

УДК 504.064.2.003

Н.Я.ЛОБАНОВ, д-р экон. наук, профессор, nylobanov@mail.ru

В.А.НОСКОВ, аспирант, noscov_87@mail.ru

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

N.Ja.LOBANOV, Dr. in ec., professor, nylobanov@mail.ru

V.A.NOSKOV, post-graduate student, noscov_87@mail.ru

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рассмотрены вопросы экономической эффективности использования месторождений полезных ископаемых. Предложены показатели оценки комплексного извлечения полезных компонентов, малоотходной и безотходной технологий, обоснованы нормативы извлечения и использования полезных ископаемых при их добыче и переработке.

Ключевые слова: комплексное использование, показатели оценки, народнохозяйственный и коммерческий эффекты.

ECONOMIC EFFICIENCY OF COMPLEX USE OF MINERAL DEPOSITS

Questions of economic efficiency of use of mineral deposits are considered. Indicators of an estimation of complex extraction of useful components, low-waste and technologies without waste, substantiations of specifications of extraction and use of minerals at their extraction and processing are offered.

Key words: complex use, estimation indicators, economic and commercial effects.

Важнейшим направлением повышения экономической эффективности производства в горно-добычающей и перерабатывающей отраслях промышленности и обеспечения устойчивого развития экономики страны является рациональное и комплексное использование минеральных ресурсов и охрана окружающей природной среды.

Об экономическом значении горнодобывающей промышленности для страны говорят следующие данные: поступления в бюджет от экспорта минерального сырья составляют более 70 % от общего объема внешней торговли Российской Федерации. Предприятия минерально-сырьевого комплекса обеспечивают более 50 % валового внутреннего продукта России. На мировой рынок вывозится до 45 % добываемой нефти, до 34 % нефтепродуктов, до 33 % при-

родного газа, до 90 % меди, до 97 % никеля, до 99 % алюминия и др.

Доля России в мировых запасах железных руд и олова составляет 27 %, меди 11 %, свинца 12 %, цинка 16 %, никеля 36 %, кобальта 20 %, металлов платиновой группы более 40 %. природного газа 35 %, Россия занимает первое место в мире по запасам природного газа, второе по запасам нефти, третье по запасам угля*. Однако в стране отсутствуют разведанные крупные

* Лобанов Н.Я. Экономика природопользования при разведке, добыче и обогащении полезных ископаемых. Экономическая оценка минеральных ресурсов: Учеб. пособие. СПб, 2009. 99 с.

Lobanov N.J. Nature management economy at investigation, extraction and enrichment of minerals. An economic estimation of mineral resources: Teaching aids. Saint Petersburg, 2009. 99 p.

промышленные месторождения марганца, хрома, стронция, рения, барита, каолина, а запасы богатых железных руд, высококачественных бокситов, урана, висмута, серебра, золота недостаточны для удовлетворения потребностей. Не освоены месторождения дефицитных полезных ископаемых: титана, циркония, свинца, цинка, ртути, так как они поставлялись из бывших республик СССР.

Воспроизводство минерально-сырьевой базы России оставляет желать лучшего. Даже сокращенные объемы добычи не компенсируются приростом запасов. Около 70 % запасов полезных ископаемых сосредоточено в северных районах, что требует больших затрат на их освоение и снижает конкурентоспособность минерального сырья. При наличии таких серьезных проблем недопустимо расточительное и некомплексное использование минеральных ресурсов. Извлечение полезных ископаемых при добыче и полезных компонентов при обогащении часто не достигает технологически возможного (см. таблицу) а с учетом переработки минерального сырья на металлургических заводах и химических комбинатах и металлообработки в машиностроительном производстве извлечение полезных компонентов в конечную продукцию составляет менее 50 %.

