

УДК 553.622.7.097

## ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ, СВЯЗАННЫЕ С ХВОСТОХРАНИЛИЩАМИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Р. С. МОВСЕСЯН\*, А. И. МОВСИСЯН\*\*

*Кафедра поисков и разведки месторождений полезных ископаемых ЕГУ, Армения*

В статье впервые приводятся сводные данные по хвостохранилищам металлических месторождений РА, рассмотрены вопросы их классификации по классам опасности, а также другие важные нерешенные проблемы, связанные с хвостами обогащения, и указаны пути их разрешения.

**Keywords:** mineral and raw material, technogenic formations, enrichment tails, hazard categories, utilization of waste, laws.

Большинство развитых стран достигло высокого уровня экономического развития за счет интенсификации использования в первую очередь собственных природных минеральных ресурсов и организации на их основе наукоемких производств. Этот процесс определялся не столько количеством добытого сырья, сколько умением рационально, грамотно и инновационно им пользоваться, а именно: глубиной переработки минерального сырья, получением широкого ассортимента продукции, использованием передовых мало- или безотходных технологий, справедливым распределением доходов от недропользования и др. В странах с развитой горнорудной промышленностью наблюдается устойчивое смещение подхода к оценке минерально-сырьевых ресурсов от технико-экономического на социально-экономический, т.е. определения ожидаемого вклада от освоения месторождения в решении социально-экономических проблем страны, а также территории, на которой оно находится. Горнообогачительные комбинаты являются одним из наиболее мощных источников антропогенного загрязнения окружающей среды. Специфика добычи и обогащения большеобъемных бедных руд заключается в извлечении и переработке огромных масс горных пород, из которых используется лишь небольшая часть, все остальное накапливается в виде отходов. Так при обогащении руд благородных и цветных металлов 80–97% горной массы в виде отходов удаляется в хвосты, в которых теряется значительное количество металлов. Это свидетельствует о том, что используемые в настоящее время технологии по добыче и переработке полезных ископаемых, какими бы передовыми они не являлись, представляют собой мощные источники негативного воздействия на окружающую среду.

\* E-mail: [rubmov@ysu.am](mailto:rubmov@ysu.am)

\*\* E-mail: [h\\_movsisyan@ysu.am](mailto:h_movsisyan@ysu.am)

Таким образом, неизбежный продукт жизнедеятельности современного общества – техногенные минеральные отходы, являются результатом несовершенства технологий, экономического и правового механизмов.

Основными причинами, создающими такую ситуацию, являются промышленные типы разрабатываемых сейчас месторождений, используемые ресурсоемкие технологии, экстенсивное развитие большинства предприятий горно-металлургического комплекса, отсутствие комплексности извлечения и переработки минерального сырья, слабая мотивация субъектов хозяйствования к переработке и утилизации отходов своего производства, несовершенство или отсутствие экономического механизма управления промышленными отходами, несовершенство законодательной базы.

С расширением объемов добычи руд, связанным с потребностью современных производств, увеличиваются и объемы складированных в отвалы количеств условно некондиционных руд, а также хвостов обогатительных фабрик (ОФ) и отвалов вскрышных и вмещающих пород. В то же время, неуклонный рост цен и постоянно растущий спрос сделали выгодным извлечение металлов из техногенных скоплений минерального сырья. Интерес к ним возрастает по мере истощения запасов крупных месторождений, увеличения потребностей промышленности, применения инновационных технологий переработки техногенных отходов.

Развитые страны давно практикуют политику сбережения своих минеральных ресурсов, интенсивно вовлекая в переработку техногенные месторождения, утилизируя отходы производства, разрабатывая новые технологии их переработки. Разработка техногенных минеральных отходов, кроме ресурсной составляющей, напрямую затрагивает проблему экологической безопасности.

Техногенные минеральные отходы металлических месторождений РА образовались в результате добычи руды (отвалы вскрышных и вмещающих пород, спецотвалы забалансовых руд) и в процессе переработки минерального сырья (шламы и хвосты обогащения руд, отходы металлургического передела). Материал этих техногенных образований отличается от природного не только по гранулометрическому составу, но и по содержанию целого ряда химических веществ и новообразований, возникших в процессе переработки и хранения. Опасность отходов для окружающей среды возрастает в тех случаях, когда они обладают свойствами, способствующими миграции компонентов в окружающей среде – растворимостью, нестабильностью, летучестью, пылеобразованием.

Наиболее опасными в плане продуцирования большеобъемных вредных отходов являются разрабатываемые в основном открытым способом металлические месторождения, которыми богаты недра РА. Среди них по ценности выделяются медно-молибденовые (7 объектов), золоторудные и золотополиметаллические (14) и меднорудные (4). В год, по нашей оценке, только по металлическим объектам из недр добывается около 40–45 млн. *t* горной массы, половина из которой составляет руда. Общая территория, выделенная горнорудным предприятиям, приближается к 10000 *га*, из которых нарушенные земли составляют более 8000 *га*, а находящиеся под хвостохранилищами – около 1500 *га* [1].

В процессе разработки этих месторождений накоплено около 1 млрд. *t* отходов, половина которых находятся в 20 хвостохранилищах. Отметим, что наиболее опасными являются именно накопления хвостохранилищ, затем отвалы забалансовых руд и металлургические шлаки. Ниже более детально затронуты некоторые не терпящие отлагательства вопросы, касающиеся хвостохранилищ.

По большинству объектов в разных источниках приводились противоречивые данные. Все собранные сведения по хвостохранилищам из различных

опубликованных источников после анализа и уточнения приведены в таблице. Необходимость ее составления была вызвана отсутствием сводных данных по хвостохранилищам и кадастровой информации согласно требованию закона.

