

веществ в год. Концентрация таких химических соединений как оксиды серы, азота, углерода, фенол, сероводород превышают ПДК в 2...3 раза).

высокий уровень нарушения, деградации и безвозвратной потери земель; катастрофическое подтопление территории (за последние 30 лет уровень грунтовых вод поднялся на 10...15 м);

самый высокий в области и Украине уровень сброса загрязненных сточных вод;

скопление высокоминерализованных шахтных вод, влияющих на развитие процессов загрязнения подземных и поверхностных вод, подтопления земель (в Кривбассе ежегодно откачивается более 50 млн. куб м вод, в т.ч. 28...30 млн. куб. м шахтных, имеющих минерализацию от 2 до 100 г/л).

Для решения указанных проблем и недопущения ухудшения ситуации в Криворожском регионе необходимо:

- реструктуризировать базовые отрасли промышленности региона;
- активизировать предпринимательскую деятельность;
- уменьшить налоговый прессинг и количество налогов;
- предоставить льготы инвесторам (отечественным и иностранным), вкладывающим средства в развитие горно-металлургических предприятий;

усовершенствовать внутриотраслевые связи между предприятиями ГМК, которые будут способствовать максимальному использованию производственных мощностей, создать благоприятные условия для развития цивилизованной внутриотраслевой конкуренции;

создать и внедрить новые экологически безопасные технологии, которые обеспечат повышение качества продукции, ее конкурентоспособность и прибыльность предприятий ГМК;

открыть новые производства для преодоления моноотраслевой структуры экономики Кривбасса и компенсации потери рабочих мест;

содействовать внедрению мероприятий по уменьшению техногенной нагрузки на территорию.

УДК 622.012:620.92.003.1

И.Ф. Чемерис

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ ШАХТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ.

Розроблені економіко-математичні моделі шахтного енергетичного комплексу для виробки тепла та електроенергії, а також шахти та збагачувальної фабрики, що входять до його складу. Показано, що при спільній господарчій діяльності економічна ефективність комплексу зростає за рахунок внутрішніх товарно-економічних зв'язків.

ИГТМ НАН Украины разработана концепция диверсификации деятельности нерентабельных угледобывающих предприятий путем создания на их базе энергетических объектов в виде высокоэффективных малых теплоэнергетических комплексов (МТЭК), перерабатывающих низкосортный уголь и отходы обогащения на местах их получения в тепловую и электрическую энергию. Это

позволит решить целый ряд экономических и социальных проблем шахтерских регионов. Подобный комплекс включает в себя, в наиболее полном варианте, собственно энергоблок по выработке тепловой и электрической энергии на базе топок с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС), шахту и обогатительную фабрику.

Рассмотрим экономико-математические модели предприятий, входящих в состав энергокомплекса, как при их раздельной работе, так и при совместной работе с учетом внутренних товарно-экономических связей.

Прибыль от деятельности энергоблока определится как

$$P_2 = (T_2 - C_2^{(0)}) \cdot Q_{2e} + (T_m - C_m^{(0)}) \cdot Q_{m2}, \quad (1)$$

где T_2 и $C_2^{(0)}$ - соответственно тариф и себестоимость 1 кВт·ч отпускаемой электроэнергии, грн/кВт·ч; T_m и $C_m^{(0)}$ - соответственно тариф и себестоимость 1 кВт·ч отпускаемого тепла, грн/Гкал; Q_{2e} - годовой отпуск электроэнергии, кВт·ч; Q_{m2} - годовой отпуск тепла, Гкал.

Выражения для себестоимостей имеют вид

$$C_2^{(0)} = A + T_y \cdot q_{y2} + T_{ш} \cdot q_{ш2}, \quad (2)$$

$$C_m^{(0)} = E + T_y \cdot q_{ym} + T_{ш} \cdot q_{шm}, \quad (3)$$

где q_{y2} и $q_{ш2}$ - соответственно удельные расходы рядового угля и шлама на производство 1 кВт·ч электроэнергии, т/кВт·ч; q_{ym} и $q_{шm}$ - соответственно удельные расходы рядового угля и шлама на производство 1 Гкал тепловой энергии, т/Гкал; T_y и $T_{ш}$ - соответственно тарифы на рядовой уголь и на шлам, грн/т; A - постоянная составляющая себестоимости 1 кВт·ч электрической энергии, грн/кВт·ч; E - постоянная составляющая себестоимости 1 Гкал тепловой энергии, грн/Гкал.

Выражения (1) - (3) представляют собой экономико-математическую модель энергоблока.

