cdot dF = \int_{-h/2}^{h/2} \delta'' x_2 \cdot x_2 \cdot dx_2 = -1; \\
J_2 &= \int \delta x_2 \cdot x_2 \cdot dF = \int_{-h/2}^{h/2} \delta x_2 \cdot x_2 \cdot dx_2 = \frac{h^2}{10}; \\
J_3 &= \int \delta' x_2 dF = \int_{-h/2}^{h/2} \delta' x_2 dx_2 = 1; \\
J_4 &= \int \delta''' x_2 dF = \int_{-h/2}^{h/2} \delta''' x_2 dx_2 = -\frac{h}{J}; \quad J = \frac{h^3}{12}; \\
J_5 &= \int \delta x_2 dF = \int_{-h/2}^{h/2} \delta x_2 dx_2 = \frac{h}{2}.
\end{aligned}
\quad (7)$$

Учитывая (6) и (7) из (2) и (3), получим расчетные формулы:

а) для угла поворота нормали

$$\frac{d\theta}{dx_1} = -\frac{1}{EJ} \left[M x_1 + \frac{\nu \cdot h^2}{10} \frac{d^2 M}{dx_1^2} \right], \quad (8)$$

б) для прогиба (вертикальных перемещений)

$$W_0(x_1) = \frac{1}{E} \cdot \frac{h}{2} \frac{d^2 M}{dx_1^2}, \quad (9)$$

в) для угла поперечного сдвига

$$\gamma_0 = -\frac{1}{GF} \cdot \frac{dM}{dx_1}, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \quad (10)$$

г) для кривизны нейтральной оси

$$\xi_0 = -\frac{1}{EJ} \left[M x_1 - \frac{2+\nu}{12} \cdot \frac{h^2}{dx_1^2} \frac{d^2 M}{dx_1^2} \right] = \frac{d^2 W}{dx^2}, \quad (11)$$

где $W(x_1)$ — функция прогибов нейтральной оси элемента.

В качестве примера рассмотрим шарнирно опертую балку, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q_0 .

Расчет проведем в следующей последовательности:

Определяем функцию изгибающих моментов и ее производные:

$$\begin{aligned}
M(x_1) &= -\frac{q_0 \ell^2}{2} \left[\frac{x_1}{\ell} - \frac{x_1^2}{\ell^2} \right]; \\
Q(x) &= \frac{dW}{dx_1} = \frac{q_0 \ell}{2} \left[1 - 2 \frac{x_1}{\ell} \right]; \quad \frac{d^2 M}{dx_1^2} = -q_0.
\end{aligned}
\quad (12)$$

Находим кривизну кривой, обусловленную:

а) горизонтальными перемещениями по (8)

$$\frac{d\theta}{dx_1} = -\frac{q_0 \ell^2}{2} \left[\frac{x_1}{\ell} - \frac{x_1^2}{\ell^2} - \frac{\nu h^2}{5 \ell^2} \right]; \quad (13)$$

б) вертикальными перемещениями по (11)

$$\xi_0 = \frac{d^2 W}{dx_1^2} = -\frac{q_0 \ell^2}{2EJ} \left[\frac{x_1}{\ell} - \frac{x_1^2}{\ell^2} - \frac{2+\nu}{6} \frac{h^2}{\ell^2} \right]. \quad (14)$$

Вычисляем угол поперечного сдвига по (10)

$$\gamma = -\frac{q_0 \ell}{2GF} \left[1 - \frac{x_1}{\ell} \right]. \quad (15)$$

Определяем прогиб по формуле (9)

$$W_0(x_1, x_2) = -\frac{q_0 h}{2E}. \quad (16)$$

Производя интегрирование (13) и (14), имеем

$$\begin{aligned}
\theta(x_1) &= -\frac{q_0 \ell^3}{2EJ} \left[\frac{x_1^2}{2\ell^2} - \frac{x_1^3}{3\ell^3} - \frac{\nu h^2}{5 \ell^2} \frac{x_1}{\ell} \right] + C_1; \\
\varphi(x_1) &= \frac{dW}{dx_1} = -\frac{q_0 \ell^3}{2EJ} \left[\frac{x_1^2}{2\ell^2} - \frac{x_1^3}{3\ell^3} - \frac{2+\nu}{6} \frac{h^2}{\ell^2} \frac{x_1}{\ell} \right] + A_1; \quad (17) \\
W(x_1) &= -\frac{q_0 \ell^4}{2EJ} \left[\frac{x_1^3}{6\ell^3} - \frac{x_1^4}{12\ell^4} + \frac{2+\nu}{12} \frac{h^2}{\ell^2} \frac{x_1^2}{\ell^2} \right] + A_1 x_1 + A_2.
\end{aligned}$$

Определив произвольные постоянные C_1, A_1, A_2 из

граничных условий $\theta\left(\frac{\ell}{2}\right) = 0, W(0) = 0, W(\ell) = 0$,

запишем (17) в виде

$$\begin{aligned}
\theta(x_1) &= -\frac{q_0 \ell^3}{2EJ} \left[\left(\frac{x_1^2}{2\ell^2} - \frac{x_1^3}{3\ell^3} - \frac{1}{12} \right) - \frac{\nu h^2}{5 \ell^2} \left(\frac{x_1}{\ell} - \frac{1}{2} \right) \right]; \\
\varphi(x_1) &= \frac{dW}{dx_1} = -\frac{q_0 \ell^3}{2EJ} \left[\left(\frac{x_1^2}{2\ell^2} - \frac{x_1^3}{3\ell^3} - \frac{1}{12} \right) + \frac{2+\nu}{6} \frac{h^2}{\ell^2} \left(\frac{x_1}{\ell} - \frac{1}{2} \right) \right]; \quad (18) \\
W(x_1) &= -\frac{q_0 \ell^4}{2EJ} \left[\left(\frac{x_1^3}{6\ell^3} - \frac{x_1^4}{12\ell^4} - \frac{x_1}{\ell} \frac{1}{12} \right) + \frac{2+\nu}{12} \frac{h^2}{\ell^2} \left(\frac{x_1^2}{\ell^2} - \frac{1}{2\ell} \right) \right].
\end{aligned}$$

Из формулы (15) и (18) вытекает зависимость между углами

$$\varphi_{x_1} \approx \theta(x_1) - \gamma_{x_1}. \quad (19)$$

При малых отношениях $h/\ell \rightarrow 0$, как частный случай из расчетных формул, приведенных выше, получаются основные соотношения технической теории изгиба балок, основанной на гипотезе прямых нормалей [2]:

$$\begin{aligned} \frac{d\theta}{dx_1} &= -\frac{M(x_1)}{EJ}; \quad W_0(x_1) = 0; \\ \xi_0 &= -\frac{M(x_1)}{EJ} = \frac{d^2W}{dx_1^2}; \quad \gamma_0(x_1) = 0. \end{aligned} \quad (20)$$

Таким образом, в полученных формулах учтены все факторы (деформаций сдвига и обжатия, давления слоев), пренебрегаемые технической теорией изгиба балок. Полученные формулы на основе теории упругости позволяют в широких пределах изменения h/ℓ произвести расчеты балок с различными описаниями при действии произвольных внешних нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Турсунов К.А., Турсунов А.К. Основы расчета плоских элементов конструкций. Караганда: КарГУ, 2000. 30 с.
2. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. Т.2. М.: Наука, 1978. 616 с.

УДК 539.3

К.А. ТУРСУНОВ
А.Е. ЕЛЕШОВА

Прямоугольный конечный элемент пластины

Рассмотрим прямоугольный конечный элемент пластины относительно системы координат $0 \leq x_1 \leq a; 0 \leq x_2 \leq b$, где a, b — размеры элемента вдоль координатных осей x_1, x_2 . В каждом узле i ($i=1,2,3,4$) конечного элемента возникают: W_i — прогиб; $\varphi_i = \frac{\partial W}{\partial x}$ — угол поворота вдоль оси x ;

$\psi_i = \frac{\partial W}{\partial y}$ — угол поворота вдоль оси y .

Функцию прогибов конечного элемента принимаем в виде

$$W(x, y) = \sum_{i,j=1}^4 \alpha_{ij} F_{ij}(x, y) = \sum_{i,j=1}^4 \alpha_{ij} f_i(x) \cdot \varphi_j(y); \quad (1)$$

$$x = x_1/a; \quad y = x_2/b.$$

Здесь α_{ij} — произвольные постоянные, подлежащие определению; $f_i(x), \varphi_j(y)$ — балочные координатные функции при изгибе по направлениям координатных осей x_1 и x_2 соответственно.

Балочные координатные функции при поперечном изгибе принимают значения

$$\begin{aligned} f_1(x) &= 2x^3 - 3x^2 + 1; & f_2(x) &= x^3 - 2x^2 + x; \\ f_3(x) &= -3x^2 - 2x^3; & f_4(x) &= x^3 - x^2. \end{aligned} \quad (2)$$

Функции $\varphi_j(y)$ получаются из (2) заменой $x \rightarrow y; f \rightarrow \varphi; i \rightarrow j$.

Из граничных условий в узлах конечного элемента:

- 1) $W_{0,0} = W_1; \quad \varphi_{0,0} = \varphi_1; \quad \psi_{0,0} = \psi_1;$
- 2) $W_{1,0} = W_2; \quad \varphi_{1,0} = \varphi_2; \quad \psi_{1,0} = \psi_2;$
- 3) $W_{1,1} = W_3; \quad \varphi_{1,1} = \varphi_3; \quad \psi_{1,1} = \psi_3;$
- 4) $W_{0,1} = W_4; \quad \varphi_{0,1} = \varphi_4; \quad \psi_{0,1} = \psi_4.$

Используя представление (1), определяем произвольные постоянные:

$$\begin{aligned} \alpha_{11} &= W_1; & \alpha_{21} &= \varphi_1 \cdot a; & \alpha_{12} &= \psi_1 \cdot b; \\ \alpha_{31} &= W_2; & \alpha_{41} &= \varphi_2 \cdot a; & \alpha_{32} &= \psi_2 \cdot b; \\ \alpha_{33} &= W_3; & \alpha_{43} &= \varphi_3 \cdot a; & \alpha_{34} &= \psi_3 \cdot b; \\ \alpha_{13} &= W_4; & \alpha_{23} &= \varphi_4 \cdot a; & \alpha_{14} &= \psi_4 \cdot b. \end{aligned} \quad (4)$$

Уравнение равновесия конечного элемента при отсутствии поперечной внешней нагрузки

$$\nabla^2 \nabla^2 W = \frac{\partial^4 W}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4 W}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial x_2^4} = 0, \quad (5)$$

с учетом функции прогибов (1), запишется в виде

$$\Phi(x, y) = 2 \sum_{i,j=1}^4 \alpha_{ij} f_i''(x) \varphi_j''(y) = 0, \quad (6)$$

где f_i'' и φ_j'' представляют собой вторые производные от функций $f_i(x)$ и $\varphi_j(y)$ соответственно.

Записав (6) для узлов конечного элемента $\Phi(0,0) = 0, \quad \Phi(1,0) = 0, \quad \Phi(1,1) = 0, \quad \Phi(0,1) = 0,$ (7)

получим систему уравнений:

$$\begin{aligned} 4\alpha_{22} + 2\alpha_{24} + 2\alpha_{42} + \alpha_{44} &= b_1, \\ -2\alpha_{22} - \alpha_{24} - 4\alpha_{42} - 2\alpha_{44} &= b_2, \\ -2\alpha_{22} - 4\alpha_{24} - \alpha_{42} - 2\alpha_{44} &= b_3, \\ \alpha_{22} + 2\alpha_{24} + 2\alpha_{42} + 4\alpha_{44} &= b_4, \end{aligned} \quad (8)$$

где свободные члены принимают значения

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} 9 & 6 & 6 & -9 & 3 & -6 & 9 & -3 & -3 & -9 & -6 & 3 \\ -9 & -3 & -6 & 9 & -6 & 6 & -9 & 6 & 3 & 9 & 3 & -3 \\ -9 & -6 & -3 & 9 & -3 & 3 & -9 & 3 & 6 & 9 & 6 & -6 \\ 9 & 3 & 3 & -9 & 6 & -3 & 9 & -6 & -6 & -9 & -3 & 6 \end{bmatrix} \cdot \vec{V}_1, \quad (9)$$

$$V_1^T = [W_1, \varphi_1 a, \psi_1 b, W_2, \varphi_2 a, \psi_2 b, W_3, \varphi_3 a, \psi_3 b, W_4, \varphi_4 a, \psi_4 b].$$

Здесь $\vec{V}^T$ — транспонированный вектор узловых перемещений конечного прямоугольного элемента.

Решив систему уравнений (8) с учетом (9) определяем произвольные постоянные

$$\begin{aligned} \alpha_{22} &= -\alpha_{11} - \alpha_{12} + \alpha_{13} - \alpha_{21} + \alpha_{23} + \alpha_{31} + \alpha_{32} - \alpha_{33} \\ \alpha_{24} &= -\alpha_{11} + \alpha_{13} - \alpha_{14} - \alpha_{21} + \alpha_{23} + \alpha_{31} - \alpha_{33} + \alpha_{34} \\ \alpha_{42} &= -\alpha_{11} - \alpha_{12} + \alpha_{13} + \alpha_{31} + \alpha_{32} - \alpha_{33} - \alpha_{41} + \alpha_{43} \\ \alpha_{44} &= -\alpha_{11} + \alpha_{13} - \alpha_{14} + \alpha_{31} - \alpha_{33} + \alpha_{34} - \alpha_{41} + \alpha_{43}. \end{aligned} \quad (10)$$

Внося (4) и (10) в (1) имеем окончательные значения функции прогибов конечного элемента в векторной форме

$$W(x, y) = \vec{q}^T \cdot \vec{V}, \quad (11)$$

$$\vec{q}^T = [q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}, q_{12}],$$

$$V_1^T = [W_1, \varphi_1, \psi_1, W_2, \varphi_2, \psi_2, W_3, \varphi_3, \psi_3, W_4, \varphi_4, \psi_4],$$

где $\vec{q}^T$ — транспонированный вектор координатных функций пластины;

$\vec{V}^T$ — то же самое узловых перемещений конечного прямоугольного элемента.

Координатные функции пластины имеют вид

$$\begin{aligned} q_1(x, y) &= (1-y)f_1x + (1-x)\varphi_1y - (1-x)(1-y), \\ q_2(x, y) &= a(1-y)f_2x, \quad q_3(x, y) = b(1-x)\varphi_2y, \\ q_4(x, y) &= (1-y)f_3x - x\varphi_3y + xy, \\ q_5(x, y) &= a(1-y)f_4x, \quad q_6(x, y) = bx\varphi_2y, \\ q_7(x, y) &= yf_3x + x, \\ q_8(x, y) &= ayf_4x, \quad q_9(x, y) = bx\varphi_4y, \\ q_{10}(x, y) &= (1-x)\varphi_3y - yf_3x + xy, \\ q_{11}(x, y) &= ayf_2x, \quad q_{12}(x, y) = b(1-x)\varphi_4y, \end{aligned} \quad (12)$$

где $1-x$ и $x, 1-y$ и y являются координатными функциями линейных элементов при кручении в направлении координатных осей x_1 и x_2 .

Функция прогибов конечного элемента (11) единственным образом определяет деформированное состояние элемента с помощью его узловых перемещений.

На основании явной формы функции прогибов можно получить все необходимые матрицы (деформации, напряжения, жесткости и нагрузки). При традиционном подходе функция прогибов задается в виде неполного полинома четвертой степени. Произвольные постоянные находятся путем обращения матрицы 12-го порядка или другими приемами линейной алгебры.

Предлагаемый способ определения функции прогибов позволяет получить эту функцию в явной форме и придать им яркий физический смысл. Окончательный вид определяемой функции зависит от координатных балочных функций при изгибе и от координатных функций стержня (линейного элемента) при кручении.

Следует отметить, что в рассмотренном конечном элементе соблюдается совместность только вертикальных перемещений; углы поворота (первые производные функции прогибов) на границах конечного элемента претерпевают разрывы, что обуславливает несуществование на границах элемента 2-х производных от функции прогибов. Несмотря на это, последние теоретические исследования показывают, что использование элемента с двенадцатью степенями свободы обеспечивает сходимость решения задачи, поэтому этот элемент благодаря естественности и физической наглядности его степеней свободы широко используется в инженерной практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. М.: Физматгиз, 1963. 635 с.
2. Зенкевич О., Чанг И. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошных сред. М.: Недра, 1974. 240 с.

УДК 338.33

В.И. ЦОЙ

Деятельностный подход к реформированию экономики Казахстана

Рассуждения ведутся с позиции методолога, рассматривающего экономику в гуманитарном системодетельностном подходе.

Анализ существующих представлений об экономике позволяет выделить базовое системообразующее понятие — **деятельность**. Рассмотрим последовательно, что представляет собой модель реальной практической деятельности в Казахстане, чем обусловлены негативные последствия осуществляемой деятельности, в каком направлении и как можно реформировать экономику, обеспечивая повышение уровня благосостояния общества.

Модель реальной практической деятельности.

Принимая в качестве интегрального критерия оценки совокупной деятельности, осуществляемой в государстве, уровень удовлетворения потребностей недееспособного населения — детей, инвалидов, пенсионеров, многодетных матерей — констатируем ее явную недостаточность. Опуская известные статистические данные, свидетельствующие об увеличении в течение последних десяти лет заболеваемости, смертности, безработицы, эмиграции, преступности, уменьшении рождаемости, бюджетных средств и др., делаем вывод о кризисе экономики.

Для построения модели практической

деятельности прежде всего необходимо отчетливо

представить исходную, «материнскую» модель и причины ее трансформации в настоящую.

Прежняя модель (сх. а) была основана на организационных принципах «демократического централизма» — подчинения нижестоящих субъектов деятельности вышестоящим, тотального администрирования. Функции главного идеолога, заказчика, проектировщика, распорядителя стратегическими ресурсами, контролера, арбитра сосредоточивались на высших этажах управленческой пирамиды. Между высшими центральными органами управления и исполнительскими звеньями, непосредственно осуществляющими производственную деятельность по созданию предметов удовлетворения потребностей общества, существовало множество промежуточных структур управления со своими сервисными службами. В силу достаточности необходимых природных ресурсов, распределения и закрепления идеологических, заказных, научных, образовательных, проектировочных, управленческих, снабженческо-бытовых, производственных и др. функций за отдельными автономными структурами, деятельность государства в целом все же обеспечивала удовлетворение минимально необходимых

общественных потребностей. «Социальная машина» работала как одно многозвенное самодостаточное предприятие в рамках единой идеологии и методологии, общего народнохозяйственного плана, общих фондов, цен и т.д. Связанные друг с другом звенья «машины» составляли единую закольцованную цепь.

МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Интегративная мощьность такого «предприятия» обуславливалась, главным образом, строгой иерархией отношений, полной перевязкой производственно-технологических и управленческих функций и воспроизводством новых поколений молодых людей (трудовых ресурсов) с установками «демократического централизма». Однако незыблемость принципов организации, многоэтажность управленческой пирамиды и жесткая перевязка разных видов деятельности делали «социальную машину» достаточно громоздкой и неповоротливой. В самой ее природе были заложены преимущественно экстенсивные методы развития. Не случайно многие интеллектуальные разработки, несмотря на их высокую практическую значимость, не доводились до масштабного изготовления и

применения — зачастую они требовали существенной переналадки системы.

В 80-х годах окончательно стала очевидной неконкурентоспособность советской модели деятельности на мировом рынке. Модели стран с другими принципами организации деятельности, более восприимчивые к достижениям науки, демонстрировали обеспечение высшего уровня жизни населения. На этом фоне, в условиях застоя экономики Советского Союза, государственные органы власти предприняли попытку рыночно ориентированного политического и экономического реформирования деятельности.

Провозглашенные «гуманитаризация общественных отношений, гласность и демократия, хозрасчет, самостоятельность и самофинансирование предприятий», последовавшие за этим суверенизация республик, введение национальных валют, либерализация цен, разгосударствление и приватизация собственности и др., обусловили быстрое разрушение прежней модели деятельности.

В Казахстане и других республиках промышленные и сельскохозяйственные предприятия, учреждения культуры, здравоохранения, образования, научные, проектные и др. организации разукрупнились — вплоть до выделения субъектов индивидуальной деятельности. Новым хозяйствующим субъектам была предоставлена возможность самостоятельно выполнять функции и заказчика, и проектировщика, и снабженца, и организатора деятельности, и распорядителя

доставшейся собственности. Однако необходимость самовывживания, отсутствие у них соответствующих знаний и опыта в условиях недостаточности финансовых средств, информации, сырья, оборудования и др. предопределили невозможность сохранения в стране доперестроечных связей, номенклатуры и объемов выпускаемой продукции.

Разрыв функциональных, технологических связей ранее системно-организованной деятельности и обусловил цепную реакцию кризиса во всех сферах. Сокращение товарного производства не могло последовательно не вызвать инфляцию, уменьшение денежных потоков, в частности — налоговых поступлений, сокращение бюджетного финансирования, укрупнение доходов, взаимные неплатежи предприятий, хронические задержки зарплаты, разорение сел и малых городов, расширение взяточничества, вымогательства, коррупции и т.д. Несовершенство нового налогового, кредитного, таможенного и др. законодательства наряду, с открытием границ для импортной продукции, обусловили экономическую невыгодность создания производств с длинными по времени технологическими цепочками. Закономерно деятельная энергия общества стала переходить из трудоемких сфер науки, образования, материального производства и др. в сферу простейших коммерческих оборотов.

Таким образом, упрощенная модель существующей практической деятельности государства (сх. в) выглядит как многочисленно разорванная цепь, звенья которой и связи между ними либо слабы, либо еще только формируются. Решительный переход от модели деятельности с принципами единой организации и централизованного «вертикального» управления к другой модели — с принципами самоорганизации и самоуправления наряду с продажей части отечественных ресурсов и предприятий иностранным компаниям, увеличением потока импортной продукции и др., привел экономику Казахстана к еще большему кризису.

Причины системного кризиса и средства их устранения. Как показывают описанные модели практической деятельности, кризис экономики в обоих случаях был предопределен теоретическими ошибками — введением неверных исходных принципов организации и управления деятельностью. Соответственно, в дальнейшем, чтобы не заниматься латанием «тришкиного кафтана», необходимо обратить самое серьезное внимание на теоретические положения становления и развития рыночной модели экономики (сх. с).

Основу экономики составляет деятельность общества двух взаимосвязанных типов — мыслительная и практическая. Первая создает схемы, вторая — их реализует. Очевидно, что мыслительная деятельность человека, в силу своей первичности, ответственная за анализ ситуации, моделирование, прогнозирование, проектирование и принятие решений, имеет большую значимость. Ученым, государственным деятелям следует не только согласовать теоретико-концептуальные основания рыночного мышления — подходы, принципы,

системы понятий и категорий, но прежде всего определиться в экономичности организации самого мышления. Именно экономичность мыслительной деятельности предопределяет возможность построения вторичной — экономичной практической деятельности, экономики государства в целом.

Как известно, мышление, имеющее своими предметами самое себя и «материализующееся» поведение человека, называется **рефлексивным**. В рефлексии человек оперирует ситуационными, проектными, проблемными, концептуальными и ценностными представлениями. То, как он это делает, и обуславливает экономичность самоорганизации мышления при принятии решений.

Простейший вариант рефлексии сводится к непосредственному проектированию способов снятия затруднений, наблюдаемых в ситуации. Второй вариант предполагает проблематизацию (поиск причин практических затруднений) и соответствующее проектирование. Третий — принятие решений по устранению затруднений на основе осознаваемых ценностных и концептуальных критериев. И, наконец, четвертый вариант предполагает фиксацию затруднений в практике, проблематизацию соответствующих ценностных и концептуальных оснований и их реконструкцию (вплоть до построения новых понятий и категорий), и в заключение — проектирование на основе обновленных оснований способов снятия затруднений.

Как видим, схема организации рефлексии в последнем варианте более сложна, но и более логична, а соответственно, экономична, так как не допускает использования в мышлении размытых или случайных критериальных оснований, предполагает системный анализ и проектирование, контроль и коррекцию самого мышления.

В конце 70-х годов в науке произошло событие огромной важности. Московский ученый Анисимов О.С. (ныне — академик, профессор методологии) на основе логики мышления ВАК (восхождения от абстрактного к конкретному) создал Язык схематических изображений деятельностных смыслов (ЯСИ). Мощность языка, с одной стороны, обуславливается универсальными принципами ВАК, лежащими в основе последовательного выведения других частных логик, базирующихся на парных категориях: «форма-содержание», «причина-следствие», «целое-часть», субъект-предикат» и др. С другой стороны, язык имеет большой разрешающий потенциал для снятия проблемы согласования точек зрения (не людей!) и ускорения демократизации общества. Существенно облегчается формирование и донесение точек зрения, их понимание и развитие. Схематическое изображение точек зрения в ЯСИ (к примеру, на меловой доске) делает возможным выделение абстрактной сущности понятий и категорий, переводит согласовательные процедуры в конструктивное русло. Появляется возможность отделять точки зрения от их авторов, рациональные смыслы от иррационального начала человека. Процесс согласования точек зрения, с помощью ЯСИ, основанный на рефлексивной самоорганизации

мышления участников, применении логики ВАК и ЯСИ, становится фиксированным, контролируемым, корректируемым и логически обуславливает приход к согласию.

Выделение и согласование формализованных точек зрения, отражающих различные потребности, ценности, практические затруднения деятельности и способы их преодоления, а также реальная возможность прихода к взаимному согласию переводят логику **ВАК, ЯСИ**, рефлексии (**Р**) и само согласование точек зрения (**СТЗ**) в разряд экономических категорий. В результате экономичность любой практической деятельности ($\mathcal{E}_{\text{нд}}$) может быть выражена следующей зависимостью:

$$\mathcal{E}_{\text{нд}} = f \{ \text{СТЗ} = f [\text{Р} = f (\text{ЯСИ}, \text{ВАК})] \}.$$

Безусловно, реализация экономической деятельности и в политике, и управлении, и образовании и предпринимательстве и т.д. невозможна без соответствующих методологических знаний, рефлексивных и согласовательных способностей деятелей. Именно их отсутствие либо недостаточность и обусловили закономерный кризис и «советской», и нынешней экономики.

Методологами в течение последних 20-ти лет при помощи ВАК и ЯСИ в основном реконструированы понятийно-категориальные аппараты психологии, педагогики, управления, политологии, предпринимательства и, в целом, построена **Теория деятельности** [1–3].

Кроме того, уже в 80-х годах были спроектированы уникальные формы коллективной мыследеятельности и согласования точек зрения — организационно-деятельностные игры (ОДИ). Применение в ОДИ методологических средств мышления на практике доказало возможность не только прихода к согласованным решениям по проблемам и управления, и предпринимательства, и образования, и др. (без необходимости постановки вопросов на голосование!), но и, самое главное, — обеспечения достаточно быстрого формирования и развития рефлексивных и согласовательных способностей участников игр. В России, Казахстане и др. республиках в 80-е и 90-е годы проведено более 4-х тысяч подобных игр с неизменно высокими результатами.

В Казахстане новое методологическое движение стало формироваться в 1989 году. В настоящее время Методология мышления и Теория деятельности систематически используются только в экспертной, консалтинговой и образовательной деятельности Карагандинского института предпринимательства и культуры менеджмента, научно-методологического центра «Регионал-Сервис» (г. Петропавловск), а также изучаются на факультете предпринимательства и

управления Карагандинского государственного технического университета.

Если учесть, что совместный поиск конструктивных, взаимовыгодных и экономических решений в условиях рынка является главной задачей интеграции деятельности разных стран в мировую экономику; появляется возможность отказа от пресловутого принципа голосования (интеллектуального насилия большинства над меньшинством) и ускоренного построения демократического, открытого общества; существенно облегчается взаимопонимание между людьми, говорящими на разных языках; появляется возможность проектирования непротиворечивых концептуальных представлений, построения соответствующих взаимосвязанных систем деятельности и т.д., то, казалось бы, к методологическим достижениям должно было быть проявлено самое пристальное внимание. Однако, очевидно, в силу большой принципиальной новизны, неинформированности, трудностей освоения высокой степени абстрактности и прагматичности методологических разработок, они пока остаются мало востребованными.

Выделяя знания и способности населения, профессионализм управленческой (в частности парламентской), предпринимательской и всякой другой деятельности как главные, приоритетные условия реформирования экономики, осознавая несоответствие подготовленности общества требованиям современной практики рыночных преобразований, считаем необходимым:

1. Разработать на основе новейших методологических разработок теории деятельности и издать учебно-методические пособия по рыночной реорганизации педагогической, управленческой и предпринимательской деятельности.

2. Разработать Государственную и региональные программы дополнительного образования и повышения рыночного профессионализма всех деятелей, особо выделив необходимость приобретения культуры мышления и культуры согласования точек зрения педагогами, госслужащими и предпринимателями.

3. Создать постоянно действующую республиканскую Школу парламентской деятельности по освоению депутатами всех уровней культуры методологического мышления, развитию их рефлексивных и согласовательных способностей.

Реализация этих предложений может быть ускорена при соответствующем финансовом и материально-техническом содействии государственных структур власти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов О.С. Основы методологии. Т. 1, 2. М.: Российская академия менеджмента и агробизнеса, 1994.
2. Анисимов О.С. Методология и культура предпринимательства. Караганда, 1995.
3. Цой В.И. Методологические ориентиры гуманитарной экономики //Альпари. №2, 1998. С. 26–29.

Под системой мониторинга экономического состояния предприятия понимается система слежения за экономической обстановкой, диагностика ее устойчивости и раннего предупреждения надвигающейся кризисной ситуации.

Совокупность следующих признаков позволяет определить систему экономического мониторинга как особую систему управления предприятием:

- единая информационная база, включающая как внутреннюю информацию, так и информацию, поступающую из внешней среды;
- обработка и передача информации;
- комплексное использование традиционных и новых методов экономической оценки и анализа, адаптированных к условиям рыночной экономики;
- своевременное установление причин, вызывающих снижение эффективности функционирования и проведения мер, стабилизирующих экономическое состояние предприятия.

Экономические состояния предприятия образуют определенные классы, которые могут быть выявлены в результате экономического мониторинга по характерным наборам экономических показателей.

На основе анализа и обобщения показателей экономической устойчивости предприятия рассмотрена следующая система классификации показателей:

1. Показатели оценки производственного потенциала предприятия:

- коэффициент производственной мощности;
- коэффициент ритмичности производства;
- коэффициент подготовки фронта работ по основным процессам;

2. Показатели оценки основных производственных фондов (ОПФ):

- коэффициент износа ОПФ;
- коэффициент обновления основных фондов;
- коэффициент выбытия основных фондов;
- коэффициент годности ОПФ.

3. Показатели оценки персонала предприятия:

- коэффициент текучести кадров;
- оборот кадров по приему и увольнению;
- коэффициент образовательного уровня;
- коэффициент соответствия кадров профилю работы;
- коэффициент изменения объема продукции за счет изменения численности персонала.

4. Показатели платежеспособности предприятия:

- коэффициент абсолютной ликвидности;
- уточненный коэффициент ликвидности;
- общий коэффициент ликвидности;
- коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами;
- коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности;
- коэффициент мобильности;
- коэффициент выплат по кредитам;

- коэффициент кассовой ликвидности.

5. Показатели финансовой устойчивости:

- коэффициент финансовой независимости;
- коэффициент оборачиваемости оборотных активов;
- коэффициент соотношения привлеченного и собственного капитала;
- коэффициент структуры долгосрочных вложений;
- коэффициент структуры привлеченного капитала;
- коэффициент самофинансирования;
- коэффициент инвестирования.

6. Показатели экономической эффективности:

- коэффициент оборачиваемости активов;
- коэффициент оборачиваемости текущих активов;
- коэффициент оборачиваемости запасов;
- производительность труда;
- фондоотдача (фондоёмкость);
- рентабельность продукции;
- рентабельность активов;
- рентабельность собственного капитала;
- рентабельность инвестиций.

7. Если анализируемое предприятие — акционерное общество (АО), то дополнительно рассматриваются показатели рыночной активности АО:

- ценность акций;
- доход на акцию;
- коэффициент выплаты дивидендов;
- ставка дивидендов;
- коэффициент активов на одну акцию.

Мониторинг экономического состояния предприятия зависит от набора факторов оценки вышеназванных показателей и проявляется в форме одной из определенных групп экономических состояний предприятий:

- предприятие с абсолютно устойчивым экономическим состоянием;
- предприятие, экономическое состояние которого в основном устойчивое, но имеются незначительные отклонения по некоторым показателям;
- предприятие, имеющее признаки финансовой напряженности и потенциальных возможностей;
- предприятие повышенного риска;
- предприятие с неудовлетворительным экономическим состоянием и отсутствием перспектив его стабилизации.

Для осуществления мониторинга экономического состояния предприятия выполняются работы в следующей последовательности:

- сбор и обработка исходной информации с использованием методов экспертных оценок. Формирование групп показателей;
- определение множества возможных состояний предприятия. Оценка экономического состояния. Отнесение предприятия к определенной группе;

УДК 336.64: 519.36

Г.М. АУБАКИРОВА

Влияние выпуска промышленной продукции на финансово-экономическое положение предприятий

Оправной точкой анализа послужила общая динамика показателей спроса и текущих оценок финансово-экономического состояния производителей, полученных на основе статистических данных о деятельности промышленных предприятий Карагандинской области — АОЗТ «Каргормаш-ИТЕКС», АООТ «Карагандинский литейно-машиностроительный завод», АООТ «АРКА», завода РГТО УД АО «Испат-Кармет», АООТ «Машзавод им. Пархоменко» в 1995-1999 гг. В качестве показателей спроса использовались три параметра. Из них наиболее общим является показатель темпов изменения производства, два других — запасы готовой продукции и уровень наполненности портфеля заказов — относятся к более конкретным характеристикам спроса на продукцию предприятий.

Изменения в финансово-экономическом положении предприятий в исследуемом периоде были тесно связаны с их хозяйственной деятельностью, т.е. неправомерно объяснять эти явления только эволюцией кредитно-финансового сектора РК. Такая связь обнаруживается при сравнении показателей финансово-экономического состояния и запасов готовой продукции. Улучшение финансовой ситуации производителей приходится на периоды относительно пониженного объема запасов, и наоборот, ухудшение ситуации происходит параллельно с затовариванием предприятий [1]. Достаточно тесно связан с финансово-экономическим положением предприятий и показатель наполненности портфеля заказов. На рассматриваемом отрезке их колебания происходили практически синхронно: рост спроса (заказов) сопровождался улучшением, а сокращение — ухудшением финансово-экономического состояния предприятий [2]. Несколько ниже корреляция с финансовым положением показателя темпа изменения выпуска продукции. Это объясняется тем, что главными факторами, напрямую влияющими на финансово-экономическое положение предприятий, могут быть уровень запасов готовой продукции и наполненность портфеля заказов, а динамика выпуска складывается под воздействием, по меньшей мере, двух различных механизмов, в результате чего приобретает более хаотичные очертания. Условно их можно охарактеризовать как внешний и внутренний.

Воздействие внешних сил, прежде всего сокращение спроса на продукцию в условиях экономического кризиса, испытали практически все основные отрасли казахстанской промышленности, хотя и в разной степени. Противодействовать сокращению спроса производитель чаще всего не в состоянии. И даже если ему удастся, маневрируя

выпуском, идеально приспособиться ко всем изменениям (не уступая своей доли рынка и в то же время избегая перепроизводства), его финансовое положение, по-видимому, все равно ухудшится из-за абсолютного сокращения объемов производства. Внутренний механизм воздействия — поведение самого производителя. Даже если бы кризис не был столь глубоким, можно предположить, что многие предприятия неизбежно столкнулись бы с финансовыми проблемами в силу неумения приспособливаться к постоянно изменяющейся рыночной конъюнктуре.

Разумеется, финансово-экономическая ситуация на предприятиях может ухудшаться и под воздействием других причин. Тем не менее рассмотренные механизмы позволяют в первом приближении выявить, какую роль в возникновении финансовых трудностей на предприятии играют зависящие и независящие от него обстоятельства.

Для оценки влияния двух предложенных механизмов были использованы экономико-математические модели, построенные с учетом только одного фактора, влияющего на финансово-экономическое положение предприятий (при предположении, что прочие условия остаются неизменными). Дифференциация предприятий по сокращению спроса: модель А. В этой модели предполагается, что предприятие мгновенно и идеально приспособляется к спросу на свою продукцию и, таким образом, его выпуск (Q) всегда равен спросу (D):

$$Q = D.$$

Отсюда следует, что и изменение выпуска

всегда равно изменению спроса:

$$\Delta Q = \Delta D.$$

Финансово-экономическое положение предприятий зададим простейшим способом, как условный показатель F , пропорциональный уровню спроса D :

$$F = \beta D, \quad \beta > 0,$$

т.е. чем больше спрос «выпал» на продукцию предприятия, тем лучше (больше) оценка его финансово-экономического положения F . Соответственно в динамическом варианте модели указанные зависимости выглядят следующим образом: увеличение спроса приводит к улучшению финансового состояния, а сокращение — к ухудшению:

$$\Delta D \sim \Delta Q \sim \Delta F. \quad (1)$$

Дифференциация предприятий по степени приспособления к спросу: модель Б. Несоответствие между объемом производства и спросом может отражаться разными показателями. Простейший и наиболее естественный способ учесть это несоответствие заключается в рассмотрении накопления (рассасывания) запасов готовой продукции. Предположим, что в каждый момент для предприятия существует оптимальный (или желаемый) уровень запасов готовой продукции I_0 , пропорциональный уровню спроса D :

$$I_0 = \alpha \cdot D, \quad \alpha > 0.$$

Если спрос увеличивается, то предприятие стремится увеличить не только выпуск, но и объем запасов готовой продукции до нового оптимального уровня. При сокращении спроса наблюдается обратная картина: предприятие сворачивает производство и стремится пропорционально сократить запасы готовой продукции. Таким образом, предприятие находится в процессе постоянного приспособления к меняющемуся спросу. В данном случае это приспособление было бы идеальным, если бы фактический объем запасов I удавалось постоянно поддерживать на оптимальном уровне:

$$I = I_0.$$

Это означало бы, что и выпуск совпадает со спросом, поскольку их несовпадение есть прирост запасов в единицу времени:

$$\Delta I = Q - D. \quad (2)$$

Пусть этой идеальной ситуации соответствует финансово-экономическое состояние F_0 . Далее предположим, что отклонение (в любую сторону) запасов от оптимального уровня может лишь ухудшить показатель финансово-экономического состояния на величину f . Эту величину зададим простейшим образом, как пропорциональную абсолютным размерам отклонения от оптимизма:

$$f = K \cdot |I_0 - I| \quad K > 0.$$

Таким образом, в общем случае финансово-экономическое состояние предприятия задается в виде:

$$F = F_0 - f = F_0 - K \cdot |I_0 - I|. \quad (3)$$

Динамический вариант зависимости (3) выглядит так:

$$\Delta F = -\Delta K \cdot |I_0 - I|. \quad (4)$$

Выделение статического и динамического вариантов позволило получить четыре вопроса, с помощью которых определялась зависимость финансово-экономического положения предприятия от спроса на их продукцию (табл.). В качестве показателей спроса в модели А использовались: уровень наполненности портфеля заказов (статический показатель), количество предприятий с увеличившемся (или сократившемся) портфелем заказов (динамический показатель). Показатели приспособления к спросу в модели Б: уровень запасов готовой продукции (статический показатель), количество предприятий с увеличившимися (или сократившимися) запасами готовой продукции

(динамический показатель). Что касается показателей финансово-экономического состояния, то это в основном общеизвестные показатели платежеспособности, деловой активности, кредитоспособности и финансово-экономической устойчивости, методика расчета которых и значения по исследуемым объектам изложены автором ранее [1]. Проведенный сравнительный анализ деятельности предприятий показал, что в соответствии с моделями А и Б чем выше уровень наполненности портфеля заказов, тем прочнее оказалось финансово-экономическое положение предприятий.

