

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 502: 338.45

В.А. Салихов

**СУММАРНЫЙ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЭФФЕКТ
ОТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ЗОЛОТВАЛОВ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Дана оценка эффективности извлечения ценных цветных и редких металлов из золошлаковых отходов, накапливаемых на энергетических предприятиях Кемеровской области. Предлагаемые мероприятия по извлечению металлов могут дать не только финансовый, но также экологический, социальный и косвенный эффекты, что позволит получить в сумме существенный региональный народно-хозяйственный эффект.
Ключевые слова: техногенные месторождения, редкие металлы, народно-хозяйственный эффект.

Анализ МСБ редких металлов в мире и Российской Федерации показывает – потребление редких металлов во всем мире активно растет и обязательно будет расти в России; российская МСБ обладает крупными запасами практически всех редких металлов, но в качественном отношении нуждается в улучшении; развития МСБ стратегических редких металлов требуют интересы национальной безопасности. К списку стратегических видов минерального сырья, утвержденному распоряжением Правительства РФ № 50 от 16.01.1996 г., из числа редких металлов отнесены Li, Be, Nb, Ta, TR_У, Zr, Ge, Re, Sc.

При этом в России в большей мере происходит снижение количества рентабельных для отработки в условиях рыночной экономики месторождений металлических полезных ископаемых, что в первую очередь связано с ухудшением горно-геологических условий месторождений, ростом затрат на электроэнергию и транспортировку минерального сырья. Это подтверждает актуальность использования ценных цветных и редких металлов, содержащихся в комплексных рудах и отходах минерального сырья.

В настоящее время разработаны технологии извлечения из минерального сырья и отходов многих ценных металлов, прошедшие лабораторные и полупромышленные испытания. Ряд металлов извлекается в небольших количествах промышленным способом (Ge, V, Ti, Zr). Например, извлекаются в небольших объемах из хибинских апатитовых месторождений нефелин, сфен для получения титановых продуктов, бадделит для получения циркония. В целом комплексная разработка проводится недостаточно, а накапливаемые отходы добычи и переработки минерального сырья, т.е. техногенные месторождения, также используются в малых объемах. Это объясняется недостаточным финансированием НИОКР, высокой себестоимостью опытных тех-

нологий, экологической опасностью разрабатываемых методов по извлечению металлов. В то же время снижение рентабельных запасов рудных полезных ископаемых предполагает необходимость извлечения металлов из комплексных руд, а также их извлечение из техногенных месторождений.

В Кемеровской области накоплены значительные объемы отходов минеральной продукции, большую часть которых составляют золо-шлаковые отходы углей. Они соответствуют определению техногенных месторождений как многотоннажных скоплений отходов добычи и переработки минерального сырья, которые можно использовать с народно-хозяйственным эффектом. При этом возможно формирование таких месторождений по видам попутных полезных компонентов с учетом их состава и концентрации.

Эффективность разработки техногенных месторождений, по нашему мнению, можно оценить с помощью дифференцированной 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 за счет превышения роста цен на металлы над ростом затрат по их извлечению).

Технологическая и энергетическая политика угольной промышленности Кузбасса в настоящее время нацелена на повышение эффективности отработки пластов с максимальным использованием положительных качеств угля и снижением влияния его отрицательных свойств на безопасность угледобычи и экологическую обстановку в регионе. В этом направлении ведутся многочисленные работы: по дегазации и утилизации метана угольных пластов, глубокой переработке углей и т.д.

Один из путей повышения рентабельности угледобычи связан с разработкой мероприятий по комплексному использованию металлов-примесей в добываемых углях, которые можно рассматривать как ценные и (или) экологически вредные. Использование ценных металлов предполагает три варианта. Первый вариант предусматривает сбыт товарных углей, отличающихся повышенными концентрациями ценных металлов, с повышающим коэффициентом. Второй вариант – извлечение металлов из углей, поскольку снижается качество традиционно используемых металлических руд. Наиболее рационально извлекать ценные металлы параллельно с промышленным сжиганием углей, так как золы уноса являются готовым концентратом ценных металлов. Третий вариант – извлечение ценных металлов уже из золо-шлаковых отходов, что помимо получения дополнительной минеральной продукции также важно для улучшения социально-экологической обстановки в регионе.

В Кузбассе ежегодно накапливается до 15 млн. т золо-шлаковых отходов (включая металлургические и другие предприятия), в том числе из 2,6 млн. т ежегодного выхода золы и шлака на ТЭС области, 2,4 млн. т в виде золо-шлаковых смесей способом гидроудаления отправляется в отвалы (в настоящее время их накоплено \approx 40 млн. т и не менее 20 млн. т можно использовать в бетонах и растворах).

Площадь всех золоотвалов составляет несколько тысяч гектаров. Таким образом, даже с учетом неравномерности распределения цветных и редких металлов в углях, потерь при их хранении, переработке и извлечении запасы

многих ценных металлов уже в золо-шлаковых отходах могут составить тысячи и десятки тысяч тонн. Например, ресурсы редких металлов в промышленных запасах кузнечных углей оцениваются следующим образом: Y – 11507 т, Yb – 739 т, La – 14891 т [1]. С учетом высоких мировых цен на эти металлы (например, галлий – 1200 долларов за 1 кг) их запасы в золо-шлаковых отходах представляют значительный интерес. Кроме того, переработка отвалов дает значимый экологический эффект и создает дополнительные рабочие места (с мультипликативным эффектом).

В настоящее время на лабораторном уровне разработано много перспективных технологий по извлечению металлов из углей и золо-шлаковых отходов: извлечение германия при коксовании или из зол уноса; сорбционное выщелачивание или термохлорирование золо-шлаковых отходов с добавлением пористых восстановителей (нефтекокс) или в псевдокипящем слое; биологические методы обработки углей и отходов. При этом степень извлечения попутных металлов может достигать 80, 90 % и выше [2, 3].

По данным автора, а также согласно другим опубликованным данным, объемы извлечения ряда ценных редких и цветных металлов на промышленных установках могут составить от десятков и сотен килограммов (Ga, Ge) до десятков и сотен тонн (Ti и Zr в комплексе с другими редкими и цветными металлами) [4, 5, 6]. При этом прибыль может составить до 20 млн. долл. США [5].

Проведенная автором предварительная оценка подтверждает экономический эффект. С помощью метода термохлорирования при переработке около 2 тыс. т концентрата золы и при извлечении только титана, циркония, ванадия и галлия (10 т Ti и 10 т Zr, 1 т V и 0,1 т Ga) затраты по проекту (\approx 40 млн. руб.) могут окупаться в течение года, а выручка достигать 70 млн. руб. и более [4].

При эксплуатации открываемых рудных месторождений необходимо учитывать и экологические платежи, но в первую очередь сам ущерб природной среде и здоровью человека, снижение качества и, следовательно, стоимостной оценки природных ресурсов [5].

Оценка величины предотвращенного ущерба от деградации почв рассчитывается как:

$$Y_{\text{пр}} = Y_{\text{уд}} \sum S_i \times K_i, \quad (1)$$

где $Y_{\text{пр}}$ – ущерб предотвращенный, тыс. руб.; $Y_{\text{уд}}$ – ущерб удельный, тыс. руб.; S_i – площадь земель i -го типа, сохраненных от загрязнения отходами; K_i – коэффициент природно-хозяйственной значимости почв и земель i -го типа.

Тогда при эксплуатации техногенных месторождений следует оценить двойной эффект – предотвращенный на территории законсервированного нового месторождения и полученный за счет ликвидации техногенных отвалов. С учетом высокой стоимости 1 га сельскохозяйственных угодий (более 1 млн. руб.) экономический эффект от предотвращенного ущерба будет значительным. Кроме того, снижаются выплаты ресурсных налогов – плата за

землю, за воду, отчисления на воспроизводство лесов, а также снижаются штрафы за сверхнормативные выбросы и сбросы отходов.

В настоящее время отходы горно-металлургического комплекса перерабатываются в незначительных объемах, в то время как на территории Кемеровской области ими занята площадь около 100 тыс. га (из них несколько тысяч гектаров – отходы ТЭС). Особенно много отходов образуется вблизи крупных промышленных центров, таких как Кемерово и Новокузнецк. Так, в районе г. Новокузнецка ежегодно накапливается около 8 млн. т промышленных отходов, из которых используется лишь меньшая часть (таблица) [5].

Использование промышленных отходов г. Новокузнецка. млн. т

Наименование отходов	Образование отходов			Использование отходов		
	1998 г.	1999 г.	2000 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Металлургические шлаки	3,029	4,024	4,341	3,31	3,042	3,175
Золы и шлаки ТЭЦ	0,5698	0,678	0,622	0,034	0,087	0,083
Отходы угледобычи и углеобогащения	2,148	2,622	3,762	0,726	0,392	0,215
Черный металлолом	1,516	1,602	0,835	1,5	1,587	0,814
«Хвосты» флотации	0,278	0,285	0,304	–	–	–
Пыли и шламы, собранные пылеуловителями	0,182	0,19	0,2	0,103	0,109	0,124
Нефтешламы и отработанные масла	0,0032	0,0028	0,0014	0,0027	0,0025	0,0007
Отходы потребления	0,315	0,318	0,306	–	–	–

В результате работы промышленных предприятий, а также в результате воздействия на окружающую природную среду промышленных и бытовых отходов в 1,5–2 раза и более превышены ПДК многих вредных веществ в атмосфере и водных источниках. Сложившаяся ситуация серьезно отражается на здоровье населения города. Высокими темпами растет заболеваемость детского населения (нервные болезни, новообразования, врожденные аномалии и т.д.). На протяжении нескольких лет отмечен высокий уровень онкологических заболеваний (около 330 случаев на 100 000 населения). Следует отметить, что рост онкологических заболеваний отмечен и в г. Калтане, вблизи Южно-Кузбасской ГРЭС, работающей на местных углях.

Таким образом, извлечение редких металлов из техногенных месторождений может в значительной мере повлиять на улучшение экологической обстановки в регионе и на оздоровление населения.

В общем оценку экономического, экологического и социального эффектов от ликвидации хвостохранилищ, снижение выброса вредных веществ при энергетическом использовании углей можно провести следующим образом.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность \mathcal{E}_3 определяется как отношение годового полного экономического эффекта к приведенным затратам на осуществление мероприятия по следующей формуле [5]:

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E} / (C + E \times K), \quad (2)$$

где \mathcal{E} – эффект, полученный в течение года; C – текущие затраты в течение года; K – капитальные вложения, определившие эффект; E – норма дисконтирования.

Для определения долговременной экономической эффективности за период, превышающий срок окупаемости, $t = 1 / E$, формулу (2) преобразуют:

$$\mathcal{E}_{\text{эд}} = \Sigma \mathcal{E} / \Sigma (C + K). \quad (3)$$

Годовой экономико-экологический эффект от снижения отрицательного воздействия на окружающую природную среду (например, от снижения загрязнения) рассчитывается по выражению:

$$\mathcal{E}_{\text{экол}} = \Delta B / (C + E \times K), \quad (4)$$

где ΔB – снижение показателя отрицательного воздействия на среду (например, предельно допустимой концентрации вредных веществ в атмосфере или в воде).

Этот же эффект может быть выражен следующей формулой:

$$\mathcal{E}_{\text{экол}} = P / (C + E \times K), \quad (5)$$

где P – показатель, характеризующий улучшение состояния окружающей природной среды в данной местности.

Социальный эффект, образующийся вследствие увеличения занятости населения ($\mathcal{E}_{\text{зан}}$), определяется по формуле [9]:

$$\mathcal{E}_{\text{зан}} = \mathcal{C}_{\text{р.м.}} \times \Pi_{\text{б}} \times M, \quad (6)$$

где $\mathcal{C}_{\text{р.м.}}$ – количество новых рабочих мест по проекту; $\Pi_{\text{б}}$ – величина месячного пособия по безработице; M – число месяцев выплаты пособия по безработице.

Определяется также демографический показатель социальной оценки освоения техногенных месторождений:

$$\mathcal{E}_{\text{дем}} = \Delta t_{\text{ж}} \times v_t \times A_{\text{пр}} \times N, \quad (7)$$

где $\Delta t_{\text{ж}}$ – увеличение продолжительности жизни населения, обусловленное улучшением экологической ситуации в регионе; v_t – коэффициент, учитывающий влияние техногенного объекта на экологическую ситуацию в регионе, доли ед.; $A_{\text{пр}}$ – производительный потенциал жизнедеятельности человека в рассматриваемом регионе, руб./чел. год (валовой годовой продукт региона / численность работающих в сфере производства и услуг); N – численность населения пенсионного возраста, работающего в сфере производства и услуг.

Тогда суммарный социальный эффект составит

$$\mathcal{E}_{\text{соц}} = \mathcal{E}_{\text{зан}} + \mathcal{E}_{\text{дем}}. \quad (8)$$

Косвенный эффект от разработки техногенных объектов также определяется как сумма двух эффектов. Первый эффект от экономии на проведение поисково-оценочных и геолого-разведочных работ ($\mathcal{E}_{грп}$) и второй – от экономии на горно-капитальном строительстве ($\mathcal{E}_{ст}$):

$$\mathcal{E}_{кос} = \mathcal{E}_{грп} + \mathcal{E}_{ст} . \quad (9)$$

Затраты на проведение геолого-разведочных работ и на строительство горных предприятий сотни миллионов рублей и более, т.е. эффект значителен.

Народно-хозяйственный эффект на региональном уровне определяется как сумма финансового эффекта от реализации проекта ($\mathcal{E}_{ф}$), а также от экологического, социального и косвенного эффектов по формуле [7]:

$$\mathcal{E}_{нх} = \mathcal{E}_{ф} + \mathcal{E}_{экол} + \mathcal{E}_{соц} + \mathcal{E}_{кос} . \quad (10)$$

Таким образом, народно-хозяйственный эффект от разработки техногенных месторождений может быть определен в денежном выражении, исчисляться сотнями миллионов рублей и более, но для его более полного расчета следует учесть, что этот эффект имеет разнообразный характер.

Например, в Кемеровской области накоплено около 40 млн. т золоотвалов. Расходы на их хранение оцениваются примерно в 20 руб./т за год. Таким образом, общий эффект от ликвидации отходов при их переработке может быть равен 800 млн. руб.

Предприятие, извлекающее металлы из техногенных отходов, выплачивает меньшую сумму налогов за недропользование (за счет льготного налогообложения), в областной бюджет поступает больше средств за счет налога на прибыль, взимаемого с этих производств, увеличивается количество рабочих мест (в том числе за счет мультипликативного эффекта). Кроме того, использование техногенных отвалов позволяет экономить значительные средства на производство геолого-разведочных работ и на горно-капитальное строительство, улучшать экологическую ситуацию в промышленно развитых районах.

Мировое потребление цветных металлов ежегодно прирастает примерно на 2,5–3 %, а черных металлов – на 2 %. Промышленный рост прогнозируется и в Российской Федерации, но потребности в большинстве цветных и особенно редких (титан, тантал, ниобий, цирконий) металлов для российских металлургических, машиностроительных и других предприятий обеспечиваются главным образом за счет импорта. Выход на относительно устойчивые показатели развития минерально-сырьевого комплекса страны возможен (только по так называемому «перспективному варианту») к 2020 г. [8]. Это потребует привлечения значительных средств, включая средства отечественных недропользователей и зарубежных инвесторов. Следовательно, проблема удовлетворения потребностей промышленности в цветных и редких металлах останется актуальной и после 2020 г.

Дальнейшее развитие промышленности Кузбасса, особенно металлургии и машиностроительного комплекса, требует увеличения местной МСБ чер-

ных, цветных и редких металлов. Конкурентоспособность горно-металлургических компаний определяется наличием собственной МСБ, сортаментом продукции, консолидацией отдельных производств [9]. Потенциальной МСБ многих ценных цветных и редких металлов являются техногенные месторождения, разработка которых должна проводиться с использованием ресурсосберегающих технологий.

Таким образом, извлечение ценных цветных и редких металлов из золошлаковых отвалов, а также из зол уноса ТЭС может дать значительный региональный народно-хозяйственный эффект, что особенно важно в условиях нестабильного развития мировой и отечественной экономики.

Литература

1. Скурский М.Д. Недра Земли. Кемерово: Кузбассвуиздат, 2006. 880 с.
2. Салихов В.А. Оценка экономической целесообразности использования ценных металлов-примесей в добываемой горно-угольной массе на месторождениях юга Кузнецкого бассейна // Вестник РАЕН (Западно-Сибирское отделение). 2004. № 6. С. 97–105.
3. Редкие элементы в углях Кузбасса / С.И. Арбузов, В.В. Ершов, А.А. Поцелуев, Л.П. Рихванов Кемерово, 1999. 248 с.
4. Краснов О.С., Салихов В.А. Перспективы производства дефицитных цветных и редких металлов из угольных отходов в Кузбассе // Цветные металлы. М., 2007. № 8. С. 8–11.
5. Салихов В.А. Научные основы и совершенствование геолого-экономической оценки попутных полезных компонентов угольных месторождений (на примере Кузбасса) / СибГИУ. 2-е изд., перераб. и доп. Кемерово: Кузбассвуиздат, 2008. 249 с.
6. Туркин В.А. Потенциальная металлоносность углей Кузбасса // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2001. № 2. С. 91–96.
7. Чайников В.В., Гольдман Е.Л. Оценка инвестиций в освоение техногенных месторождений. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. 220 с.
8. Трутнев Ю.П. О долгосрочной государственной программе изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005 – 2010 гг. и до 2020 г.) // Руды и металлы. 2005. № 1. С. 5–11.
9. Парфенов Д. Развитие POST IPO: куда пойдут металлургические группы // Национальная металлургия. М., 2007. № 1. С. 25–30.