*Хвостохранилища ОФ месторождений металлических полезных ископаемых РА*

| №  | Наименов. хвостохранилища | Место расположения                              | Статус                                | Месторождение                  | Проектн. объем, млн. м <sup>3</sup> | Фактич. объем, млн. м <sup>3</sup> |
|----|---------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Арцваник                  | на р. Арцваник                                  | действующее                           | Каджаран (Cu, Mo)              | 310                                 | 270                                |
| 2  | Вохчи                     | р. Вохчи, у с. Лернадзор                        | законсерв. в 1977 г.                  | Каджаран (Cu, Mo)              | 30                                  | 19,4                               |
| 3  | Пхрут                     | на правом притоке р. Вохчи, у с. Пхрут          | законсерв. в 1969 г.                  | Каджаран (Cu, Mo)              | 6                                   | 3,2                                |
| 4  | Дарадзор                  | на правом притоке р. Вохчи, у разв. с. Даразами | законсерв. в 1961 г.                  | Каджаран (Cu, Mo)              | 4                                   | 3,0                                |
| 5  | Гегануш                   | на р. Гегануш                                   | действующее.                          | Капан, Шаумян (Cu, Pb, Zn, Au) | 11,3                                | 4,6                                |
| 6  | Участок Арцваник          | отд. участок на дамбе хвостохран. Арцваник      | действовало в 2004–2008 гг.           | Капан (Cu)                     | 1,1                                 | 1,0                                |
| 7  | Агарак - 1                | в 1-ом ущелье Агарак                            | действующее                           | Агарак (Cu, Mo)                | 9,1                                 | 1,0                                |
| 8  | Агарак - 2                | в 2-ом ущелье Агарак                            | действующее                           | Агарак (Cu, Mo)                | 17,9                                | 7,0                                |
| 9  | Агарак - 3                | в 3-ем ущелье Агарак                            | действующее                           | Агарак (Cu, Mo)                | 40,9                                | 38,6                               |
| 10 | Дастакерт                 | на р. Айригет                                   | действовало в 1968г.                  | Дастакерт (Cu, Mo)             | 3,1                                 | 1,5                                |
| 11 | Тертерасар                | вблизи Тертерасарского золотопол. м-ния         | действующее                           | Тертерасар (Au)                | –*                                  | 0,03                               |
| 12 | Анкасар                   | вблизи м-ния Анкасар, на р. Гехи у с. Аджабац   | действующее                           | Анкасар (Cu, Mo)               | 2,5                                 | 0,04                               |
| 13 | Алаверди                  | г. Алаверди и его окрестности                   | законсервир.                          | Алаверди (Cu)                  | 0,5                                 | 0,4                                |
| 14 | Ахтала – 1                | на реке Наатак, вблизи с. Мец Айрум             | действующее                           | Ахтала, Шамлуг (Cu, Pb, Zn)    | 3,2                                 | 1,1                                |
| 15 | Ахтала – 2                | вблизи п. Ахтала, на р. Назик                   | законсерв. в 1988 г.                  | Ахтала, Шамлуг (Cu, Pb, Zn)    | 0,5                                 | 0,4                                |
| 16 | Ахтала – 3                | вблизи с. Покр Айрум                            | 1988г., в наст. время исполъз. для ЧС | Ахтала, Шамлуг (Cu, Pb, Zn)    | 0,4                                 | 0,3                                |
| 17 | Арманис                   | на р. Дзорагет                                  | действующее                           | Арманис (Cu, Pb, Zn)           | –                                   | 0,08                               |
| 18 | Мгарт                     | вблизи золоторуд. м-ния Мгарт, 3 участка        | действующие                           | Мгарт (Au)                     | 0,1                                 | 0,08                               |
| 19 | Техут                     | с. Техут, уч. Харатаноц                         | эксплуатация начнется в 2014 г.       | Техут (Cu, Mo)                 | 180                                 | 0,0                                |
| 20 | Тухманук                  | вблизи с. Мелик, 2 уч.                          | действующие                           | Тухманук (Au)                  | 1,5                                 | 0,7                                |
| 21 | Арарат                    | вблизи с. Аразап                                | действующее                           | Сотк, Меградзор (Au)           | 20                                  | 12,5                               |

Примечание: \* – данные отсутствуют.

Как следует из представленной сводки, наиболее крупными являются хвостохранилища, входящие в состав медно-молибденовых комбинатов и, в первую очередь, Каджаранского со своим огромным Арцваникским хранилищем. За ним следуют отходы обогащения Агаракской ОФ и Араратской золотоизвлекательной фабрики. Что касается остальных, то они более мелкие и на сегодняшний день содержат от сотен тысяч до единиц млн. м<sup>3</sup>. Хотя по вредности картина несколько иная. Уточнение истинного объема хвостохранилища, выделение в нем отдельных зон по размерам частиц, определение их массы и ресурсов, заключенных в них, можно произвести с помощью трехмерной модели. Построенная программой Micromine объемная 3D-модель Вохчинского хвостохранилища с определением его контуров с помощью GPS позволила получить истинные данные [2]. Этот подход можно результативно использовать и при оценке других хвостохранилищ республики.

С хвостохранилищами связано множество явлений, негативно воздействующих на окружающую среду. Это вероятность аварийных ситуаций, высокая агрессивность техногенных вод, токсичность элементов, загрязнение воздушного бассейна и др. Хвосты обогащения представляют собой пульпу, состоящую из смеси твердой и жидкой фаз в пределах 1:3–1:5. Твердая фаза представлена смесью минеральных частиц разного размера (от доли микрона до 3 мм). По гранулометрическому составу грунт хвостохранилищ представлен, главным образом, песчаным материалом, наряду с большим количеством пылеватых частиц. Жидкая фаза пульпы – высокоагрессивная смесь воды и остаточной части флотационных реагентов, многие из которых ядовиты, а также продукты гипергенного разложения хвостов. Отходы обогащения содержат, в основном, пустую породу, а содержание металлов в них составляет доли процента.

Основными причинами аварий и инцидентов на хвостохранилищах могут быть отсутствие контроля строительства и водного баланса, неустойчивость склона, чрезмерная деформация стенки дамбы, сейсмическая нагрузка, не отвечающий требованиям фундамент, переполнение хвостохранилища хвостами, что приводит к прорыву сдерживающей воду дамбы и др.

Значительный ущерб наносит сброс вод хвостохранилищ. Хотя воды и подвергаются длительному отстаиванию, способствующему их освобождению от твердых взвесей и соответствующему снижению концентрации ионов тяжелых металлов, все-таки сливаемые воды содержат как тяжелые металлы, так и вредные элементы, концентрация которых превышает ПДК для водоемов [3].

Загрязнения могут вызывать и дренажные воды хвостохранилищ. Просачиваясь сквозь дамбы и ложе сооружений, они могут загрязнять грунтовые воды. Большую опасность представляют также пыле- или газообразные выбросы с поверхности хвостохранилищ. Попадая в почву, водоемы или атмосферу, загрязнители не остаются на месте, а включаются в природный круговорот веществ и удаляются очень медленно.

Горнорудные предприятия являются крупными потребителями свежей воды, которая расходуется на приготовление пульп и растворов, охлаждение агрегатов и на другие цели. При этом большая часть воды загрязняется вредными веществами: металлами и их соединениями, хлором, фтором и другими веществами, и сбрасывается обратно в водоемы в очищенном или неочищенном виде. Со сбросными водами теряются ценные компоненты, которые в данном случае приравниваются к опасным, и определенное количество вредных флотационных реагентов. В целях сокращения все возрастающего потребления свежей воды для технологических нужд (в связи с ростом производства и переработки больших количеств руды с низким содержанием металлов) и снижения вредного воздействия вод хвостохранилища переводятся на замкнутый цикл работы системы водоотведения и водоснабжения обогатительных фабрик.

Для снижения отрицательного воздействия дренажных вод хвостохранилищ и подотвальных вод все более широкое применение находят технологии создания искусственных геохимических барьеров. Это участки на путях миграции компонентов, на которых происходит их осаждение вследствие резких изменений Eh, pH, минерализации, состава растворов, сорбционной емкости среды или/и скоростей потоков [4]. Сущность таких методов защиты заключается в переводе загрязняющих компонентов в малоподвижные, неопасные формы, их накоплении на барьерах с возможностью дальнейшего извлечения и предотвращения загрязнения. Использование геохимических барьеров позволяет отказаться от строительства сложных

очистных сооружений и проведения других дорогостоящих мероприятий. В качестве материалов для создания барьеров применяются различные вещества. Природные материалы широко используются для создания сорбционных (глины, суглинки, торф и т.д.), щелочных (карбонаты) и других барьеров. Преимуществами их использования являются широкое распространение и низкая стоимость.

Инженерно-геологические, гидрогеологические, геологоразведочные и другие специальные исследования техногенных скоплений и территорий, в которых они находятся, а также их мониторинг, необходимы для создания четкого представления о состоянии хвостохранилища как сложного гидротехнического сооружения и процессах, протекающих в накопленных опасных отходах. Это позволит выявить и оценить изменения и степень их опасности, разработать необходимые превентивные мероприятия.

Другой первоочередной задачей, связанной с техногенными минеральными отходами, является определение класса их опасности. Учитывая большое количество накопленных хвостов обогащения и забалансовых руд и опасность, исходящую от них для окружающей среды, определение принадлежности отходов к определенным классам не требует отлагательства.

Согласно постановлению “О классификации образующихся отходов на территории РА по степени опасности” от 1997 г. (и 2001 г.), опасные отходы подразделяются на 5 классов. Классификация основана на степени вредного воздействия (СВВ) отходов на окружающую среду с учетом входящих в них вредных веществ. Однако нет разъяснений и требований, кроме отмеченных, по оценке вредности отходов ОФ, что не способствует четкому определению класса. За нормативные показатели технологического воздействия на природную среду (степень экологической опасности) могут быть приняты предельно допустимые концентрация, сброс и выброс (ПДК, ПДС и ПДВ), предложенные для многочисленных видов загрязнителей атмосферы, гидросферы и биосферы.

Выделены следующие классы:

- I класс (чрезвычайно опасные) – очень высокая СВВ, экологическая система необратимо нарушена, период восстановления отсутствует. Присутствуют чрезвычайно опасные вещества (бериллий, ртуть, таллий, оксид свинца, растворимые соли свинца, теллур, фтороводород и др.).

- II класс (высокоопасные) – высокая СВВ, экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия. Присутствуют высокоопасные вещества (кадмий, кобальт, молибден, мышьяк, натрий, свинец, селен, сурьма, цианиды и др.).

- III класс (умеренно опасные) – средняя СВВ, экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника. Присутствуют умеренно опасные вещества (алюминий, барий, железо, марганец, медь, никель, серебро, фосфаты, хром, цинк).

- IV класс (малоопасные) – низкая СВВ, экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3 лет. Присутствуют малоопасные вещества (сульфаты, хлориды, симазин).

- V класс (практически неопасные) – очень низкая СВВ, экологическая система практически не нарушена.

Большинство указанных элементов и соединений находятся в рудах металлических месторождений РА, а о более опасных новообразованиях в хвостах нет информации, т.к. необходимые исследования не проводились.

По имеющимся данным, хвосты обогатительных фабрик РА необходимо квалифицировать как отходы, II и III класса, а не IV, к которому их сейчас

относят. Наиболее опасны хвосты Араратской золотоизвлекательной фабрики (II класс), использующей в технологическом процессе цианиды, затем следуют хвосты свинцово-цинковых, медных и медно-молибденовых ОФ (III класс). Для точного определения класса отходов каждого месторождения необходимо провести соответствующие исследования. Как следствие занижения класса опасности – необходимые природоохранные выплаты в бюджет не производятся или производятся как за невредные отходы. Как отмечалось в отчете Контрольной палаты РА, ряд министерств – охраны природы, энергетики и природных ресурсов, по чрезвычайным ситуациям – не предприняли мер для определения класса опасности отходов, накапливаемых в хвостохранилищах [5]. В отчетах имеющих хвостохранилища предприятий для Министерства охраны природы эти отходы представлены как неопасные, либо имеющиеся хвостохранилища не рассматривались в качестве отходов, а как техногенный ресурс. Хвосты обогащения, в первую очередь, надо рассматривать как отходы; лишь после проведения геологоразведочных работ, технологических испытаний на обогатимость и экономической оценки часть скоплений можно будет квалифицировать как техногенные месторождения. Кроме уточнения размера выплат, идентификация отходов имеет первостепенное значение для их утилизации, т.к. для каждого типа отходов выбираются определенные методы утилизации [6]. К примеру, метод утилизации, который подходит для отходов IV класса опасности, невозможен для отходов II класса. После проведения идентификации должен выдаваться паспорт отходов, определяться (что очень важно) лимит на размещение отходов в окружающей среде, выбираться наиболее эффективный метод утилизации и обезвреживания.

Каждое техногенное скопление обладает своим строением и особенностями, содержанием ценных компонентов, зональностью и др., обусловленными составом исходного сырья, технологией добычи, переработки и обогащения и целым рядом других факторов. Поэтому для объективной его оценки необходимо провести комплекс разведочных работ каждого перспективного техногенного скопления. Кроме того, в процессе накопления отходов можно формировать техногенные месторождения, что может стать экологической альтернативой захоронению отходов. Максимально возможная утилизация отходов вместо захоронения и накопления на свалках – главная экологическая задача. В ранее опубликованных наших статьях дана экономическая оценка ресурсного потенциала техногенных минеральных отходов и указана целесообразность разработки некоторых из них [7, 2]. Выше отмеченные, а также другие важные вопросы, которые не уместились в формат статьи, можно решить если учесть следующее.