Причем зависимость была обнаружена как в

статическом, так и в динамическом вариантах.

Также установлена зависимость финансово-

экономического положения исследуемых

предприятий от объема запасов готовой продукции

(чем ближе запасы к нормальному уровню, тем

лучше финансово-экономическое положение).

Таким образом, полученные результаты не

оставляют сомнения, что и заказы, и запасы оказы-

вают весьма существенное влияние на финансово-

экономическое положение предприятий.

Распространено мнение, что главная причина

трудностей в деятельности предприятий кроется в

сжатии спроса. На роль неадекватного

приспособления к нему (неудачного

маневрирования запасами) внимание обращается

гораздо реже. Однако, сравнивая результаты,

полученные по моделям А и Б, можно сделать

вывод, что в 1995–99 гг. для предприятий —

объектов настоящего исследования — удачное

маневрирование запасами имело в среднем не

меньшее (а иногда и большее) значение, чем

изменение заказов.

Вариант	Модель А	Модель Б
Статический	Находятся ли предприятия, на которых уровень спроса на продукцию	Находятся ли предприятия, на которых уровень запасов продукции

	относительно выше, в лучшем финансовом положении по сравнению с остальными производителями?	равен оптимальному, в лучшем финансовом положении по сравнению с остальными?
Динамический	Приводит ли увеличение спроса на продукцию к улучшению финансового положения?	Приводит ли приближение запасов к их оптимальному уровню к улучшению финансово-экономического положения

		предприятия?
Вывод несколько неожиданный, но, в целом, вполне согласующийся с мнением многих специалистов, считающих, что главный источник трудностей предприятий находится внутри них, а не во вне.		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубакирова Г.М. Методическое руководство по оценке финансово-экономической устойчивости предприятий в рыночных условиях. Караганда: КарГТУ, 1999. 32 с.
2. Аубакирова Г.М. Методы анализа влияния цены и спроса на финансовые результаты деятельности предприятия // Материалы республиканской научно-теоретической конференции «Наука и образование в стратегии регионального развития». Караганда, 1999. С. 375–378.
3. Дружинин Н.К. Математическая статистика в экономике. М.: Статистика, 1971. 263 с.
4. Елисеева И. Статистические методы измерения связей / Под ред. А.Н. Жигарева. Л.: Изд-во ЛенГУ, 1982. 136 с.

УДК 336.64:336.717.18

Г.М. АУБАКИРОВА

Оценка финансово-экономической устойчивости предприятия с помощью показателей денежных потоков

Показатели денежного потока в наибольшей мере отражают финансово-экономическую устойчивость предприятия как с технической, так и с практической точки зрения. В самом общем виде финансово-экономическую устойчивость, обеспечивающую свободный оборот денежных потоков, можно охарактеризовать как отражение стабильного превышения доходов над расходами предприятия. Это такое состояние процесса формирования и использования финансовых ресурсов экономического субъекта, которое обеспечивает его развитие на основе увеличения дохода и стоимости капитала при сохранении соответствующего уровня платежеспособности и кредитоспособности.

В современных условиях хозяйствования целесообразно дополнить методы оценки финансово-экономической устойчивости *показателями денежного потока*, которые определяются на основе прогноза и отчета о движении денежных средств. Можно выделить следующие основные направления использования информации о денежных потоках в рамках оценки финансово-экономической устойчивости предприятия:

1. Оценка способности предприятия выполнять все свои обязательства по расчетам с кредиторами, выплате дивидендов и т.п. по мере наступления сроков погашения;
2. Определение потребности в дополнительном привлечении денежных средств со стороны;
3. Определение величины капиталовложений в основные средства и прочие внеоборотные активы;
4. Расчет размеров финансирования, необходимого для увеличения инвестиций в долгосрочные активы или поддержания

производственно-хозяйственной деятельности на сложившемся уровне;

5. Оценка эффективности операций по финансированию предприятия и инвестиционных сделок;

6. Оценка способности предприятия получать положительные денежные потоки в будущем.

В последнее время все больше внимания уделяется оценке рыночной стоимости предприятия. Этот показатель лежит в основе ценообразования акций предприятия на рынке и является *важнейшей комплексной финансовой оценкой*, адекватно отображающей экономическую эффективность предприятия, его финансово-экономическое благополучие и ожидание перспектив деятельности. Он реагирует на любое изменение ситуации: снижение рентабельности выпуска, ухудшение платежеспособности, увеличение инвестиционного риска — все это вызывает уменьшение рыночной стоимости предприятия. По этой причине рыночная стоимость предприятия является *важнейшим объектом управления*.

Среди классических рычагов управления рыночной стоимостью выделяют следующие: структура капитала; эффективность (отдача) инвестированного капитала. Среди методов оценки стоимости предприятия наибольшее практическое значение имеет *метод свободных денежных*

потоков. Он основан на приведении к определенному моменту времени с помощью дисконтирования будущих потоков денежных средств, фактически остающихся в распоряжении предприятия по итогам деятельности за каждый период (рис. 1).

Из приведенного алгоритма видно, что размер свободного денежного потока зависит от того, насколько собственные источники пополнения стоимости предприятия, обеспеченные операционной деятельностью, будут скорректированы на изменение оборотного капитала. *Очень часто рост оборотных активов за период бывает настолько высоким, что перекрывает полностью сумму чистого дохода и амортизационных отчислений и вызывает дополнительную потребность в привлечении денежных средств со стороны.* А это означает, что свободный денежный поток становится отрицательным и, как правило, незамедлительно вызывает снижение рыночной стоимости предприятия.

В ниже приведенной таблице представлена

информация о движении денежного потока АООТ «Карагандинский литейно-механический завод» в 1999 году.

Как свидетельствуют данные, наибольший удельный вес в увеличении потока денежных средств занимают кредиторская задолженность и расчеты по налогам. Прочие поступления, составляющие 12,75% прироста также относятся к кредиторской задолженности. Однако они были получены в результате финансовой деятельности.

Анализ деятельности промышленных предприятий Карагандинской области — АОЗТ «Каргормаш-ИТЭКС», завода РГТО УД АО «Испат-Кармет», АООТ «Карагандаэнергоремонт», АООТ «Карагандинский машзавод им. Пархоменко», АООТ «Карагандинский литейно-механический завод» в 1995-1999 гг. позволил сделать вывод, что в значительной степени проблема дефицита денежных средств обусловлена длительными сроками оборота капитала, нерациональным управлением его отдельными статьями, а порой отсутствие какой-либо политики в этом направлении. Собственные источники финансирования — чистый доход и амортизация — растворяются в различных статьях оборотных активов, а не идут на финансирование программ по обновлению капитала.



Рис. 1. Укрупненная схема расчета денежных потоков за период

При этом важно понимать, что рационализация управления оборотным капиталом требует серьезной интенсификации деятельности маркетинговых служб предприятия. В большинстве случаев, на наш взгляд, именно управление сбытом продукции и закупками материалов (а не рационализация производственного процесса в рамках существующих технологий) может принести наибольший эффект. *Преобразование*

производственного процесса лишь тогда могут быть эффективными, когда оборотный капитал перестает быть нетто-потребителем экономического эффекта.

ДВИЖЕНИЕ ФИНАНСОВЫХ И ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ АООТ «КЛМЗ» ЗА 1999 Г.

Показатели/факторы,	Изменение за период
---------------------	---------------------

увеличивающие «+», уменьшающие «-» денежные средства	тыс. тенге	в % к итогу
I. Увеличивающие факторы		
1. Начисленный износ и амортизация	+4535	7,44
2. Кредиторская задолженность	+23568	38,66
3. Расчеты по налогам	+19087	31,31
4. Прочие текущие обязательства	+6000	9,84
5. Прочие поступления	+7775	12,75
Итого по разделу I	+60995	100
II Уменьшающие факторы		
1. Чистый доход (убыток)	-7638	12,53
2. Нераспределенный доход (убыток) прошлых лет	-1898	3,11
3. Товарно-материальные запасы	-11159	18,30
4. Дебиторская задолженность	-2552	4,19
5. Расходы будущих периодов	-80	0,13
6. Основные средства	-36717	60,23
7. Нематериальные активы	-40	0,07
8. Другие текущие активы	-874	1,43
Итого по разделу II	-60958	99,99
Всего чистое изменение денежных средств (I + II)	+7	0,01

Недостатки в управлении оборотным капиталом оказывают непосредственное влияние на *прирост капитализации предприятия*. Этот факт далеко не всегда учитывается при принятии решений относительно реструктуризации программы выпуска на ближайшую перспективу. Поэтому проблема реструктуризации производственной программы на базе действующих мощностей является актуальной для исследуемых предприятий. Наиболее удобно рассмотреть влияние производственной программы на структуру оборотного капитала на основе бухгалтерского баланса, который является формой одновременно представляющей структуру активов предприятия и источники их финансирования. С уверенностью можно говорить, что каждый продукт производственной программы вносит свой вклад в формирование общей структуры оборотного капитала. Исследования, проведенные на промышленных предприятиях Карагандинской области, показывают, что *продукты по-разному формируют различные статьи оборотных активов, текущих пассивов и собственных источников финансирования*. На рис. 2 показано, каким образом суммарный бухгалтерский баланс формируется из подбалансов, обусловленных отдельными продуктами производственной программы.

Как видно, одни продукты («доноры») воспроизводят источники финансирования,

необходимые для содержания собственного оборота; другие («реципиенты») потребляют источники, созданные «донорами». При изменении масштабов деятельности продукты могут переходить из одной категории в другую. При этом нет однозначной зависимости между направлениями изменения соотношения активов и источников их финансирования: те или иные компоненты оборотного капитала в зависимости от условий ведут себя по-разному. Именно недоучет различий в структурах финансирования «доноров» и «реципиентов» становится часто источником проблем при реализации планов реструктуризации выпуска. Продукты-«реципиенты» опасны для производственной программы: чем больше их выпускается, тем больше финансовых ресурсов, которые создаются продуктами-«донорами» и которые предприятие могло бы направить на инвестиционные процессы, вынуждены расходовать на финансирование подчас неэффективного кругооборота по другим продуктам.

Оценка вклада каждого продукта, исчисленная исходя из свободных денежных потоков, наилучшим образом выступает в роли показателя, на основании которого принимаются управленческие решения, учитывающие не только производственную эффективность продуктов, но и возможную реакцию оборотного капитала на реструктуризацию выпуска. Свободный денежный поток по продукту является его вкладом в прирост капитализации предприятия за период. Отрицательный поток будет свидетельствовать о том, что производство данного продукта *в том виде и масштабе, в котором оно организовано на предприятии*, приводит к снижению стоимости предприятия. Для того, чтобы поток стал положительным, необходимо либо увеличить доход от реализации продукта, либо уменьшить потребность продукта в оборотном капитале. Таким образом, основной вопрос заключается в том, как распознать продукты, вносящие отрицательный вклад в стоимость предприятия. Ответ заключается в том, что «потребителей стоимости предприятия нужно искать именно среди «реципиентов». В большинстве случаев *увеличение объема выпуска продукта-«реципиента» приводит к росту потребности в дополнительных источниках финансирования* из-за более быстрого увеличения активов предприятия по сравнению с пассивами. Образующийся в текущих активах «вакуум» автоматически заполняется неплатежами поставщикам материалов и оборудования, задолженностями по налогам, невыплатам заработной платы. В итоге, чаще всего — рост затрат, снижение рентабельности продукции, потеря финансово-экономической устойчивости предприятия. Именно поэтому продукты-«реципиенты» стоят первыми в очереди на пристальный анализ перед кардинальными структурными преобразованиями. Предприятию необходимо, по возможности заглянуть в

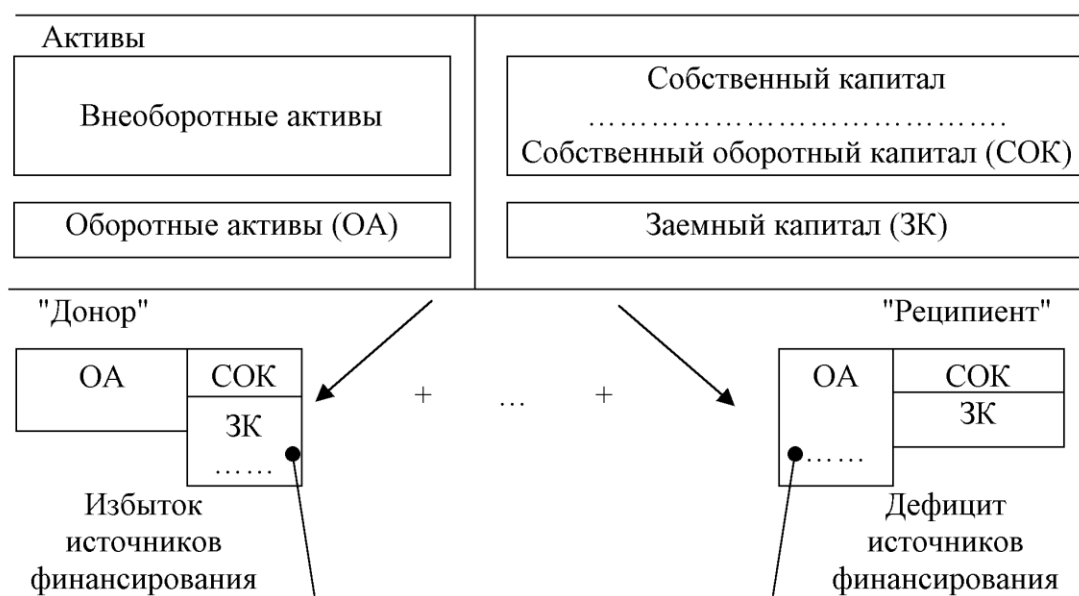


Рис. 2. Формирование суммарного бухгалтерского баланса

будущее — рассчитать прогнозные свободные денежные потоки на 3–5 лет. Приведя с помощью дисконтирования свободные денежные потоки к моменту планирования, получаем вклад каждого продукта в суммарную рыночную стоимость предприятия. Если оценка вклада с учетом перспективы окажется отрицательной, то это может явиться достаточным основанием для принятия решения о реструктуризации выпуска в пользу других продуктов.

Представленный выше подход позволяет не только без серьезных ошибок определить источники увеличения рыночной стоимости предприятия путем реструктуризации выпуска, но

и решить проблему изыскания собственных источников финансирования инвестиционных программ. Для правильной оценки основных направлений реструктуризации выпуска необходимо точно понять позицию каждого продукта на рынке, определить характер рынка и выявить доступные рычаги прямого воздействия на скорость оборота оборотного капитала.

УДК 338

А.Л. ШЕВЯКОВА

Инвестирование инновационной деятельности в период становления рыночной экономики

Развитие рыночных отношений, первичная приватизация государственной собственности, вторичное распределение прав собственности на имущество промышленных предприятий, сокращение объемов производства, рост числа неплатежеспособных предприятий и организаций изменили механизм управления научно-техническим прогрессом, повлияли на темпы и характер научно-исследовательских, опытно-конструкторских и проектно-изыскательских работ. Эти причины обусловили сокращение финансирования предприятиями проектов по разработке и внедрению инноваций и нововведений, хотя они и являются основой экономического роста и повышения

конкурентоспособности организаций и экономики в целом.

Казахстанская экономика продолжает переживать кризис. Основными причинами кризиса в наукоемких и высокотехнологических отраслях промышленности является:

- незавершенность экономических преобразований;
- слабость рыночных инструментов экономики;
- сохранение экономических отношений с внешним миром, основанных на импорте высокотехнологического оборудования, машин, товаров народного потребления в обмен на экспорт топливно-энергетических и сырьевых ресурсов;

– возрастание неравномерности развития регионов;

– катастрофический спад производства.

Также к этому необходимо добавить следующие причины:

– отсутствие систем менеджмента, ориентированных на повышение качества, ресурсосбережения, социальное развитие и конкурентоспособность;

– отсутствие ориентации на активизацию инновационной деятельности.

Под инновационной деятельностью в процессе разработки, освоения и реализации научно-технических нововведений понимаются виды деятельности, непосредственно связанные с получением воспроизводства новых научно-технических знаний и их реализацией в материальной сфере экономики. В большей мере инновационная деятельность связывается с доведением научных и технических идей и разработок до конкретной продукции и технологии, пользующейся спросом на рынке. Необходимым условием совершенствования экономического механизма управления инновационной деятельностью в условиях развития рыночной экономики является поощрение инновационного предпринимательства.

Инновационное предпринимательство предполагает поиск новых путей развития предприятия, что позволяет говорить о концепции управления. Практика предпринимательской деятельности в любой ее форме включает в себя инновационный процесс.

В общем плане инновационное предпринимательство можно определить как общественный, технический и экономический процесс, приводящий к созданию лучшей по своим свойствам продукции (товаров, работ, услуг) и технологий путем практического использования нововведений. Существует следующая классификация инновационного предпринимательства: инновация продукции; инновация технологий; социальная инновация.

Первый вид инновационного предпринимательства — инновация продукции — представляет собой процесс обновления сбытового потенциала предприятия, обеспечивающий его выживаемость и конкурентоспособность, увеличение объема получаемого дохода, расширение доли на рынке, сохранение клиентуры, повышение престижа и так далее.

Второй вид — инновация технологий — это процесс обновления производственного потенциала, направленный на повышение производительности труда и экономии энергии, сырья и других ресурсов, что в свою очередь дает возможность увеличить объем доходов предприятия, усовершенствовать технику безопасности и так далее.

Третий вид инновационного предпринимательства — социальные инновации — представляют собой общий процесс планомерного улучшения гуманитарной сферы предприятия. Применение инноваций такого рода расширяет возможности рынка рабочей силы, мобилизует персонал предприятия на

достижение поставленной цели, укрепляет доверие к социальным обязательствам предприятия перед сотрудниками и обществом в целом.

На основе способа организации инновационного процесса в фирме можно выделить три модели инновационного предпринимательства:

1. Инновационное предпринимательство на основе внутренней организации, когда инновация создается и (или) осваивается внутри предприятия его специализированными подразделениями на базе планирования и мониторинга их взаимодействия по инновационному проекту.

2. Инновационное предпринимательство на основе внешней организации при помощи контрактов, когда заказ на создание и (или) освоение инноваций размещается между сторонними организациями.

3. Инновационное предпринимательство на основе внешней организации при помощи венчуров, когда предприятие для реализации инновационного проекта открывают венчурные фирмы, привлекающие дополнительные сторонние средства.

Наиболее часто используется вторая модель — предприятие размещает заказ на разработку новшеств, а осваивает их собственными силами. Относительная редкость использования первой и третьей модели объясняется недостаточным потенциалом наших предприятий. В Казахстане использование этих моделей затрудняется тем, что принятие предприятием на свой баланс множества самостоятельных научных организаций проблематично из-за плохого финансового состояния и неблагоприятных перспектив на заполнение портфеля заказов.

Для успешного осуществления инновационного предпринимательства и получения конкурентоспособной продукции необходимо, в первую очередь, достаточное его финансирование, так как создание наукоемкой продукции является многозатратным процессом.

Принципы организации финансирования:

– четкая целевая ориентация системы — ее увязка с задачей быстрого эффективного внедрения современных научно-технических достижений;

– логичность, обоснованность, юридическая защищенность используемых приемов и механизмов;

– множественность источников финансирования;

– широта и комплексность системы, то есть возможность охвата максимально широкого круга технических и технологических новинок, направлений их технического использования;

– адаптивность и гибкость, предполагающие постоянную настройку как всей системы финансирования, так и ее отдельных элементов на динамично изменяющиеся условия внешней среды с целью поддержания максимальной эффективности.

В настоящее время в качестве основных источников средств, используемых для финансирования инновационной деятельности, выступают:

1. Финансовые ресурсы, образуемые за счет собственных средств:

– доходы (доходы от основной деятельности, то есть доход от реализации товарной продукции,

научно-технической продукции, строительно-монтажных работ, а также от финансовых операций, аренды и другие);

– прочие поступления (амортизационные отчисления, выручка от реализации выбывшего имущества, устойчивые пассивы, целевые поступления и другие).

2. Финансовые ресурсы, мобилизуемые на финансовом рынке:

– продажа собственных акций, облигаций и других видов ценных бумаг;

– кредитные инвестиции;

– финансовый лизинг;

– средства научных фондов;

– спонсорские средства.

3. Финансовые ресурсы, поступающие в порядке перераспределения:

– страховое возмещение по наступившим рискам;

– финансовые ресурсы, поступающие от концернов, ассоциаций, отраслевых и региональных структур;

– финансовые ресурсы, формируемые на долевых началах;

– дивиденды и проценты по ценным бумагам других эмитентов;

– бюджетное ассигнование и другие виды ресурсов.

В связи с нерентабельностью или низкой доходностью многих казахстанских предприятий выходом из сложившейся ситуации может являться именно привлечение инвестиций.

М. Портер выделяет четыре стадии конкурентного развития страны:

– стадия развития на основе факторов производства;

– стадия инвестиционного развития;

– стадия инновационного развития;

– стадия развития на основе благосостояния.

На основе данного деления стадий конкурентного развития можно выделить следующие структурные источники экономического развития страны:

1. Развитие на основе факторов производства;

2. Развитие на основе инвестиций;

3. Развитие на основе инновационной деятельности.

Каждая страна одновременно использует все источники развития. Конкурентоспособность и эффективность экономики определяется структурой источников. Если для функционирования и развития народного хозяйства страны, приобретение потребительских товаров используется в основном валюта от экспорта природных ресурсов, то уровень экономического развития такой страны будет низким.

Направление развития на основе инвестиций характеризуется вложениями капитала не в повышение конкурентоспособности отдельных отраслей страны, а в простое воспроизводство. В казахстанской экономике в настоящее время инвестиций не хватает даже на простое воспроизводство. Вследствие этого растет удельный вес изношенных основных фондов, повышается их

аварийность. Экономическая политика страны, ориентированная на международные кредиты, бесперспективна, так как кредиты надо возвращать с большими процентами.

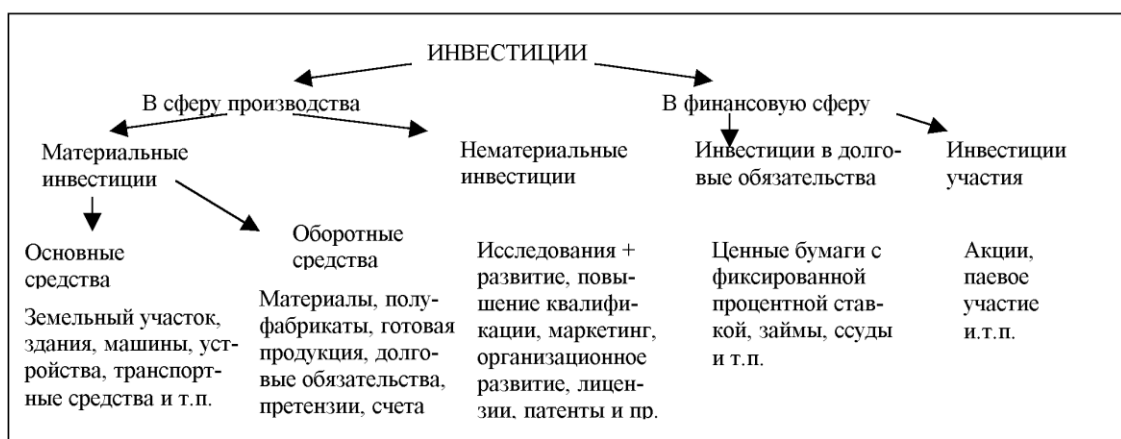
Но, поскольку Казахстан идет пока по этому пути развития, нужно рассмотреть все плюсы и минусы привлечения инвестиций со стороны, причем основным источником инвестиций являются не отечественные, а зарубежные кредиторы. В связи с этим представляет интерес классификация инвестиций из зарубежных источников.

Как видно, она аналогична принятой в казахстанской экономике классификации. Для развития наукоемкой технологии нужно привлекать инвестиции именно в производственную сферу.

Однако, прежде чем искать инвесторов на зарубежных рынках, нужно ознакомиться с состоянием дел в их экономике. Взяв для примера Германию, страну, входящую в «технологическое мировое ядро», имеющую высокий уровень инвестирования за рубеж, можно предположить, что она станет потенциальным инвестором. Однако на практике можно столкнуться со следующими трудностями.

Более 7000 немецких инвесторов, по исследованиям Гамбургского всемирного экономического архива (HWWA) приводят в действие 2100 иностранных компаний с 2,6 миллионами рабочих мест. Только иностранные дочерние компании немецких предпринимателей достигают совместного оборота почти 500 миллиардов марок. Новые исследования Немецкого съезда представителей торговли и промышленности привели к следующим результатам. До 1999 г. еще 300 000 рабочих мест возникнут за границей в процессе производственной востребованности. «До 2000г. по ту сторону границы немецкие предприниматели создадут 3 000 000 рабочих мест», — прогнозирует Общество экономических исследований. Основой для такого массового исхода немецкой экономики авторы исследования увидели в том, что «стоимость рабочей силы для запланированных инвестиций за рубеж в целом выступает доминирующим мотивом». Это 62% предпринимательских организаций — преимущественно малые и средние предприятия.

Ведущий Исследовательский институт экономики пришел к другим результатам. Рольф Юнгникель, политэкономист из HWWA, установил, что «мотив стоимости оплаты труда» до сих пор обосновывал только малую часть немецких сделок за рубежом. Фактически только 10% немецких зарубежных инвестиций идет в страны с низкой оплатой труда, большинство течет в западные промышленно развитые страны, в которых стоимость оплаты труда немногим отличается от принятой в Германии. К таким же выводам пришли в недавно опубликованном исследовании Института мировой экономики г. Киля: «Большая часть прямых немецких инвестиций служит не основной причиной переноса производства в менее затратные страны».



Классификация инвестиций

Объединение отечественной стоимости рабочей силы и увеличение прямых инвестиций за рубеж, как формулирует Михаэль Гойних, «мотивированное политическими интересами введение в заблуждение». Многие говорят о том, что опытные мировые игроки, как Daimler-Benz или Siemens, видят в переносе производства в другие страны в лучшем случае политику снижения расходов. Решающими предпосылками для стока немецких денег является ряд следующих факторов:

1. Потребность догнать: на 5 место привело Германию проведение сравнения в накоплении прямых инвестиций ведущими промышленными нациями между 1985 и 1993 годами. Если суммировать инвестиции до 2000 года, то получится сумма в 586,5 миллиардов марок, по оценкам Генриха Энгельке из Общества банков Берлина. «Сопровождающие» торговлю инвестиции, следовательно, должны сделаться более интенсивными.

2. Рыночный подход, рыночная безопасность: со старыми продуктами можно будет добиться дохода на новых рынках. Увеличивающаяся мобилизация рабочих мест делает возможным привести к клиенту не только продукт (товар), но и все производство. Снижение стоимости товара и облегчение преодоления препятствий в торговле. Не зря прощаются предприниматели, такие как Mercedes, с девизом качества «Сделано в Германии». Сегодня это называется «Сделано на Mercedes».

3. Ориентация на клиента: продукт для новых рынков сбыта должен модифицироваться. Американцы хотят видеть в Mercedes'е держатели для стаканов, немцы любят клетчатую обивку сиденья. Кто хочет угодить клиенту, тот лучше это увидит

непосредственно на месте.

4. Государственные заказы: прежде всего от них зависит инвестиционное качество промышленности. Концерны, как Siemens, сталкиваются с тяжелыми условиями при выполнении больших проектов своих заказчиков. Китай не покупает (заключает) миллионных контрактов у зарубежных предпринимателей, если при этом не создается хотя бы пара рабочих мест для китайцев.

По опросам более 100 немецких предпринимателей, которые хотят выступить в качестве зарубежных инвесторов, те назвали следующие цели:

- 52% — производство;
- 36% — филиалы, продажа, сбыт;
- 12% — сервис, обслуживание клиентов.

Причинами для переноса производства за рубеж они называют соответственно:

- 62% — стоимость рабочей силы;
- 21% — налоговое законодательство;
- 7% — бюрократические барьеры;
- 5% — рискованные изменения курса;
- 5% — другие.

Как видно, возможность привлечения немецких инвесторов есть, но она не так велика, как хотелось бы. Аналогичная ситуация складывается в отношениях и с другими зарубежными инвесторами. Поэтому основной задачей является именно разработка комплекса мер по бюджетной и внебюджетной защите и поддержке инновационной деятельности.

По мнению Л. М. Гохберга, к формам государственной поддержки научной и инновационной деятельности относятся:

- прямое финансирование;
- предоставление индивидуальным изобретателям и малым внедренческим предприятиям беспроцентных банковских ссуд;
- создание венчурных инновационных фондов, пользующихся значительными налоговыми льготами;
- снижение государственных патентных пошлин для индивидуальных изобретателей;
- отсрочка уплаты патентных пошлин по ресурсосберегающим изобретениям;
- реализация права на ускоренную амортизацию оборудования;

– создание сети технополисов, технопарков и тому подобное.

К основным внебюджетным формам поддержки инновационной деятельности можно отнести следующее:

1. Государственная правовая защита и поддержка, особенно, малого предпринимательства;

2. Создание государством налоговых, кредитных, таможенных, амортизационных, арендных (в том числе и лизинговых) льгот инноваторам;

3. Государственное научно-методическое обеспечение инновационного менеджмента государственными стандартами, инструкциями, положениями и другими документами по различным аспектам анализа, прогнозирования, оптимизации, экономического обоснования экономического решения.

4. Проведение государственной протекционистской политики во внешнеэкономической деятельности инноваторов.

5. Оказание государством помощи в проведении сертификации маркетинговых исследований, рекламы и сбыта новой продукции (услуг).

6. Осуществление государственной поддержки в углублении внутренней и международной кооперации.

7. Создание системы региональных внебюджетных фондов по поддержке различных аспектов инновационной деятельности.

8. Осуществление государственного учета и контроля, использование средств внебюджетных фондов и другие.

Все эти мероприятия могли бы помочь привести страну к развитию на основе активизации инновационной деятельности в области базовых наукоемких отраслей народного хозяйства. Факторы производства инвестиций являются средствами научно обоснованной инновационной деятельности, а не ее целью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инновационный менеджмент: Справ. пособие / Под ред. П.Н. Завлина, А.И. Казанцева, Л.Э. Менделя. Спб.: Наука, 1997.
2. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов / Под ред. С.Д. Ильенкова. М.: Банки и биржи. ЮНИТИ, 1997.
3. Портер Н. Международная конкуренция / Пер. с англ; Под ред. В.Д. Щетинина. М.: Международные отношения, 1993.
4. «Spiegel». 1999. № 4.

УДК 338.23:330.341.42 (574.3)

Л.П. СТЕБЛЯКОВА

Развитие малого предпринимательства как необходимое условие структурной перестройки экономики Казахстана

Одним из основных условий успешного перехода экономики Казахстана к рыночным отношениям является развитие малого предпринимательства в республике. Малое предпринимательство – это предпринимательская деятельность, осуществляемая субъектами рыночной экономики при определенных, установленных законодательством критериях. Согласно Закону Республики Казахстан «О государственной поддержке малого предпринимательства», субъектами малого предпринимательства являются индивидуальные предприниматели без образования юридического лица и юридические лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью, со среднегодовой численностью работников не более 50 человек и общей стоимостью активов в среднем за год не выше шестидесятитысячекратного расчетного показателя в следующих организационно-правовых формах: полное товарищество, командитное товарищество, товарищество с ограниченной ответственностью, товарищество с дополнительной ответственностью, производственный кооператив.

Говоря о рынке и рыночных отношениях в современных промышленно развитых странах, необходимо иметь в виду, что это, прежде всего, рынок, на котором господствуют крупные корпорации, сосуществующие, однако, со

значительным по своей роли слоем мелких и средних фирм. В промышленности типичной формой организации рынка является олигополия: мелкие и средние предприятия в значительной степени встроены в вертикальные объединения, возглавляемые крупными концернами, и в этом смысле также являются частью олигопольной структуры.

В современной экономике преимущества крупных компаний проявляются главным образом по следующим направлениям. Во-первых, они способны аккумулировать большие массы всех видов ресурсов, необходимых для обеспечения движения в решающих областях научно-технического прогресса. Во-вторых, крупные корпорации демонстрируют способность к созданию таких форм организации, которые позволяют сочетать централизованное регулирование внутрифирменных связей, движения и распределения ресурсов с использованием значительных элементов рыночных отношений между своими структурными подразделениями. При этом активное использование в рамках крупных корпораций малых форм организации имеет принципиально важное значение для роста эффективности производства. В-третьих, именно крупные корпорации в наибольшей мере ориентируются на долгосрочные факторы развития, принимают во внимание его длительную перспективу. В-четвертых, в этом секторе экономики формируются

рациональные модели диверсификации производства, позволяющие наилучшим образом распоряжаться ресурсами и удовлетворять многообразные запросы покупателей.

Выделение такого перечня основных преимуществ крупных корпораций не означает, что в настоящее время сброшено со счетов их традиционное преимущество – экономия на масштабах производства, выражающаяся в снижении удельных издержек по мере нарастания массы выпуска однородной продукции. Практика свидетельствует о том, что в производстве многих товаров, в том числе технически передовых отраслей, фактор массового производства имеет большое значение. Вместе с тем в экономике в целом преимущество массового производства однородной продукции отходит на второй план, а сам эффект масштаба принимает иные формы.

Несмотря на значительную роль крупных корпораций в современной экономике, эффективная хозяйственная система невозможна без рационального сочетания крупных и мелких фирм, где каждая из этих групп выполняет свои экономические функции. Существует три возможных типа взаимоотношений между крупными и мелкими компаниями: прямая конкуренция в отраслях, где они выпускают одну и ту же продукцию; их взаимодополнение, выделение отраслей, где очевидны преимущества крупного производства, и отраслей, где небольшие фирмы предпочтительнее; и, наконец, взаимодействие фирм разного размера по линии взаимных поставок, научно-технического сотрудничества, обмена информацией, переплетения акционерной собственности и т. д.

Происходящие сдвиги в сторону развития средних и малых предприятий не говорят об ослаблении позиций крупных фирм, так как контролируемые ими производства по масштабу значительно превосходят отрасли мелкого бизнеса. Вместе с тем бесспорно увеличение числа сфер деятельности, осваиваемых небольшими фирмами. При этом удельный вес производств без ярко выраженного преобладания какой-либо размерной группы, где, очевидно, наиболее сильна прямая конкуренция крупных и небольших компаний, невелик и в тенденции уменьшается. Небольшие фирмы, открывая для себя все новые и новые сферы деятельности, получают возможность уходить от прямой конкуренции, причем процесс этот бесконечен, как бесконечно появление новых общественных потребностей и соответствующих зон рыночного спроса. Это позволяет с полным основанием говорить об углублении отношений взаимодополнения крупного и мелкого бизнеса при относительном сужении сферы их прямого противоборства. Интенсифицируются и отношения взаимодействия между ними.

Таким образом, вопрос о преобладании в современной экономике фирм той или иной размерной группы постепенно утрачивает свое значение. На первый план выходит проблема рационального сочетания и взаимодействия фирм разного размера. При этом постановка вопроса, согласно которой мелкий бизнес является не более чем придатком крупного, занимая лишь те участки в

экономике, к которым крупные фирмы не проявляют интереса ввиду их низкой прибыльности, представляется неправомерной. Мелкие и средние компании выступают и в перспективе будут выступать как важнейшая составляющая хозяйственной системы, без которой немыслимо эффективное функционирование экономики. В процессе дробления отраслей и сегментации рынка, все большей изменчивости спроса они обеспечивают необходимую подвижность производства, не дают постоянно появляющимся новым зонам спроса, зачастую спроса самых узких групп потребителей, остаться незакрытыми. Здесь срабатывают такие свойства мелкого предпринимательства, как более оперативное, по сравнению с крупным переключение, с одних видов продукции на другие, быстрая отдача на вложенный капитал (при значительно меньшей капиталоемкости производства). Несмотря на снижение средней серийности производства по всей экономике и поворот крупных компаний в сторону мелко- и среднесерийных производств, за небольшими фирмами остается основная часть продукции, изготавливаемой малыми сериями и по индивидуальным заказам. Им же принадлежит ведущая роль в удовлетворении так называемого локального спроса, т. е. специфических потребностей тех или иных слоев покупателей. В целом можно констатировать, что наличие широкого слоя небольших фирм выступает своего рода залогом отсутствия дефицитов каких бы то ни было пользующихся спросом товаров и услуг.

Таким образом, как результат более чем двухсотлетнего развития капиталистических отношений в экономике развитых зарубежных стран утвердилась корпоративная структура. В современных же условиях развития экономики Республики Казахстан было бы рано говорить о переходе к корпоративной структуре, поскольку не сформированы для этого необходимые условия. Быстрый переход к корпоративной структуре экономики после длительного закрепления административно-командных методов управления просто невозможен, так как вряд ли он даст реальное повышение эффективности производства, закрепив несоответствующую рыночным требованиям структуру экономики. Данный процесс должен быть естественным и носить эволюционный характер. Прежде чем перейти к корпоративному капитализму, экономика Казахстана должна пройти все этапы, ему предшествующие. В этих условиях на роль крупного и мелкого бизнеса в эффективном функционировании хозяйственной системы необходимо смотреть под несколько иным углом зрения, нежели при корпоративном капитализме.

