

3. В.В. Перегудов, А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун и др. Методологические аспекты определения экономической эффективности комплексного использования минерального сырья. Вестник Криворожского технического университета. Выпуск № 27. 2011.

Рукопись поступила в редакцию 20.02.12

УДК 553.042

В.В. ПЕРЕГУДОВ, д-р техн. наук, проф., А.Е. ГРИЦИНА, канд. экон. наук,  
Б.Т. ДРАГУН, Е.М. НИКОЛЕНКО, Л.И. ЛАНЦЕТОВА, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»  
ГУБИНА В.Г., канд. геол.-минерал. наук, Институт геохимии окружающей среды НАНУ

## УТОЧНЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНДИЦИЙ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Предложены простые и точные методы определения минимального промышленного содержания полезного компонента в руде, в том числе в комплексном сырье. Методы базируются на использовании баланса продуктов переработки полезных компонентов, затрат на производство и ценности готовых продуктов.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** При проведении геолого-экономической оценки месторождений одним из ответственных этапов является установление параметров кондиций для подсчета запасов минерального сырья. С результатами определения параметров кондиций связаны объемы утверждаемых запасов, сроки отработки месторождений, стоимость запасов и лицензий на право пользования недрами и др. Весьма важным при этом является определение минимального промышленного содержания полезного компонента. Этот показатель рассчитывается для подсчетного блока, а также для месторождений, имеющих однородное геологическое строение и равномерное распределение полезного компонента в пределах рудного поля. Как правило, на таких месторождениях подсчетные блоки не выделяются (например, месторождения железных руд). Проблемы имеют место как на стадии выполнения оценки месторождений, так и в процессе защиты параметров кондиций ввиду сложности или недостаточной определенности расчетов отдельных технологических и экономических показателей. Недостаточно изучены и разработаны методы оценки комплексных руд.

**Анализ исследований и публикаций.** Минимальным промышленным содержанием полезного компонента в руде в теории и практике геолого-экономической оценки принято считать такое содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение всех затрат на получение товарной продукции при нулевой рентабельности производства [1].

Минимальное промышленное содержание определяется по формуле

$$C_{\min} = \frac{Z}{C_{нк} \times I \times (1-P)} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $Z$  - полные эксплуатационные расходы на добычу и обогащение 1 т руды, грн;  $C_{нк}$  - цена 1 т полезного компонента в концентрате, грн;  $I_o$  - коэффициент сквозного извлечения;  $P$  - разубоживание при добыче, доли ед. Примерно такие же методы используются за рубежом [2], но коэффициент, учитывающий разубоживание руды, помещается в числителе дроби. По нашему мнению, сквозное извлечение полезного компонента учитывает и потери, и разубоживание [3,4]. Методические разработки должны также объективно комплексный характер минерального сырья [5].

**Постановка задачи.** Специалистам в области геолого-экономической оценки месторождений и работникам проектных организаций известно, что формула (1) выведена из условия равенства цены  $C_k$  и полной себестоимости  $Z_k$  1 т концентрата, то есть при  $Z_k=C_k$ , с использованием балансового уравнения

$$\gamma = \frac{\alpha \times \varepsilon}{\beta} \%, \quad (2)$$

где  $\gamma$  - выход концентрата от исходной руды, %;  $\alpha$  - массовая доля железа в руде, %;  $\varepsilon$  - извлечение железа в концентрат, %;  $\beta$  - массовая доля железа в концентрате, %.

Учитывая, что  $Z = Z_{кγ}$ , то в расчете на 1 т руды было принято, что

$$Z_{кγ} = \frac{C_{к} \alpha \varepsilon}{\beta}. \quad (3)$$

Отсюда

$$\alpha = \frac{Z_{кγ}}{C_{к} : \beta \varepsilon} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где отношение  $C_{к} : \beta$  представляет собой  $C_{нк}$ , то есть цену 1 т полезного компонента в концентрате.

С учетом коэффициента разубоживания и замены буквенных обозначений формулу (4) преобразовали в приведенную выше формулу (1) определения минимального промышленного содержания полезного компонента в руде. Авторами предлагается более простое решение рассматриваемого вопроса, позволяющее достаточно точно определять параметры кондиций..

**Изложение материала и результаты.** В вопросе определения параметров кондиций важную роль играет выбор критерия оценки и простота расчета показателей, не вызывающая споров при утверждении работ по геолого-экономической оценке месторождений.

