DOI: 10.17117/na.2015.08.1204

Поступила (Received): 28.08.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.08.1204.pdf>

Камболов А.Н.
Методы извлечения металлов из отходов
горного производства

Kambolov A.N.
Methods of extraction of metals from mining wastes

Исследуются методы извлечения металлов из природных растворов с использованием безреагентных технологий

Ключевые слова: технологическая схема переработки продуктов выщелачивания

Камболов Алан Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

Methods of extraction of metals from natural solutions using a reagent-free technology

Key words: mechnological scheme of processing of leachate

Kambolov Alan Nikolaevich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
North-Caucasian mining and metallurgical institute
Vladikavkaz, Nikolaev st., 44

Для рудников цветной металлургии России характерно накопление на земной поверхности отвалов твердых отходов добычи и переработки и сброс в гидросферу металлосодержащих стоков. Отвальные и шахтные стоки содержат продукты природного выщелачивания в количествах на 2 порядка выше ПДК, что представляет товарную ценность. Методы извлечения металлов из природных растворов с использованием химических реагентов не решают экологических проблем, в связи с чем, повышается актуальность освоения безреагентных технологий.

Обогащение полезных ископаемых использует феномен различий в физико-химических свойствах минералов. Извлечение попутного компонента нередко превышает 80%. При обогащении бедных руд извлечение существенно ниже – 40÷60%. В этих случаях преобладают химические способы обогащения.

Работами И.Н. Масленицкого В.Я. Мостовича, И.Н. Духанина, К.Ф. Белоглазова, Н.Н. Кочкина, Н.Е. Грейвера, А.Е. Ферсмана, и др. созданы основы химической технологии переработки руд некондиционного для других технологий содержания. Проблема усугубляется вовлечением в производство упорных и бедных руд. Наиболее прогрессируют геотехнологические методы, особенно для разработки забалансовых рудных и хвостовых отвалов. Основной проблемой химического обогащения являются экономико-материальные параметры: рентабельность, безопасность для окружающей среды, расход энергии и реагентов и т.д.

Гидрометаллургические схемы переработки минералов включают вскрытие минерала и перевод металлов в раствор, подготовку раствора к извлечению целевого компонента и выделение компонентов в товарном виде. Наибольшее распространение получили автоклавные, сорбционные, мембранные и экстракционные процессы, кучное и подземное выщелачивание, в т.ч. бактериальное. Новые технологии обогащения рождаются на стыке химико-технологических процессов. При гидрометаллургическом выщелачивании достигается селективное растворение полезных компонентов, после чего отвал может быть утилизирован без ограничений.

Наиболее активными растворителями сульфатов является соляная кислота. Серная же кислота образует на зернах, содержащих свинец минералов пленки, которые препятствуют выщелачиванию. В соляной и серной кислотах хорошо растворяются сульфиды цинка, железа, кадмия. Использование химических растворителей повышает опасность геотехнологий для окружающей среды и удорожает конечный продукт, поэтому внимание ученых привлекают поиски нетрадиционных технологий, в первую очередь безреагентных.

Обычная схема геотехнологического извлечения металлов включает перколяционное или фильтрационное выщелачивание, сорбцию или экстракцию металлов из раствора, переработку элюата или реэкстракта гидрометаллургическими или электрохимическими методами рис.1.

Рис. 1. Технологическая схема переработки продуктов выщелачивания

Продукты выщелачивания отделяют от жидкой фазы сгущением или фильтрованием под вакуумом или давлением. При электрическом осаждении металлов из растворов удаляются все примеси. Полная очистка достигается добавкой реагента или изменением pH. Для концентрирования, разделения и осаждения металлов применяют ионообменные и экстракционные методы, а также осаждение электролизом, цементацией, восстановлением соединений водородом и разложением комплексных солей. При извлечении металлов из растворов используется осаждение реагентом в виде низкосортного продукта, например, известью.

На Северном Кавказе элементы геотехнологии прошли стадии лабораторного, полупромышленного и промышленного освоения (рис.2).

Рис. 2. Осаждение содой на руднике Архонский

Опытное извлечение металлов осуществлено И.А. Остроушко из закладки с содержанием цинка 0,55% и свинца 0,15% хлорной водой с содержанием $0,8 \div 1,2 \text{ г/дм}^3$ хлора. Извлечено: цинка 75% и свинца 22%. Остаточное содержание металлов в растворах: цинка $40 \div 460 \text{ мг/дм}^3$, свинца – $4,5 \div 6,0 \text{ мг/дм}^3$.

При подземной разработке в выработанном пространстве рудников протекают природные геотехнологические процессы, в результате которых рудничные воды растворяют и выносят цинк и свинец в количествах, достаточных для получения товарных осадков. С учетом того, что металлы уже находятся в водах, экономическая эффективность их извлечения увеличивается. В результате осаждения обеспечивается очистка сбрасываемых шахтных вод от загрязнения и решается проблема охраны окружающей среды.

Анализ опыта природного и технологического перевода в раствор и извлечения из раствора в товарную фракцию металлов указывает на объективность и корректность этого процесса. Для всех месторождений, независимо от

вида попутных компонентов, условий залегания руд, технологии разработки и иных условий характерен перевод в раствор металлов в зависимости от кислотности среды и др. факторов. Также характерна способность растворов отдавать металлы в процессе обогащения. В то же время анализ опыта показывает, что попытки извлечения металлов из хвостов обогащения не выходят за рамки лабораторных опытов и осуществляются, в основном, воздействием химическими реагентами.

© 2015, Камболов А.Н.

Методы извлечения металлов из отходов горного производства

© 2015, Kambolov A.N.

Methods of extraction of metals from mining wastes