

УДК 622.33

Н.Т. РУБЛЕВСКИЙ, канд. техн. наук, Н.Н. МАКОРТЕЦКИЙ, И.Ю. НОВИЦКИЙ (Институт общей энергетики НАН Украины, Киев)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИРОСТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЕЙСТВУЮЩИЕ УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ

Предложен математический аппарат для оптимизации (максимизации) прироста производственных мощностей действующих угледобывающих предприятий путем их реконструкции и технического перевооружения в зависимости от величины суммарных капитальных вложений.

На современном этапе основные направления технической и экономической политики развития угольной промышленности Украины ввиду ограниченности инвестиционных возможностей должны опираться на рациональное использование имеющегося производственного потенциала угледобывающих предприятий, а также на его рост. Это, в первую очередь, касается вопросов наращивания производственной мощности отрасли, замены устаревшего оборудования, поддержки уровня мощности действующих шахт и т.д.

В связи с естественной и вынужденной необходимостью закрытия шахт по ряду причин (исчерпание промышленных запасов, резкое ухудшение горно-геологических условий добычи угля, убыточность предприятий) и недостатком финансовых средств на строительство новых, в настоящее время происходит процесс превышения вывода производственных мощностей по угольной отрасли над их вводом. Прогресс отрасли возможен только при вводе новых производственных мощностей, которые не только компенсируют выбывающие объемы мощности, но и дадут их общий прирост из года в год. Решение этой проблемы напрямую связано с объемами капитальных вложений в отрасль.

Большая часть капитальных вложений в угольную промышленность приходится на воспроизводство – поддержание мощности действующих предприятий (капстроительство для подготовки запасов угля для отработки, техническое переоснащение предприятий, их реконструкция).

В работе [1] предложены математические модели оптимизации развития угольной промышленности Украины. В данной работе рассматриваются вопросы развития оптимизационной модели, связывающей максимизацию производственных мощностей (и, как следствие, угледобычу) угледобывающих предприятий Украины и объемы капитальных вложений.

Математическую модель оптимизации прироста мощностей за счет реконструкции угледо-

бывающих предприятий с приростом мощностей при заданных капитальных вложениях формализуем в виде задачи линейного программирования:

$$\sum_i^n \sum_j^m X_{ijt} \rightarrow \max, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (1)$$

где  $X_{ijt}$  – производственная мощность  $i$ -ой шахты по  $j$ -ой марке угля в период времени  $t$ ;  $m$  – количество марок угля;  $n$  – количество шахт;  $T$  – рассматриваемый интервал времени.

Производственная мощность  $X_{ijt}$  есть функция от  $K_{ijt}$ :

$$X_{ijt} = f_{ijt}(K_{ijt}), \quad (2)$$

где  $K_{ijt}$  – объем капитальных вложений на  $i$ -ой шахте по  $j$ -ой марке угля в период времени  $t$ .

Вводятся ограничения:

– на суммарные инвестиции по отрасли в период  $t$  (например, за один год)

$$\sum_i^n \sum_j^m K_{ijt} \leq K_t; \quad (3)$$

– на величину производственной мощности

$$\underline{X}_{ijt} \leq X_{ijt} \leq \bar{X}_{ijt}, \quad (4)$$

где  $\underline{X}_{ijt}$  и  $\bar{X}_{ijt}$  – нижняя и верхняя границы производственной мощности соответствующей шахты.

Предположив, что  $f_{ijt}(K_{ijt})$  представлена в виде степенной функции первого порядка, и выполнив соответствующие преобразования, получим новое представление целевой функции (1):

$$\sum_i^n \sum_j^m X_{ijt} = \left[ \sum_i^n \sum_j^m X_{ijt}(0) + \sum_i^n \sum_j^m a_{ijt} K_{ijt} \right] \rightarrow \max \quad (5)$$

где  $X_{ijt}(0)$  – исходная производственная мощность  $i$ -ой шахты по  $j$ -ой марке угля в период времени  $t$ ;  $K_{ijt}$  – величина капитальных вложений на  $i$ -ой шахте по  $j$ -ой марке угля в период времени  $t$ ;  $a_{ijt}$  – коэффициент, величина которого обратно

пропорциональна удельным капитальным вложениям на 1 т прироста мощности на  $i$ -ой шахте по  $j$ -ой марке угля в период времени  $t$ .

