

УДК 622.234.5:510.67

В.И. Ефимов

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГИДРОДОБЫЧИ УГЛЯ

Приводится целевая функция и ограничения экономико-математической модели оценки вариантов использования отходов гидродобычи угля.

Ключевые слова: гидродобыча угля, шламохранилище, окружающая природная среда, отходы гидродобычи.

В современных условиях развитие производственной деятельности угледобывающих предприятий основывающейся на использовании отходов гидродобычи угля может осуществляться по множеству экономически приемлемых вариантов.

В то же время, интересы угледобывающего предприятия при выборе одного из таких вариантов развития производственной деятельности могут быть удовлетворены частично или в полном объеме. Это связано с тем, является ли выбираемый вариант только лишь экономически допустимым или наиболее рациональным.

Поскольку, предприятия угольной отрасли также как и любые другие предприятия России заинтересованных в получении наибольшей прибыли, то, естественно, и при рассмотрении вопросов связанных с развитием производственной деятельности предусматривающей использование отходов гидродобычи угля необходимо обеспечить поиск наилучших вариантов такой деятельности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в проводимых исследованиях необходимо обеспечить возможность не только возможность оценки рассматриваемых вариантов

развития такой деятельности, но поиска наиболее рационального из них.

Поскольку развитие производственной деятельности основывающейся на использовании отходов гидродобычи угля является многовариантной, то при поиске наиболее рационального из них необходимо учесть как качественные, так и количественные особенности основных источников формирования вариантов и их групп.

При этом, многочисленность возможных вариантов развития производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля сопряжена со следующими условиями и особенностями.

Первое, из которых сопряжено с изменениями в условиях образования, содержания и размещения отходов гидродобычи угля.

Такие изменения связаны, прежде всего, с развитием основной производственной деятельности шахт по добыче угля.

Так непостоянство объемов добываемого угля предопределяет и изменения и в объемах образующихся при этом отходов. Развитие горных работ сопряжено с отработкой запасов угля в различных участках шахтного поля характеризующихся неко-

торыми отличиями в геологии пластов и вмещающих пород. В результате чего в образующихся отходах изменяется содержание золы, качественные характеристики углеводородов и др.

Другими причинами изменений в образовании отходов гидродобычи угля может быть влияние сезонного фактора, приводящего к замедлению зимой и ускорению процессов осаждения твердых фракций отходов.

Второе — с тем, что способы использования отходов гидродобычи угля могут быть представлены в виде многовариантного сообщества возможных вариантов их исполнения.

Это сопряжено с тем, что в настоящее время существует несколько способов (подходов) использования отходов гидродобычи угля, реализация которых многовариантна.

Так многовариантны возможные решения по технологии, организации и механизации извлечения шламов из прудов-отстойников.

Многовариантна технология, организация и механизация процесса накопления и хранения шламов в шламохранилищах.

Многовариантно может быть принятие решений по технологии, организации и механизации использования шламов при производстве строительных материалов и изделий и т.п.

Многовариантны возможные решения в выборе технологии, организации и механизации процесса обогашения шламов.

Многовариантны решения в подборе технологий, организации и механизации процессов создания из отходов гидродобычи угля водоугольного топлива (брикетов), а также процессов их потребления.

Третье — с тем, что многовариантным является экологические по-

следствия использования отходов гидродобычи угля.

Это сопряжено, с одной стороны с тем, что состояние окружающей природной среды, в местах образования, накопления и использования отходов гидродобычи угля, с течением времени изменчиво в результате действия как объективных, так и субъективных факторов.

С другой — различные направления и варианты использования отходов гидродобычи угля влекут за собой и различные масштабы негативного воздействия на окружающую среду.

Четвертое — сопряжено с динамичностью состояния на создаваемые при использовании отходов гидродобычи угля различные потребительные стоимости.

Динамичность рыночного спроса на энергоносители создаваемые из отходов гидродобычи угля во многом сопряжена с развитием, как экономики России, так и экономики многих зарубежных стран. Так, например, в период мирового финансового кризиса спрос на энергоносители не только резко снизился, но и претерпел существенные структурные изменения. Одним, из них стало исчезновение спроса на те низкокалорийные энергоносители, к которым относятся, в том числе, и угольные шламы.

Динамичным является и рынок строительных материалов и изделий, которые могут быть созданы из отходов гидродобычи угля.

Пятое — с вариантностью влияния на использование отходов гидродобычи угля состояния производственно-хозяйственной деятельности угледобывающих предприятий.

Это связано преимущественно с экономическими результатами производственной деятельности шахт и, со-

ответственно, с потребностью в получении дополнительной прибыли и повышением уровня рентабельности.

Шестое — с вариантностью экономических результатов развития производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля.

Это связано с большим разнообразием вариантов соотношения затрат и результатов при различных организационно-технологических вариантах ее создания.

В соответствии с вышеизложенным и, исходя из рассмотренных показателей, которые могут быть приняты для оценки возможных вариантов развития производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля, поиск наиболее рационального варианта такой деятельности предложено осуществлять с применением методов экономико-математического моделирования.

При этом, для оценки возможных вариантов развития производственной деятельности по использованию отходов в разрабатываемой экономико-математической модели предложено использовать показатель эффективности соотношения получаемых при этом доходов с необходимыми для их получения затратами.

Использование в модели этого показателя для поиска наиболее рационального варианта использования отходов гидродобычи угля предполагает установление такого варианта, при котором его значение будет максимальным.

Поэтому, в качестве целевой функции экономико-математической модели принята максимизация отношения доходов (экономии затрат) угледобывающего предприятия получаемых при различных вариантах использования отходов гидродобычи угля к суммарной величине, приведен-

ных во времени капитальных затрат и годовых эксплуатационных и экологических затрат.

В то же время, развитие производственной деятельности угледобывающих предприятий по использованию отходов гидродобычи угля необходимо учитывать условия и ограничения, которые имеют место в этой сфере деятельности, а также потребность в достижении компромисса интересов всех участвующих в этом процессе субъектов хозяйственной деятельности.

Таким образом, для достижения поставленной в модели цели необходимо соблюдение ряда основополагающих условий и ограничений.

В состав таких ограничений включено.

1. Необходимость учета того факта, что количество рассматриваемых вариантов развития производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля не может быть безграничным. Поэтому для работы модели необходимо сформировать (ограничить) некоторое количество вариантов такой деятельности, достаточное для выявления и обоснования наиболее рационального решения в этой сфере хозяйствования.

2. Необходимость учета совместности оцениваемых в экономико-математической модели вариантов развития производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля с условиями образования, накопления и использования таких отходов на угледобывающем предприятии.

3. Необходимость обеспечения достаточным количеством денежных средств различные варианты развития производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля.

При этом предполагается возможность привлечения как собственных средств угледобывающего предприятия, так и денежных средств различных кредитных организаций.

4. Необходимость соблюдения интересов угледобывающего предприятия в развитии производственной деятельности по использованию отходов гидродобычи угля.

Эти интересы могут быть учтены путем сравнения эффективности, различных вариантов использования отходов гидродобычи угля, с рентабельностью работы угледобывающего предприятия и выбора только тех из них, которые обеспечат рост эффективности производственно-хозяйственной деятельности шахт.

5. Необходимость обеспечения своевременного возврата заемных денежных средств кредитным организациям.

Это ограничение является очень важным в связи тем, что своевременный не возврат заемных денежных средств может привести к возникновению различных санкций, то есть дополнительных издержек, не предусмотренных при разработке целевой функции экономико-математической модели.

6. Необходимость соблюдения условия, предусматривающего то, что величина доходов, получаемых от реализации на рынке создаваемых из отходов гидродобычи угля различных потребительных стоимостей, должна быть соразмерна с состоянием спроса на создаваемые виды продукции.

7. Необходимость соблюдения экологических нормативов на протяжении периода времени в течении которого предполагается реализовывать различные варианты использования отходов гидродобычи угля.

Исходя из вышеизложенного для оценки вариантов использования от-

ходов гидродобычи угля разработана следующая экономико-математическая модель.

В качестве целевой функции модели принята максимизация отношения суммарной величины чистого годового дохода, полученного от использования отходов гидродобычи угля, к суммарной величине приведенных во времени производственно-экологических затрат:

$$\mathcal{E}_j = \sum_{i=1}^i \frac{D_{i,j} X_{(j,m \neq j)} - H_j - \Delta K p_j}{\mathcal{Z}_{i,j}^o + \mathcal{Z}_{i,j}^{ok} + \mathcal{Z}_{i,j,t}^k} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_j — эффективность j -о варианта использования отходов гидродобычи угля, доли единицы; $\mathcal{Z}_{i,j}^o$ — величина годовых эксплуатационных затрат по i -у направлению при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля, руб.; $\mathcal{Z}_{i,j}^{ok}$ — величина годовых экологических затрат по i -у направлению при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля, руб.; $\mathcal{Z}_{i,j,t}^k$ — величина капитальных затрат по i -у направлению при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля в t -м году, руб.; a_t — коэффициент дисконтирования разновременных затрат, доли единицы; i — направления использования отходов гидродобычи угля:

$i=1$ при размещении и накопление отходов гидродобычи,

$i=2$ при накопление и хранение отходов гидродобычи угля,

$i=3$ при повышении качества (обогащения) отходов гидродобычи угля,

$i=4$ при производстве и использовании продукции из отходов гидродобычи угля для обеспечения собственных нужд и (или) реализации на сторону;

$D_{i,j,t}$ — доход от i -го направления использования отходов гидродобычи угля при j -ом варианте развития производственной деятельности в t -й период времени, руб.; H_j — величина

годовых налоговых отчислений при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля, руб.; ΔKp_j — величина годовых платежей по возврату кредитов при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля, руб.

Ограничения модели.

1. По количеству возможных вариантов развития производственной деятельности:

$$j \in J, J = \{1, 2, \dots, J\} \quad (2)$$

2. По совместимости различных направлений использования отходов гидродобычи угля:

$X_{(i,m \neq i)}$ — это булева переменная, принимающая значения 1 в том случае, если i -е направление использования отходов гидродобычи угля совместимо с m -м направлением, при условии что они не идентичны ($m \neq i$), и значение 0, при их несовместимости.

3. Непревышение объема используемых отходов гидродобычи угля (шламов) суммарной величине их объемов, накопленных ранее и образовавшихся в текущий период времени:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T Q_{i,j,t} \leq Q_{H,j,t} + \sum_{t=1}^T Q_{o,t}, \quad (3)$$

где $Q_{i,j,t}$ — объем отходов гидродобычи угля (шламов) используемых в текущий период времени, т; $Q_{H,j,t}$ — объем отходов гидродобычи угля (шламов) накопленных на угледобывающем предприятии к t -у году, т; $Q_{o,t}$ — объем отходов гидродобычи угля (шламов) образовавшихся на угледобывающем предприятии в t -м году, т.

3. Условие достаточности средств на развитие производственной деятельности, предусматривающей использование отходов гидродобычи угля:

$$\Phi_{j,t}^{вл(соб)} + \Phi_{j,t}^{вл(кр)} \geq \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \mathcal{Z}_{i,j,t}^к a_t + \mathcal{Z}_{i,j}^о + \mathcal{Z}_{j,i}^к, \quad (4)$$

где $\Phi_{j,t}^{вл(соб)}$ — количество собственных средств угледобывающего предприятия

используемых при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля в t -е периоды времени, руб. в год; $\Phi_{j,t}^{вл(кр)}$ — количество привлекаемых кредитов банков при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля в t -е периоды времени, руб. в год.

4. По условию повышения эффективности (рентабельности) работы угледобывающего предприятия при использовании отходов гидродобычи угля:

$$\sum_{i=1}^I \frac{D_{i,j} X_{(j,m \neq j)} - H_j - \Delta Kp_j}{\mathcal{Z}_{i,j}^о + \mathcal{Z}_{i,j}^к + \mathcal{Z}_{i,j,t}^к a_t} \geq P_{(t-1)}, \quad (5)$$

где $P_{(t-1)}$ — рентабельность угледобывающего предприятия в $(t-1)$ -м году, доли ед.

5. Условие своевременного возврата кредита банку:

$$Kp_t \geq \sum_{t=1} \Delta Kp_{j,t}, \quad (6)$$

где Kp_t — стоимость кредита банка с сроком погашения в t -м году, руб.

6. Условие не превышения величины дохода, который может быть получен при реализации потребительских стоимостей на рынке при создании различных видов продукции, суммы доходов, которые могут быть получены на рынке:

$$D_{t(i)}^p \geq D_{i,j,t}, \quad (7)$$

где $D_{t(i)}^p$ — емкость рынка i -й продукции в t -й период времени, руб.;

$D_{i,j,t}$ — величина дохода, который может быть получен от производства i -й продукции в t -й период времени при j -м варианте использования отходов гидродобычи угля, руб.

7. Условие выполнения экологических нормативов при использовании отходов:

$$\frac{W_{v,(t-1)} + \sum_{t=1}^T \Delta W_{v,j,t}}{ПДН_v} \leq 1, \quad (8)$$

где $W_{v,(t-1)}$ — величина загрязнения v -й составляющей окружающей природной среды в $(t-1)$ -й период времени (до начала использования отходов гидродобычи угля), условных единиц; $\Delta W_{v,j,t}$ — величина снижения (прироста) загрязнения v -й составляющей окружающей природной среды при j -м варианте использования отходов в t -й

период времени, условных единиц; $ПДН_v$ — предельно допустимый для угледобывающего предприятия норматив загрязнения v -й составляющей окружающей природной среды, условных единиц; v — составляющие окружающей природной среды (1 — атмосфера, 2 — водная среда, 3 — земная поверхность).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багимова Н.А. Методические аспекты эколого-экономической оценки использования отходов гидродобычи угля в качестве ВУТ в условиях урбанизированных территорий. Сб. «Экология и экономика природопользования» в отдельном выпуске горного информационно-аналитического бюллетеня, — 2008. — № ОВ 3 — М.: Мир горной книги. — С. 41—44.

2. Багимова Н.А. Формирование отношений потребителей и производителей ВУТ в условиях урбанизированных территорий. Сб. «Экология и экономика природопользования» в отдельном выпуске горного информационно-аналитического бюллетеня, — 2008. — № ОВ 3 — М.: Мир горной книги. — С. 37—41.

3. Багимова Н.А. Методологические основы оценки ценности угольных шламов. Сб. «Экономика и управление природопользованием» в отдельном выпуске горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технический журнал), — 2009. № ОВ 6. М.: Горная книга. — С. 21—26.

4. Багимова Н.А. Методологические основы эколого-экономической оценки использования отходов угледобычи угля в урбанизированных территориях. В сб. «Эколого-экономические проблемы природопользования в горной промышленности». Шахты, Изд-во Южно-Российского отд. АГН РФ, № 12. — 2009. — С. 8—14. **ТИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Ефимов Виктор Иванович — профессор, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



ДИССЕРТАЦИИ ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
САММАЛЬ Сергей Андреевич	Разработка метода расчёта обделок тоннелей произвольного поперечного сечения на динамические воздействия	25.00.20	к.т.н