Извлечение полезных ископаемых при добыче и полезных компонентов при обогащении минерального сырья в 2010 г., % от добываемой горной массы

Полезные ископаемые	Извлечение		
	при добыче	при обогащении	общее
Уголь	88,9	80	71,1
Руды:			
железные	97,0	76,0	73,7
медные	97,2	87,0	84,6
свинцово-цинковые	91,5	80,0	73,2
вольфрамо-молибденовые	97,7	82,0	80,1
оловянные	96,9	72,0	69,8
апатито-нефелиновые	93,4	92,0	85,9
фосфоритовые	93,7	76,0	71,2
Калийные соли	37,8	86,0	32,5
Слюдя мусковит	95,0	94,0	89,3

Большинство месторождений полезных ископаемых являются комплексными, со-

держат целый ряд полезных компонентов. Так, в железных рудах часто присутствуют: титан, ванадий, кобальт, медь, цинк, никель, сера, фосфор и другие элементы. В рудах цветных металлов содержится олово, медь, никель, кобальт, вольфрам, молибден, золото, серебро, платиноиды, редкие металлы и др. Из комплексных руд попутно извлекается более 70 компонентов: почти все серебро, висмут, платина, более 20 % золота, около 30 % серы, до 10 % цинка, свинца и др. Экономический эффект от извлечения попутных компонентов в ряде случаев выше, чем от извлечения основных.

На ряде предприятий цветной металлургии в качестве попутной продукции производят серную кислоту, суперфосфат, калийные удобрения, хлористый калий, медный купорос, двуокись титана и другие ценные продукты.

Большие резервы дальнейшего повышения эффективности добывающего и перерабатывающего производств связаны с переработкой отходов горного, обогатительного, металлургического и теплоэнергетического производств. Несмотря на имеющиеся достижения ряда предприятий и высокую экономическую эффективность комплексного использования месторождений и переработки отходов производства данную проблему в масштабе отрасли решить не удалось.

Комплексное использование месторождений предусматривает извлечение всех полезных компонентов при добыче и переработке полезных ископаемых, применение малоотходной и безотходной технологий производства, рациональное использование всех природных ресурсов и охрану окружающей среды, обеспечение устойчивого развития минерально-сырьевой базы и экономики предприятий, районов и Российской Федерации в целом. При комплексном использовании месторождений страна получает дополнительный объем необходимой продукции, рационально и эффективно используются трудовые, материальные, финансовые и природные ресурсы, что обеспечивает повышение экономической эффективности производства в настоящее время и на перспективу.

Безотходное производство обеспечивает комплексное извлечение всех полезных компонентов при добыче и переработке минерального сырья, переработку вскрышных и вмещающих пород, отходов обогатительного и перерабатывающего производства, рекультивацию нарушенных земель и охрану окружающей природной среды. При безотходной технологии не образуются отходы производства, отсутствуют выбросы и сбросы загрязняющих веществ в воздушный и водный бассейны, не наносится ущерб окружающей среде.

Малоотходное производство характеризуют экономически обоснованное извлечение полезных компонентов из добываемого минерального сырья, использование вскрышных и вмещающих пород, образование отходов производства, не превышающих установленных нормативов, оно не нарушает равновесия в окружающей природной среде.

Важнейшими показателями комплексного использования месторождений являются коэффициент комплексности извлечения полезных компонентов при добыче и переработке полезных ископаемых; коэффициент безотходности производства, коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр; коэффициент изменения качества полезного ископаемого при добыче, коэффициент сквозного извлечения полезных компонентов при добыче, обогащении и переработке полезного ископаемого; коэффициент потерь полезного ископаемого в недрах при добыче и др.

Коэффициент комплексности извлечения полезных компонентов при добыче и переработке полезных ископаемых

$$K_{\text{ком}} = \sum_{i=1}^I p_i \Pi_i / \sum_j q_j \Pi_j,$$

где p_i и q_j – масса i -го компонента, перешедшая во все виды выпускаемой продукции, и j -го компонента, находящаяся в погашенных балансовых запасах, соответственно; Π_i – цена единицы i -й продукции, руб.; I – число извлеченных из добываемого полезного ископаемого полезных компонентов; J – число всех полезных компонентов в погашенных запасах.

Числитель формулы отражает извлекаемую ценность, знаменатель – потенциальную.

Коэффициент безотходности производства

$$K_{\text{б.о}} = \sum_{j=1}^J B_j / V_j,$$

где B_j – масса j -й продукции, полученная из добываемого полезного ископаемого, вскрышных и вмещающих пород и из откаченной воды из горных выработок; J – число видов продукции, полученной при переработке полезного ископаемого, вскрышных и вмещающих пород и из откаченной воды; V – объем погашенных запасов полезного ископаемого, добывших вскрышных и вмещающих пород и откаченной воды из горных выработок.

Эта формула не учитывает рыночную стоимость различных видов получаемой продукции и не отражает потенциальную ценность извлекаемых запасов горной массы и откачиваемой воды.

Для объективной оценки уровня безотходности производства предлагается формула

$$K_{\text{б.о}} = \sum_{j=1}^J B_j \Pi_j / \sum_{i=1}^I D_i \Pi_i,$$

где D_j – масса j -й продукции, находящаяся в погашенных запасах, во вскрышных и вмещающих породах и в откачиваемых водах.

Коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр

$$K_{\text{и}} = Da_d / Ba_b; K_{\text{и}} = D(100 - Z_d) / [B(100 - Z_b)],$$

где D – количество добываемого полезного ископаемого; B – количество погашенных балансовых запасов; a_d и a_b – среднее содержание полезного компонента в добываемом полезном ископаемом и в погашенных балансовых запасах соответственно, %; Z_d и Z_b – зольность угля (сланца) добываемого и в погашенных запасах, %.

Коэффициент сквозного извлечения полезного компонента при добыче, обогащении и переработке полезного ископаемого

$$И = K_{\text{i.d}} K_{\text{б.о}} K_{\text{i.p}},$$

где $K_{и,д}$, $K_{и,о}$ и $K_{и,п}$ – коэффициенты извлечения полезного компонента при добыче из недр, при обогащении и при переработке минерального сырья, %.

Коэффициент потерь полезного компонента при добыче

$$K_{пот} = B_{н}a_{н} / Ba_{б},$$

где $B_{н}$ – объем потерянных балансовых запасов в недрах; $Ba_{н}$ – среднее содержание полезного компонента в потерянных запасах полезного ископаемого, %.

По экономическим последствиям и стадиям технологического процесса разведки, добычи и переработки полезных ископаемых потери классифицируют на следующие группы:

- потери невскрытых балансовых запасов;
- потери отрабатываемых балансовых запасов;
- потери добывого полезного ископаемого (при обогащении, переработке и использовании конечной продукции у потребителей).

Размер экономического ущерба от потерь полезных ископаемых зависит от стадии технологического процесса, на которой они допущены. Ущерб от потерь, допущенных на завершающих стадиях, наибольший, на начальных стадиях наименьший. Так, экономический ущерб от потерь товарного металла при его обработке на машиностроительных заводах более значителен, чем ущерб при металлургическом переделе, еще ниже ущерб при обогащении, добыче, вскрытии месторождения. Ущерб от потерь единицы невскрытых запасов полезных ископаемых самый низкий. Следовательно, необходимо всемерно снижать потери металла на машиностроительных заводах, при переработке минерального сырья на металлургических предприятиях, при обогащении и в последнюю очередь – при добыче полезных ископаемых из недр.

Нормирование потерь и разубоживания полезных ископаемых осуществляется методом вариантов на основе оценки экономических последствий потерь и разубоживания.

При многокомпонентных рудах извлечение и потери должны учитываться по всем попутным компонентам, учтенным Государственным балансом полезных ископаемых и указанным в лицензии, при наличии в стране промышленной технологии их извлечения при переработке.

Экономическое обоснование нормативов потерь и разубоживания производится для каждой выемочной единицы по критерию максимума прибыли на единицу погашенных запасов с учетом технико-экономических показателей переработки добывого полезного ископаемого. Оценка экономических последствий потерь и разубоживания осуществляется путем сопоставления суммарной ценности получаемой продукции с необходимыми для этого суммарными затратами на добычу, транспортировку и переработку полезного ископаемого. Ценность получаемой конечной продукции определяется на тот же планируемый период по действующим ценам. Коммерческие последствия снижения (увеличения) потерь и разубоживания относительно нормативного уровня выражаются приростом (уменьшением) годовой прибыли.

Снижение потерь полезных ископаемых позволяет сократить затраты на поиски и разведку новых запасов, сократить капитальные вложения на вскрытие новых запасов, отложить на определенный срок проектирование и строительство новых предприятий взамен досрочно выбывших из-за потерь полезных ископаемых, а также получить экономию эксплуатационных затрат на предшествующих потерям процессах (на подготовительно-нарезных работах, отбойке, доставке, транспортировке полезного ископаемого и т.д.)

Экономическая эффективность комплексного использования месторождений полезных ископаемых определяется величиной народно-хозяйственного и коммерческого экономического эффектов, рентабельностью производства, рентабельностью продукции, коэффициентом эффективности капитальных вложений и сроком окупаемости инвестиций.

Народно-хозяйственный экономический эффект за период комплексного использования месторождений

$$\mathcal{E}_{\text{нх}} = \sum_{t=0}^T (\Delta\Pi_t \beta_t + Y_t \beta_t + Z_{ГРРt} \beta_t + K_{\text{стр}t} \beta_t),$$

где $\Delta\Pi_t$ – прирост прибыли от выпуска дополнительной продукции в t -м году; Y_t – предотвращенный ущерб природным ресурсам и окружающей среде в t -м году; $Z_{ГРРt}$ – экономия затрат на геолого-разведочные работы; $K_{\text{стр}t}$ – экономия капитальных вложений в строительство новых предприятий взамен досрочно выбывших из эксплуатации в связи с потерями полезных ископаемых; β_t – коэффициент дисконтирования, $\beta_t = (1 + E)^{t_p - t}$; t_p – расчетный год, к которому приводятся результаты и затраты; t – текущий год; E – коэффициент эффективности инвестиций.

При расчете прироста прибыли от выпуска дополнительной продукции в результате комплексного использования месторождений отходы собственного производства должны приниматься по нулевой стоимости. В себестоимость производства дополнительной продукции включаются только эксплуатационные затраты, связанные с переработкой отходов производства. Затраты на добычу горной массы, транспортировку до обогатительной фабрики и обогащение уже включены в себестоимость основной продукции.

Предотвращенный ущерб природным ресурсам и окружающей среде определяется как разность ущербов до и после проведения мероприятий, обеспечивающих комплексное использование месторождений полезных ископаемых.

Экономия затрат на разведку новых запасов для компенсации потерь рассчитывается с учетом средних удельных затрат на эти цели по данному виду полезного ископаемого и объема снижения потерь в результате комплексного использования месторождения.

Экономия капитальных вложений в досрочное строительство нового горного предприятия взамен досрочно выбывшего из-за потерь устанавливается с учетом удельных капитальных вложений на единицу годовой мощности действующих предприятий данной подотрасли, годового объема добычи и дополнительного срока службы горного предприятия.

Коммерческий эффект от комплексного использования месторождений

$$\mathcal{E}_{\text{н.х}} = \sum_{t=0}^T (\Delta\Pi_t \beta_t + Y_t \beta_t + P_t \beta_t + K_{\text{стр}t} \beta_t - H_t \beta_t),$$

где P_t – экономия на разовых платежах при досрочном получении новой лицензии на пользование недрами в связи с потерями запасов полезного ископаемого, экономия по сборам за участие в конкурсе или аукционе и за выдачу лицензии; H_t – дополнительные налоги на прибыль, на добавленную стоимость, платежи за кредиты банка и другие платежи.

При разной величине народно-хозяйственного и коммерческого эффектов приоритет отдается народно-хозяйственному.

Экономическая эффективность инвестиций в комплексное использование месторождений определяется как отношение годового экономического эффекта к стоимости инвестиций.

Рентабельность производства при комплексном использовании месторождений определяется по общизвестной формуле как отношение балансовой прибыли к среднегодовой стоимости производственных фондов, а рентабельность производства при коммерческой оценке комплексного использования месторождений – как отношение чистой прибыли к среднегодовой стоимости производственных фондов.