В.П.Зубов, Ю.Л.Минаев
Санкт-Петербургский горный институт

УДК 622.271.33

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Приведены данные о содержании полезных компонентов в отходах предприятий цветной металлургии и динамике их прироста. Исследованы особенности формирования техногенных месторождений и распределение цветных металлов в их пределах.
Установлено, что хотя содержание металлов в пределах техногенного месторождения изменяется в различных направлениях, максимальные изменения чаще всего наблюдаются по вертикали.
Обоснованы требования к технологическим схемам отработки техногенных месторождений и предложены способы селективной выемки полезных компонентов из хвостохранилищ обогатительных фабрик, предусматривающие извлечение только наиболее обогащенных участков с оставлением основной массы пород на месте их залегания.

The data about the contents of useful components in waste of firms of non-ferrous metallurgy and dynamics(changes) of their gain(increment) are adduced. The features of formation of technogenic fields and distribution of non-ferrous metals in their limits are investigated(studied).
Is established, that the contents of metals within the limits of a technogenic field changes in different directions, thus the maximum changes are watched in vertical direction more often.
The requirements to flow diagrams of improvement of technogenic fields are justified and the ways of a selective mining of useful components from tailing ponds of preparation plants envisioning extraction of only most enriched sites(segments) with leaving of a matrix material of rocks in place their burials are offered.

Значительный рост потребления минерального сырья и ограниченность его запасов в недрах приводит к необходимости поиска новых источников их пополнения. На ряде горно-металлургических предприятий Урала, Алтая, севера Красноярского края, Кольского полуострова сокращаются запасы высококачественных руд, ухудшаются горно-геологические условия отработки и как следствие высвобождаются мощности на обогатительных фабриках и металлургических заводах. В этих условиях отходы горно-перерабатывающих комплексов могут стать одним из резервов обеспечения потребности России в минеральном сырье. Вовлечение в переработку ранее складированных отходов, содержащих полезные компоненты, позволяет при меньших капитальных вложениях достичь существенного повышения эффективности производства.

За 300 лет функционирования горнодобывающей отрасли в России накоплено не менее 100 млрд т отходов горно-перерабатывающего производства. Ими заняты значительные площади в Центральном, Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах России.

Ежегодный прирост отходов горнопромышленных предприятий составляет свыше 3,7 млрд т: 3,3 млрд т вскрышных и вмещающих пород и 0,4 млрд т отходов обогащения. Прогнозируется, что к 2005 г. объем учтенных горно-промышленных отходов в России составит около 40 млрд т.

По данным Госкомстата РФ, ОАО «ЦНИИЭИцветмет» и другим источникам, отходы предприятий цветной металлургии содержат следующие металлы, тыс. т: медь 7647, свинец 940, цинк 9089, олово 520, никель 2109, вольфрам 128, молибден 114, литий 97 (см. таблицу).

Как следует из таблицы, основные объемы цветных металлов находятся в рудных отвалах, хвостах обогатительных фабрик и шлаках металлургических заводов. Наиболее крупные объемы цветных металлов содержатся в хвостах обогащения Гайского,

Содержание цветных металлов в техногенных месторождениях цветной металлургии

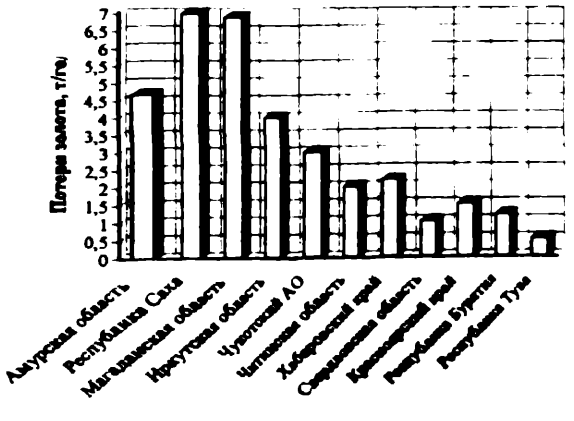
Вид отходов	Медь	Свинец	Цинк	Никель	Олово	Вольфрам	Молибден
Отвалы некондиционной руды	0.25-0.3 3380	0.12-0.82 53	0.17-0.35 3893	0.15-0.45 798	0.03-0.10 65	0.1-1.1 9	0.03-0.08 66
Хвосты обогатительных фабрик	0.09-0.29 2233	0.09-0.67 390	0.14-1.39 2807	0.14-0.25 825	0.06-0.18 300	0.40-0.93 110	0.01 48
Шлаки, клинкеры отвальные	0.39-1.49 1847	0.08-1.04 400	0.5-1.52 2277	0.02-0.16 486	 155	0.01-0.9 9	—
Шлак гранулированный, клинкер товарный	0.9-2.3 21	0.37-1.52 53	0.91-1.52 43	—		—	—
Кек цинковый, свинцовый и др.	1.69-3.63 21	1.38-40 44	10.9-19.1 69		—		
Пирротиновый концентрат	0.79 144		—	—		—	—

Примечание. В числителе – содержание в процентах, в знаменателе – в тысячах тонн.

Норильского, Салаирского, Учалинского, Солнечногорского ГОКов, АО «Святогор», шлаках АО «Электроцинк», «Печенганикель», «Североникель», некондиционных рудах Гайского, Сибайского и других ГОКов.

Около 5 тыс. т россыпного золота содержится в отвальных компонентах золотоносных приисков России. Анализ техногенных месторождений золотодобывающих районов показывает, что ежегодно в некоторых регионах в отвалах теряется до 7 т золота (см. рисунок).