Ограничения на инвестиции по отрасли (3) можно записать в виде неравенств:

$$\sum_i^n \sum_j^m K_{ijt} \leq K_t^\theta, \quad t=1, 2, \dots, T; \quad \theta=1, 2, 3. \quad (6)$$

Поскольку в дальнейшем предполагается рассматривать развитие угольной отрасли по трем сценариям (пессимистический, базовый, оптимистический), то  $K_t^1, K_t^2, K_t^3$  представляют собой предельные значения капитальных вложений в соответствии со сценариями.

Верхние границы инвестиций по отдельным шахтам будут иметь вид:

$$K_{ijt} = \frac{\eta_{ijt} \gamma_{ijt} X_{ijt}(0)}{a_{ijt}}, \quad i=1, 2, \dots, n; \quad j=1, 2, \dots, m; \quad t=1, 2, \dots, T, \quad (7)$$

где  $\eta_{ijt}$  – величина, определяющая приближенное значение прироста мощности (например, 20% от исходной мощности запишем как  $0,2X_{ijt}(0)$ );  $\gamma_{ijt}$  – весовой коэффициент, который отражает уровень перспективности шахты.

Существует методика определения  $\gamma_{ijt}$  – коэффициента перспективности угледобывающих предприятий – на основе горно-геологических, технологических и экономических показателей, предложенная учеными Национального горного университета Украины (г. Днепрпетровск) [2]. В связи с затруднениями, связанными с получением необходимой информации по каждой шахте для использования указанной методики, возникла необходимость разработки собственной методики определения  $\gamma_{ijt}$ .

По этой методике предлагается определять  $\gamma_{ijt}$  – коэффициент, нормализованный в интервале  $[0, 1]$ , который отражает уровень перспективности (привлекательности для вложения инвестиций в реконструкцию действующих шахт с приростом

мощности), используя следующие формулы:

$$\gamma_{ijt} = \frac{\gamma_{ijt}^*}{\max \gamma_{ijt}^*}. \quad (8)$$

Величина  $\gamma_{ijt}$  может быть определена на основе горно-геологических, технологических и экономических показателей шахт. В данной работе она имеет вид:

$$\gamma_{ijt}^* = \sqrt{\frac{B_{ijt}}{P_{ijt}} \frac{S_{ijt}}{C_{ijt}}}, \quad (9)$$

где  $B_{ijt}$  – промышленные запасы;  $P_{ijt}$  – производственная мощность;  $S_{ijt}$  – оптовая цена;  $C_{ijt}$  – себестоимость угольной продукции.

Убыточные шахты, как правило, имеют низкие уровни перспективности ( $0 \leq \gamma_{ijt} \leq 0,6$ ), и выделение для них инвестиций на реконструкцию с приростом мощностей нецелесообразно.

Остальные шахты, для которых  $0,6 \leq \gamma_{ijt} \leq 1,0$ , относятся к категории перспективных, т.е. для них целесообразно выделение финансирования на реконструкцию с приростом мощностей. Введенные в формулу (7)  $\gamma_{ijt}$  являются качественными индикаторами учета уровней перспективных шахт.

Вычисление величин  $K_{ijt}$  для каждой шахты регулируется ограничением (6).

Математическая модель (5) – (9) позволяет в зависимости от величины капитальных вложений определить возможный максимальный прирост мощностей за счет реконструкции ряда действующих шахт угольной отрасли, где она целесообразна.

Результаты расчета по этой методике носят оценочный характер, их можно использовать на практике в процессе выполнения предварительных проработок при определении целесообразности проведения реконструкции с приростом мощностей для конкретных шахт.

1. Кулик М.М. Роль вугілля у формуванні паливно-енергетичних балансів та оптимізація розвитку вугільної промисловості України // Проблеми загальної енергетики. – №6. – С. 7-16.

2. Салли В.И., Комиссаров В.Ф., Кухарев В.В. Векторная оптимизация основных параметров шахт // Изв. вузов. Горный журнал. – 1988. – №3. – С. 47-50.