Те крупные предприятия, которые еще сохранились в промышленном комплексе Карагандинского региона, характеризуются крайней отсталой технико-технологической базой, устаревшей продукцией, не пользующейся спросом у потребителей, высокими издержками производства и множеством других отрицательных черт. Поэтому с развитием малых и средних предприятий у нас связывается решение одной из важнейших

народнохозяйственных задач – скорейшего преодоления структурных диспропорций в экономике. Нет достаточных оснований рассчитывать на избавление в ближайшее время от структурных перекосов при опоре лишь на крупные предприятия со свойственной им инертностью, малоподвижностью и малоадаптивностью к быстро меняющейся рыночной среде, а также склонностью к излишней бюрократизации управления. В современных условиях хозяйствования объективно необходимы гибкость, подвижность экономических форм, методов хозяйственной организации и функционирования предприятий, так как высокая чувствительность и восприимчивость в отношении НТП и любых изменений внешней среды является первостепенным условием для выживания и воспроизводства хозяйствующих субъектов.

Для экономики в целом этот результат достигается множественностью форм хозяйствования. Их проявление – своеобразный отбор экономически жизнеспособных способов существования. Именно поэтому современная экономическая среда характеризуется тем, что наблюдается, во-первых, бурный рост мелких и средних фирм, и, во-вторых, усиление зависимости эффективности производства от сотрудничества крупных компаний с мелкими и средними предприятиями.

Как было отмечено выше, в основе общемировой экономической тенденции возрастания значения мелких и средних форм производства лежит процесс развития и дифференциации потребностей, что вызывает расширение номенклатуры выпускаемой продукции, снижение уровня серийности. В таких условиях более гибкие мелкие и средние производства по сравнению с более крупными (здесь не имеются в виду крупнейшие корпорации) оказываются и более жизнеспособными. Они зачастую эффективнее используют самую современную технику, новые технологии, быстрее осваивают новые виды продукции.

Жизненность малого бизнеса экономически обусловлена выполняемыми им функциями, среди которых можно выделить следующие:

- функционирование в экономической среде наравне с крупными мелкими и средними предприятиями придает экономике определенную гибкость, возможность оперативно реагировать на происходящие изменения конъюнктуры рынка;

- этот сектор мобилизует значительные финансовые и производственные ресурсы населения: за рубежом на малый бизнес приходится до 90–95% всех предприятий и до 20–60% валового национального продукта. Особенно заметна роль малого предпринимательства в развитии сферы услуг и торговли;

- немаловажную роль играют мелкие и средние предприятия в процессе формирования конкурентной среды, в противодействии монополистическим тенденциям в экономике;

- важная социальная функция малых

предприятий заключается в том, что они способны

поглощать незанятую рабочую силу, высвобождающуюся с крупных предприятий, тем самым снижать социальную напряженность, которая возникает в условиях безработицы; малые предприятия вовлекают в трудовую деятельность отдельные группы населения, для которых крупное производство налагает определенные ограничения (домохозяйки, пенсионеры, инвалиды, учащиеся);

- развитие малого предпринимательства способствует более эффективному использованию творческих возможностей людей, раскрытию их талантов, развитию различных видов ремесел, народных промыслов;

- малый бизнес способствует освоению и использованию местных источников сырья и отходов крупных производств; содействует крупным предприятиям путем изготовления и поставки комплектующих изделий и оснастки, создания вспомогательных и обслуживающих производств;

- малый бизнес выполняет роль своеобразного санитара, освобождая государство от низкорентабельных и убыточных предприятий за счет их аренды и выкупа.

Сокращение числа малых и средних предприятий, снижение их технического потенциала существенно снижают подвижность и гибкость экономики, затрудняют ее структурную перестройку, подавляют ее восприимчивость к достижениям НТП.

Отсутствие достаточного числа небольших по размеру эффективных хозяйственных единиц, излишняя концентрация, централизация производства и услуг в наших условиях не дают возможности использовать преимущества мелких предприятий, заключающиеся в их высокой гибкости, способности перестраиваться на выпуск новой продукции, реагировать на изменения потребностей рынка.

Следует подчеркнуть, что многообразие и гибкость экономических форм являются признаками зрелости и условиями выживания экономической системы. Естественным следствием этого является неизбежность существования разных типов взаимодействия в экономической системе. Крупные производственные единицы эффективны при работе на массовый спрос. Для нормального функционирования крупномасштабного производства необходимы стабильность, непрерывность – в противном случае издержки производства гигантски возрастают. Координация всех звеньев как во внутрифирменных отношениях, так и в межфирменных является необходимым условием существования крупных производственных систем. Меньший экономический потенциал, сужающий диапазон, в котором предприятие может варьировать своими ресурсами, с одной стороны, и близость к

непосредственному потребителю, с другой, повышают значение адаптивности, гибкости, ориентированности на колебания рынка даже незначительного порядка, которые крупная фирма может и не ощущать.

До распада Советского Союза промышленный комплекс Казахстана, в том числе и Карагандинского региона, отличался высокой концентрацией производства. Однако в последние годы тенденция существенно меняется, происходит разукрупнение предприятий, а также возникновение множества новых мелких и средних предприятий. Эта тенденция явилась следствием объективных причин.

Экономический кризис, охвативший экономику Казахстана, разрыв экономических связей с республиками бывшего СССР вызвали резкое падение спроса на промышленную продукцию и, как следствие, сокращение объемов производства, что привело к потере положительного эффекта масштаба и росту издержек производства, приходящихся на единицу выпускаемой продукции. Ситуация осложняется неплатежами, потерей рынков сырья и другими отрицательными факторами. В результате крупные предприятия, обремененные к тому же непроизводственной сферой, утрачивают финансовую устойчивость и оказываются банкротами. Для улучшения положения проводятся реорганизационные процедуры, ведущие к дроблению, перепрофилированию и, тем самым, финансовому оздоровлению и оживлению предприятий. А параллельное возникновение множества мелких и средних предприятий способствует оздоровлению экономики в целом.

Уровень развития малого бизнеса в промышленности Карагандинской области находит отражение в таблице. Данные таблицы свидетельствуют о том, что в промышленности Карагандинского региона наметилась тенденция

сокращения количества и удельного веса крупных и сверхкрупных предприятий в общей их численности. Кроме того, даже среди предприятий, относящихся по размеру к одному типу, увеличивается доля тех, которые ближе к нижней границе, нежели к верхней. Однако по производству продукции наибольший удельный вес сохраняют сверхкрупные предприятия.

Правительство Республики Казахстан делает ставку на развитие малого и среднего предпринимательства, которое является одним из важнейших направлений экономических реформ, способствующих развитию конкуренции, наполнению потребительского рынка товарами и услугами, созданию новых рабочих мест, формированию широкого слоя собственников и предпринимателей, а также преодолению структурного кризиса в экономике. Принят ряд законодательных актов, обеспечивающих развитие и поддержку малого предпринимательства в Республике Казахстан, среди которых можно отметить следующие:

- Указ Президента Республики Казахстан «О защите прав граждан и юридических лиц на свободу предпринимательской деятельности»;
- Указ Президента Республики Казахстан «О дополнительных мерах по реализации государственных гарантий свободы предпринимательской деятельности»;
- Постановление Министерства финансов Республики Казахстан, Департамента по управлению государственным имуществом «О развитии малого предпринимательства»;
- Постановление Правительства Республики Казахстан «О создании фонда развития малого предпринимательства»;

СТРУКТУРА ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАРАГАНДИНСКОГО РЕГИОНА ПО РАЗМЕРУ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ

Тип хозяйствующих субъектов по размеру (предприятия)	Структура промышленности по размеру хозяйствующих субъектов							
	с учетом количества производственных предприятий				с учетом объема выпущенной продукции			
	количество		доля в общем количестве, %		объем выпуска, млн. тенге		доля в общем объеме, %	
	1994	1998	1994	1998	1994	1998	1994	1998
1 Малые (до 50 человек)	863	1490	78,7	86,0	540	3203	0,6	2,5
2 Средние (от 51 до 250 человек)	140	153	12,4	8,8	4587	7816	5,1	6,1
3 Крупные (от 251 до 1000 человек)	68	67	6,3	3,9	7015	9738	7,8	7,6
4 Сверхкрупные (свыше 1000 человек)	25	23	2,6	1,3	77794	107378	86,5	83,8
ИТОГО	1096	1733	100,0	100,0	89936	128135	100,0	100,0

- Постановление Правительства Республики Казахстан «Об образовании Республиканского информационно-выставочного центра малого предпринимательства»;

- Закон Республики Казахстан «О государственной поддержке малого предпринимательства»;
- Указ Президента Республики Казахстан «О приоритетах и региональных программах

поддержки и развития малого предпринимательства в Республике Казахстан»;

- Указ Президента Республики Казахстан «О государственной программе развития и поддержки малого предпринимательства в Республике Казахстан на 1999-2000 годы»;
- Постановление Правительства Республики Казахстан «О реализации программы кредитования малого предпринимательства в рамках кредитной линии Европейского Банка Реконструкции и Развития»;
- Постановление Правления Национального Банка Республики Казахстан «О рекомендациях по кредитованию субъектов малого предпринимательства банками второго уровня Республики Казахстан» и множество других законодательных актов.

Таким образом, Правительство Республики Казахстан достигло определенных успехов в продвижении рыночных реформ, издав ряд законов и положений, касающихся малого предпринимательства, и создав определенное количество организаций, основной задачей которых является оказание поддержки малому и среднему предпринимательству. Тем не менее, анализ предпринимательской среды позволяет выделить ряд причин, тормозящих развитие малого предпринимательства в Республике Казахстан, в том числе в Карагандинской области. К ним относятся:

– сложная экономическая обстановка в стране: инфляция, спад производства, разрыв хозяйственных связей, ухудшение платежной дисциплины, высокий уровень процентных ставок, недостаточная правовая защищенность предпринимателей;

– излишнее налоговое бремя, сложная структура налогообложения;

– недостаточный доступ к кредитным ресурсам из-за слабой залоговой базы, коррупции в банковской

системе, нестабильности банков;

– низкий уровень организационно-экономических и правовых знаний предпринимателей, отсутствие должной деловой этики и хозяйственной культуры;

– негативное отношение определенной части населения, связывающей предпринимательство напрямую только с посредничеством, куплей-продажей;

– коррупция в среде контролирующих органов, вымогательство со стороны инспектирующих органов и их правовая безнаказанность, рэкет;

– слабость действия механизма государственной поддержки малого предпринимательства и другие.

По уровню развития малого и среднего

предпринимательства специалисты судят о гибкости

экономики страны, ее возможности

приспосабливаться к меняющимся общемировым

тенденциям. Для Республики Казахстан,

находящейся на начальном этапе развития

рыночных отношений, создание и развитие сектора

малого предпринимательства становится основой

реструктуризации экономики, позволяющей

привести структуру производства в соответствие

структуре спроса и придать ей прогрессивную

направленность. Кроме того, развитие малого

предпринимательства становится основой и

социальной реструктуризации общества,

обеспечивающей подготовку населения и переход

всего хозяйства страны к рыночной экономике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Казахстан «О государственной поддержке малого предпринимательства».
2. Лапуста М. Г., Старостин Ю. Л. Малое предпринимательство. М.: ИНФРА-М, 1998. 320 с.
3. Японская экономика в преддверии XXI века. М.: Наука, Главная редакция Восточной литературы, 1997. 406 с.

УДК 658.53/59

З.М. МАГРУПОВА

Оценка организационно-технического уровня производства на примере ЦГЦА ОАО «Испат-Кармет»

В современных условиях важным резервом увеличения прибыли металлургического предприятия с полным циклом является улучшение технико-экономических показателей работы цехов

последних металлургических пределов, в которые входят производство холоднокатаного и горячекатаного проката, белой жести, а также такое перспективное и прогрессивное производство, как

производство полосового проката с цинковым и алюмоцинковым покрытием.

Изделия из оцинкованного проката обладают высокой коррозионной стойкостью, металл подвергается сварке, пайке, хорошо штампуются и профилируются. Эти свойства обусловили широкую область применения продукции ЦГЦА (цеха горячего алюмоцинкования): в строительной индустрии, бытовой и электротехнической промышленности, автомобилестроении и других отраслях промышленности. Технологии нанесения цинкового покрытия более тридцати лет, и многие металлургические предприятия развитых стран имеют линии горячего цинкования/алюмоцинкования в своем производственном цикле, что продиктовано стремлением к улучшению качественных показателей металлургической продукции, это всегда связано с поиском новых подходов и решений по повышению эффективности работы предприятия. И поэтому появилась необходимость объективной оценки и непрерывного улучшения организационно-технического уровня производства (ОТУП).

Организационно-технический уровень производства ЦГЦА в конечном счете, определяет его основной агрегат — АНГА-1700 (агрегат непрерывного горячего алюмоцинкования). В ОТУП отражаются результаты научно-технического прогресса и инновационной политики предприятия, то есть степень соответствия уровня технологии и организации производственных процессов требованиям конкурентоспособности. ОТУП интегрирует в себе два отдельных обобщающих показателя: технический и организационный уровень производства.

Анализ организационно-технического уровня производства ЦГЦА ОАО «Испат-Кармет» проводим в сравнении с показателями его основного конкурента

по выпуску данной продукции на рынке СНГ — Череповецкого металлургического комбината, так как, в отличие от двух других производителей «оцинковки» по СНГ (Липецкого и Магнитогорского заводов), линия цинкования на этом комбинате практически аналогична АНГА-1700 «Испат-Кармет».

В качестве базы сравнения взят цех горячего цинкования немецкой фирмы PREUSSAG STANL AG, как одного из лучших современных производителей горячеоцинкованной продукции.

Анализ ОТУП проводим факторным методом — посредством расчета и сравнения частных (2-й уровень), обобщающих (1-й уровень) и комплексного (0-й уровень) показателей ОТУП, связь которых можно проследить по дереву показателей ОТУП (рис. 1). Два обобщающих показателя (технический и организационный) рассчитываем по соответствующим частным показателям с учетом коэффициентов их весомости, а комплексный показатель ОТУП определяем, в свою очередь, на основе значений и весомости показателей технического и организационного уровней производства, и уже по комплексному показателю судим об эффективности работы в целом.

Все рассчитанные выше данные сведем в обобщающую таблицу (табл. 1). Анализ ОТУП ЦГЦА «Испат-Кармет» показал, что хотя он и выше, чем у Череповецкого завода, все современные требования, предъявляемые к этому уровню, не удовлетворены ($K_{отуп} < 1,0$) и, следовательно, необходимо его улучшить, то есть:

- повысить уровень механизации и автоматизации производства;
- повысить уровень прогрессивности технологических процессов;
- сократить потери рабочего времени.

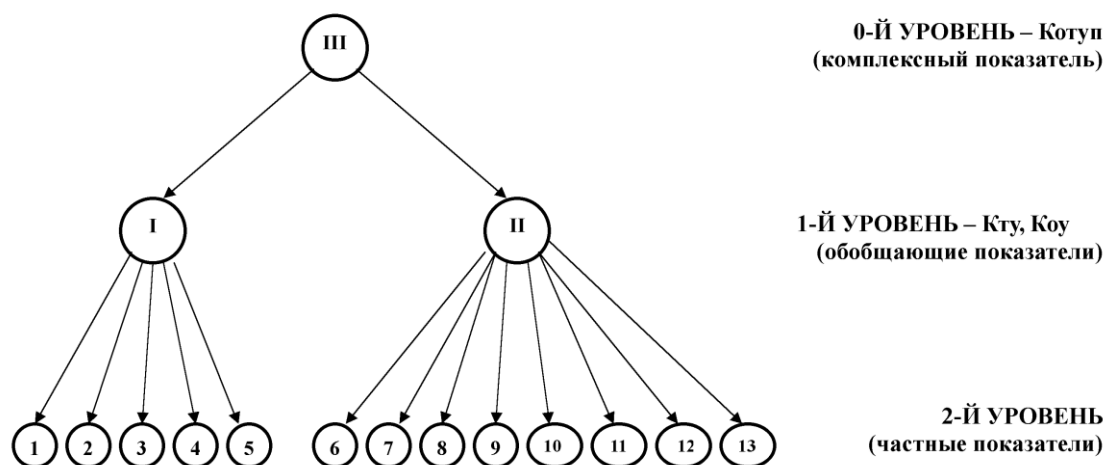


Рис. 1. Дерево показателей ОТУП

Таблица 1

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ
ПРОИЗВОДСТВА ЦГЦА «ИСПАТ-КАРМЕТ» В СРАВНЕНИИ

Фактор	Весомость фактора	Значение фактора		
		PREUSSAG STANL	Череповец	Испат – Кармет

1. Уровень механизации и автоматизации производства	0,50	0,92	0,68	0,74
2. Уровень прогрессивности технологических процессов	0,25	0,90	0,48	0,83
3. Средний возраст технологических процессов, лет	0,10	5,00	7,00	6,00
4. Средний возраст технологического оборудования, лет	0,08	8,00	9,00	6,00
5. Фондовооруженность труда, тыс. \$/чел	0,07	145,60	80,80	85,40
6. Уровень специализации	0,23	0,96	0,99	0,95
7. Коэффициент сменности работы технологического оборудования	0,10	2,00	3,00	2,33
8. Укомплектованность штатного расписания, %	0,15	100,0	99,00	95,80
9. Удельный вес основных производственных рабочих в общей численности, %	0,10	45,00	46,10	47,60
10. Коэффициент текучести кадров, %	0,15	6,50	8,20	7,10
11. Потери рабочего времени	0,05	2,10	4,20	3,40
12. Коэффициент непрерывности производственных процессов	—	—	—	—
13. Коэффициент ритмичности производственных процессов	0,10	0,92	0,84	0,99
I. Показатель технического уровня производства ($K_{\text{тп}}$)	0,55	1,00	0,79	0,87
II. Показатель организационного уровня производства ($K_{\text{оп}}$)	0,45	1,00	0,96	0,97
III. Интегральный показатель организационно-технического уровня ($K_{\text{отуп}}$)	1,00	1,00	0,87	0,92

Прежде чем выпускать оцинкованный прокат, фирмой «Испат-Кармет» был проведен анализ потенциальных конкурентов. В соответствии с конкретной стратегией, выбранной исходя из целей фирмы и имеющихся возможностей, в мозаике рынка, составными частями которой являются рыночные сегменты потребителей, товаров и изготовителей, фирме «Испат-Кармет» удалось занять свою нишу с оцинкованной продукцией, выбрав ограниченную по масштабам область деятельности с определенным кругом потребителей (рис. 2).

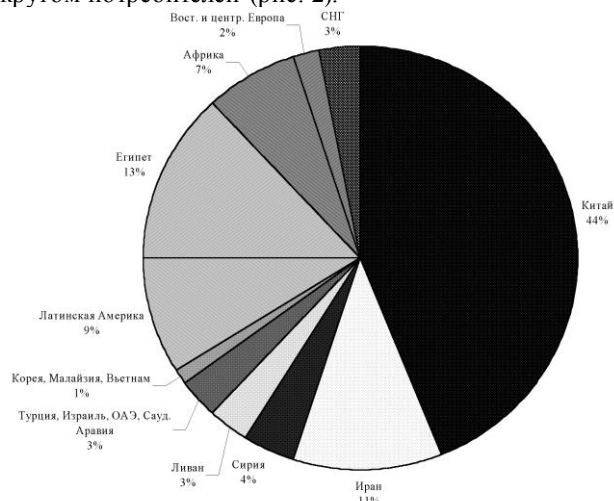


Рис. 2. Область сбыта оцинкованного проката ОАО «Испат-Кармет»

Опираясь на практику Японии и Запада, применивших философию обеспечения качества Э. Деминга, с целью достижения конкурентоспособности своей продукции, в частности оцинкованной, «Испат-Кармет» последовал принципам этой теории, которая заключается в следующем:

- отказ от построения долговременной стратегии бизнеса на основе демпинговых цен;

- постоянное совершенствование системы производства с целью повышения качества, производительности и снижения затрат;

- создание системы подготовки и повышения квалификации кадров;

- определение конечной цели — стать и остаться конкурентоспособным.

При оценке уровня качества алюмооцинкованной продукции ЦГЦА нецелесообразно проводить сравнение с конкурентами по СНГ (Липецким, Магнитогорским или Череповецким заводами), так как преимущества испатовской технологии и продукции по сравнению с их — известны. Так, японская линия Липецкого завода функционирует с 50-х годов, а череповецкий и магнитогорский агрегаты алюмооцинкования аналогичны испатовскому, но запущены они были в 80-х годах и, конечно, уровень прогрессивности технологии у них ниже, чем у «Испат-Кармет».

Во-первых, производительность АНГА «Испат-Кармет» намного больше, так как выше скорость прокатки (более современная конструкция камеры охлаждения), большее число центрирующих устройств.

Во-вторых, сортамент ЦГЦА «Испат-Кармет» значительно шире (толщина полосы Магнитогорского завода 0,5–0,7 мм против 0,34–2 мм Испатовской).

В-третьих, существенное конкурентное преимущество ЦГЦА — быстрая смена ванн покрытия, то есть возможность моментально переориентироваться в случае изменения рыночной конъюнктуры. За базу сравнения берем один из лучших современных производителей оцинкованной стали — немецкую фирму PREUSSAG STAHL.

Расчет показателей качества проводим аналогично расчету показателей организационно-технического уровня производства, то есть «поднимаясь» по дереву показателей качества. Все расчеты обобщим в сравнительной таблице (табл. 2).

По данным табл. 2, в результате анализа

сравнительной характеристики показателей качества оцинкованного проката ЦГЦА ОАО «Испат–Кармет» и фирмы PREUSSAG STAHL выявлена необходимость улучшения комплексного показателя качества нашей продукции, который равен 0,85.

Таблица 2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОЦИНКОВАННОГО ПРОКАТА А

Показатель	Весомость показателя	Значение показателя	
		PREUSSAG STAHL	Испат–Кармет
1.1. Показатели назначения товара	0,25	—	1,00
1.1.1. Минимальная толщина полосы, мм	0,22	0,36	0,35
1.1.2. Максимальная толщина полосы, мм	0,19	4	2
1.1.3. Максимальная ширина полосы, мм	0,13	1650	1650
1.1.4. Максимальная масса рулона, т	0,08	32	45
1.1.5. Максимальная толщина цинкового покрытия с двух сторон, г/м ²	0,21	600	850
1.1.6. Загрязненность полосы на выходе, мг/м ² , не более	0,17	200	250
1.2. Показатели надежности товара	0,11	—	0,66
1.2.1. Безотказность			
1.2.2. Ремонтопригодность			
1.2.3. Долговечность			
1.2.4. Сохраняемость			
1.3. Экологичность и безопасность применения	0,16	—	0,70
1.3.1. Содержание вредных примесей	0,16	—	—
1.3.1.1. NaOH, г/дм, не более	0,40	20	30
1.3.1.2. Na ₃ PO ₄ , г/дм, не более	0,22	20	30
1.3.1.3. CrO ₃ , г/дм, не более	0,38	15	20
1.4. Эргономичность товара	0,05	—	0,82
1.4.1. Гигиенические показатели (уровень освещенности, температуры, запыленности, шума, вибрации и т.д.)	0,54	0,98	0,76
1.4.2. Антропометрические показатели	0,35	0,93	0,80
1.5. Технологичность товара	0,08	—	0,90
1.5.1. Коэффициент заимствования технологических процессов изготовления товара	0,25	0,84	1,00
1.5.2. Коэффициент прогрессивности технологических процессов	0,75	0,90	0,83
1.6. Эстетичность товара (рациональность формы, гармоничность пропорций, товарный вид и т.п.)	0,13	1,00	0,80
1.7. Качество сервиса товара	0,09	—	0,87
1.7.1. Достоверность маркировки, %	0,19	100	98,50
1.7.2. Транспортабельность, \$/вагон	0,81	800	950
1.8. Уровень стандартизации и унификации, %	0,06	100	100
1.9. Наличие сертификата соответствия	0,07	1	1
1. Интегральный показатель качества товара	1,00	—	0,85

Таким образом, с целью повышения организационно-технического уровня производства в цехе предлагается провести следующие мероприятия:

– переход на автоматический режим системы регулирования толщины покрытия (чтобы повысить уровень автоматизации);

– замена релейно-контакторной системы, что позволит значительно сократить потери рабочего времени (так как система часто выходит из строя и необходимо в 4 раза чаще останавливать агрегат на сверхплановые текущие ремонты).

Внедрение этих мероприятий позволит значительно повысить организационно-технический уровень производства в ЦГЦА, но, чтобы составить серьезную конкуренцию

европейским производителям аналогичной продукции, необходимо также улучшать качество оцинкованной стали. С целью улучшения этого показателя предлагаются следующие мероприятия:

– Ввод в действие микрокристаллизатора — устройства для нанесения цинковой пыли на застывающее цинковое покрытие. Это позволит значительно улучшить как товарный вид, так и качество поверхности оцинкованного листа: улучшатся параметры плоскостности, станет мельче узор кристаллизации, что будет способствовать расширению сферы сбыта на Запад и в Европу.

– Применение пассивирующего раствора ОКЕМКОУТ (производство Бельгия), что позволит повысить антикоррозийную стойкость покрытия, то есть приведет к улучшению показателей надежности, сохранности и транспортабельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огвоздин В.Ю. Управление качеством. М.: Изд-во «Дело и Сервис», 1999. 160 с.
2. Фатхутдинов Р.А. Производственный менеджмент. М.: Банки и Биржи, ЮНИТИ, 1997. 447 с.
3. Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент. М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. 416 с.

ЖОК (574) 338.001.36

Ж.Ж. КОПБАЕВА

Қазақстан экономикасы мен кәсіпкерліктің дамуының кейбір нәтижелері

Өтпелі кезеңнің алғашқы сатысында басталған күйзелістің тереңдігі мен ұзақтығын анықтау мақсатында жасалған барлық тәуелсіз және ресми болжамдар сәтсіздікке ұшырады. Экономика туралы жасалған көпшілік болжамдар кейбір жағдайларда қарапайым жорамал, ал ең қолайлы жағдайда ақпаратталған пікір болып табылады. Бұл таңғаларлықтай жағдай емес, керісінше — амалсыздық.

Күтімдер мен нәтижелер арасындағы үзіліс, тез құрылымдық өзгерістер кезеңінде болжаудың қиын екендігіне көңіл аудартады. Бұл 1980 жылдарда өткен экстенсивті дерегуляцияның нәтижелерін өзіне әлі де сіңдіріп үлгермеген қысқа мерзімді болжам түрлері бар батыс нарықтық экономикасына да сай құбылыс. Бұл құбылыс өз экономикаларының үлкен алқапты реструктуризациясы мен толық жүйелі трансформациясын өтіп жатқан мемлекеттер үшін де тән.

Оқырманның көңілін экономикалық өсу және экономикалық даму түсініктеріне аударайық. Біздің ойымызша экономикалық даму дегеніміз — өзіне макроэкономикалық көрсеткіштердің сандық өсімімен қоса жалпы қоғамдағы сапалық өзгерістерді ескеретін жинақтаушы сипаттама болып табылады. Бізге қазіргі заманда экономикалық бірлестіктің экономикалық дамуды бағалауда жаңа тәсілдерді ойлап тапқаны жөн болып көрінеді. БҰҰ (Біріккен

Ұлттар Ұйымы) қабылдаған адамзаттың дамуының дәстүрлі көрсеткіштерімен қоса, демократизацияландыру, ақпараттық дөңгелек, экономиканың көлемді секторының масштабтары, коррупция, қылмыстық істер, қоғамның ашықтық дәрежесі, қоғамның әр-түрлі ақаулардың, кіруі мен жойылуынан өз-өзін сақтай алу қабілеттілігінің дөңгелегі сияқты өмірдің сапасы мен мемлекеттің экономикалық дамуын тереңірек бағалайтын жаңа индекстерді өңдеп пайдаланған жөн.

ТМД-ның (Тәуелсіз Мемлекеттер Достығы) басқа елдерінде сияқты Қазақстанның экономикасындағы терең трансформациялық құлдырау 1996 жылға дейін жалғасты. Одан кейінгі жылдарда құлдырау бәсеңдеп, күтілген даму дәрежесі жоғарлай бастады. Бұл жүйелік трансформацияның бірінші сатысының аяқталғандығының белгісі болды. Бірақ экономикалық дамудың жалпы өсімі туралы айту әлі ертерек, өйткені адамзаттың дамуын сипаттайтын индекстер төмендеп кетті.

1995 жылы Қазақстанның жалпы ішкі өнімінің дөңгелегі 8,9% төмендеді (1994 жылғы 25,9% салыстырғанда). Бұл жылдың басында айтылған үкіметтік күтімнің шегінен аспады және 1995 жылы басталған экономикалық тұрақтылық 1996 жылы да сақталды. Экономикалық көрсеткіштер бойынша 1996 жыл өзгерісті болды және жаңа басталған

макроэкономикалық тұрақтылықтың бірінші жылы болды деуге де болады.

1997 жылы экономикалық көрсеткіштер жоғары тұрақтылықпен сипатталды тіпті жалпы өнімнің салыстырмалы бағада 2%-ке өскендігін көрсетті. Алайда, әлеуметтік — экономикалық өзгерістердің болымдылығына қарамастан, оларды тұрақты деп санау әлі қиын. Себебі 1998 жылдың нәтижелері жалпы өнімнің 2,5%-ке төмендегенін көрсетті. Мұны бірқатар себептермен түсіндіруге болады. Оларға негізгі экспорт тауарларына дүниежүзілік бағалардың төмендеуі, дүниежүзілік қаржы дағдарысы, Ресей экономикасындағы дағдарыс және тағы да басқа ішкі себептер жатады. Бірақ солай бола тұрса да макроэкономикалық тұрақтылық сақталды. Ақшаның құнсыздану дәрежесі жеткілікті мөлшерде төмен болды (1,9% болжам бойынша 9,5% болғанда). Ұлттық валютаның айырбастау құнының салыстырмалы тұрақтылығына қол жеткізілді. Қазақстан экономикасында 1999 жылы аса бағалы үш эндогенді және экзогенді факторларға байланысты өсім байқалды. Оларға: теңгенің бос курсы, астықтың молдығы және энергиялық қор мен минералды шикізатқа дүниежүзілік бағалардың өсуі жатады. Солай бола тұрса да экономикалық дамудың тұрақсыздығы мен жұмыссыздық пен бюджеттің тапшылығынан туындайтын экономикалық катаклизмалардың қаупі әлі де сақталуда.

Жаңа жұмыс орындарын құруды ынталандыру және жұмыссыздардың профессионалды бағытталуына көмек көрсету бірінші орынға қойылады. Мұндай жағдайларда Қазақстан үшін, жақын арада, өндірістің экспортқа бағытталған мұнай, газ, металлургия мен минералды — шикізатты секторлары және кәсіпкерлік, оның ішінде шағын кәсіпкерлік интенсивті экономикалық өсімнің активті полюстары болады.

Мемлекеттік меншіктегі кәсіпорындарды жекешелендірумен байланысты өндірістегі құрылымдық қайта құру әлі де жалғасады (бұған «Көк фишкалар» бағдарламасын іске асыру жатады).

Нарықтық қатынастар мен нарық дамыған сайын, тауарларға өз секторларын жаулап алу мүмкіндігін тудыратын, бәсекелік басымдылығы, сұраныс пен ұсыныс заңдары бар нарықтың реттеуші функцияларына қарама-қарсы тұру айтарлықтай бәсеңдеді. Төлей алу қабілеті жоқ кәсіпорындардың жойылуы мен күйреуі шарасыздыққа әкелді. Мемлекеттік басқаруды реформалау институционалды өзгерістерді өндейтін және ендіретін фазаларға кірді.

Қызмет көрсету секторының даму деңгейі өтпелі кезеңнің тереңдігін бағалауда ең қажетті және көрнекті индикатор болып табылады. Оның Қазақстан экономикасындағы үлес салмағы жылдан жылға өсіп 1998 жылы жалпы өнімнің 59,2% құрады. Алайда қызметтердің құрылымы мен сапасы нарықтың талаптарына әлі де сай келмейді. Дамудың жаңа сапалы деңгейіне өту үшін белгілі бір уақыт қажет. Осы уақыт ішінде адамдардың қалыптасқан ойлау қабілеті түпкілікті өзгерістен өтуі керек.

Ал өндірістің үлесі 1992 жылға дейін ұлттық шаруашылықтың құрылымында үлкен орын алды. Активтерінің айтарлықтай бөлігінің коммерцияда

қажетсіз болғандығына қарамастан, өндіріс, шаруашылықтың басқа сфераларына қарағанда тез дамиды қабілеттілігін әлі де жойған жоқ. Кен шығару өндірісінің көлемді дәрежеде өсуі Қазақстан экономикасының көтерілуінің негізі болып табылады.

Өндіріс өнімдерін шығару көлемі орташа есеппен алғанда 1995 жылға дейін төмендеп келді, бірақ сонымен қатар құлдырау қарқынының біршама баяулағаны да байқалады. 1995 жылы өндірістік өнімнің көлемі 7,9% кеміді, егер де мұны 1994 жылғы көрсеткішпен (28,5%) салыстыратын болсақ, үш есеге кемігендігін көреміз. Өндірістік өнімнің өсімі 1997 жылы 4% құрады, бұл өсімнің негізгі үлесін кен шығару өндірісі қамтамасыз етті, жекелеп алғанда, металлургия және мұнай-газ өнеркәсіптері. Қазақстанның экспортқа шығаратын тауарларының құнсыздануына байланысты, Ұлттық статистикалық агенттіліктің бағалауы бойынша 1998 жылы экспорт 15%-ке төмендеді және бұл өндіріс көлемінің құлдырауына әкеліп соқты. Энергия ресурстарының дүниежүзілік нарығында экспортшы мемлекеттер үшін 1999 жылы жағдай бірталай жақсарды. Қазақстан осы фактордың және мол астықтың арқасында өзінің экономикалық көрсеткіштерін біршама жақсартта алды. Өнеркәсіптегі өндірістің жалпы құлдырауы 1998 жылы 2,1% құрады, ал 1999 жылы бұл көрсеткіштің мәні біршама көтерілді. Өнеркәсіптің өңдеуші салаларында 1999 жылы да құлдырау жалғасты.

1995 жылдан бастап Қазақстан экономикасында ақшаның құнсыздану қарқыны бірден тоқтап, сол жылғы көрсеткіш (60%) алдыңғы жылғы көрсеткішпен салыстарғанда (1158%) 19 есеге азайды. Ақшаның құнсыздануы 1996 жылы 28,7%, ал 1997 жылы 11,2% (болжам бойынша 17%) құрады. Көрсеткіштердің мұндай мәндеріне тек қана 1998 жылы қол жеткізіледі деп есептелген. Ақшаның құнсыздануы 1998 жылы 1,9%-ке кеміді. Құнсызданудың мұндай деңгейінде экономикалық дамудың инвестициялық тойтарысының біршама әлсірейтіндігі байқалады. Мемлекетте инвестициялық процестерді ынталандыру үшін жағымды кезең туды. Көрсетілетін қызметтердің спекторын ұлғайту және салымдардың сақтандыру механизмін ендіру арқылы халықтың банктерге және банктік жүйелерге сенімсіздігін өткерсе, ішкі сақтау қорларын инвестицияларға ауыстыру оңай өткізіледі.

Шығыс Еуропа мен ТМД елдерінде жүргізілген өтпелі экономика туралы зерттеулер, монетарлық құнсыздануды тек қана тұрақтылықтың монетарлық саясаты құралдарымен реттеуге болатындығын көрсетті. 1997 жылы басқа факторлармен қоса құнсызданудың төмендеуі, кен шығару саласында еңбек өнімділігі мен өнімнің өсуіне көмек көрсетті. Бірақ кері факторлардың салдары 1998–1999 жылдарда өнеркәсіптік өндірістің құлдырауына әкеліп соқты. Өнеркәсіптің ұтымсыз құрылымы, өндірістің өңдеуші салаларының баяу дамуы, жаңа ой-өрістің тез қалыптаспауы, отандық тауарлардың бәсекелік қабілеттілігінің аздығы Қазақстандық өнеркәсіпке нарықтық конъюнктураның өзгерістерін жылдам қабылдауға мүмкіншілік бермейді.

Дамушы мемлекеттердің экономикасы институционалды «қақпандардан» қорғансыз екендігін де ескерген жөн. Сөз – көлемділік экономика, коррупция, қылмыстық істер, сондай-ақ екіжақты төлемсіздік және шаруашылық субъектілерінің өзара міндеттемелерін орындамауы, айырбастаудың жайылуы жөнінде болып отыр. Мұның бәрі қоғамның заңды сыйламаушылығын, серіктістіктердің өзара сенімсіздігін, адамдардың моральдық қасиеттерінің жойылуын қалыптастырды. Институционалды қақпандарға түсуден қорғану жүйесін құру және олардан шығу механизмдерін ойлап табу дамушы мемлекеттердің негізгі мәселесі болып отыр.

Болашақта Қазақстан экономикасының өнеркәсіптің кен шығару және өңдеуші салаларынан алынатын пайдаларына жоғары дәрежеде бейімделуіне тура келеді. Өнеркәсіптің кен шығару секторы өзінің үстемдігін, басымдылығын сақтайды. Сөзсіз, егер шикізат секторындағы экономиканы қайта профилдеу, дайын тауарлардың өндіру үлесін азайту есебінен болатын болса, онда бұл бай Қазақстанның жоғарғы технологиялар принципіне негізделген пайдалы экономикасы бар мемлекетке айналуына мүмкіндік бермейді. Біржақты шикізатты бейімділіктің кері әсерін нейтралдау үшін өнеркәсіптің құрылымдық өзгерісіне, қызмет көрсету сферасының және инфраструктураның дамуына ерекше көңіл бөлу қажет.

Дүниежүзілік нарықта Қазақстанның позицияларын бекіту үшін өнеркәсіптің экспорттық потенциалын өсіру қажет. Мұның бәрі елдегі инвестициялық процестерді активтендіргенде ғана мүмкін болады. Нақты статистикалық есептердің жоқтығы Республикадағы инвестициялар туралы негізделген зерттеулер жүргізуге мүмкіндік бермейді. Өйткені ресми статистика есепке тек қана негізгі капиталға салынатын инвестицияларды алады. Ал басқа мемлекеттерде күрделі салымдардың негізгі үлесін құрайтын портфельді инвестициялар мен айналымдық капиталға салынатын инвестициялар да ескеріледі. Қазақстанда мұндай инвестициялардың үлесі қорлар нарығы дамығаннан кейін өседі деп күтілуде. Осыған байланысты экономикадағы инвестициялардың нақтылы статистикалық есебін жүргізу айтарлықтай маңызды деп есептеймін.

