

УДК 553.277

М.В. Рыльникова, Д.Н. Радченко, В.В. Экс

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОРЕСУРСОВ В СВЕТЕ ПЕРСПЕКТИВ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Даны определения основных категорий георесурсов и их классификация в свете перспектив комплексного освоения недр. Разработаны перспективные технологические схемы добычи и переработки техногенного минерального сырья в полном геотехнологическом цикле комплексного освоения месторождений, предусматривающие сочетание физико-технических и физико-химических процессов разработки месторождений и сопутствующих техногенных образований, как основа для проектирования горнотехнических систем комбинированной геотехнологии.

Ключевые слова: классификация техногенных георесурсов, техногенное месторождение, комплексное освоение недр, комбинированная геотехнология.

В первые понятия техногенные минеральные ресурсы и техногенные месторождения были введены академиком Н.В. Мельниковым в начале 70-х гг. прошлого века. А в 1982 году академиком Агошковым была предложена классификация георесурсов, в которую, наряду с природными минеральными образованиями, вошли техногенные минеральные ресурсы, тепло недр земли и техногенные полости [2]. В совместных работах ИПКОН РАН и ИГД им. Кунаева под руководством академика К.Н. Трубецкого в конце 80-х гг было введено новое понятие ресурсообразующих геотехнологий, включающее технологии целенаправленного создания и разработки техногенных месторождений с заданными технологическими параметрами, обеспечивающие возможность их эффективного освоения [7], а так же предложена классификация техногенных месторождений [8]. Эти работы были продолжены учеными АН Республики Кыргызстан профессорами Г.В. Секисовым и А.А. Таскаевым

в 1988 г. Под их руководством была обоснована необходимость введения новой научно-производственной категории — минеральные объекты, включающие в себя природные, природно-техногенные и техногенные минеральные объекты [5].

Выполненный обзор современного состояния геотехнологий и работ, связанных с обоснованием различных понятий техногенных георесурсов, позволил конкретизировать и внести отдельные дополнения в определения основных категорий георесурсов в свете перспектив комплексного освоения недр.

Техногенные минеральные ресурсы — запасы минерального сырья, содержащегося в отходах горно-обогатительного и металлургического производств в пределах какого-либо предприятия, региона или страны в целом.

Техногенные полости — горные выработки и выработанные пространства, сформированные в ходе горных работ при извлечении полезных ископаемых из недр.

Техногенный ландшафт — измененный в результате производства горных работ или иной производственной деятельности ландшафт земной поверхности.

Техногенные минеральные объекты — условно выделенные в пространстве и накопленные на поверхности Земли или в недрах в пределах горного отвода техногенные минеральные ресурсы, потенциальная промышленная ценность которых, как правило, не ясна, для ее установления требуется проведение специальных геологических и технологических работ.

Техногенное минеральное образование — скопление на поверхности, либо в природных или техногенных полостях в недрах Земли, гидросфере или атмосфере запасов твердых или жидких продуктов, созданных в результате производственной деятельности человека в сфере недропользования и достаточное по объемам для промышленного освоения.

Техногенное месторождение — скопление техногенных минеральных ресурсов, образовавшееся в результате складирования отходов производства, пригодное для эффективной разработки и переработки с целью производства товарной продукции.

При систематизации групп георесурсов выделены три основные категории: природные (геогенные), техногенные и природно-техногенные (рис. 1).

Природные — запасы природного минерального сырья, природные полости, сформированные в результате генетических процессов в недрах Земли.

Техногенные — запасы техногенного минерального сырья, содержащегося в отходах, а так же техногенные полости и ландшафты.

Природно-техногенные — запасы, оставленные в недрах в результате отработки природных месторождений

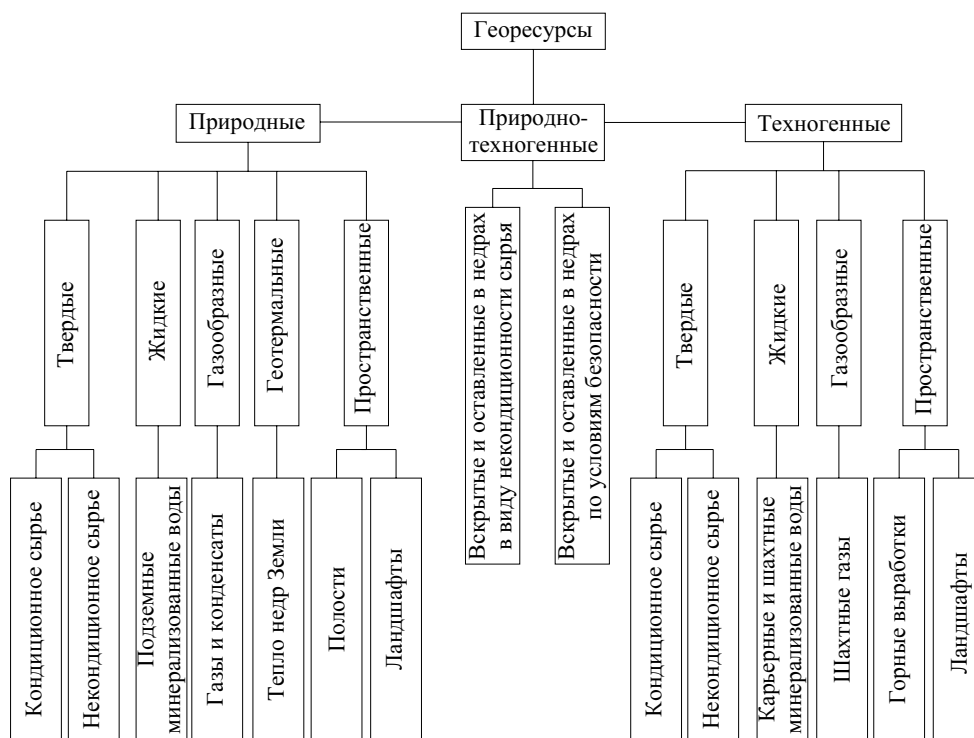
в виде целиков, корок, выклинивающиеся участки залежей, неотделенные от горного массива.

Техногенные георесурсы разделены на твердые, жидкие, газообразные и пространственные.

К техногенным твердым георесурсам отнесены отвалы вскрышных пород и некондиционных руд, отходы рудообогащения, специфические отходы производства (просыпи, отходы рентгенометрической сепарации, пиритные концентраты и др.). К жидким — минерализованные шахтные и карьерные воды. К газообразным — шахтные газы (сероводород, водород и др.), пространственные — выработанное пространство, сформированное в ходе открытых и подземных горных работ, и техногенные ландшафты. Эти техногенные образования могут быть эффективно использованы для реализации физико-химических геотехнологий эксплуатации бедных руд и техногенного сырья, а также в иных целях.

В настоящее время эксплуатация пространственных техногенных образований получает все большее распространение. Так, на Сорском месторождении природного камня подземные очистные камеры используются в качестве складов и хранилищ г. Самары. На комбинате «Сильвинит», разрабатывающем месторождение калийных солей, в выработанном пространстве подземного рудника функционируют санатории для больных пульмонологическими заболеваниями. В подземном руднике комбината «Апатит» в стационарных климатических условиях организованы грибницы, обеспечивающие потребности северного города в высококачественной продукции.

Таким образом, техногенные полости — это специфический вид тех-



Классификация георесурсов

ногенных образований которые могут и должны быть эффективно использованы в народном хозяйстве.

Сформированное в ходе горных работ выработанное пространство используется для реализации процессов физико-химической геотехнологии, а отходы переработки утилизируются в закладке выработанного пространства открытого и подземного рудников.

Систематизация знаний о техногенных образованиях направлена, прежде всего, на формирование нормативно-правовой и законодательной базы обращения с отходами, повышение эффективности использования ресурсов недр Земли, создание более эффективных, энерго- и ресурсосберегающих геотехнологий. Уточнение основных категорий георесурс-

сов обеспечивает единый подход к проблеме комплексного освоения недр.

Первоочередными задачами при вовлечении техногенных георесурсов в эксплуатацию являются:

- теоретическое обоснование геотехнологической стратегии комплексного освоения месторождений на основе изучения особенностей их техногенного преобразования, создание горнотехнических систем и способов разработки природных и техногенных месторождений на базе комбинации процессов открытой, подземной и физико-химических методов добычи руд;
- формирование техногенных месторождений с заданными характеристиками для последующей разработки;

- обоснование методики определения основных параметров техногенного преобразования природных месторождений с вовлечением в эффективную промышленную эксплуатацию отходов горно-металлургического производства техногенных месторождений;

- установление закономерностей минерального и химического состава, распределения полезных компонентов и физико-механических свойств горных и искусственных массивов природных и техногенных месторождений;

- совершенствование существующих и разработка новых технологических процессов комплексного освоения природных и техногенных месторождений для повышения уровня и комплексности извлечения ценных компонентов;

- обоснование дифференцированных кондиций и условий их корректировки;

- разработка нормативной базы проектирования комбинированной физико-технической и физико-химической геотехнологии.

Проанализированные известные классификации техногенных месторождений позволили ближе подойти к их изучению и развитию, оценке и проектированию разработки комплексного рационального освоения минеральных ресурсов в полном цикле комплексного освоения недр [8,3—6].

Многообразие известных технологических решений по использованию богатых, рядовых, бедных и забалансовых руд, отходов добычи и переработки и позитивные предпосылки реализации стратегии комплексного освоения рудных месторождений предопределили систематизацию георесурсов в зависимости

от процессов образования, условий залегания и хранения, особенностей вещественного состава, определяющих перспективную технологию их промышленной эксплуатации. Укрупненная классификация природных и техногенных георесурсов месторождений цветных, редких, благородных металлов для оценки перспектив их комплексного освоения, представлена в табл. 1.

В соответствии с условиями образования, залегания и хранения в табл. 1 для каждой группы георесурсов указаны основные применяемые на практике технологии разработки и перспективы вовлечения каждой группы в промышленную эксплуатацию в интересах повышения полноты и комплексности освоения недр.

Для каждой из представленных в таблице групп георесурсов предложены перспективные технологические схемы их эксплуатации. Анализ технологических схем свидетельствует, что менее сложными, энерго- и металлоемкими являются технологические схемы, предусматривающие переработку текущих отходов обогащения. В случае если применение процессов физико-химической геотехнологии к техногенному массиву из текущих отходов обогащения в краткосрочной перспективе нецелесообразно, ввиду низкого качества техногенного сырья или неудовлетворительных технологических характеристик, необходимы технологические решения по целенаправленному формированию из текущих отходов техногенных месторождений в выработанном пространстве карьера и подземного рудника или на поверхности горного отвода или для обеспечения возможности их эффективного освоения в будущем.

Характеристика природных и техногенных георесурсов, перспективных для комплексного освоения

Процессы образования	Инд. группы	Группы георесурсов	Основные применяемые технологии эксплуатации	Перспективы вовлечения в эксплуатацию комбинированной геотехнологией на основе сочетания физико-технических и физико-химических геотехнологий
Природные	1.1	Балансовые запасы месторождений	Разработка открытым, подземным и открыто-подземным способами, обогащение с получением в качестве готовой продукции горного предприятия минеральных концентратов, товарных металлов и их соединений.	Основная часть балансовых запасов месторождения извлекается и перерабатывается флотационным методом или физико-химическими геотехнологиями
	1.2	Забалансовые запасы, бедные и некондиционные руды	Оставление в недрах ввиду убыточности технологией разработки известными методами	Вскрытие запасов и подготовка рудных тел из существующих выработок для реализации физико-химической геотехнологии (подземного выщелачивания); переработка продуктивных руд с получением товарных концентратов; выщелачивание и обогащение руды на месте залегания; добыча обогащенной в недрах руды сложного вещественного состава для гидро- и пирометаллургические процессы переработки
Природно-техногенные	2.1	Запасы, оставленные за контуром разработки	Запасы в охранных целиках, в основании карьера, в выклинках рудных тел и на контактах с вмещающими породами, в закладке, в зонах обрушения. Не обрабатываются по условиям безопасности или ввиду убыточности.	Сочетание процессов открытых и подземных горных работ с освоением сложных участков физико-химическими технологиями с поверхности или из существующих выработок.
Техногенные	3.1	Отвалы вскрышных пород	Использование для нужд строительной индустрии, в составе закладочной смеси.	Разработка открытым способом для применения в строительной индустрии. Рекультивация с использованием освобожденных территорий для нужд сельского хозяйства и в других отраслях.
	3.2	Отвалы бедных руд	В результате окисления при хранении не подлежат обогащению.	Открытая добыча, сепарация, раздельное складирование руд различного качественного состава. Переработка руды физико-химической технологией. Кучное выщелачивание бедных руд с утилизацией отработанного сырья в выработанном подземном пространстве.

Процессы образования	Инд. группы	Группы георесурсов	Основные применяемые технологии эксплуатации	Перспективы вовлечения в эксплуатацию комбинированной геотехнологией на основе сочетания физико-технических и физико-химических геотехнологий
Технологические	3.3	Хвосты обогатительных фабрик	Складирование и долговременное хранение в хвостохранилищах. Использование в составе закладочной смеси без дозирования ценных компонентов.	Сухое складирование на специально подготовленных полигонах и в подземных выработках, выщелачивание на поверхности и в выработанном пространстве, утилизация в составе закладочной смеси материала, прошедшего технологический цикл переработки физико-химическими методами
	3.4	Попутные концентраты (например, пиритный)	Складирование в отвалы ввиду отсутствия спроса.	
	3.5	Специфические отходы производства: просыпы, отходы рентгенметрической сепарации и другие	Складирование на дневной поверхности в отдельных отвалах, либо в отвалах и хранилищах других отходов производства.	Разработка эффективных технологических схем с применением процессов физико-химической геотехнологии. Утилизация в выработанном пространстве после доизвлечения ценных компонентов
	3.6	Минерализованные промышленные стоки	Локализация в коллекторах (технологических прудах), отработанных карьерах. Очистка до норм ПДК и сброс в природные водоемы. Использование в обороте обогатительных фабрик.	Глубокая очистка с извлечением широкого спектра ценных компонентов, сброс в природные водоемы. Использование в качестве химического агента и транспортирующей среды при выщелачивании.
	3.7	Выработанное производство	Использование карьеров в качестве хранилищ отвалов горно-обогатительного производства. Закладка подземных горных выработок. Самолокализация подземных пустот.	Использование в качестве хранилищ различного назначения, а также в качестве технологического пространства для реализации физико-химических процессов.
	3.8	Ландшафты	Использование для складирования отходов	Использование для формирования техногенных месторождений или в иных целях

Разработанные классификации георесурсов и варианты перспективных технологических схем добычи и переработки техногенного минерального сырья в едином завершённом геотехнологическом цикле, включающем сочетание физико-технических и физико-химических процессов разработки месторождений и сопутствующих техногенных образований, являются основой для проектирования горнотехнических систем комбинированной геотехнологии [1].

Таким образом, решение проблемы комплексного освоения недр базируется на комплексном вовлечении в эксплуатацию ранее сформированных техногенных минеральных образований и месторождений, а также текущих от-

ходов производства с формированием на их основе техногенных месторождений с заданными параметрами.

Важно отметить, что эффективное использование техногенных минеральных образований возможно только при вовлечении их в эксплуатацию совместно с балансовыми запасами и техногенными пространствами и ландшафтами в единой горнотехнической системе комплексного освоения месторождений с созданием единого технологического и информационного пространства, а это значит что параметры формирования, а в последующем и разработки техногенных образований должны закладываться на стадии проектирования горнодобывающего предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов И.А., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. Перспективы повышения полноты и комплексности освоения месторождений Учалинского ГОКа/ М.: Недропользование: XXI век, 2009, № 3, С. 28-32
2. Агошков М.И. Развитие идей и практики комплексного освоения недр // ИПКОН АН СССР, — 1982. — 26 С.
3. Грехнев Н.И., Секисов Г.В. Основные типы техногенных минеральных образований Дальнего Востока и система исходных классификаций//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2004. — № 2. — С. 164-166.
4. Макаров А.Б. Техногенные месторождения минерального сырья//Соросовский обозревательный журнал. — 2000. — №8. — Т. 6.
5. Секисов Г.В., Таскаев А.А., Секисов А.Г. Природно-техногенные минеральные объекты // Изв. АН КиргССР. Физ-техн. и матем. науки, — 1987. — № 4. — С. 49—56.
6. Трубецкой К.Н. Методология и основные направления развития горных наук // Горн, информ. — аналит. бюл. — 1996. — Вып. 1. — С. 4-14.
7. Трубецкой К.Н., Рогов Е.И., Никитин М.Б. Обоснования оптимальных параметров создания и разработки техногенных месторождений // Комплексное использование минерального сырья.— 1986.— № 8.— С. 7—11.
8. Трубецкой К.Н., Уманец В.Н., Никитин М.Б. Классификация техногенных месторождений, основные категории и понятия//Горный журнал.— 1989.— №12.—С. 6—9. **ПАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Рыльникова М.В. — профессор, доктор технических наук УРАН ИПКОН РАН;
Радченко Д.Н. — кандидат технических наук УРАН ИПКОН РАН;
Экс В.В. — аспирант,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru