

Под  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  понимаем расстояние между вертикальными и горизонтальными линиями скважин соответственно.

Необходимо отметить, что фактически область  $D$  неизвестна и информация о ней содержится только в значениях  $h(x_i, y_j) \neq 0$ . Поэтому точность вычисления запасов не может быть повышена, если заранее каким-то образом построить приближенную форму области  $D$ .

Реализация приведенного алгоритма позволит получить на экране величину запасов полезных ископаемых по всем горным породам данного месторождения, т.е. запасы основного и попутных полезных ископаемых, а также объемы вскрышных пород.

На основании предложенных методов компьютерной обработки геологической информации разработана математическая модель и пакет программ отличающиеся от известных учетом многоплановой качественной и количественной информации о залежах как основного так и попутных полезных ископаемых. Реализация данной модели дает возможность устанавливать на сколько можно снизить среднее значение коэффициента вскрыши в зависимости от количества использования попутных полезных ископаемых, а также ответить на вопрос о возможности селективности выемки и складирования того или иного вида попутных полезных ископаемых и принимать обоснованные технологические решения на всех стадиях эксплуатации карьера.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крылов В.И., Шульгина Л.М. Справочная книга по численному интегрированию. - М.: Наука, 1966. - 370 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. - М.: Наука, 1973. - 632с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978. - 512с.

УДК 622.012.02:620.92

И.Ф. Чемерис, И.Л. Слободяникова

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ШАХТНОГО ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА

Розроблено алгоритм розрахунку економічних показників шахтного енергокомплексу з урахуванням залежності собівартості вугілля від обсягу його здобичі. Обґрунтована доцільність вкладення частки прибутку енергоблоку у підвищення рентабельності вугільної шахти та показано ефективність впливу менших періодів інвестування.

Создание шахтных энергетических комплексов, вырабатывающих тепловую и электрическую энергии путем сжигания низкосортных углей, является перспективным направлением повышения рентабельности угледобывающих предприятий. Основными модулями, входящими в состав энергокомплекса, являются шахта и энергоблок. Приведенные в [1] результаты показывают достаточно высокую эффективность инвестирования энергоблоком экономических мероприятий по повышению рентабельности шахты, а, следовательно, и шахтного теплоэнергокомплекса в целом. При этом период инвестирования был принят равным году. Однако, как показал анализ, есть серьезные резервы в повышении эффективности подобных экономических мероприятий, реализуемых на базе внутренних товарно-экономических связей. В частности, существенного сни-

жения сроков окупаемости и увеличения прибыли можно достичь путем уменьшения периода инвестиций. Вполне реальными являются такие периоды, как полугодие и квартал, т.е. можно на конкретной шахте всегда подобрать целый ряд организационно-технических мероприятий, подпадающих под достаточно малые периоды инвестирования. Соответственно меньшему периоду инвестирования и суммы инвестиционных вложений, определяемые прибылью шахты за период инвестиций, будут меньше. Например, мероприятие по нарезке и сдаче в эксплуатацию новой лавы может уложиться в годовой объем инвестиций, монтаж и пуск нового угольного комбайна – в полугодовой объем инвестиций, а наем людей и формирование новых производственных коллективов можно обеспечивать как минимум ежеквартально. При этом за счет более быстрой оборачиваемости инвестиционных вложений производительность и прибыль шахты будут расти быстрее, а срок окупаемости сокращается.

Примем, что шахта поставяет уголь энергоблоку по тарифу, а энергоблок поставяет электроэнергию шахте по стоимости, меньшей тарифа на электроэнергию, но большей, чем ее себестоимость. При этом энергоблок теряет часть своей прибыли, зато шахта полученную прибыль использует на увеличение добычи угля. С целью исключения факторов инфляции стоимостные показатели приводятся в долларах США.

Для данного случая текущее приращение производительности шахты определится как

$$\Delta Q_i = \frac{P_{\text{ши}}}{c_{yi}}, \quad i=1,2,3\dots$$

где  $P_{\text{ши}} = (T_y - c_y) \cdot Q_i$  – текущее значение прибыли шахты, долл.;  $Q_i$  – текущее значение производительности шахты, являющееся функцией  $Q_0$ , т;  $Q_0$  – начальное значение производительности шахты (при  $i = 1$ ) при стоимости электроэнергии, равной тарифу, и начальной себестоимости угля  $c_y^{(0)}$ , т;  $c_{yi} = B + [(T_y - c_y^{(0)}) \cdot k] \cdot q_{yi}$  – текущее значение себестоимости угля, долл./т;  $B$  – постоянная составляющая себестоимости, долл./т;  $T_y, T_3$  – действующие тарифы на уголь и электроэнергию;  $k$  – коэффициент, учитывающий снижение стоимости электроэнергии, отпускаемой шахте. При значении  $k = 1$  электроэнергия отпускается шахте по тарифу, при значении  $k = 0$  электроэнергия отпускается шахте по себестоимости;  $q_{yi}$  – текущее значение удельного расхода электроэнергии на добычу одной тонны угля, определяемое в [2] как

$$q_{yi} = \left( \frac{10,02}{\sqrt{\alpha}} - 2,68 \right) \cdot p_y,$$

где  $\alpha = Q_i / Q_{\text{пр}}$  - фактическая производительность шахты в относительных единицах на период, для которого определяется потребление электроэнергии;  $Q_{\text{пр}}$  - проектная добыча угля за рассматриваемый период, т;  $p_y = P_y / Q_{\text{пр}}$  - удельная установленная мощность кВт/т;  $P_y$  - суммарная установленная мощность всех электроприводов шахты, кВт.

Текущее значение производительности шахты запишется в виде

$$Q_{i+1} = Q_i + \Delta Q_i = Q_i + \frac{T - c_{yi}}{c_{yi}} \cdot Q_i = Q_i \cdot \frac{T}{c_{yi}}$$

Текущее значение затрат энергоблока на поставку шахте электроэнергии ниже действующего тарифа

$$Z_{yi} = q_{yi} \cdot Q_i \cdot (T_i - c_{yi}) \cdot (1 - k)$$

Срок окупаемости  $N$  затрат энергоблока на увеличение производительности шахты определится как

$$N_i = n + \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Z_{yi} - \Pi_{\text{шн}}}{\Pi_{\text{шн}} - Z_{yn}}$$

где  $n$  - порядковый номер периода (года), определяемый конъюнктурой рынка энергоносителей, после которого прекращается льготный отпуск электроэнергии и начинается возврат за предыдущие периоды (годы).

Исключение представляет лишь первый год, для которого срок окупаемости определится как

$$N_1 = \frac{Z_{y1}}{\Pi_{\text{ш1}}}$$

Приращение прибыли энергокомплекса в результате проведенного экономического мероприятия обусловлено увеличением прибыли шахты и определится как

$$\Delta \Pi_{\text{жк}} = \Delta \Pi_{\text{ш}} = (Q_n - Q_0) \cdot T_y - c_{yn} Q_n + c_{y0} Q_0 \quad (1)$$

Для анализа принимаем исходные данные:  $B = 12,0$  долл./т;  $T_y = 0,036$  долл./кВт·ч;  $c_y = 0,01$  долл./кВт·ч;  $q_{y0} = 111$  кВт·ч/т.

Применительно к исходным данным был выполнен анализ влияния периода инвестирования на эффективность экономических мероприятий по повышению

рентабельности шахты. При анализе, по результатам исследования, приведенных в [1], принято, что энергоблок обеспечивает шахту электроэнергией по себестоимости ( $k=0$ ). Расчетные значения периода инвестиций – 1д, полугодие, квартал. Расчеты выполнялись при начальной производительности шахты, соответствующей каждому периоду инвестирования. Показатели определялись при двух значениях тарифов на уголь. Результаты расчетов сведены в таблицу. Цифры в числителе соответствуют тарифу на уголь, равному 15 долл./т, цифры в знаменателе – тарифу на уголь, равному 18 долл./т.

Из анализа таблицы 1 видно, что существенное влияние на срок окупаемости и прибыль шахты оказывает величина тарифа на уголь. Так, на втором шаге инвестиционных вложений, при периоде инвестиций – год и тарифе на уголь  $T_y=16$  долл./т, величина срока окупаемости составит 5,63 года, тогда как при  $T_y=18$  долл./т величина срока окупаемости при тех же самых условиях составит 1,77 года, при этом прибыль шахты увеличится с 0,923 млн. долл. при  $T_y=16$  долл./т до 1,747 млн. долл. при  $T_y=18$  долл./т. Рост прибыли шахты, как видно из таблицы, обусловлен как повышением производительности шахты, так и уменьшением удельных энергозатрат, а, следовательно, и себестоимости угля, осуществляется по степенной зависимости и превышает снижение прибыли энергоблока ввиду отпуска электроэнергии шахте ниже действующего тарифа, которое изменяется линейно. Так, при годовом периоде инвестиций удельные энергозатраты уменьшаются со 111 до 47,82 кВт·ч/т на седьмом шаге инвестиционных вложений. При этом прибыль шахты составила 3,325 млн. долл. против прибыли, равной 0,722 млн. долл. на первом шаге инвестиционных вложений. Разница в производительности шахты при этих условиях составила 0,945 млн. т. против 0,250 млн. т. Так, для рассматриваемого примера приращение годовой прибыли энергокомплекса составит по (1)

$$\Delta\Pi_{жк} = (0,945 - 0,250) \cdot 16,0 - 12,48 \cdot 0,945 + 13,11 \cdot 0,250 = 2,6 \text{ млн. долл.}$$

При увеличении тарифа рост прибыли шахты осуществляется более быстрыми темпами, и, соответственно, достижение плановой производительности происходит за более короткие сроки. Как видно из таблицы, при  $T_y=16$  долл./т плановая годовая производительность достигается на 7 шаге инвестиционных вложений (т.е. на 7 году), тогда как при  $T_y=18$  долл./т эта же плановая производительность достигается на 5 шаге инвестиционных вложений. Выполненный анализ показывает, что увеличение тарифа на уголь с  $T_y=16$  долл./т до  $T_y=18$  долл./т сокращает величину срока окупаемости приблизительно в 3 раза, при этом прибыль увеличивается практически в 2 раза, а также уменьшаются сроки достижения плановой производительности, т.е. сокращается количество шагов инвестиционных вложений, что является существенным фактором повышения экономической эффективности энергокомплекса.

Как видно из таблицы, заметное влияние на рассматриваемые параметры оказывает не только изменение тарифа на уголь, но и изменение периода инвестиций.

Таблица – Экономические показатели энергокомплкса при переменном периоде инвестирования

№ п/п	Показатели	Шаги инвестиционных вложений							
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	111,0	96,95	85,63	75,03	65,19	56,12	47,82	
		111,0	90,45	74,02	59,62	47,14	47,14	47,14	
2	Себестоимость угля, долл./т	13,11	12,97	12,86	12,75	12,66	12,57	12,48	
		13,11	12,91	12,74	12,60	12,48	12,48	12,48	
3	Производительность шахты, млн. т: период инвестиций: - год;	0,250	0,305	0,376	0,468	0,587	0,742	0,945	
		0,250	0,343	0,478	0,676	0,965	0,965	0,965	
	период инвестиций: - полугодие;	0,125	0,153	0,188	0,234	0,294	0,371	0,473	
		0,125	0,172	0,239	0,338	0,483	0,483	0,483	
	период инвестиций: - квартал;	0,063	0,076	0,094	0,117	0,147	0,186	0,236	
		0,063	0,086	0,120	0,169	0,241	0,241	0,241	
	4	Прибыль шахты, млн. долл.: период инвестиций: - год;	0,722	0,923	1,181	1,519	1,963	2,549	3,325
			1,222	1,747	2,515	3,649	5,334	5,334	5,334
период инвестиций: - полугодие;		0,361	0,462	0,591	0,760	0,982	1,275	1,662	
		0,611	0,874	1,257	1,825	2,667	2,667	2,667	
период инвестиций: - квартал;		0,180	0,231	0,295	0,380	0,491	0,637	0,831	
		0,305	0,437	0,629	0,912	1,333	1,333	1,333	
5	Затраты энергоблока, млн. долл.: период инвестиций: - год;	0,722	0,769	0,838	0,913	0,995	1,083	1,175	
		0,722	0,807	0,921	1,048	1,183	1,183	1,183	
	период инвестиций: - полугодие;	0,361	0,384	0,419	0,457	0,498	0,542	0,588	
		0,361	0,403	0,460	0,524	0,592	0,592	0,592	
	период инвестиций: - квартал;	0,180	0,192	0,209	0,228	0,249	0,271	0,294	
		0,180	0,202	0,230	0,262	0,296	0,296	0,296	
6	Срок окупаемости, лет: период инвестиций: - год;	1,00	5,68	6,34	6,84	7,35	7,89	8,47	
		0,59	1,77	2,96	3,94	4,84	—	—	
	период инвестиций: - полугодие;	0,50	2,84	3,17	3,42	3,68	3,95	4,24	
		0,30	0,89	1,48	1,97	2,42	—	—	
	период инвестиций: - квартал;	0,25	1,42	1,59	1,71	1,84	1,97	2,12	
		0,15	0,44	0,74	0,99	1,21	—	—	

Оценим это влияние при  $T_y=16$  долл./т и проведем сравнительный анализ для таких периодов инвестиций, как год, полугодие и квартал. Для периода инвестиций, равного году, мероприятие окупится через 8,5 лет, тогда как для периода инвестиций, равного полугодию, срок окупаемости сократится в 2 раза и составит 4,2 гда, а для периода инвестиций, равного кварталу, срок окупаемости уменьшится в 4 раза и соответственно будет равным 2,1 года. При этом прибыль для рассматриваемых периодов инвестиций при сравнении их по

большому сроку окупаемости, т.е. по годовому (8,5 лет) соответственно составит: для года – мероприятие только окупит затраты, для полугодия – прибыль составит 9,169 млн. долл., а для квартала – прибыль будет равна 3,718 млн. долл. Следовательно, изменение периода инвестиций, т.е. его уменьшение с года до квартала, позволяет получить прибыль за более короткие сроки за счет существенного уменьшения срока окупаемости.

Выполненный анализ показывает, что увеличение тарифа и изменение периода инвестиций влияют на уменьшение срока окупаемости и увеличение прибыли, а, следовательно, их совместное использование позволяет получить еще большую прибыль при меньших сроках окупаемости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чемерис И.Ф. Экономические показатели работы шахтного энергокомплекса с учетом энергетической характеристики угледобывающего предприятия // Геотехническая механика. – Днепропетровск, 2000. – Вып. 21 – С. 63 – 68
2. Авилон – Карнаухов Б.Н. Электроэнергетические расчеты для угольных шахт. – М.: Недра, 1969. – 96с.

УДК 622.834:622.273.2

М.С. Четверик, А.В. Анциферов, Ю.И. Вронский

### СДВИЖЕНИЕ И ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ, И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

Прив видобутку вугілля у водонасиченій геологічній товщі відбувається її зсування в зв'язку з висмокою пласта, а також обезвоженні і ущільненні порід при проходженні динамічної мульди зсування. Це знижує ефективність застосування закладки виробленого простору для охорони природних об'єктів і споруд. Приведені теоретичні викладки і розрахунки; викладені напрямки по усуненню недоліків.

Одним из основных технических решений по охране природных объектов, промышленных и гражданских сооружений при подземной выемки угля является закладка выработанного пространства. Она позволяет:

- уменьшить оседание земной поверхности и геологической толщи, снизить деформационные процессы;
- исключить выдачу шахтных пород на поверхность;
- уменьшить отчуждение земных участков под шламохранилища и отвалы;
- повысить качество добываемого угля с исключением его дальнейшего обогащения;
- уменьшить потери угля, законсервированные в целиках под населенными пунктами и другими объектами;
- изменить системы разработки при выемке угля с повышением устойчивости выработок.

В условиях ГКХ «Павлоградуголь» под гражданскими и промышленными зданиями находится 412 млн.т угля, что составляет более трети запасов. Их можно будет вынуть при технологии с закладкой выработанного пространства.

Для условий Западного Донбасса Национальной горной академии Украины разработана технология раздельной отработки таких пластов с закладкой выработанного пространства [1], которая совместно с институтами Днепрогипрошахт,