

*Бахмагамбетова Г.Б.*

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ  
ОТВАЛОВ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД**

*G.B. Bakhmagambetova*

**RESEARCHIN OF EFFECTIVE WAY FOR OVER-BALANCE  
RESERVES DUMPLEACHING**

УДК:622.839.43

*В статье рассматривается эффективный способ выщелачивания руд в отвалах и кучах, основанный на определении высоты формируемой кучи, учитывающий явление коагуляции при фильтрации выщелачивающего раствора.*

**Ключевые слова:** *забалансовые запасы, выщелачивание, отвал, руд, обогащение, пласт.*

*The effective method of ores lixiviating in stock dumps and the clusters based on definition of the formed cluster height considering the colmatation phenomenon at a lixiviating solution filtration is considered in article.*

**Key words:** *over-balanced reserves, leaching, dump, ore, enrichment, furrow slice.*

Отходы горного производства длительное время не рассматривались как отдельная проблема. Как показывают многие исследования, они содержат большое количество полезных компонентов, ценность которых составляет 25 - 50% от суммарной ценности добытого минерального сырья.

Наиболее высоким содержанием ценных полезных компонентов характеризуются отходы обогащения цинково-цинковых, золотосодержащих и редкометалльных руд. Особенно в металлургических шлаках медных и свинцовых производств, в которых содержание основных компонентов часто превосходит их содержание в исходной обогащаемой в настоящее время руде. В отходах Жезказганской и Балхашской обогатительных фабрик содержание меди колеблется в пределах 0,12-0,18%, цинка 0,08-0,1%.

Горнодобывающие отрасли промышленности в отвалах и хвостах обогащения не только теряют огромные запасы ценных компонентов полезных ископаемых, но и создают крупные источники загрязнения вредными веществами атмосферы, открытых водоемов, земельных угодий и грунтовых вод.

Модернизация существующих производств, по существу означающая необходимость их полного переоборудования, требует значительных капитальных вложений. Создавшая ситуация означает, что происходит общее снижение объемов добычи металлов. Решением переработки забалансовых руд является геотехнологическое извлечение ценных компонентов из отходов.

Геотехнологические методы переработки полезных ископаемых включают в себя подземное, кучное, чановое, бактериальное и автоклавное выщелачивание. Наиболее распространенным способом добычи полезных компонентов из пластов различных мощностей является подземное выщелачивание.

Процессы подземного выщелачивания характеризуются большой продолжительностью во времени, которая обусловлена слабой проницаемостью минералов и медленным протеканием химических реакций. Интенсификация процесса выщелачивания осуществляется увеличением пористости и добавлением в раствор различных окислителей минералов.

Существующие подземные способы выщелачивания технически и технологически на практике трудно реализуемы, это обстоятельство объясняется следующими факторами: сложные искусственные системы, скважины фильтрации, трубопроводы, насосы, эрлифты, взаимодействующие с еще более сложной естественной системой - массивом горных пород, вмещающих рудоносный пласт, помещенный в некоторые слабопроницаемые породы с наполненным поровым пространством водой под высоким гидростатическим давлением. Массив горных пород неоднороден, обладает значительным разнообразием качественных характеристик и стохастических параметров. Кроме того, разработанный для одного месторождения способ не может быть использован для другого, так как месторождения отличаются элементами залегания полезных ископаемых.

Несмотря на большое количество работ, как за рубежом, так и в бывшем СССР по выщелачиванию забалансовых руд, тем не менее, отсутствуют точные цифры по извлечению полезных компонентов из запасов руд. Трудности заключаются в сравнении условий: физической структуры запасов, топографии местности, характеристики отвальных продуктов, минерализации и количества подаваемого раствора.

К основному недостатку проведенных работ следует отнести недостаточную изученность отвалов как эпического объекта исследования. В результате этого не учитывается ряд процессов протекающих при фильтрации выщелачивающего раствора через отвал. При фильтрации раствора через отвал происходит ухудшение его проницаемости, обусловленное явлением коагуляции.

Эффективность зависит не только от способа выщелачивания, но и от материальных и трудовых затрат, также от точности определения параметров выщелачивания отходов, складированных в отвалах. Одним из важных параметров выщелачивания руд в отвалах и кучах является установление удельного расхода

выщелчивающего раствора и высота формируемой кучи. Предлагается способ определения высоты кучи, основанной на явлении кольтматации разрыхленных рудных масс.

Явление кольтматации возникает при условии  $m_1 \geq m_2$ , где  $m_1$  — масса дисперсно-коллоидных частиц в объеме отвала окисленных забалансовых руд, кг;  $m_2$  — масса всей дисперсной системы в кольтматационном слое, кг. Масса дисперсно-коллоидных частиц в объеме отвала определяется по формуле:

$$m_1 = \rho_1 V_1, \quad (1)$$

где  $\rho_1$  - плотность забалансовой руды, кг/м<sup>3</sup>;  $V_1$  - объем всех частиц фракции 0-1 мм в объеме кучи, подготовленной к выщелачиванию, м<sup>3</sup>.

При движении выщелачивающего раствора через несвязную пористую среду, в результате их взаимодействия с дисперсно-коллоидными частицами, вокруг них образуются прочно связанные адсорбционно-диффузионные слои. Силы взаимодействия раствора с дисперсными частицами обусловлены электромолекулярным происхождением. Таким образом, размеры дисперсно-коллоидных частиц увеличиваются.

С увеличением концентрации частиц с прочно связанным слоем жидкости, уменьшаются силы взаимодействия между ними и раствором. Это приводит к тому, что частицы с прочно связанной жидкостью начинают выпадать из дисперсной системы, забивая поры отвала забалансовой руды. Частицы застревают не только в порах, соответствующих их размерам, но и в порах, размеры которых значительно больше их размеров, создавая явление капиллярности в остальной части. Таким образом, поры по сечению будут заполнены частицами с прочно связанной жидкостью и раствором. Отсюда следует, что в кольтматационном слое кроме нерастворимых твердых частиц содержатся и жидкие вещества.

Для определения глубины образования кольтматационного слоя объем закольтматированного слоя выразим через среднюю площадь сечения всего порового пространства  $S_0$  и толщины кольтматационного слоя.

$$V_{\Pi} = S_0 h_k, \quad (2)$$

здесь  $S_0$  – поверхностная площадь отвала и  $h_k$  - глубина образования кольтматационного слоя.

Подставляя в формулу (3) объемы  $V$  и  $V_n$  получим высоту отвала, при которой начинается явление кольтматации, т.е. [1]:

$$H = \beta \frac{m_1}{\rho_1 v} [\rho_1 v_0 + \rho_2 v_k + \rho_3 w_M], \quad (3)$$

где  $\frac{v_0}{v} = m$  – средняя пористость отвала забалансовой руды, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $H$  - высота формируемой кучи, м;  $\beta$  - коэффициент учитывающий динамику процесса;  $h_k$  – толщина кольтматационного слоя, м;  $v$  – весовое процентное содержание частиц размером до 1 мм во всем объеме выщелачиваемой руды, %;  $v_0$  – процентное содержание частиц размером до 1 мм в кольтматационном слое, %;  $\rho_1$  – плотность забалансовой руды, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_2$  – плотность выщелачивающего раствора, кг/м<sup>3</sup>;  $w_M$  – максимальная молекулярная влагоемкость, %;  $v_k$  – процентное содержание частиц размером до 1 мм в кольтматационном слое.

Как видно из формулы (3) высота отсыпаемой кучи или отвала зависит от физико-механических свойств несвязной пористой среды, при условии, что окисленная или может интенсивно окисляться в процессе выщелачивания.

Следует отметить, что коэффициент учитывающий динамику процесса зависит от содержания жидкой фазы и дисперсных частиц в растворе порового пространства отвала или кучи. Так как подвижность жидкости будет зависеть от того какое количество дисперсных частиц находится в растворе, находящемся в поровом пространстве. Чем меньше подвижность жидкости, тем больше времени выщелачивающий раствор взаимодействует с рудой. Следовательно, тем больше концентрация полезных компонентов в растворе.

Таким образом, все величины входящие в формулу (3) могут быть установлены экспериментальным путем в лабораторных условиях. Полученное выражение (3) может быть использовано для определения высоты кучи или отвала, при которой выщелачивающий раствор полностью вовлекает руду в переработку.

#### Литература:

1. Жараспаев М., Адилов К.Н., Ахмеджанов Т.К., Жанбатыров А.А., Бахмагамбетов Б., Павлоцкий В.Н., Зэхмагамбетов Е.Б. Способ лабораторного моделирования навала горной массы. Патент РК № 7354. 31.01.94.
2. Жараспаев М., Крупник Л.А., Бахмагамбетов Е.Б. Повышение эффективности выщелачивания раздробленных забалансовых и труднообогатимых руд. Вестник КазНТУ. Науч. жур. Алматы, №1-2, 1997.-С.82-86.
3. Рогов Е.И., Рогов А.Е., Рыспанов Н.Б. К вопросу определения оптимального диаметра куса руды при кучном выщелачивании. Материалы шестой международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». Москва-Караганда 17-21 сентября 2007 г. Российский университет дружбы городов, Издательство, 2007.- С.210-212.

Рецензент: д.т.н., профессор Усманов С.Ф.