УДК 669.01

О.С.КРАСНОВ, *д-р экон. наук, профессор, okrasnov@vnigri.ru*
Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ)
В.А.САЛИХОВ, *канд. техн. наук, доцент, stiger@nksi.ru*
Новокузнецкий филиал-институт Кемеровского государственного университета

O.S.KRASNOV, *Dr. in econ. sc., professor, okrasnov@vnigri.ru*
All-Russia petroleum research exploration institute (VNIGRI)
V.A.SALIKHOV, *PhD in econ. sc., associate professor, stiger@nksi.ru*
Novokuznetsk institute – brunch of Kemerovo state university (NFI KemGU)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

На основе анализа тенденций развития минерально-сырьевой базы металлических полезных ископаемых в мире и России обоснована перспективность разработки техногенных месторождений для добычи ценных цветных и редких металлов. Дана классификация попутных полезных компонентов, извлекаемых из комплексных руд и техногенных отходов. Обоснованы методологические принципы экономической оценки техногенных месторождений металлов.

***Ключевые слова*:** минерально-сырьевая база, техногенные месторождения, ценные цветные и редкие металлы, экономическая оценка.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ECONOMIC EVALUATION OF ANTHROPOLOGICAL DEPOSITS

The prospects of anthropological deposits development for valuable non-ferrous and rare metals extraction have been proved on the basis of trends analysis of the metal mineral resource base in Russia and in the world. The classification of associated mineral components extracted from complex ores and industrial wastes is presented. The methodological principles of economic evaluation of anthropological metal deposits are proved.

***Key words*:** mineral resources base, anthropological fields, valuable non-ferrous and rare metals, economic evaluation.

Развитие научно-технического прогресса, внедрение научных достижений в различных областях промышленности (авиационной, космической и т.д.) привели к увеличению потребности во многих цветных и редких металлах, но наиболее востребованы эти металлы в металлургической промышленности, где производится около 70 различных металлов, а также в машиностроительном комплексе. В последнее десятилетие мировая добыча ниобия выросла на 35 %, тантала на 15 %, титана на 32 %, меди и сурьмы на 30 %, молибдена на 24 %, олова и бокситов на на 10 %.

Размещение производств по добыче металлов и сама добыча зависят от ряда факторов: геологических (минерагеническая специализация территории), экономических (спрос на минеральное сырье, условия разработки месторождений), исторических (формирование инфраструктуры горно-добывающих и горно-металлургических районов), политических (в основном, экспортно-импортной политики) и социальных (сохранение и создание рабочих мест с помощью специальных государственных социальных программ).

Важным аспектом развития минерально-сырьевой базы металлических полезных

ископаемых являются факторы размещения металлургического производства: сырьевой (расположенность производства вблизи источников минерального сырья), топливно-энергетический (близость производства к дешевым источникам электроэнергии) и т.д.

В настоящее время большое значение приобретает потребительский (емкость рынков сбыта), а также транспортный фактор. Важной тенденцией для металлургических предприятий является тяготение к центрам потребления металлов, имеющим соответствующую инфраструктуру, подготовленную квалифицированную рабочую силу и т.д. Кроме того, растет теснота связей металлургических предприятий с их клиентами, координация в планировании производства и сбыта. В мире усиливается энергетическая ориентация в размещении предприятий отрасли, что объясняется развитием металлургии легких цветных и редких металлов. Кроме того, металлургическое производство перемещается в развивающиеся страны, в большей мере обеспеченные минеральным сырьем.

Ведущие места по добыче цветных и редких металлов занимают США, РФ, Канада, ЮАР и КНР. Ведущими производителями цветных руд являются также Чили, Перу, Боливия, Малайзия, Заир, Замбия Казахстан, Узбекистан, Индия, Республика Корея, Гвинея, Ямайка, Бразилия, Индонезия, Ангола, Ботсвана, Финляндия, Германия, Великобритания. В экономически развитых странах (менее обеспеченных минеральным сырьем) наблюдается более полная структура отрасли, в том числе выплавка редких и стратегически важных металлов (титана, кобальта, тантала, германия), преобладание в структуре производственного цикла выплавки металлов средних и верхних стадий производства, большая и быстро растущая доля производства металлов из вторичного сырья. Соответственно растет значение транспортного, энергетического и экономического факторов. Главные районы концентрации ресурсов и добычи сырья для производства основных цветных металлов находятся в США, Канаде, Австралии, ЮАР.

Производство цветных металлов в развивающихся странах в большей степени определяется сырьевым и энергетическим факторами. На территории этих государств часто расположены месторождения руд цветных металлов мирового значения (например, в Чили медь, в Бразилии бокситы; в Боливии олово). Развивающиеся страны вынуждены, несмотря на экологическую опасность, увеличивать выпуск цветных металлов. В структуре цветной металлургии этой группы стран заметно преобладание нижних стадий производственного цикла (добыча, обогащение и производство чернового металла). Так, доля развивающихся стран в мировых запасах бокситов составляет 3/4, в их добыче около 1/2, в выплавке алюминия 1/5, в его потреблении 1/10. Похожая ситуация складывается и с другими цветными металлами. Только в производстве олова доля развивающихся стран составляет более 4/5, что объясняется размещением основных месторождений олова в Малайзии, Бразилии, Индии, Индонезии [3].

Следует также отметить, что в последнее время увеличивается количество цветных металлов, получаемых из лома (так называемых вторичных металлов). За счет переплавки вторичного сырья производится 1/5 часть олова, 1/4 алюминия, цинка и меди, 1/2 свинца, вследствие чего усиливается ориентация предприятий отрасли на потребителя (потребительский фактор).

Анализ минерально-сырьевой базы (МСБ) цветных и редких металлов в Российской Федерации показывает, что, несмотря на кризисные явления переходного периода, страна по-прежнему занимает ведущие места в мире по запасам, добыче и потреблению большинства цветных металлов, однако практически все месторождения цветных металлов России отличаются сложными географо-экономическими условиями эксплуатации, что снижает рентабельность их освоения. Как следствие, доля активных запасов снижается и более половины разведанных месторождений цветных и редких металлов из-за высоких цен на электроэнергию и транспортные перевозки нерентабельны [3]. В то же время в связи с

постепенным подъемом отечественной промышленности к 2020 г. прогнозируется рост потребления цветных металлов (примерно в 1,5-2 раза). Развития МСБ стратегических редких металлов требуют и интересы национальной безопасности. К списку стратегических видов минерального сырья, утвержденному распоряжением Правительства РФ, из числа редких металлов отнесены Li, Be, Nb, Ta,TR_Y, Zr, Ge, Re, Sc.

В целом состояние МСБ цветных и редких металлов в мире и в РФ позволяет сделать вывод об актуальности использования ценных цветных и редких металлов, содержащихся в отходах минерального сырья. В Кемеровской области накоплены значительные объемы отходов минеральной продукции, значительную часть которых составляют золошлаковые отходы углей. Они соответствуют определению техногенных месторождений как многотоннажных скоплений отходов добычи и переработки минерального сырья, которые можно использовать с народно-хозяйственным эффектом. Возможно формирование таких месторождений по видам попутных полезных компонентов с учетом их состава и концентрации.

В Кузбассе ежегодно накапливается до 15 млн т золошлаковых отходов (включая металлургические и другие предприятия), причем из 2,6 млн т ежегодного выхода золы и шлака на ТЭС области, 2,4 млн т в виде золошлаковых смесей способом гидроудаления отправляется в отвалы (в настоящее время их накоплено около 40 млн т и не менее 20 млн т из них можно использовать в бетонах и растворах). С учетом относительно невысоких содержаний большинства цветных и редких металлов в углях (в основном это эпигенетические и реже сингенетические аномалии), практический интерес представляет извлечение ценных цветных и редких металлов из золошлаковых отвалов ТЭС (см. таблицу), где их запасы могут составить тысячи, десятки тысяч тонн и более [3]. Ценные металлы можно также извлекать из зол уноса, в которых их содержание в 2-3 раза выше, чем в золоотвалах.

Развитие промышленности Российской Федерации и, в первую очередь, минерально-сырьевого сектора в условиях рыночной экономики диктует необходимость разработки принципиально новых методологических подходов и методических положений, касающихся подготовки, воспроизводства и освоения минерально-сырьевой базы металлических полезных ископаемых, в том числе цветных и редких металлов. Необходимо оценить долгосрочные перспективы использования МСБ цветных и редких металлов для предприятий цветной металлургии, машиностроительного комплекса, авиационной и космической промышленности, химической промышленности, в так называемых высоких технологиях и т.д.

Месторождение полезных ископаемых можно рассматривать как элементарную структурную ячейку минерально-сырьевой базы. МСБ, в свою очередь, рассматривается как важнейшая система в народном хозяйстве страны. Планирование прироста и экономически эффективного использования МСБ производится при разработке и составлении планов по развитию экономики страны в целом. Планирование экономического развития государства осуществляется и в рыночных условиях, а для Российской Федерации с учетом сырьевого характера экономики большое значение имеет планирование использования МСБ.

Прирост запасов полезных ископаемых происходит, в основном, за счет эксплуатации традиционных месторождений полезных ископаемых и использования попутных полезных компонентов руд, вскрышных и вмещающих пород. Поэтому при истощении запасов металлов в рудных месторождениях необходимо планировать их прирост за счет использования комплексных руд и техногенных отходов [2].

Одной из основных целей государственной политики в области разведки, добычи и переработки минерального сырья является организация рационального и комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов в интересах нынешних и будущих поколений граждан Российской Федерации, основанная на принципе стимулирования перехода экономики РФ на ресурсосберегающие технологии, рациональное и ком-

Содержание ряда цветных и редких металлов в углях Кузбасса

Металл	Содержание в углях, г/т	Концентрации, рекомендуемые к оценке, г/т	Максимальное содержание в золе, г/т	Кондиции для руд, %
Титан	100-500	500	5600	10-15
Цирконий	100-300	500	3000	3
Медь	<15	100	3700	0,5
Свинец	<25	50	4800	2
Цинк	10-300	100	16000	1
Барий	200	1000	5800	1
Ванадий	<50	100	5000	1
Вольфрам	<3	100	1500	0,5-1
Бериллий	<1	100	430	0,1
Ниобий	1-3	100	3000	0,1
Галлий	1-3	20	3000	0,04
Германий	<1	10	2700	0,1

плексное использование минерального сырья при его добыче и переработке.

Комплексное использование минерального сырья предполагает предварительную технолого-экономическую оценку и составление проекта комплексного освоения конкретного месторождения (например, техногенного). Подсчет полезных компонентов производится с помощью двух основополагающих методических документов, разрабатываемых и обновляемых, начиная с 70-х гг. XX в. Это «Временные требования к подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов», а также «Требования к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов». В современной редакции «Требований ...» попутные полезные ископаемые и компоненты подразделены на три группы [1].

В первую группу входят твердые полезные ископаемые, образующие самостоятельные рудные тела и залежи в породах, вмещающих основное полезное ископаемое, жидкие полезные ископаемые (подземные воды) и газовые попутные компоненты (например, метан угольных пластов). Во вторую группу включены попутные компоненты, которые не образуют самостоятельных залежей, компоненты, заключенные в нефти и горючих газах, которые при сепарации выделяются в самостоятельные продукты, в третью группу – примеси в минералах основных и попутных компонентов (две группы), а также органические, металлические и металлоорганические соединения в углях, металлы в нефти, горючих газах и в подземных промышленных водах.

Комплексная геолого-экономическая оценка месторождений, основанная на учете основных и попутных полезных компонентов, существенно повышает экономический потенциал разведанных запасов, позволяет вести их рациональную разработку, а также способствует введению в эксплуатацию малорентабельных месторождений. При этом согласно рамочной классификации ООН «Запасы / ресурсы», должны оцениваться запасы металлов, рентабельность технологий их извлечения, экономические показатели (в первую очередь, цены и спрос на металлы). В настоящее время разработаны технологии извлечения из минерального сырья и отходов многих ценных металлов, они прошли лабораторные и полупромышленные испытания. Ряд металлов извлекается в небольших количествах промышленным способом (Ge, V, Ti, Zr). Например, в небольших объемах из хибинских апатитовых месторождений извлекают нефелин, сфен для получения титановых продуктов, бадделеит для получения циркония [1]. Однако комплексная разработка проводится недостаточно и накапливаемые отходы добычи и переработки минерального сырья, т.е. техногенные месторождения, используются в малых объемах, что объясняется – недофинансированием НИОКР и высокой себестоимостью опытных технологий.

Эффективность разработки техногенных месторождений можно оценить с помощью дифференциальной ренты I (в сравнении с рудными месторождениями) и II (в сравнении методов извлечения металлов из отходов минерального сырья), а также с помощью динамической ренты (дополнительный доход в поздние периоды времени). В этом случае проводится экономическая оценка месторождений, что предполагает определение их стоимости, т.е. уровня затрат при разработке техногенного месторождения в сравнении с альтернативными вариантами. При этом учитывается дефицитность металлов, социально-экологический и косвенный эффекты от разработки техногенных месторождений.

Таким образом, вначале проводится перспективная оценка (по аналогии с другими объектами), а затем текущая оценка (на основе детальной разведки объекта). При этом определяются индивидуальные затраты на разработку месторождения в сравнении с предельными затратами. В результате выбирается оптимальный вариант. Потенциальная значимость и потребительская стоимость месторождения устанавливается на основе перспективного спроса и дефицитности минерального сырья.

Основополагающими методологическими принципами при экономической оценке месторождений полезных ископаемых, в том числе и техногенных месторождений, являются принципы системности и комплексности. Принцип системности позволяет рассматривать не только геологические, но и технологические, а также социально-экономические и экологические аспекты реализации проектов по извлечению металлов из отходов минерального сырья. Принцип комплексности позволяет проводить исследования на основе горно-геологических и социально-экономических методов. Большое значение при оценке месторождений имеют принципы динамичности и опережающего развития. Первый предусматривает систематическое отслеживание ситуации, особенно внешних социально-экономических и экологических факторов, для принятия адекватных решений. Принцип опережающего развития позволяет прогнозировать ситуации на рынках минерального сырья на 10-20 лет.

Поскольку каждое месторождение полезных ископаемых, в том числе и техногенное, является уникальным объектом со своеобразными характеристиками, при его исследовании необходим системный и комплексный подход. При изучении техногенных месторождений следует учитывать особенности распределения попутных полезных компонентов в отходах минерального сырья; наличие лабораторных, опытно-промышленных и промышленных методов извлечения металлов, а также особенности ценообразования и спроса на редкие и цветные металлы в стране и в мире.

Учитывая специфические черты исследуемых объектов, современная методология предполагает и единые, общие правила изучения. В настоящее время изучение общественно-природных систем (ОПС), в том числе и месторождений полезных ископаемых, рекомендуется проводить в три этапа [4]:

- предынвестиционный этап;
- этап технико-экономического обоснования (ТЭО);
- этап технико-экономического проектирования (ТЭП).

Методический аппарат исследований должен отвечать следующим требованиям:

- анализ значительных объемов информации за небольшой промежуток времени (например, экспресс-опробование пород, руд или углей);
- анализ информации на основе определенных критериев;
- сравнение и оценка вариантов развития объекта с учетом задач социально-экономического развития региона в целом.

Целью первого этапа является проведение оценки и анализа состояния объекта на начало исследования. Это позволяет выявить наиболее эффективные направления и варианты социально-экономического развития объекта. На этапе ТЭО производится выбор наиболее эффективного варианта, его детальное изучение и обоснование технического проектирования. На последнем этапе реализуется выбранный вариант социально-

экономического развития объекта с учетом всех его особенностей.

На этапах ТЭО и ТЭП может быть использована методика анализа инвестиционных проектов, рекомендуемая ЮНИДО [4]. Методика предусматривает оценку финансовой деятельности предприятия (планируемого или функционирующего), включая движение денежных потоков, определение всех видов прибыли, ликвидности, коэффициентов риска и т.д.

Таким образом, предлагается следующий поэтапный методологический подход к экономической оценке ценных цветных и редких металлов в углях и золошлаковых отходах углей Кузбасса с учетом специфических особенностей этих объектов:

1. Оценка состояния минерально-сырьевой базы дефицитных редких и цветных металлов в мире, России и в Кемеровской области.

2. Оценка закономерностей распределения ценных металлов на месторождениях Кузбасса в углях по пластам, а также в золошлаковых отходах углей.

3. Разработка метода экспрессной оценки содержания металлов в углях по пластам.

4. Определение критериев для экономической оценки запасов ценных цветных и редких металлов, содержащихся в углях и в золах углей.

5. Экономическая оценка редких и цветных металлов в углях и в золошлаковых отходах углей на основе выявленных критериев.

6. Выбор оптимального проекта по извлечению ценных металлов из углей и золошлаковых отходов углей с учетом дифференциальной ренты.

7. Оценка экономических, экологических, социальных и косвенных показателей проекта по извлечению попутных компонентов из углей и золошлаковых отходов углей энергетических предприятий Кузбасса.

8. Оценка перспектив использования ценных металлов, извлекаемых из углей и золошлаковых отходов углей, для потребностей промышленности Кемеровской области и Сибирского региона.

Решение задач 1-5 относится к предынвестиционному этапу, задач 6-7 к этапу технико-экономического обоснования, а решение задачи 8 служит основой этапа технико-экономического проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Быховский Л.М.* Комплексная оценка месторождений – основа рационального использования минерально-сырьевых ресурсов / Л.М.Быховский, В.И.Воропаев // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2004. № 2. С.16-20.

2. *Орлов В.П.* Геологическое прогнозирование. М., 1991. 166 с.

3. *Салихов В.А.* Научные основы и совершенствование геолого-экономической оценки попутных полезных компонентов угольных месторождений (на примере Кузбасса). Кемерово, 2008. 249 с.

4. Территориальные основы управления / Под ред. Г.Г.Шалминой. Новосибирск, 2003. Ч.2. 335 с.

REFERENCES

1. *Bykhovsky L.M., Voropaev V.I.* Comprehensive fields' assessment – the basis for rational use of mineral resources // Mineral resources of Russia. Economics and Management. 2004. N 2. P.16-20.

2. *Orlov V.P.* Geological forecast. Moscow, 1991. 166 p.

3. *Salikhov V.A.* Scientific basis and enhancing of geological and economical evolution of associated components of coal fields (the Kuzbass). Kemerovo, 2008. 249 p.

4. Territorial basics of management / Ed. by G.G.Shalmina. Novosibirsk, 2003. P.2. 335 p.