Кодекс РА “О недрах” не содержит никаких гарантий прав граждан на них. Необходимо в Конституции указать, что недра с минеральными скоплениями, как и другие природные ресурсы, являются достоянием нынешних и будущих поколений граждан нашей республики. Государство должно не только распоряжаться полезными ископаемыми, но и в лице правительства нести ответственность перед всем обществом за их надлежащее освоение, инвестировать накопленный от их разработки капитал в повышение благосостояния народа.

Необходимо произвести изменения в кодексе “О недрах”, направленные на то, чтобы обязать предприятия использовать передовые технологии, повысить извлечение, комплексно использовать сырье, малоотходные технологии добычи и обогащения руд, повторно использовать водные ресурсы, провести учет и классификацию техногенных отходов, определить их класс опасности, исследовать

инженерно-гидрогеологические условия, в которых расположены отходы, проводить мониторинг, в том числе независимый, разведать лежалые хвосты обогащения и отвалы забалансовых руд с целью определения степени их опасности и промышленной ценности, должным образом утилизировать, рекультивировать и законсервировать отходы.

В заключение отметим, что без выработки и принятия четкой политики в области недропользования, имеющей природоохранную и социально-экономическую направленность, невозможно будет добиться требуемых результатов.

*Работа выполнена в Центре устойчивого развития ЕГУ при содействии Ереванского офиса ОБСЕ.*

*Поступила 12.02.2014*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Армении. Министерство охраны природы РА. Ереван, 2002, 193 с.
2. **Мовсисян Р.С., Мкртчян Г.А., Мовсисян А.И.** Перспективы промышленного освоения техногенных минеральных ресурсов Республики Армения. Изв. НАН. Науки о Земле, 2014, № 1, с. 30–39.
3. **Беспмятников Г.П., Кротов Ю.А.** Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.: Химия, 1985, 528 с.
4. **Алексеев В.А., Алексеев Л.П.** Геохимические барьеры. М.: ЛОГОС, 2003, 144 с.
5. ՀՀ Վերաստուգիչ պալատի 2011թ. տարեկան հաշվետվություն: Հաստատվել է ՀՀ վերահսկիչ պալատի խորհրդի 2012թ. մարտի 27-ի թիվ 7/1 որոշմամբ
6. Инженерная экология. Под. ред. проф. В.Т. Медведева. М.: Гардарики, 2002, 687 с.
7. **Մովսեսյան Ռ.Ս.** ՀՀ լեռնային արդյունաբերության թափոնները. խնդիրներն ու նրանց լուծման ուղիները: ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր, Երկրաբանություն և աշխարհագրություն, 2013, № 3, էջ. 3–8:

Ռ. Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Հ. Ի. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՐՍԱՊՈՉԵՐԻ ՀԵՏ ԿԱՊՎԱԾ  
ԱՌԱՋՆԱՀԵՐԹ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ս մ

Հոդվածում առաջին անգամ բերվում են ՀՀ մետաղական հանքավայրերի հարստացրելի պահեստարանների վերաբերյալ ամփոփ տվյալներ, քննարկված են ըստ վտանգավորության աստիճանի նրանց դասակարգման հարցերը, ինչպես նաև հարստացման պրոցեսի հետ կապված այլ կարևոր չլուծված խնդիրներ և մատնանշված են նրանց լուծման ուղիները:

R. S. MOVSESYAN, H. I. MOVSISYAN

PRIORITY PROBLEMS RELATED TO TAILING DUMPS  
OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

Summary

In the article for the first time are given aggregated data of all metal deposits tailing dumps of RA, are examined issues of their classification by hazard category, as well as other important unresolved problems related to tailings and are pointed the ways of their solution.