Выражение для прибыли от деятельности угольной шахты запишем в виде

$$P_{y2} = (T_y - C_y^{(0)}) \cdot Q_{y2}, \quad (4)$$

где T_y и $C_y^{(0)}$ - соответственно тариф и себестоимость 1 т отпускаемого рядового угля, грн/т; Q_{y2} - годовой отпуск рядового угля, т.

Для себестоимости рядового угля запишем

$$C_y^{(0)} = B + T_2 \cdot q_{y2}, \quad (5)$$

где $q_{\text{эу}}$ - удельный расход электроэнергии на добычу 1 т рядового угля, кВт·ч/т; B - постоянная составляющая себестоимости 1 т рядового угля, не зависящая от потребления электроэнергии, грн/т.

Выражения (4) и (5) представляют собой экономико-математическую модель шахты.

Выражение для прибыли от деятельности обогатительной фабрики запишем в виде

$$P_{\text{уог}} = (T_{\text{уо}} - C_{\text{уо}}^{(0)}) \cdot Q_{\text{уог}} + (T_{\text{ш}} - C_{\text{ш}}^{(0)}) \cdot Q_{\text{шг}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{уо}}$ и $C_{\text{уо}}^{(0)}$ - соответственно тариф и себестоимость 1 т отпускаемого обогащенного угля, грн/т; $Q_{\text{уог}}$ - годовой отпуск обогащенного угля, т; $T_{\text{ш}}$ и $C_{\text{ш}}^{(0)}$ - соответственно тариф и себестоимость 1 т отпускаемого шлама, грн/т; $Q_{\text{шг}}$ - годовой отпуск шлама, т.

Для себестоимости 1 т обогащенного угля запишем

$$C_{\text{уо}}^{(0)} = D + T_{\text{у}} q_{\text{ууо}} + T_{\text{э}} q_{\text{эуо}}, \quad (7)$$

где $q_{\text{ууо}}$ - удельный расход рядового угля на производство 1 т обогащенного угля, т/т; $q_{\text{эуо}}$ - удельный расход электроэнергии на производство 1 т обогащенного угля, кВт·ч/т; D - постоянная составляющая, не зависящая от расходов угля и электроэнергии, грн/т.

Себестоимость 1 т шлама

$$C_{\text{ш}}^{(0)} = F + T_{\text{э}} q_{\text{эш}}, \quad (8)$$

где $q_{\text{эш}}$ - удельный расход электроэнергии на производство 1 т шлама, кВт·ч/т; F - постоянная составляющая себестоимости, не зависящая от расхода электроэнергии, грн/т.

Выражения (6) - (8) представляют собой экономико-математическую модель обогатительной фабрики.

Рассмотрим экономико-математическую модель шахтного энергокомплекса при совместной работе предприятий, входящих в его состав. При этом предприятия, входящие в состав энергокомплекса, поставляют свою продукцию друг другу по себестоимости. Продукция, поставляемая сторонним потребителям, отпускается по утвержденным тарифам.

Для упрощения анализа взаимного влияния внутренних товарно-экономических связей предприятий энергокомплекса принимаем следующие допущения, не меняющие принципиальных выводов исследования и являющиеся его частным случаем: вся тепловая энергия, производимая энергокомплексом, отпускается сторонним потребителям; вся электрическая энергия, производимая энергокомплексом, потребляется шахтой и обогатительной фабрикой; топливом для энергоблока является лишь рядовой уголь с зольностью до 60 %

($Q_{шт} = 0$), объем добычи которого распределяется между энергоблоком и обогатительной фабрикой.

Рассмотрим товарно-экономическую взаимосвязь двух основных модулей энергокомплекса, шахты и энергоблока. Так как обогатительная фабрика является потребителем как рядового угля, так и электроэнергии, то себестоимость ее продукции определяется их себестоимостями. Так как себестоимость электроэнергии, производимой энергоблоком, существенно ниже действующего тарифа, т. е.

$$C_3^{(0)} = \alpha_3 \cdot T_3$$

где $\alpha_3 = 0,3 \div 0,4$ - коэффициент снижения себестоимости электроэнергии при автономной работе энергоблока, то новая себестоимость 1 т рядового угля при потреблении электроэнергии не из питающей сети, а по себестоимости от энергоблока, определится как

$$C_y^{(1)} = B + C_3^{(0)} \cdot q_{y3}$$

Снижение себестоимости 1 т рядового угля вызовет ответное снижение себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии

$$C_3^{(1)} = A + C_y^{(1)} \cdot q_{y3}$$

что обусловит дальнейшее снижение себестоимости 1 т угля и так далее.

В общем виде можно записать

$$C_y^{(i+1)} = B + C_3^{(i)} \cdot q_{y3}, \quad C_3^{(i+1)} = A + C_y^{(i+1)} \cdot q_{y3}$$

При бесконечном числе циклов ($i = 0, 1, 2, \dots$), минимальное значение себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии

$$C_3^{(\infty)} = \frac{A + q_{y3} \cdot B}{1 - q_{y3} \cdot q_{y3}} \quad (9)$$

Разделив обе части выражения (9) на $C_3^{(0)}$, получим выражение для относительного уменьшения себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии, производимой энергоблоком

$$\lambda_3 = \frac{C_3^{(\infty)}}{C_3^{(0)}} = \frac{A + q_{y3} \cdot B}{(1 - q_{y3} \cdot q_{y3}) \cdot C_3^{(0)}} \quad (10)$$

Соответствующая зависимость для себестоимости 1 т рядового угля по аналогии запишется как

$$C_y^{(\infty)} = \frac{B + q_{zy} \cdot A}{1 - q_{zy} \cdot q_{yz}} \quad (11)$$

Разделив обе части выражения (11) на $C_y^{(0)}$, получим выражение для относительного уменьшения себестоимости 1 т рядового угля

$$\lambda_y = \frac{C_y^{(\infty)}}{C_y^{(0)}} = \frac{B + q_{zy} \cdot A}{(1 - q_{zy} \cdot q_{yz}) \cdot C_y^{(0)}} \quad (12)$$

С учетом (3), (12) и сделанных допущений выражение для относительного уменьшения себестоимости 1 Гкал тепловой энергии запишется как

$$\lambda_m = \frac{C_m^{(\infty)}}{C_m^{(0)}} = \frac{E + \lambda_y \cdot T_y \cdot q_{ym}}{E + T_y \cdot q_{ym}} \quad (13)$$

С учетом (2), (7), (10) и (13) получим выражение для относительного уменьшения себестоимости 1 т обогащенного угля

$$\lambda_{y_0} = \frac{C_{y_0}^{(\infty)}}{C_{y_0}^{(0)}} = \frac{D + \alpha_s \cdot \lambda_s \cdot T_s \cdot q_{zy_0} + \lambda_y \cdot T_y \cdot q_{yy_0}}{D + T_s \cdot q_{zy_0} + T_y \cdot q_{yy_0}} \quad (14)$$

С учетом сделанных допущений экономико-математическая модель шахтного энергокомплекса при совместной работе энергоблока, шахты и обогатительной фабрики имеет вид

$$P_{зк} = P_s + P_{y_0} = (T_m - C_m^{(\infty)}) \cdot Q_{mz} + (T_{y_0} - C_{y_0}^{(\infty)}) \cdot Q_{y_0z}, \quad (15)$$

где

$$C_m^{(\infty)} = E + C_y^{(\infty)} \cdot q_{ym}, \quad C_{y_0}^{(\infty)} = D + C_s^{(\infty)} \cdot q_{zy_0} + C_y^{(\infty)} \cdot q_{yy_0}.$$

Для анализа примем за основу технико-экономические показатели шахтного энергокомплекса на базе шахты «Кировская-Западная» ГХК «Макеевуголь». Расчет проведем для разных значений тарифов на рядовой и обогащенный уголь T_y и T_{y_0} при закрепленных тарифах на энергоносители T_s и T_z . С целью исключения фактора инфляции здесь и далее стоимостные показатели приводятся в долларах США. Принимается, что шахты и обогатительная фабрика при раздельной работе являются убыточными предприятиями, т. е. дотируются государством.

Тогда принятые и рассчитанные коэффициенты экономико-математических моделей при действующих тарифах имеют вид

$Q_{ze} = 90$ млн. кВт·ч;	$T = 0,034$ долл./кВт·ч;	$C_3^{(0)} = 8,0 \cdot 10^{-3}$ долл./кВт·ч;
$Q_{mz} = 330$ тыс. Гкал;	$T_m = 22$ долл./Гкал;	$C_m^{(0)} = 7$ долл./Гкал;
$Q_{yz} = 582\,394$ т;	$T_y = 14$ долл./т;	$C_y^{(0)} = 16$ долл./т;
$Q_{yoz} = 296\,982$ т;	$T_{yo} = 28$ долл./т;	$C_{yo}^{(0)} = 32$ долл./т;
$A = 2,82 \cdot 10^{-3}$ долл./кВт·ч;	$q_{zy} = 0,37 \cdot 10^{-3}$ т/кВт	$C_3^{(\infty)} = 7,36 \cdot 10^{-3}$ долл./кВт·ч
$E = 2,1$ долл./Гкал;	$q_{zm} = 0,35$ т/Гкал;	$C_m^{(\infty)} = 6,3945$ долл./Гкал;
$B = 11,24$ долл./т;	$q_{zy} = 140$ кВт·ч/т;	$C_y^{(\infty)} = 12,27$ долл./т;
$D = 8,16$ долл./т;	$q_{yzo} = 1,46$ т/т;	$C_{yo}^{(\infty)} = 26,81$ долл./т;
	$q_{zyo} = 100$ кВт·ч/т.	

При раздельной работе энергоблока, шахты и обогатительной фабрики получим:

а) для энергоблока по (1)

$$\begin{aligned} \Pi_{ze} &= (T_z - C_3^{(0)}) \cdot Q_{ze} + (T_m - C_m^{(0)}) \cdot Q_{mz} = \\ &= (0,034 - 0,008) \cdot 90 \cdot 10^6 + (22 - 7) \cdot 0,33 \cdot 10^6 = 7,29 \text{ млн. долл. США}; \end{aligned}$$

б) для шахты по (4)

$$\Pi_{yz} = (T_y - C_y^{(0)}) \cdot Q_{yz} = (14 - 16) \cdot 582394 = -1,165 \text{ млн. долл. США};$$

в) для обогатительной фабрики по (6) при $Q_{mz} = 0$

$$\Pi_{yoz} = (T_{yo} - C_{yo}^{(0)}) \cdot Q_{yoz} = (28 - 32) \cdot 296982 = -1,188 \text{ млн. долл. США}.$$

Суммарные итоги финансовой деятельности рассматриваемых предприятий при их раздельной работе

$$\Sigma \Pi_p = 7,29 - 1,165 - 1,188 = 4,937 \text{ млн. долл. США}.$$

Таким образом, шахты и обогатительная фабрика являются убыточными предприятиями, требующими для получения хотя бы нулевой рентабельности государственной дотации в размере около 2,35 млн. долл. США в год.

При совместной работе энергоблока, шахты и обогатительной фабрики в составе шахтного энергокомплекса в соответствии с (15) получим:

а) для энергоблока

$$P_{\text{за}} = (T_m - C_m^{(m)}) \cdot Q_{mz} = (22 - 6,3945) \cdot 0,33 \cdot 10^6 = 5,15 \text{ млн. долл. США};$$

б) для обогатительной фабрики

$$P_{\text{уог}} = (T_{\text{уог}} - C_{\text{уог}}^{(m)}) \cdot Q_{\text{уог}} = (28 - 26,81) \cdot 296982 = 0,353 \text{ млн. долл. США.}$$

Суммарные итоги финансовой деятельности шахтного энергокомплекса

$$\Sigma P_c = 5,15 + 0,353 = 5,503 \text{ млн. долл. США.}$$

Отсюда следует, что при совместной работе не государство, а энергоблок ввиду своей высокой рентабельности дотирует деятельность шахты и обогатительной фабрики, и их совместная хозяйственная деятельность за счет внутренних товарно-экономических связей становится рентабельной. Значения показателей относительного уменьшения себестоимостей λ_n , $\lambda_{\text{у}}$, λ_m , $\lambda_{\text{уог}}$ соответственно составляют 0,92; 0,76; 0,91 и 0,83, что свидетельствует о существенном влиянии внутренних связей как на снижение себестоимости продукции, так и на суммарную прибыль энергокомплекса, которая возрастает на 11,5 % по сравнению с раздельной работой. Расчеты, выполненные для значений тарифов на рядовой уголь $T_y=16$ долл./т и $T_y=18$ долл./т, а также соответствующих им тарифов на обогащенный уголь, показали, что, при раздельной работе шахты, обогатительной фабрики и энергоблока, предприятия по добыче и переработке угля даже при увеличении тарифов на уголь, что, естественно затруднит, а возможно, и исключит возможность его сбыта, становятся либо малорентабельными (шахта), либо по-прежнему убыточными (обогатительная фабрика). Энергоблок на базе ЦКС остается высокорентабельным предприятием при любых обоснованных значениях тарифов на уголь. При совместной работе шахты, обогатительной фабрики и энергоблока на базе ЦКС работа угледобывающих и перерабатывающих цехов шахтного энергокомплекса становится рентабельной и прибыль энергокомплекса превышает совокупную прибыль, получаемую при раздельной работе, при любых значениях тарифов на уголь.

Разработанные экономико-математические модели и выполненный на их базе анализ подтверждают правильность концепции о необходимости диверсификации деятельности угледобывающих предприятий в направлении углубленной переработки угля на месте его добычи путем создания на их базе высокорентабельных шахтных энергокомплексов, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию.