© Ю.К. Фролова, 2007

УДК 622.271

Ю.К. Фролова

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

XX век характеризуется небывалым ростом народонаселения и мирового общественного производства. Это обусловило значительное увеличение масштабов мировой добычи сырья, достигшей в целом 200 млрд. т в год, причем основной объем добычи приходится на неметаллическое сырье. Потребность в минеральном сырье удваивается примерно каждые десять лет, где стоимость минерального сырья составляет около 70 % всех природных ресурсов.

Следует отметить, что горнодобывающая промышленность во всем мире и в России, в том числе, развивается в 1,2-1,5 раза быстрее, по сравнению с отраслями, потребляющими минеральное сырье. Следовательно, каждые 10-15 лет объемы горного производства возрастают примерно в 2 раза, что влечет за собой стремительный рост отходов этой отрасли. Стоит особо отметить, что даже при современной технологии добычи и переработки минерального сырья - используется лишь около 5 % только полезных компонентов.

Но в отличие от других крупных сырьевых стран мира, где разведанные запасы поддерживаются на стабильном уровне, в России наметилось сокращение запасов. И, кроме того, геолого-экономическая переоценка минерально-сырьевой базы в 2001 году с учетом повышения цен на энергоносители и электроэнергию, увеличения трафиков на транспортные перевозки и влияния других рыночных факторов экономики и налогообложения, позволили выяснить существенные снижения активных запасов, числящихся на государственном балансе.

К началу этого тысячелетия минерально-сырьевая база уже характеризуется дальнейшим снижением качества полезных ископаемых на разрабатываемых и в проектируемых к освоению месторождений, значительным усложнением промышленных условий. Прекратиться эксплуатация значительного числа МПИ преимущественного среднего и мелкого масштаба, существенно уменьшаться запасы месторождений, которые будут отрабатываться после 2010 года.

Но на что уже следует обратить пристальное внимание - в целом по горнодобывающей промышленности количество твердых отходов составляет от 50 до 95 % извлекаемой из недр горной массы, а также в Российской Федерации ежегодно образуется около 3-4 млрд. т отходов, при этом промышленное применение находит лишь 5-10 %. На свалках, в отвалах, в шламонакопителях и хвостоудержателях уже сейчас накоплено более 80 млрд. т только твёрдых отходов.

На предприятиях, входящих в горнодобывающий комплекс, образуется большая часть отходов добычи и пере-

Отходы при добыче и переработке минерального сырья

Промышленность	Вскрышные и отвальные породы на 1т перерабатываемого сырья, т	Выход хвостов обогащения, %	Выход отходов переработки, сжигания углей, %
Угольная	1-5	10-20	5-20
Черная металлургия	2-5	20-30	10-20
Цветная металлургия	3-8	70-95	10-20
Горная химия	2,5	20-30	10-20
Добыча и переработка сырья строительных пород	0,3-0,6	<20	-

работки полезных ресурсов (шлаки, шламы и хвосты), которые можно рассматривать с трех точек зрения. Во-первых, как мощный фактор загрязнения, могущий привести к экологической катастрофе; во-вторых, как альтернативное (вторичное) сырьё для передельных металлургических комбинатов и источник нужных для промышленности и экономики ресурсов; в-третьих, как альтернативное (вторичное) сырьё для захоронения и переработки в будущем.

В условиях увеличивающихся потребностей в минерально-сырьевых ресурсах, проблема бережного отношения к богатствам недр и комплексного их использования вкупе с охраной окружающей среды приобретает глобальное значение и со временем становиться все острее. Для многих регионов России это связано, прежде всего, с увеличением количества складируемых материалов горного и горно-обогатительного производства (таблица).

Как добиться того, чтобы потенциальные полезные ископаемые сохранялись? Обострение положения с обеспечением потребности страны в продукции минерально-сырьевого комплекса обуславливает настоятельную необходимость вовлечения в производство так называемые техногенные месторождения. Это является также и важным резервом для интенсивного развития ресурсосберегающих технологий, охраны недр, рационального землепользования и защиты окружающей среды, и, кроме того, это экономически выгодно.

Для этого существует практика формирования так называемых техногенных месторождений. То есть рукотворных образований, которые по своим характеристикам отвечают требованиям кондиций на конкретный вид минерального сырья:

Техногенные минеральные ресурсы – это совокупность запасов минерального сырья, содержащегося в отходах горно-обогатительного производства, в пределах какого-либо региона или страны в целом;

Техногенные минеральные объекты – скопление минеральных веществ на поверхности Земли или в горных выработках, образовавшиеся в результате отделения их от массива и складирования в виде отходов горного и обогатительного производств;

Техногенные месторождения – техногенные объекты, которые по количеству и качеству содержащегося минерального сырья пригодные для эффективного использования в сфере материального производства в настоящее время или в будущем, по мере развития науки и техники, вовлечение которых в промышленный оборот есть составная часть общей проблемы комплексного

освоения и использования природных ресурсов.