При расчете минимального промышленного содержания полезного компонента в руде, как указывалось выше, принималось условие равенства себестоимости продукции и ее цены. В условиях рынка может быть недостаточным достижение безубыточности затрат на производство. На горнодобывающих предприятиях все мероприятия по увеличению объемов добычи и переработки руды, а также улучшению качества исходного сырья и готовой продукции обеспечиваются преимущественно за счет капитальных инвестиций при дополнительных эксплуатационных издержках.

Естественно, что инвестиции должны обеспечивать получение прибыли на предприятии. Поэтому исходным условием определения минимального промышленного содержания полезного компонента может быть полное возмещение капитальных и эксплуатационных затрат на получение товарной продукции извлекаемой ценностью минерального сырья.

Как известно, в Украине в настоящее время на стадиях геолого-экономической оценки месторождений и разработки проектов предприятий с открытым способом добычи предусмотрено проводить оценку динамическим методом с дисконтированием при учетной ставке Национального банка Украины [6, 7]. Кроме того, этот метод в обязательном порядке должен применяться при определении стоимости запасов и ресурсов полезных ископаемых месторождения или участка недр, предоставляемых в пользование [8]. Также на основе указанных расчетов должна определяться начальная цена продажи на аукционе специальных разрешений (лицензий) на право пользования недрами в пределах Украины [9].

При этом в официальных документах не оговаривается возможность технико-экономических расчетов на основе статического метода оценки. В первую очередь, результаты таких расчетов могут служить первичным инструментом для исключения слабых вариантов и ориентиром для контроля правильности последующего определения показателей динамическим методом. В то же время, статический метод обладает рядом существенных недостатков. При статическом методе оценка месторождений и вариантов развития горнодобывающих предприятий производится исходя из результатов расчета технико-экономических показателей в определенной точке - расчетном году (после ввода и полного освоения проектной мощности). Для условий капиталоемкой горнодобывающей промышленности это примерно седьмой – десятый год после начала строительства. Поэтому из расчетов выпадает начальный период эксплуатации предприятия, не представляется возможным точно и полно отразить показатели очередей и пусковых комплексов строительства и преимущества поэтапного ввода мощностей в эксплуатацию. При этом начальный период может быть убыточным. Убытки необходимо будет перекрывать в последующем прибылью. Статические методы не могут это учитывать.

Необходимо также четко регламентировать методы определения параметров кондиций для наиболее характерных видов минерального сырья, в том числе комплексного. В последнем случае практически невозможно применить формулу (1). Нельзя также без больших погрешностей определить оцениваемый параметр кондиций при выпуске и реализации готовой продукции из

руды на разных стадиях переработки: например, частично в виде товарного концентрата и в виде окатышей. Методические указания по этим вопросам отсутствуют.

Предложен вывод простой формулы определения минимального промышленного содержания магнетитового железа. Он учитывает сквозное извлечение полезного компонента с учетом всех уровней добычи и переработки рудного сырья по формуле, %

$$\varepsilon_{скв} = \varepsilon_{z/d} \cdot \varepsilon_{пер} : 100, \quad (5)$$

где  $\varepsilon_{г/д}$  - извлечение полезного компонента из геологических (балансовых запасов в промышленные и/или в эксплуатационные), %;  $\varepsilon_{пер}$  - извлечение полезного компонента при переработке руды, %.

На этапах пересчета геологических запасов в промышленные или эксплуатационные извлечение полезного компонента рассчитывается по формуле, %

$$\varepsilon_{z/d} = \frac{\alpha_d \cdot \gamma_d}{\alpha_z}, \quad (6)$$

где  $\alpha_d$ - содержание полезного компонента в эксплуатационных запасах (добытой руды для обогащения), %;  $\gamma_d$ - выход добытой руды из геологических (балансовых) и/или промышленных запасов, %;  $\alpha_z$ - содержание полезного компонента в геологических (балансовых) запасах, %.

На стадиях переработки руды

$$\varepsilon_{пер} = \frac{\beta_K \cdot \gamma_K}{\alpha_d}, \quad (7)$$

где  $\beta_K$ - содержание полезного компонента в концентрате, %;  $\gamma_K$ - выход концентрата из перерабатываемой руды, %.