Сонымен 1997 жылы елдегі инвестициялар көлемі 20,2% (1996 жылы — 5%) құрады, ал 1998 жылы 1997 жылмен салыстырғанда 13%-ке өсті. 1997 жылы негізгі капиталға салынған жалпы республикалық инвестициялардағы мұнай-газ өндіруші секторының меншікті салмағы 39% құрады, ал қара және түсті металлдардың меншікті салмағы 8,6% тең болды. Шетел инвестициялары жоғарғы технологиялық жаңа жобаларға емес, экономиканың кен шығару секторына бағытталған. Шетел капиталы қызығушылықты тек қана Қазақстанның минералды-шикізатты ресурстарына білдіреді. 1996 жылы пайдалы қазбаларды барлауға және өңдеуге кеткен инвестициялардың жалпы саны 1,6 млрд.\$ құрады, оның ішінде 0,6 млрд.\$ шетел инвестициялары. Болашақта инвестициялардың келесі түрлері: портфельдік инвестициялар (акцияларды сатып алу),

біріккен кәсіпорындарды құруға салынған инвестициялар, кәсіпорындарды басқаруға алған фирмалардың инвестициялары, өнеркәсіптің жеке салаларындағы дербес жұмыс істейтін компаниялардың тура инвестициялары дамиды. Бұл тұрақтылықтың саясаты мен реформаларын өз уақытында және жүйелі өткізгенде, ал болашақтағы өсу жеткілікті жағдайда берік болғанда, экономикаға шетел инвесторларын тартады деген көзқарасты дәлелдейді.

Негізінде, мұндай мөлшердегі шетелдік

капитал ақшалы-несиелік саясатта қиындықтарды

тудыруы мүмкін. Қысқамерзімді капиталдың

кенеттен және талқандап қайтуы қосымша қауіп

тудырады. Бірақ, бұл қауіп айтарлықтай үлкен

емес, өйткені Қазақстанға келтірілген

инвестициялар негізінен капиталдың түрлерінің

үлкен спекторынан: тура шетелдіктерден

портфельді инвестицияларға дейін және орта-,

ұзақмерзімді банктік несиелерден құралады. Ал

қысқамерзімді міндеттемелер инвестициялардың

жалпы көлемінде кішігірім және резервтермен

оңай жабыла алады. Экономикаға келтірілетін

инвестициялар көлемін көбейту үшін елде қолайлы

инвестициялық климат құру өте маңызды.

Жақында өткізілген зерттеулер,

трансформациялық кезеңде, Қазақстанда шетел

инвестициялары үшін қолайлы институционалды

шектер жасалғандығын көрсетті. Бірақ, кейінгі

талдау Қазақстан экономикасында инвестициялық

климатқа кері әсерін тигізетін, институционалды

қақпандардың бар екендігін де көрсетті. Бұл

қиындықтармен күресу үшін және оларды жеңіп

шығу үшін басқару органдарының ғана емес,

барлық қоғамның көңілін аудару керек.

Кәсіпкерліктегі институционалды ортаны үнемі

қадағалау және оны талдау, ең қолайлы және

жетілдірілген институттарды дамыту шаралары институционалды қақпандарға түсуден сақтайтын механизмдердің бірі болып табылады. Мысалға, коррупцияны жеңіп шығу үшін тек қатаң заңдар мен жазалар ғана емес, сонымен қатар қоғамның менталитетінің, дәстүрлерінің және ой-өрісінің түпкілікті өзгерістері көмек көрсетеді. Мұның көлеңкелік экономикаға да қатысы бар. Институционалды өзгерістердің терең тамырлары бар, олар көбінесе адамның ішкі дүниесінде, қоғамдық сана-сезімде, бұқарашыландырудың, ашықтықтың және қоғамның бастауларының беріктігінде жатады. Мұнда тек қана экономикалық категориялар емес, әлеуметтік-саясаттық категориялар да жұмыс істейді.

Мемлекет күйзеліс пен құлдырау кезеңдерін

өткен кезде кәсіпкерліктің маңыздылығы арта түседі.

Шағын кәсіпкерлік — жалпы өнімнің негізгі бөлігін өндіретін экономиканың нәтижелі секторының бірі болып табылады және онда экономикалық активті халықтың негізгі бөлігі жұмыс істейді. Бұл дамыған мемлекеттер үшін ғана емес, сондай-ақ экономиканың өтпелі кезеңін өтіп жатқан мемлекеттер үшін де әділ. Жаңа жұмыс орындарын аша отырып, шағын бизнес динамикалық және бәсекелік қабілеттілігі бар экономиканың құрылуына әсерін тигізеді. Сондай-ақ кәсіпкерлік ғылыми-техникалық жетістіктерге, технологияларға жаңалық ендіруге де өз үлесін қосады. Бұл жаңалықтардың тек қана өндіріске ғана емес, сонымен қатар менеджментке, маркетингке, ой-өріске, өмір сүру қалпына және кәсіпкерліктің мәдениетіне сыйетіндігі өте маңызды. Осының бәрі өздігінен даму үшін институционалды негіз құруда әсерлерін тигізеді.

ССРО (Советтік Социалистік Республикалар Одағы) мен ТМД елдерінде 1990 жылдың басында кәсіпорынды шағын бизнеске жатқызатын бірыңғай және айқын белгілер болған жоқ. Зерттеушілердің кейбіреулері қарамағында 10 адамы бар кәсіпорындарды, ал басқалары 200 адамы бар кәсіпорындарды шағын деп есептеді. Бұл кәсіпорындардың классификациясы мен статистикалық есебін жүргізудегі негізгі қиындықтардың көзі болып табылды. Сонымен қатар ТМД елдерінің экономикасына шағын кәсіпкерліктің қосқан үлесін бағалауда пікір таластардың пайда болуына әкелді.

УДК 338
А.А. АЛИМБАЕВ

Влияние металлургического производства на окружающую среду

Непрерывные наращивания и сосредоточение промышленного потенциала в крупных территориально-производственных комплексах республики вызывает неизбежные изменения окружающей среды, нарушая полностью или частично сложившиеся экологические связи в зонах размещения промышленных объектов. Наибольшее загрязняющее воздействие на воздушный бассейн оказывают предприятия черной металлургии, на долю которых приходится 31,5 % сбросов вредных для природы веществ. Так, на Карагандинском металлургическом комбинате выход только конвертерных шлаков составляет около млн. в год и примерно столько же доменных [1, с. 35].

Карагандинский металлургический комбинат («Испат-Кармет») — крупнейшее металлургическое предприятие республики по выпуску чугуна, кокса, стали, проката, жести. Предприятие работает с полным металлургическим циклом, представляет ряд производств со специфическими особенностями, такими как: аглопроизводство, доменное,

сталеплавильное, сталепрокатное и коксохимическое.

Расширение масштабов и интенсификация деятельности, увеличение объема и разнообразие выпускаемых продукции оказались чреватыми для региона множеством негативных предприятий. Наиболее отчетливо и многообразно экологические последствия производственной деятельности проявились в пределах всего региона, где расположен комбинат.

Воздействие на воздушное пространство и территорию может быть как непосредственным, так и косвенным, являющимся следствием первого. Размеры зоны распространения косвенного воздействия значительно превышают размеры зоны локализации прямого воздействия.

Атмосфера загрязняется пылегазовыми организованными и неорганизованными выбросами и выделениями различных источников

металлургического производства. Воздействие черной металлургии на биосферу имеет большое социальное и экономическое значение. Так, косвенное воздействие на воздушный бассейн осаждением пыли и химических соединений из выбросов в атмосферу, а также продуктов ветровой и водной эрозии приводит к ухудшению качества окружающей среды в зоне влияния металлургического производства.

Так, сравнительная оценка воздействия различных видов промышленного производства на окружающую среду показывает, что металлургическая промышленность оказывает широкое воздействие на биосферу, затрагивающее практически все элементы. В то же время воздействие некоторых видов деятельности на отдельные элементы биосферы проявляется более интенсивно.

Совокупность изменений природных процессов под воздействием хозяйственной деятельности может дать представление о характере экологических последствий, понимаемых как экологические проблемы, основное внимание уделяется вопросам изменения состава воздуха, воды, почв. Поэтому загрязнение должно быть центральной проблемой в природоохранной практике, поскольку действующая система нормирования выбросов загрязняющих веществ основывается на представлении об их допустимых концентрациях.

Таблица 1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ [2]

Отрасль промышленности	Воздействие отраслей промышленности на элементы биосферы						
	Воздушный бассейн	Водный бассейн		Земляная поверхность		Флора, фауна	Недра
		Поверхности воды	Подземные воды	Почвенный покров	Ландшафт		
Химическая и нефтехимическая	Си	Си	Ср	Ср	Н	Ср	Н
Металлургическая	Си	Си	Н	Ср	Н	Ср	О
Целлюлозно-бумажная	Ср	Си	Н	Ср	Н	Ср	О
Топливо-энергетическая	Си	Си	Н	Н	О	Н	О
Строительство	Си	Си	Н	Н	Н	Н	О
Транспорт	Н	Н	Н	Ср	Ср	Н	О

Горно-добывающая	Ср	Си	Си	Ср	Си	Ср	Си
------------------	----	----	----	----	----	----	----

Примечание: О — отсутствие воздействия; Н — незначительное воздействие; Ср — воздействие средней силы; Си — сильное воздействие.

Если суммарные выбросы от всех стационарных источников составили 1055,5 тыс. т или 795 кг в расчете на одного местного жителя, то из 2,2 тыс. источников загрязнения Карметкомбината только 12 % оснащены средствами очистки. Доменные печи, коксовые батареи и агломерационные фабрики вообще не имеют источников очистки [1, с. 60].

Выбросы вредных веществ в атмосферу тесно связаны с существующими технологическими процессами выплавки металлов. Так, на производство 1 т стали в среднем по отрасли расходуется 4,7 т твердых материалов, из которых в используемые отходы, в основном в виде пыли от сталеплавильных агрегатов и газов, уходят 0,406 т (8,6 %). Потери воды для выпуска 1 т стали, составляют 2,3 % (до 8,73 м. куб) в сутки. Расход тепла также для выпуска 1 т стали достигает 10 Гкал, из которых теряется до 3,25 Гкал, или 32 %. Потери тепла распределяются следующим образом: на агломерационный передел — 23 %, доменный — 19 %, прокатный и дымовые виды газа — 26 %.

С доменным газами в атмосферу выбрасываются также соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца пары ртути и редких металлов, цианистый водород и смолистые вещества.

Анализ результатов расчета рассеивания вредных веществ показывает, что на существующее положение максимальные приземные концентрации на границе санитарно-защитной зоны по пыли составляют более 7 мг/м³, а в жилой зоне достигает — 11 мг/м³ или 14 и 22 ПДК соответственно, по двуокиси марганца превышение ПДК на границе СЗЗ составляет в 4, а в жилой зоне — 7 раз; по окислам азота — на границе СЗЗ превышение ПДК в 2 раза, а в жилой зоне — более 4 ПДК; по окиси углерода превышение ПДК в СЗЗ — более чем в 2 раза, в жилой зоне — более чем в 3 раза; по сероводороду максимальная приземная концентрация в СЗЗ составляет более 6 ПДК; в жилой зоне — до 12 ПДК, по цианистому водороду

максимальная приземная концентрация в СЗЗ до 5 ПДК, в жилой зоне – 7 ПДК; по нафталину превышение ПДК в СЗЗ в 82 раза, а в жилой зоне в 109 раз.

Вместе с тем, как показывают данные последних лет, динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух имеет тенденцию к снижению. На АО «Испат-Кармет» за последнее время выполнены следующие основные природоохранные мероприятия:

- переход с руды Лисаковского ГОКа на руды Соколовско-Сарбайского ГОКа. При этом экологический эффект составил: по пыли — 1200 т/год, по окиси углерода — 12300 т/год;

- вывод из эксплуатации пекококсового блока с тремя печами. Экологический эффект составил: по пыли — 600 т/год, окиси углерода — 260 т/год, окислам серы — 75 т/год, окислам азота — 12 т/год;

- введение плавков на трех конвертерах с одно-шлаковым периодом четырехсоловыми формами вместо пятисоловых. При этом экологический эффект составил: по пыли — 530 т/год, окиси углерода — 1300 т/год;

- вывод из эксплуатации аглофабрики №1. Эффект составил: по пыли — 1500 т/год окиси углерода — 14000 т/год, окислам азота — 350 т/год;

- вывод из эксплуатации сортопрокатного производства. Эффект составил: по пыли — 235 т/год, окислам серы — 230 т/год, окислам азота — 67 т/год;

- реконструкция газоочистного оборудования непрерывных травильных агрегатов НТА-1 и 2. Эффект — соляная кислота — 26 т/год.

О динамике снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в целом по АО «Испат-Кармет» говорят следующие цифры за 1997 и 1998 годы, соответственно: выброшено в атмосферу от стационарных источников всего 329520,7 и 298188,5 т/год, из них твердые составляют 81603,1 и 77774,3 т/год, окислы серы — 5941,9 и 57664,2 т/год; окись углерода — 170496,0 и 145939,5 т/год; окислы азота — 2194,1 и 1208,6 т/год. [3, с. 49]

Несмотря на принимаемые меры по снижению

выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в

Карагандинской области состояние воздушного

пространства остается сложным. Надо учесть, что

воздушный бассейн загрязняется не только

выбросами «Испат-Кармета», но и другими

промышленными предприятиями области.

Карагандинская область — крупный индустриальный регион Казахстана. Область располагает предприятиями черной и цветной металлургии, угольной промышленности, теплоэнергетики, машиностроения, химической промышленности, стройматериала, сельского хозяйства.

Развитие промышленности в регионе осуществлялось без учета экологических последствий, и, как следствие этого, общие выбросы в атмосферу от стационарных и передвижных источников составляют свыше млн. тонн в год. И это при имеющем место спаде производства и остановке предприятий.

Поэтому несколько лет назад данные выбросы

в атмосферу были гораздо выше как по области в

целом, так и по городам.

Таблица 2

ДИНАМИКА ОБЩИХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПО КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

	Объем выбросов, тыс. тонн					
	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
Всего по области	1552,6	1314,9	1174,9	909,0	1060,9	1109,0

Львиную долю в загрязнение воздушной среды

области вносят стационарные источники

загрязнения воздушной среды, о чем

свидетельствуют показатели, приведенные в

таблицах 4 и 5.

Таблица 3

ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО КРУПНЫМ ГОРОДАМ И ОБЛАСТИ

	Объем выбросов, тыс. тонн					
	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
г. Караганда	108,5	98,5	96,2	75,2	64,1	65,3
г. Темиртау	540,3	413,2	361,5	330,5	342,4	305,9
г. Балхаш	298,0	304,9	299,1	183,7	328,3	376,8
г. Жезказган	154,2	130,5	138,4	103,0	114,1	140,0
Всего по области	1371,0	1164,7	1064,4	792,0	950,9	1009,2

Таблица 4

ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ (ИЗА)

	Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)					
	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	*1998 г.
г. Караганда	7,1	6,8	3,6	2,3	2,5	—
г. Темиртау	9,4	7,6	6,2	7,6	8,3	—
г. Балхаш	3,7	3,8	3,6	2,6	2,3	—
г. Жезказган	14,7	8,4	4,9	6,2	4,4	—

* — данных нет в связи с прекращением работы Гидрометцентра

Таблица 5

ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
ОТ ОСНОВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Наименование предприятия	Наименование загрязняющего вещества	Объем выбросов, тыс. тонн/год			
		1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.
1. БГМК	Всего:	308,9	347,3	297,9	299,9
	Диоксид серы	296,2	336,8	286,2	287,0
	Оксид углерода	1,3	0,96	1,1	1,4
	Оксиды азота	0,76	0,49	0,52	0,62
	Медь	1,3	1,4	0,62	0,67
	Свинец	1,2	1,1	1,6	1,3
	Мышьяк	1,8	2,1	1,7	1,5
2. Жезказганцветмет	Всего:	848	127,5	932	109,6
	Твердые	9,8	29,8	27,0	30,3
	Свинец	—	—	—	0,60
	Мышьяк	—	—	—	-0,67
	Медь	—	—	—	1,0
	Диоксид серы	74,7	96,1	64,3	77,4
	Оксид углерода	0,47	0,96	1,0	1,0
	Оксид азота	0,011	0,6	7,0	6,4
3. АО «Испат-Кармет»	Всего:	553,6	401,1	307,1	277,6
	Твердые	108,5	83,6	68,1	63,6
	Аммиак	0,33	0,31	0,2	0,2
	Цианиды	0,65	0,64	—	0,5
	Диоксид серы	49,7	47,9	44,2	34,6
	Оксид углерода	376,2	254,9	179,3	168,1
4. ГРЭС-2	Всего:	114,8	106,8	90,0	94,5
	Твердые	51,3	49,6	49,5	47,1
	Диоксид серы	46,7	43,6	31,4	37,7
	Оксиды азота	16,7	13,5	9,0	9,5
6. ТЭЦ-3	Всего:	61,8	58,3	60,1	62,9
	Твердые	29,6	29,5	29,8	31,5
	Диоксид серы	23,7	22,3	23,4	23,7
	Оксиды азота	8,4	6,4	6,8	7,6
6. АО «Карбид»	Всего:	26,9	14,7	8,5	6,8
	Твердые	11,0	6,1	3,5	4,9
	Оксид углерода	14,7	7,3	4,5	4,5
	Оксиды азота	1,7	1,2	1,2	0,9
7. АО «Карагандацемент»	Всего:	60,5	35,2	16,5	8,5
	Твердые	50,5	29,4	13,2	6,4
	Диоксид серы	4,2	2,5	1,4	0,98
	Оксид углерода	4,9	2,6	1,6	0,90
	Оксиды азота	0,4	0,6	0,2	0,23

Состояние воздушной среды области все же остается тяжелым. В отдельные периоды при неблагоприятных метеоусловиях (НМУ) имеют место высокие концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов области.

В Караганде содержание окиси углерода в 3,8 раза превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), фенола — 4,3 ПДК.

В Темиртау: пыли — 3,8 ПДК, окиси углерода — 1,8 ПДК, фенола — 4,7 ПДК, аммиака — 4,7 ПДК, двуокиси азота — 1,7 ПДК.

Таблица 6

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Наименование загрязняющего вещества		Объем выбросов, тыс. тонн/год				
		1992г.	1993г.	1994г.	1995г.	1996г.
г. Караганда	Твердые	50,4	52,2	44,8	44,8	30,4
	Сернист. ангидрид	34,0	34,8	34,2	32,7	40,8
	Оксид углерода	10,2	10,2	8,7	4,4	2,6
	Оксиды азота	10,4	10,6	10,2	10,3	8,8
	Всего:	105,0	107,8	97,2	92,2	82,6
г. Темиртау	Твердые	158,6	161,4	126,1	105,0	87,6
	Сернист. ангидрид	84,8	84,9	77,4	61,1	57,7
	Оксид углерода	260,0	268,0	186,8	174,4	192,6
	Оксиды азота	22,6	22,6	20,5	18,7	15,8
	аммиак	0,33	0,31	0,2	0,2	—
	цианиды	0,65	0,64	—	0,47	0,47
	Всего:	526,0	536,9	410,8	359,2	357,7
г. Жезказган	Твердые	46,6	42,5	57,6	44,5	48,7
	Сернист. ангидрид	92,1	106,7	74,8	87,6	90,6
	Оксид углерода	4,7	1,8	1,7	8,7	9,0
	Оксиды азота	1,2	1,8	2,8	1,3	1,7
	Медь	—	—	—	1,0	—
	Свинец	—	—	—	0,6	—
	Мышьяк	—	—	—	0,6	—
	Всего:	144,6	152,8	136,2	142,1	150,0
г. Балхаш	Твердые	—	—	20,7	19,4	20,1
	Сернист. ангидрид	—	—	296,0	296,2	181,4
	Оксид углерода	—	—	1,4	1,8	1,0
	Оксиды азота	—	—	3,4	3,0	5,6

Медь	—	—	0,62	0,67	—
Свинец	—	—	1,6	1,3	—
Мышьяк	—	—	1,7	1,5	—
Всего:	—	—	321,5	320,4	398,1

Из вышеуказанных таблиц видно, что влияние металлургического производства на окружающую среду имеет тенденцию снижения. На общую экологическую обстановку в регионе влияют не только выбросы вредных веществ в атмосферу, но и обогащение и металлургические шлаки. Например, в Казахстане ежегодно добывается более 1,5 млн. т твердых полезных ископаемых, из них третья часть (534 млн. т) используется в металлургии. Однако из этого количества полезных ископаемых в конечную продукцию превращается немногим более 4–8% добытого сырья, а остальная часть вывозится в отвалы в виде пород вскрыши, хвостов обогащения и металлургических шлаков.

Накопление промышленных отходов, обуславливая высокий уровень загрязнения атмосферы, способствует повышению заболеваемости людей и животных, ускорению коррозии машин и металлургического оборудования, снижению урожайности сельскохозяйственных культур, ускоренному и нерациональному использованию природных ресурсов и энергии, ухудшению многих свойств экологических систем.

В последние годы все возрастающее внимание в развитии мировой науки уделяется использованию эффективности природоохранных мероприятий. Активно ведутся эти исследования в Республике Казахстан. Одним из важных направлений является анализ экономической эффективности природоохранных мероприятий в металлургической промышленности. Важным, на

наш взгляд, направлением является использование вторичных материалов. Так, производительность труда при выплавке стали из вторичных материалов в 2,5 раза, а фондоотдача — в 5 раз выше, чем при получении стали из железной руды. Тонна металлолома, используемого взамен чугуна, дает экономию трудовых затрат примерно 28 человек. При годовом потреблении лома черных металлов в объеме 100 млн т можно условно высвободить 1,2 млн рабочих.

Главный эффект — сохранение окружающей среды.

Эффективным методом природоохранных мероприятий является внедрение в производство малоотходных, безотходных и экологически чистых технологий. Например, Япония, ФРГ, Южная Корея полностью отказались от малоэффективного и экологически вредного мартеновского способа выплавки стали, делая основные ставки на кислородно-конвертерный и электродуговой методы.

В Казахстане такими методами выплавляют лишь 44 % стали, в США — 93%, Японии, Франции и ФРГ — 100%.

Однако принимаемые меры по охране окружающей среды относятся к отраслевому уровню. Исследования, связанные с методологией регионального управления этими процессами, заметно отстали. На наш взгляд, более эффективным является региональный аспект.

В организационно-экономическом механизме природоохранных мероприятий можно выделить такие факторы:

- разработка методов планирования и прогнозирования;
- организация управления процессами охраны природы;
- экономические рычаги рациональной охраны природы.

Представляется важным, что методом природоохранного регулирования может использоваться процедура «оценки воздействия на среду», разработанная учеными США, которая	является неотъемлемой частью природоохранного управления США и одновременно значимым элементом в экономической политике.
---	---

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закумбаев А.К., Арынов Е.М. Проблемы охраны окружающей среды в Казахстане. Алматы, 1995.
2. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства М., 1990.
3. Назарбаев Н.А. Стратегия ресурсосбережения и переход к рынку М., 1992.

УДК 622.230. Д.Н. ЕШУТКИН, ГЕОРГ. Г. ПИВЕНЬ. Исследование вибрационных характеристик ручного гидравлического молотка РГМ-6к.
Определены вибрационные характеристики ручного гидравлического молотка РГМ-6к.

УДК 621.9.04. М.Р. СИХИМБАЕВ. Демпфирования колебаний резца при растачивании отверстий.
Предлагается исследование устройства демпфирования колебаний резца при растачивании отверстий.

УДК 669.168. Н.Л. ТАТАРКИН, А.А. АКБЕРДИН, А.М. ЛИ, А.С. КИМ. Подготовка марганцевого сырья Казахстана для производства ферросплавов.
Представлены результаты лабораторных и промышленных исследований по подготовке мелочи марганцевого сырья к металлургическому переделу. При выборе способов окускования предпочтение отдано процессу агломерации.

УДК 678.046.031. А.Н. ИМАНОВ, Д.Б. ЖОКЕБАЕВ. Особенности свойств композиций на основе модифицированного полимеризационно-наполненного полиэтилена.
Проведенные экспериментальные результаты, показали, что эксплуатационные свойства конструкционных материалов в целом определяются рациональностью выбора композиционного состава материалов и целенаправленностью регулирования структуры базового полимера термомеханохимическим методом в процессе переработки.

УДК 678.046: 532.135. А.Н. ИМАНОВ, Д.Б. ЖОКЕБАЕВ, Г.Р. БАРИШТЕЙН. Особенности течения расплава полимеризационно-наполненных композиций в круглых капиллярах.
Исследованиями установлены зависимости критических параметров течения от содержания дисперсных и микроволокнистых наполнителей, разработаны методики расчета расходом-напорных характеристик от состава композиций, влияние гидростатического давления на вязкостные свойства полимеризационно-наполненного ПЭВП.

УДК 622.232.8. Т.К. ИСАБЕК, З.М. СМАГУЛОВ. Формирование присечных выработок при избирательной технологии выемки пластов.
Приводится классификация схем и способов формирования присечных выработок общим забоем с лавой при фронтально-флангово-избирательной технологии выемки локальных участков угольных пластов без предварительного проведения выработок с использованием выемочных манипуляторов.

УДК 622. Н.А. ДРИЖД, Ж.У. БИМЕНДИН. Перспективы использования анкерной крепи в Карагандинском угольном бассейне.
Рассматриваются перспективы использования анкерной крепи на шахтах Караганды с учетом зарубежного опыта и теории расчета анкерной крепи.

УДК 622.271. Ф.К. НИЗАМЕТДИНОВ, С.Т. ОМАРОВ, О.В. СТАРОСТИНА. Расчет параметров крутых бортов карьеров с обоснованием оптимальных размеров упрочняемых зон.
Приведена методика определения параметров упрочнения крутых бортов карьера, предлагается способ расчета оптимальных параметров откоса с применением смолонейронного упрочнения прибортового массива на примере северо-западного борта карьера «Шатыр-коль».

УДК 622.454. А.М. ЧЕХОВСКИХ, Р.И. ГАБАЙДУЛЛИН, С.Н. ПОПОВ, Ю.Н. БОБНЕВ. Выбор пожаровзрывобезопасных параметров отработки выемочных участков с учетом взаимовлияния проветривания и дегазации.
Взаимодействие систем проветривания выемочного участка и дегазации оказывает существенное влияние на утечки воздуха через выработанное пространство, что в свою очередь обуславливает необходимость их учета при расчете и обосновании пожаровзрывобезопасных параметров отработки лав.

УДК 622.234.5(574.3). Е.В. КУЗНЕЦОВА. Перспективы внедрения гидродобычи на шахтах УД АО «ИСПАТ-КАРМЕТ».
Альтернативным направлением реструктуризации угольной промышленности, обеспечивающим конкурентоспособность угля, может быть переход к интегрированным технологиям угледобычи с высокой производительностью, низкой себестоимостью, высоким качеством товарного угля и безопасными условиями труда. Представляет интерес опыт реструктуризации стран, обновивших угольные отрасли.

УДК 622.457.622.868. С.Н. ПОПОВ, Ю.Н. БОБНЕВ. К вопросу об адекватности математической модели аэродинамики выработанного пространства.
На примере лавы 63-ИО-3 шахты «Саранская» УД АО «Испат-Кармет» показана адекватность разработанной аэродинамической модели реальному выработанному пространству. Это положение позволяет проводить численные машинные эксперименты для прогнозных расчетов утечек и температур в выработанном пространстве.

УДК 622.1:622.271. Е.В. БАКЛАНОВ, А.Д. КУЗНЕЦОВ, А.Г. ГОЛОВАНОВ, С.Г. ОЖИГИН. Методика фотограмметрических наблюдений на карьерах.
Рассмотрен порядок работ по фотограмметрическим наблюдениям: определение точек базисов фотографирования, определение смещений по данным измерений. Приведены результаты измерений, полученных при использовании данного способа наблюдения на Николаевском карьере АО «ВКМЖ».

УДК 622.232-7: 658.51. Г.Д. КОГАЙ, **А.Т. БОЖАНОВ**. Роль и место систем сетевого планирования ремонта КМ-130.

Отражены актуальные проблемы технического обслуживания и ремонта комплекса механизации КМ-130. Представлен один из путей решения данной проблемы с использованием сетевого планирования ремонта. Перечислены основные признаки сетевого планирования и управления ремонтом, позволяющие повысить надежность ремонтных работ. Подробно рассмотрены этапы организации капитальных ремонтных работ на горных предприятиях.

УДК 62-83:621.879. И.В. БРЕЙДО, Е.К. ЖУМАГАЛИЕВ. Асимптотические идентификаторы момента нагрузки электропривода постоянного тока.

Разработана имитационная модель идентификатора момента нагрузки электропривода постоянного тока. В ходе параметрической настройки определены значения коэффициентов, обеспечивающих приемлемую точность работы идентификатора. Установлено, что восстановленные сигналы имеют колебательную составляющую высокой частоты, которая подавляется при введении в идентификатор апериодического звена.

УДК 622.647. И.И. ТАЗАБЕКОВ, Т.К. БАЛГАБЕКОВ. Влияние упругих звеньев на пластинчатый конвейер при динамической нагрузке.

Рассматриваются вопросы разработки и создания средств снижения дополнительных динамических нагрузок в тяговых органах многоприводных пластинчатых конвейеров, эксплуатируемых на открытых разработках. Приведен анализ конструкции существующих пластинчатых конвейеров и причин возникновения упругих удлинений в тягово-несущем органе конвейера. Рассмотрены конструкции компенсирующих устройств и схемы их управления.

УДК 621.255.2.001. В.М. СМЕРНОВ. Динамический анализ навесного оборудования с ковшом активного действия.

Оснащение гидравлических экскаваторов ковшом активного действия является значительным резервом повышения производительности земляных работ. Рассмотрены вопросы совершенствования навесного оборудования серийно выпускаемых экскаваторов и оснащенных ковшом активного действия.

УДК 004.31. О.А. КАН, М.В. КОТЕНЕВ, А.В. РУНДАУ. Устройство ввода дискретных сигналов в персональный компьютер.

Описывается устройство генерации и ввода дискретных сигналов различной частоты в персональный компьютер.

УДК 338.47:656. Э.Н. МУСТАФИНА, В.А. ЭТТЕЛЬ. Составление математической модели для определения комплексного показателя оценки технико-экономического уровня технологических систем.

Рассматривается составление математической модели для определения комплексного показателя оценки технико-экономического уровня технологических систем. Константы математической модели определяются средствами регрессионного анализа. Оценку технико-экономического уровня производят по комплексному показателю K , который является функцией времени.

УДК 338.47: 656. Э.Н. МУСТАФИНА, В.А. ЭТТЕЛЬ. Разработка алгоритма сравнительной оценки функционирования карьерного оборудования в транспортных технологических схемах.

Рассматривается разработка алгоритма сравнительной оценки функционирования карьерного оборудования в транспортных технологических схемах. Исходя из предъявляемых требований по горно-техническим и горно-геологическим условиям эксплуатации, а также по физико-механическим свойствам транспортируемой горной массы составляется технологическая транспортная схема, включающая основное и вспомогательное оборудование. Разрабатывается непосредственно алгоритм. Исходными данными являются производительность схемы и расстояние транспортирования; технические и стоимостные параметры каждого вида оборудования и т.д. Результатом работы алгоритма является определение комплексного показателя сравниваемых технологических схем.

УДК 621.311.681.51. Г.И. ПАРШИНА. Система супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий.

Рассматриваются проблемы разработки и внедрения на угольных шахтах систем супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами (ЭК). Предлагаются решения функциональной, технической, информационной, алгоритмической и программной структур, а также анализируются задачи контроля и оценки состояния систем электроснабжения технологических участков шахт как систем ЭК.

УДК 621.311.681.51. Г.И. ПАРШИНА. Компьютерный имитатор системы супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий.

Рассматривается имитатор (на базе ПЭВМ и ЛВС) системы супервизорного контроля и управления электротехническими комплексами горных предприятий.

УДК 550.83.05.012(574.1). Г.Т. БОРИСЕНКО, А.М. ЕРТЛИЕВ. Применение ПЭВМ при комплексной интерпретации данных ГИС в коллекторах сложного строения.

Дана характеристика продуктивных горизонтов, критерии выделения пластов-коллекторов, разработана программа обработки диаграмм комплекса геофизических исследований скважин (ГИС) на

языке программирования («Borland Pascal», «Microsoft Excel»), приведены результаты обработки по скважине 115 месторождения Кенкияк.

УДК 514.756.22: 622.831.3. Д.К. ОМАРОВ, А.А. ПИМЕНОВ, Р.Р. ХОДЖАЕВ. О получении конформных отображателей отверстий заданной кривизны.

Разработан метод построения конформных отображателей единичного круга $z_0 \leq 1$ на внутренность, ограниченную многоугольником, исходя из заданной кривизны многоугольника в любой точке.

УДК 517.51. А.Е. ИГЕНБЕРЛИНА. О некоторых свойствах мультипликативного преобразования кратных рядов Фурье-Уолша.

Рассмотрены класс мультипликативных преобразований кратных рядов Фурье-Уолша и некоторые их свойства. Для одномерного случая подобные результаты были получены С. Watari. Доказательство основного результата работы опирается на уже известные факты теории рядов Уолша и предыдущие исследования С. Watari.

УДК 539.3: 624.04. Т.С. ДАНИКИНА, Х. ЖЕТПИСОВ, Р.Д. ТУРЕБАЕВА. Решение осесимметричной задачи теории упругости для неоднородных тел в напряжениях. Приводится обобщенное решение плоской задачи теории упругости для осесимметрично нагруженных тел с переменным модулем упругости, позволяющее расширить класс точных решений.

УДК 539.3. К.А. ТУРСУНОВ, А.К. БЕЙСЕБАЕВ. Уточненный расчет балки. Получены основные соотношения изгибаемой балки на основе плоской теории упругости путем усреднения параметров напряженно-деформированного состояния.

УДК 539.3. К.А. ТУРСУНОВ, А.Е. ЕЛЕШОВА. Прямоугольный конечный элемент пластины. Предложен способ для определения функции прогибов конечного элемента пластины. Получена явная форма функции прогибов, выраженная через балочные координатные функции при поперечном изгибе.

УДК 338.33. В.И. ЦОЙ. Деятельностный подход к реформированию экономики Казахстана. Деятельность выступает в качестве главного предмета экономики. Описываются три модели практической деятельности: административная, реально существующая и рыночная. Принципы кризиса экономики сводятся к недостаточной организации мыслительной деятельности субъектов, в частности, рефлексивного и методологически обеспеченного мышления. Приводятся соответствующие рекомендации по устранению этих причин.

УДК 338.242. Н.А. АЛПЫСБАЕВА. Система мониторинга экономического состояния предприятия. Определена система экономического мониторинга как особая система управления предприятием. Рассмотрена классификация показателей экономической устойчивости. Приведена последовательность этапов мониторинга.

УДК 336.64: 519.86. Г.М. АУБАКИРОВА. Влияние выпуска промышленной продукции на финансово-экономическое положение предприятий. Анализ финансово-экономического положения предприятий Карагандинской области основывается на рассмотрении одного аспекта условий их деятельности — спроса на производимую продукцию как важнейшего фактора, финансового благополучия.

УДК 336.64: 336.717.18. Г.М. АУБАКИРОВА. Оценка финансово-экономической устойчивости предприятия с помощью показателей денежных потоков. Традиционные методы оценки финансово-экономической устойчивости зачастую не дают адекватной картины состояния предприятия. Одним из направлений решения данной проблемы может стать использование показателей денежных потоков.

УДК 338. А.А. ШЕВЯКОВА. Инвестирование инновационной деятельности в период становления рыночной экономики. Рассматриваются вопросы поиска инвесторов и вопросы организации поддержки инновационной деятельности.

УДК 338.23: 330.341.42 (574.3). Л.П. СТЕБЛЯКОВА. Развитие малого предпринимательства как необходимое условие структурной перестройки экономики Казахстана. Определены общемировые тенденции развития малого предпринимательства. Выявлены необходимость и возможность развития малого предпринимательства в Республике Казахстан: функции, выполняемые малым бизнесом; факторы, способствующие его развитию; причины, тормозящие его эффективное функционирование. Определена роль малого предпринимательства в структурной перестройке экономики Казахстана.

УДК 658.53/59. З.М. МАГРУПОВА. Оценка организационно-технического уровня производства на примере ЦГЦА ОАО «Испат-Кармет». Рассмотрена стратегия достижения конкурентоспособности продукции «Испат-Кармет». Выявлена необходимость улучшения комплексного показателя качества продукции на основе сравнительной характеристики основных показателей оценочного проката.

УДК (574)338.001.36. Ж.Ж. КОПБАЕВА. Некоторые итоги развития казахстанской экономики и предпринимательства.

Исследуется процесс возникновения и развития предпринимательства в Казахстане в переходный период экономики. Рассматриваются показатели развития сферы услуг, промышленности, малого бизнеса, а также показатели инфляции и инвестиций, вкладываемых в экономику Казахстана.

УДК 338. А.А. АЛИМБАЕВ. Влияние металлургического производства на окружающую среду. Переход к рыночным отношениям ставит перед экономической наукой острейшие проблемы. Среди них — ресурсосбережение, рациональное природопользование, эколого-экономические результаты природоохранных мероприятий. Решение этих задач невозможно без определения влияния производства на окружающую природную среду.

ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА. 2000. №1. 93 с.

№ 1351-ж есепке алу куәлігін 2000 жылдың 4 шілдесінде Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген

Регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 года выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан

Бас редактор — Главный редактор

Г.Г. Пивень

Жауапты редактор — Ответственный редактор

А.З. Исагулов

Әдеби редакторлар — Литературные редакторы

Т.В. Рустемова, Р.С. Исакова, Б.А. Асылбекова, Қ.Ә. Үйсін

Ажарлау және беттеу — Дизайн и верстка

А.В. Вдовкин, С.В. Меркулов

Басуға қол қойылды	15.12.2000 г.	Подписано к печати
Пішімі	60×84/4	Формат
Көлемі, ес.б.т.	14,1	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	2345	Заказ
Индексі	75857	Индекс
Келісімді баға		Цена договорная

Редакция мекен-жайі — Адрес редакции

470075, г. Караганда, бульвар Мира, 56. Издательство КарГТУ.