Особенностями техногенных месторождений являются:

1) географически расположены только в промышленно развитых районах;

2) находятся на поверхности Земли и горная масса в них преимущественно дезинтегрирована;

3) значительно большее количество минералов (более 30 000), чем в обычных месторождениях (около 3 000).

Последняя особенность определяет сложность переработки техногенных руд, так как из-за многообразия минеральных форм, требуются иные технологии, чем для обычных руд, основанные на последних достижениях науки и техники.

Отвалы горнодобывающих и металлургических предприятий как перспективные источники сырья для различных областей индустрии издавна привлекали внимание. Так ещё в 30-е годы прошлого столетия проводились исследования по оценке медьсодержащих отходов на большинстве медных предприятий Урала. С 50-х годов отходы медного производства оценивались не только на основные, но и на полезные попутные компоненты.

Исследованиями последних лет установлено, что в России к настоящему времени накоплено свыше 50 млрд т техногенных отходов, содержание металлов в которых нередко превышает их содержание в рудах, извлекаемых из недр и поступающих на обогащение. Особенно это относится к старым отвалам и хвостохранилищам, которые формировались в 40-50-е годы прошлого столетия, когда не уделялось должного внимания комплексному изучению минерального сырья, а кондиции добычи и переработки были значительно выше современных.

Известны примеры успешного вовлечения техногенных месторождений в эксплуатацию. Так ещё в 70-80-е годы прошлого столетия Хрустальненский, Солнечный, Алмалыкский и Зыряновский комбинаты приступили к ревизии отвалов прошлых лет, добыче и использованию некондиционных руд для получения дополнительной продукции (олова, свинца, цинка и др.).

По ориентировочным оценкам геологов, суммарная ценность полезных компонентов в сырье техногенных месторождений составляет более 100 трлн. рублей в ценах на начало 2002, то есть, сопоставима с оценкой потенциальных ресурсов минерального сырья в СНГ (около 130 трлн. рублей).

Техногенные ресурсы огромны. При этом распределение техногенных массивов достаточно неравномерно распределено в России, связано с неравномерной концентрацией горно-обогатительных предприятий экономических регионов страны. Это, прежде всего территории:

- Европейского Севера и Северо-запада страны;
- Центра Европейской части и Поволжья страны;
- Урала;
- Сибири и Дальнего Востока.

Можно выделить несколько основных факторов, определяющих эффективность процесса формирования техногенных месторождений предприятий горнодобывающего комплекса:

1. снижение цены сырья за счёт снижения себестоимости его получения по сравнению с полной разработкой месторождения;

2. экономия природных ресурсов за счёт максимального вовлечения техногенных отходов в хозяйственный оборот;

3. оздоровление окружающей среды (рекультивация земель, ранее занятых под складирование отходов, предотвращение загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод, а, значит, и питьевых водоёмов, и, как следствие, улучшение здоровья населения);

4. доступность всех типов пород при разработке техногенного месторождения и минимально возможным разубоживанием каждого компонента с минимальным изменением физико-механических свойств пород при длительном хранении в техногенном месторождении;

5. возможность формирования техногенного месторождения с оптимальными параметрами, обеспечивающими устойчивость отвалов при изъятии сельскохозяйственных угодий.

Данные факторы укрупнено характеризуют основные стороны привлекательности в необходимости формирования техногенных месторождений.

Способы формирования техногенных месторождений с учетом свойств полезных компонентов представлены на рис. 1 и рис. 2.

Минерально-сырьевые отходы находят широкое применения в производстве строительных материалов. Для этой цели используются:

- Отходы черной и цветной металлургии;
- Химической промышленности;
- Добыча и обогащение угля;
- Попутное производство добываемых забалансовых руд и имеющих ценность вскрышных пород.

Наибольшая часть этих отходов (80 %) применяется при засыпке открытых горных разработок, что способствует облагораживанию земной поверхности.

Годовой объем производства строительных материалов из строительных горных пород в нашей стране в настоящее время превысило 1,26 млрд. $м^3$, причем около половины этого объема обеспечивается за счет разработки песчайно-гравийных месторождений, характерными особенностями которых являются:

- Отсутствие процессов подготовки к выемке;
- Небольшая глубина карьеров (до 10-30);
- Значительная площадь карьеров;
- Сравнительно небольшой объем горно-капитальных работ при строительстве карьеров;
- Наличие пропластков глин и безгравийных участков в полезном ископаемом;
- Проведение геологоразведочных работ до уровня грунтовых вод;
- Большая скорость подвигания фронта работ из-за малых высот уступов;
- Значительный диапазон производственной мощности предприятий (от несколько десятков тысяч до миллионов кубометров в год).

Необходимость решения проблемы захоронения отходов стала особенно актуальной в последние годы в связи с ухудшением качества природного минерального сырья и, как следствие этого, увеличением количества отходов, а также из-за угрозы экологического бедствия в промышленно развитых регионах.

Значительная часть укладываемых отходов горного производства является потенциальными полезными ископаемыми. Нередко в них концентрируются металлы, в том числе драгоценные. Многочисленные исследования

показали, что миллиарды тонн отходов являются сырьем для производства строительных материалов. Поэтому промышленность строительных материалов должна стать одним из главных инициаторов борьбы за рациональное использование минеральных ресурсов.

Одним из путей рационального ресурсо- и природопользования, защиты окружающей среды от загрязнения и охраны недр – комплексное использование техногенного минерального сырья, содержащегося в отходах горного производства, поскольку при этом одновременно решаются вопросы экологии и экономики природного минерального сырья за счет использования техногенного, получением дополнительной основной и не свойственной данной отраслевой принадлежности предприятии продукции, уменьшение загрязнения окружающей среды твердыми и пылевидными отходами, высвобождение земельных угодий (изъятых под отвалы) и уменьшение капитальных вложений на освоение новых месторождений техногенного сырья.

Остановить горное производство нельзя. Практически все виды человеческой деятельности, включая современные высокие технологии, нуждаются в минеральном сырье. Но сократить негативное воздействие имеется возможность. Первый путь - создание на основе разрабатываемого месторождения нескольких предприятий, на которых используются полезные ископаемые данного месторождения. Такой путь при кажущейся привлекательности в реальных условиях часто оказывается экономически неоправданным. Поскольку большинство попутных полезных ископаемых сравнительно дешевы и изготавливаемая из них продукция имеет невысокую цену. Поэтому радиус ее перевозки оказывается незначительным.

Задача формирования техногенных месторождений, запасы которых являются сырьем для производства строительных материалов, приобретает все большую актуальность, поскольку объем строительства в нашей стране растет. А число месторождений полезных общераспространенных ископаемых в обжитых районах сокращается не только в связи с отработкой запасов, но и в связи с застройкой территории, изменением требований к охране природы и по другим причинам. Поэтому необходимо предпринять энергичные усилия, направленные на сохранение минерально-сырьевой базы строительного комплекса на десятилетия вперед, в частности, путем создания техногенных месторождений.

Однако, несмотря на эффективность и целесообразность технологий формирования техногенных месторождений, их широкое внедрение в РФ осложняется, в основном, проблемами финансового характера, определяемыми необходимостью вложения на долгосрочной основе инвестиционных ресурсов в соответствующие технологические проекты.

Однако до настоящего времени техногенные месторождения используются в незначительных масштабах. Основной причиной этого является то, что для широкого вовлечения их в переработку требуется строительство практически новых производств, реализующих новые технологические принципы и решения, которые разработаны, как правило, на уровне научных открытий, лабораторных или полупромышленных исследований и редко доведены до промышлен-

ного производства. Отсюда высокая капиталоёмкость нового строительства и реконструкции с последовательной заменой действующих технологических линий на новые производства.

Такое положение типично для многих стран. Решающим является вопрос, окажется ли добыча дополнительного полезного ископаемого прибыльной. Ведь раздельная выемка и транспортировка этого полезного ископаемого усложнит технологию горных работ.

В действительности техногенных месторождений, которые поставлены на учет геологическими организациями, очень немного. Одна из причин - отсутствие заинтересованности геологических служб, которые выставляют определенные условия, связанные, в частности, с проведением геологоразведочных работ. Дорогостоящие геологоразведочные работы может заказать только собственник, который уже принял решение о перспективности ввода в эксплуатацию данного техногенного образования.

До недавнего времени в РФ отсутствовала единая государственная политика в сфере обращения с отходами. Причём, переход к рыночной экономике не обеспечил роста темпов переработки отходов. Поэтому, край-не обострилась необходимость сочетания гибкости рыночной экономики, способной на быструю сырьевую переориентацию, с государственной поддержкой, стимулирующей использование отходов и уменьшение их негативного воздействия на окружающую среду.

Формирование единой государственной политики в области переработки отходов потребовало реализации программно-целевого подхода к решению этой проблемы, которая имеет особую значимость для функционирования экономики в целом, отдельных её отраслей и регионов, социального развития, условий проживания населения.

Раздельные выемка и укладка полезных потенциальных ископаемых требуют дополнительных издержек. Даже в период функционирования плановой экономики образование техногенных месторождений было редким, а попутная добыча полезных ископаемых велась только тогда, когда они входили в перечень титульной продукции отраслевого министерства.

В условиях рыночной экономики к комплексному использованию минеральных ресурсов может побуждать только экономическая заинтересованность. Мировая практика дает приме-ры стимулирования комплексного освоения недр благодаря гибкой систе-ме налогообложения. Для предпри-ятий, которые вовлекают в производ-ство вторичные ресурсы, значительно уменьшается налоговое бремя и дополнительно функционирует еще один принудительный стимул – высо-кая ставка налога за использование земли для размещения любых отхо-дов, даже не токсичных.

В нашей стране такие стимулы пока отсутствуют, за исключением областей крупных городов и мегаполисов. Хотя уже вместе с результатами научных разработок возможно осуществление и реализация многих техногенных месторождений, направленных к разрешению ресурсосберегающих технологий.

Несмотря на указанные трудности, перспективность использования техногенных месторождений очевидна, так как их использование позволяет одновременно решать целый ряд экономических, социальных и экологических проблем.

Экономические проблемы:

1. Постоянное удорожание сырья, извлекаемого из недр, в связи с разработкой месторождений на всё более значи-

тельных глубинах, часто с закономерным понижением содержания ценных компонент. В последние 30 лет стоимость сырья неуклонно растёт на 5-10 % в год, несмотря на внедрение новой техники и даже автоматизацию некоторых производств.

2. Истощение запасов полезных ископаемых в недрах Земли. Например, при современном уровне добычи и обогащения, запасов цинка осталось на 25-30 лет, а свинца на 50-60 лет.

3. Снижение производительности труда и уменьшение темпов добычи полезных ископаемых в связи с постоянным ухудшением горно-геологических условий добычи (большие глубины, бедные руды).

Социальные проблемы:

1. Осложнение ситуации с использованием рабочей силы во многих рудных районах вследствие уменьшения объёма работ, вызванного истощением запасов полезных ископаемых.

2. Ухудшение условий труда при эксплуатации глубокозалегающих месторождений.

Экологические проблемы:

1. Исключение из хозяйственного оборота больших площадей земель, занятых отходами производства. Так, например, площадь золоотвалов топливно-энергетического комплекса Урала составляет около 3 000 га, а площадь нарушенных земель в медной подотрасли превышает 60 000 га.

2. Уничтожение или снижение качества земель из-за пылевых заносов с отвалов и хвостохранилищ. Например, с 1 га отвалов КМА ежегодно сносится до 500 т пыли.

3. Загрязнение окружающей среды (почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха) тяжёлыми металлам и солями в концентрациях, нередко превышающих допустимые нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляев В.Н.* Проблемы освоения техногенных образований. Горный журнал. – 1998. – №7-8. – С. 202-213.
2. *Боков В.А. и др.* Горнопромышленный комплекс – отходы и вторичное сырье. Деловой мир, – 1994, №12.
3. *Ермолов В.А., Бедрина Г.П., Зерванда В.П., Мосейкин В.В.* Теория и практика моделирования и ресурсной оценки техногенных месторождений // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 1996. - №6.
4. *Ермолов В.А. и др.* Геолого-технологическая оценка техногенных месторождений в системе рационального природопользования. Доклад на научно-технической конференции «Экологические проблемы горного производства, переработка и размещение отходов», МГГУ, 1995.
5. *Ларичкин Ф.Д.* Нетрадиционные виды минерального сырья, актуальность и определения. Горный журнал. – 2003. – №1. – С. 16-25.
6. *Строкова В.В.* Оценка качества техногенного сырья для промышленности строительных материалов. Горный журнал. – 2004. – №1. – С. 77-90.
7. *Трубецкой К.Н. и др.* Основы ресурсовоспроизводящих технологий складирования и хранения некондиционного сырья. Горный журнал. – 1995. – №5. – С. 47-51.
8. *Трубецкой К.Н.* Малоотходные и ресурсосберегающие технологии при открытой разработке месторождений. – М.: Недра. – 1993.
9. *Трубецкой К.Н.* Горные науки – освоение и сохранение недр. Академия горных наук: учебник для вузов, МГГУ, 1997.
10. *Туманова Е.С.* Технологические ресурсы минерально-строительного сырья. – М.: Недра. – 1991. ГИАБ

Коротко об авторах

Фролова Юлия Константиновна – аспирантка, кафедра «Технология, механизация и организация открытых горных работ», Московский государственный горный университет.