Однако проблема горно-промышленных отходов – это и проблема экологическая, потому что в качестве минерального сырья ежегодно перерабатывается не более 1 % старых, лежалых и 30-40 % текущих отходов. Отходы остаются источником неуправляемого выноса в окружающую среду токсичных металлов: меди, цинка, свинца, марганца, ртути, мышьяка, таллия, бериллия и др. Общая площадь занимаемых техногенными отходами земель, полностью выведенных из сельскохозяйственного оборота, составляет 9 тыс. га.



Потери золота в отвалах россыпных месторождений

Наиболее перспективными источниками минерального сырья являются хвосты и шламы хвостохранилищ обогатительных фабрик. Строение хвостохранилищ зависит от технологии складирования отходов, порядка их размещения по площади, а также физико-механических свойств складируемого материала: гранулометрического состава, степени дробления и измельчения, состояния (кусковый материал, шлам, пульпа), соотношения твердой и жидкой фаз. На участке намыва происходит разделение материала по крупности и по содержанию отдельных компонентов.

Анализ формирования хвостохранилищ показывает, что обогащенные полезным компонентом слои чередуются с бедными в связи с ритмичным поступлением материала с фабрики. Прослеживается повышение содержания полезного компонента в нижних частях хвостохранилища, что объясняется перераспределением минералов вследствие их высокой плотности.

Изменчивость содержания полезных компонентов в хвостохранилищах происходит благодаря гравитационной дифференциации твердой фазы пульпы в процессе их заполнения. В результате образуются пространственно обособленные достаточно крупные обогащенные минералами участки,

приуроченные обычно к месту слива пульпы. Наблюдается существенная анизотропия изменчивости содержания полезных компонентов в трех ортогональных направлениях, причем максимальная изменчивость чаще всего наблюдается по вертикали.

На вертикальных разрезах хвостохранилищ цветных металлов выделяются участки, обогащенные полезным компонентом, в виде пластов, линз, пропластков, гнезд, а иногда и более сложных форм, при этом мощность залежей изменяется от нескольких долей метра до нескольких метров.

При добыче техногенного минерального сырья могут применяться валовая и селективная разработка. Валовая выемка предусматривает переработку всей массы техногенного сырья месторождения на обогатительной фабрике или специальной площадке кучным выщелачиванием. При валовой выемке добычу осушенных хвостов обогатительных фабрик обычно производят с помощью колесных или гусеничных машин: экскаваторов, автомобилей, грейферных кранов, скреперов и гидромониторов. На крупных неосушенных хвостохранилищах используют драги, земснаряды, на небольших – драглайны.

Существенным недостатком валового способа разработки техногенных месторождений является громадный объем перелопачивания рудных отвалов или хвостохранилищ для переработки бедных в общей массе пород. При этом велики затраты на погрузку, транспорт и переработку пород на обогатительной фабрике или установке. Кроме того, валовый способ выемки ухудшает экологическую обстановку в районе, так как после извлечения полезного компонента необходимо снова складировать пески переработки, в которых остались минералы экологически вредных металлов и агрессивные растворы флотации.

Селективная разработка техногенных месторождений предусматривает извлечение только наиболее богатой его части из участков, обогащенных полезным компонентом, с оставлением основной массы пород на месте залегания. Такая технология работ значительно сокращает объем извлекаемой горной массы, затраты на ее добычу, доставку, транспортирование и переработку.

Для селективной выемки песков хвостохранилищ нами разработаны принципиальные технологические схемы. Технологическая схема с бурошнековой выемкой кондиционных песков предусматривает извлечение песков шахтной буровой установкой с транспортированием их до ленточного конвейера, которым они отправляются на фабрику. При селективной выемке песков высокопроизводительным карьерным оборудованием в предварительно оконтуренных участках хвостохранилища с кондиционным содержанием полезных компонентов, создаются заходки, отделяемые друг от друга оградительной погружной крепью. Затем в пределах заходок производят селективную выемку песков; некондиционные пески экскаватором переваливают в соседнюю отработанную заходку, а кондиционные грузят экскаватором в автосамосвал и отправляют на обогатительную фабрику.

При комбайновой выемке кондиционные пески добывают из горизонтальных пропластков с помощью малогабаритного проходческого щита и гидротранспортом направляют на обогатительную фабрику. Одновременно с добычей песков в отрабатываемой камере устанавливают крепь, выполненную из отдельных скрепленных между собой цилиндрических секций. После отработки камеры щит выводят, оставляя в ней крепь, которая будет извлечена позже, при заполнении выработанного пространства самообрушающимися некондиционными песками. При выемке богатых песков хвостохранилища подземным скважинным гидромонитором проходят подземные горные выработки, из которых в каждый оконтуренный участок бурят две скважины, в одной из которых устанавливают телескопический гидромонитор. Струей воды из гидромонитора размывают пески, а образующаяся гидросмесь по транспортной скважине поступает в трубопроводную магистраль подземной выработки и направляется на обогатительную фабрику.

Гидравлическая разработка обводненных участков хвостохранилища основана на

использовании естественной обводненности песков до плывунного состояния. Их извлекают через скважины, пробуренные из подземных выработок, пройденных под хвостохранилищем.

Выщелачивание полезных компонентов из песков хвостохранилища предусматривает создание зон выщелачивания непосредственно в хвостохранилище на предварительно оконтуренных участках с кондиционным содержанием полезных компонентов. Кондиционные участки разбивают на блоки правильной формы, в которых бурят центральную и периферийные скважины, проводят гидроизоляцию каждого блока, создавая под ним трещину гидроразрыва, которую заполняют водонепроницаемой твердеющей смесью. По периметру блока возводят водонепроницаемую шпунтовую крепь, затем заполняют блок выщелачивающим раствором и полученный продукционный раствор направляют на металлургический завод или экстракционную установку.

Разработанные технологические схемы защищены патентами или на них получены положительные решения Федерального института промышленной собственности.