Отсюда

$$\varepsilon_{скв} = \varepsilon_{z/d} \cdot \varepsilon_{пер} : 100 = \frac{\alpha_d \cdot \gamma_d}{\alpha_z} \cdot \frac{\beta_K \cdot \gamma_K}{\alpha_d} : 100 \quad (8)$$

Поскольку  $\alpha_d$  сокращается, а  $\gamma_d \cdot \gamma_K : 100 = \gamma_{скв}$ , то

$$\varepsilon_{скв} = \frac{\beta_K \cdot \gamma_{скв}}{\alpha_z} \quad (9)$$

Минимальное промышленное содержание полезного компонента в руде после подстановки в формулу (4) значения  $\varepsilon_{скв}$  из формулы (9) составляет

$$\alpha = \frac{Z_K \gamma_{скв}}{C_K : \beta_K \gamma_{скв}} \cdot 100\% = \alpha_z \frac{Z_K}{C_K} \cdot 100\%$$

Таким образом, в результате углубления анализа определения отдельных параметров кондиций минерального сырья нами выведены более простые и удобные в расчетах, особенно для комплексного сырья, формулы определения минимального промышленного содержания полезного компонента в руде, содержащейся в геологических (балансовых) запасах

$$C_{min} = \alpha_{геол} \frac{Z_K}{C_K} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где  $\alpha_{геол}$  - массовая доля полезного компонента в геологических (балансовых) запасах, %;  $Z_K$ - полная себестоимость единицы или всего объема товарной продукции;  $C_K$ - цена единицы или стоимость всего объема товарной продукции.

Эту формулу предлагается зарегистрировать в качестве официальной вместо сложной и спорной формулы (1).

Большим преимуществом применения рекомендуемой формулы является возможность быстрого и точного определения минимального промышленного содержания полезного компонента в руде в случаях:

добычи и переработки комплексного сырья с получением нескольких видов товарной продукции, например, ильменитового и апатитового концентратов;

доведения геолого-экономической оценки до расчетов показателей нескольких переделов (обогащения; доводочных операций, включая химическое обогащение, флотации, тонкого гро-

хочения; агломерации концентратов; выплавки чугуна и стали), в том числе с получением нескольких видов готовой товарной продукции на разных стадиях/переделах переработки;

при наличии заданных параметров по уровню рентабельности добычи и переработки оцениваемого полезного компонента.

В случае, если геолого-экономическая оценка производится для комплексного сырья, то при наличии индивидуальной себестоимости каждого продукта и его цены

$$C_{\min i} = \alpha_i \frac{Z_i}{C_i} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $Z_i, C_i$  - соответственно эксплуатационные расходы на производство и цена  $i$ -го продукта из комплексного сырья.

Если индивидуальную себестоимость отдельных продуктов определить не представляется возможным, то применяются суммарные (годовые или за весь период оценки) эксплуатационные расходы на производство товарной продукции из оцениваемой руды  $Z_{\text{сум}}$  и суммарная стоимость товарных продуктов  $\sum C_i A_i$

$$C_{\min} = \alpha_i \frac{Z_{\text{сум}}}{\sum C_i A_i} \cdot 100\%, \quad (12)$$

где  $A_i$  - производство товарных продуктов за год или за весь период эксплуатации месторождения.

В случае, если геолого-экономическая оценка доводится до расчетов показателей нескольких переделов с получением нескольких видов товарной продукции, то

$$C_{\min} = \alpha \frac{Z_{\text{доб}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{дов}} + Z_{\text{агл/окат}} + Z_{\text{мет}} + Z_{\text{др}}}{C_{\text{к}} A_{\text{к}} + C_{\text{агл/окат}} A_{\text{агл/окат}} + \dots + C_{\text{мет}} A_{\text{мет}} + C_{\text{др}} A_{\text{др}}} \cdot 100\%, \quad (13)$$

где  $Z_{\text{доб}}, Z_{\text{об}}, Z_{\text{дов}}, Z_{\text{агл/окат}}, Z_{\text{мет}}, Z_{\text{др}}$  - суммарные эксплуатационные расходы на производство товарной продукции из оцениваемой руды, включая расходы соответственно на добычу, обогащение; доводочные операции; агломерацию концентратов; выплавку металла и другие операции за расчетный год или за весь период эксплуатации;  $C_{\text{к}}, C_{\text{агл/окат}}, C_{\text{мет}}, C_{\text{др}}$  - цены соответственно товарного концентрата, окучкованных продуктов, металла и других продуктов;  $A_{\text{к}}, A_{\text{агл/окат}}, A_{\text{мет}}, A_{\text{др}}$  - выпуск соответствующих товарных продуктов из оцениваемой руды за расчетный год или за весь период эксплуатации.

В табл. 1 представлен пример расчета оцениваемого параметра кондиций рассмотренными методами.

Таблица 1

Пример расчета минимального промышленного содержания магнетитового железа в руде

Номер строки	Наименование показателей	Величина показателя
1	Балансовые запасы руды, млн. т	242
2	Эксплуатационные запасы руды, млн. т	240
3	Годовая производительность предприятия, млн. т:	
4	по руде	6,0
5	по концентрату	2,67
6	Срок отработки запасов руды, лет (стр.2 : стр.3)	40
7	Массовая доля влаги, %:	
8	в руде	3,0
9	в концентрате	10,0
10	Массовая доля железа, % (общего/магнетитового):	
11		34,0
12	в руде геологических запасов	28,8
13		33,7
14	в руде добытой	28,3
15		67,5
16	в концентрате	62,5
17		6,6
18	в хвостах обогащения	0,9
19	Выход руды из балансовых (геологических) запасов, %	99,17
20	Выход концентрата из добытой руды, %	44,50
21	Сквозной выход концентрата из балансовых (геологических) запасов, %	44,13
22	Извлечение железа в добытую руду из геологических запасов, %:	

23	общего	98,29
24	магнетитового	97,45
25	Извлечение железа в концентрат из добытой руды, %:	
26	общего	89,13
27	магнетитового	98,28
28	Сквозное извлечение железа в концентрат из геологических запасов, %:	
29	общего	87,61
30	магнетитового	95,77
31	Годовые эксплуатационные расходы, млн. грн	1 068,0
32	Полная себестоимость 1 т концентрата, грн	400,00
33	Цена 1 т концентрата, грн	600,00
34	Минимальное промышленное содержание магнетитового железа в руде, %:	
35	по формуле (1) без разубоживания: стр.32 · стр.21 : (стр.33 : стр.16 · стр.30)	19,20
36	по формуле (10): стр.12 · (стр.32 : стр.33)	19,20

Формулы (10, 12) можно преобразовать в формулу следующего вида с применением показателя рентабельности затрат (как отношения прибыли к себестоимости)

$$C_{\min} = \frac{\alpha_{\text{геол}}}{100 + p} \cdot 100\%, \quad (14)$$

где  $p$  - рентабельность затрат  $p = (\text{Ц} - 3) / 3 \cdot 100\%$   
или

$$C_{\min} = \frac{\alpha_{\text{геол}} (100 - p_n)}{100}, \% \quad (15)$$

где  $p_n$  – рентабельность продукции (GPM - Gross Profit Margin) – отношение прибыли к стоимости товарной продукции, % ( $p_n = (\text{Ц} - 3) : \text{Ц} \cdot 100$ ).

С помощью формул (14) и (15) можно определять допустимые значения минимального промышленного содержания полезного компонента в руде при заданных или требуемых показателях рентабельности.

Например, требуется определить допустимые величины  $C_{\min}$  при массовой доле магнетитового железа в руде  $\alpha_{\text{геол}} = 28,8\%$ , обеспечивая рентабельность затрат  $p$  не ниже 35 %.

$$C_{\min} \leq \frac{\alpha_{\text{геол}}}{100 + p} \cdot 100\% \leq \frac{28,8}{100 + 35} 100 \leq 21,33\%$$

Нетрудно вычислить, что в предыдущем примере (табл. 1) рентабельность затрат составляла 50%, при которой  $C_{\min}$  равнялось 19,20%, то есть находилось в пределах допустимой по данному условию.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Минимальное промышленное содержание полезного компонента в руде рекомендуется рассчитывать на основе предложенных простых формул, которые могут учитывать комплексный характер перерабатываемого минерального сырья. Рекомендуется использовать суммарные затраты и ценность продуктов за весь период эксплуатации месторождения.

#### Список литературы

1. Временные методические рекомендации по геолого-экономической оценке промышленного значения месторождений твердых полезных ископаемых (кроме угля и горючих сланцев). – М.: ВИЭМС, 1999.
2. **Ф.-В. Вельмер, М. Дальхаймер, М. Вагнер** Экономические оценки месторождений. - К. - Изд. «Книга». – 2008. – С. 132
3. **А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун** и др. Совершенствование методов геолого-экономической оценки месторождения. Металлургическая и горнорудная промышленность. Журнал. № 7. 2008.
4. **В.В. Перегудов, А.Е. Грицина, О.В. Савченко, Б.Т. Драгун.** Основные методы и приемы определения минимального промышленного содержания полезного компонента. Форум горняков – 2010. Вестник Национального горного университета. 2010.
5. **В.В. Перегудов, А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун** и др. Методологические аспекты определения экономической эффективности комплексного использования минерального сырья. Вестник Криворожского технического университета. Выпуск № 27. 2011.
6. Положение о порядке разработки и обосновании кондиций на минеральное сырье для подсчета запасов твердых полезных ископаемых в недрах. Утверждено приказом Государственной комиссии Украины по запасам полезных ископаемых при Министерстве охраны окружающей природной среды Украины от 07.12.05 г. № 300. Зарегистрировано в Министерстве юстиции Украины 25.01.06 г. за № 65/11939.

7. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых. Раздел 8. Техничко-экономическая оценка и показатели, 2007.

8. Методика определения стоимости запасов и ресурсов полезных ископаемых месторождения или участка недр, предоставляемых в пользование. Утверждена Постановлением Кабинета Министров Украины от 25.08.04 г. № 1117.

9. Методика определения начальной цены продажи на аукционе специального разрешения (лицензии) на право пользования недрами. Утвержденной постановлением Кабинета Министров Украины от 15.10.04 г. № 1374. Рукопись поступила в редакцию 30.01.12

УДК 658.5: 620.9

Г.В. КРУТОВ, канд. техн. наук, доц., О.І. КУЧМА, канд. техн. наук, доц.,  
Ю.В. НЕДАШКОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## **ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЕНЕРГОТАРИФІВ – ВПЛИВОВИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ СПОЖИВАЧІВ**

Визначено економічну доцільність застосування тарифних меню у вигляді набору тарифних планів для споживачів електроенергії з метою підвищення мотиваційного ефекту регулювання енергоспоживання промислових підприємств в напрямку вирівнювання графіку навантаження енергосистеми.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Ринкові механізми ціноутворення передбачають достатньо широкий арсенал інструментів ціноутворення, який сприяє збалансуванню інтересів самих різноманітних груп споживачів з інтересами виробників або постачальників продукції і послуг. Це дозволяє продавцеві залучати максимальну кількість споживачів з різних сегментів ринку і, таким чином, збільшувати обсяги виробництва і продажу. Яскравим прикладом високого ступеню диференціації тарифів є послуги мобільного зв'язку, де оператори послуг, використовуючи найрізноманітніші тарифні плани і бонуси, намагаються надати клієнту можливість вибору того тарифного плану, який є для нього найбільш оптимальним з точки зору потрібного клієнту режиму користування послугою.

Електроенергетика є однією з провідних галузей української економіки. Важливість цієї галузі для розвитку економіки України обумовлена як високою енергоємністю провідних промислових виробництв, що потребують ефективних енергозберігаючих заходів, так і об'єктивним процесом збільшення енергоозброєності виробництв внаслідок впровадження досягнень науково-технічного прогресу, широкої механізації і автоматизації технологічних процесів. Одним із значних резервів підвищення ефективності енергосистеми є зменшення нерівномірності навантаження в добовому циклі графіку електроспоживання. Іншими словами, для електроенергетичної галузі важливим з економічної точки зору є проблема вирівнювання графіку електричного навантаження, який формується режимами споживання електроенергії всіх споживачів, приєднаних до енергосистеми. Нерівномірний графік потребує частих пусків-зупинок потужних електрогенеруючих агрегатів, що негативно впливає на надійність і термін експлуатації обладнання, також збільшуються питомі витрати енергоресурсу на виробництво однієї кіловат-години електроенергії. Вирішенню цієї задачі присвячені програми розвитку всередині самої галузі, наприклад такі, як будівництво гідроакумулюючих електростанцій та ін.

Але набагато більший резерв регулювання енергоспоживання в добовому циклі полягає в стимулюванні самих споживачів до вирівнювання графіку навантаження енергосистеми. Ці заходи практично не потребують капіталовкладень і тому необхідно перш за все використати саме потенціал споживачів.

Основним дестабілізуючим фактором нерівномірності добового графіку енергосистеми є комунальний сектор, споживачі якого, в-основному, формують ранковий і вечірній піки електроспоживання. Також характерною ознакою графіків енергосистеми є чітка наявність нічного спаду споживання. Введені з 1995 року диференційовані за часом доби тарифи на електричну енергію мали на меті стимулювати споживачів до зменшення нерівномірності навантажень в енергосистемі. Цими тарифами передбачено значне зменшення вартості кіловат-години, спожитої в нічні часи мінімального навантаження, і підвищений відносно середнього рівня тариф в