

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

¹Зубков А.А., ¹Шуленина З.М., ²Воробьев А.Е.

¹ООО «Экомет Плюс», ²РУДН, Москва

Разработан концептуальный подход к снижению загрязненности окружающей среды на основе новых технологических приемов на базе изменения свойств минерального сырья. После перевода окисленной поверхности минералов в металлическое состояние, а соединений металлов в водной среде в металл проводится их флотация.

Многолетняя деятельность сконцентрированных в горнопромышленных регионах страны крупных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий цветной и черной отраслей промышленности (например, на юге Оренбургской области – Орско-Халиловский МК, Медногорский МСК, ЗАО «Ормедь», ОАО «Южуралникель», расположенных в радиусе 40-80 км от Гайского ГОКа) создала зону экологического кризиса за счет складирования, накопления и хранения на поверхности земли многомиллионных горнопромышленных отходов, пылевыбросов, стоков промышленных вод и пр. Основной причиной такой ситуации является отсутствие высокоэффективных технологий переработки труднообогатимого минерального сырья, что приводит к большим потерям металлов с отходами.

Большой вклад в загрязнение окружающей среды вносят и различные металлоносные воды предприятий – металлургических, химических, кинокопировальных, металлообрабатывающих и других производств.

Существенную экологическую проблему создают также шлаки от сжигания твердых бытовых отходов (ТБО), которые из-за отсутствия технологии их переработки складировются, занимают значительные площади.

Хранение таких продуктов является очень опасным для окружающей среды и необходимо решать эту проблему, так как под воздействием атмосферных осадков происходят окислительные процессы с вымыванием растворимых таксичных соединений [1].

Теоретические и практические исследования определили пути решения утилизации основного трудно перерабатываемого минерального сырья и минерализованных вод (рис. 1).

Снижение экологической нагрузки на окружающую среду базировалось на идее уменьшения потерь металлов при переработке минерального сырья флотацией методом придания поверхности труднообогатимых минералов новых свойств и перевода растворенных металлов в металлическое состояние [2, 3].

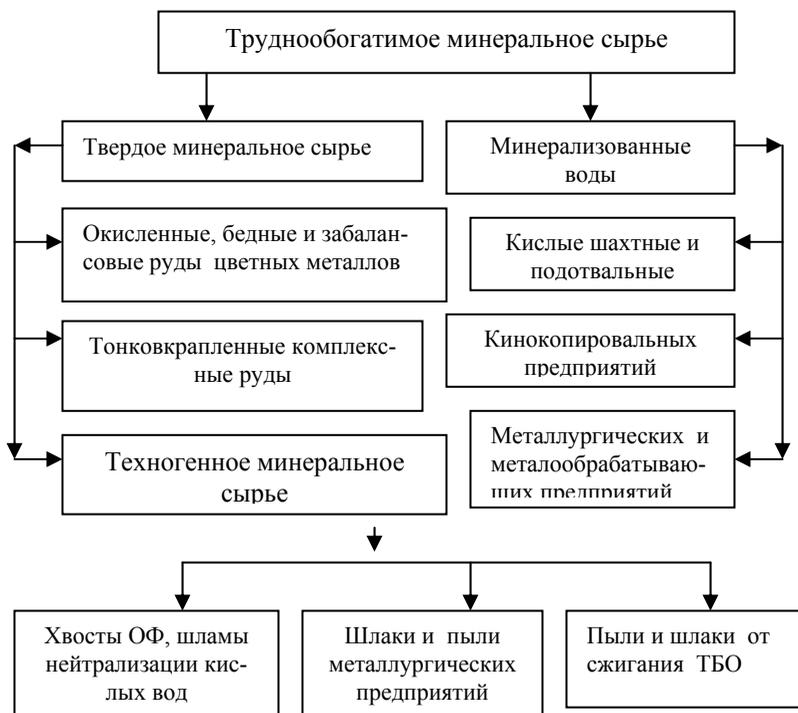


Рис. 1. Основные виды труднообогатимого природного и техногенного минерального сырья – источники загрязнения окружающей среды

Для этого использовали выявленные закономерности перевода поверхности труднообогатимых окисленных минералов меди, висмута и серебра в металлизированное состояние непосредственно в пульпе и растворенных серебра, меди и др. металлов в легкофлотируемые формы (металлические, или гидрофобные осадки) при применении восстановителей и высококремнистых природных сорбентов-цеолитов.

Положительные результаты были получены после проведения следующих теоретических разработок и экспериментальных исследований: - разработаны теоретические основы процессов восстановления окислов меди и висмута до металлического состояния непосредственно в пульпе, а также тиокомплексов серебра и ионов меди с определением закономерностей восстановления и оптимальных параметров процессов [2];

- определены флотационные свойства восстановленных до металла окисленных минералов меди и висмута, ионов меди и серебра и образованных осадков растворенных металлов [3];
- изучены сорбционные свойства высококремнистых природных сорбентов-цеолитов европейской части России по отношению к растворенным металлам и методов модифицирования для повышения их сорбционной емкости [4].

Выполненные работы позволили обосновать новый концептуальный подход при переработке труднообогатимых руд, использовать принципиально новые технологические приемы, решающих сырьевые и экологические проблемы (рис.2).

Теоретические и экспериментальные разработки были реализованы:

- в условиях Рязанской кинокопировальной фабрики проведены испытания по очистке сточных вод с использованием параформальдегида и отработанных проявителей, показавшие возможность получения концентрата металлического серебра, ферроцианистых сорбентов, тиосульфата бария и очищенной воды, что дает возможность рекомендовать ее для внедрения на всех аналогичных предприятиях России [5];

- в производственных условиях (Алмалыкская опытная фабрика) проведены испытания технологии обогащения окисленных медных руд с использованием металлизации окисленных минералов;

- при испытаниях обогащения окисленных висмутсодержащих руд с предварительной металлизацией показали снижение потерь металлов по сравнению с технологией, принятой ранее на обогатительной фабрике на 10-12 %.

- на основании проведенных исследований по совершенствованию частично селективной технологии обогащения руд месторождения Большой Канмансур была передана записка-рекомендация во ВНИПИ-горцветмет Минцветмета СССР, по заключению которого технология оказалась конкурентно способной и включена в проект постоянных кондиций по месторождению Большой Канмансур. Проект был представлен в ГКЗ СССР и использован при подсчете запасов;

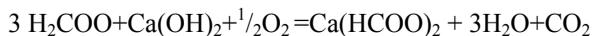
- на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований по снижению загрязнения окружающей среды и повышению извлечения ценных компонентов из руд и техногенных комплексов разработаны 2 методические рекомендации [6, 7].

Экспериментально установлено, что результаты восстановления меди до металла параформальдегидом при применении гидроокиси натрия и гидроокиси кальция аналогичны и в дальнейшем в качестве создания щелочной среды использовали последнюю, более дешевую.



Рис. 2. Принципиальная схема методов и технологических приемов снижения экологической нагрузки на окружающую среду

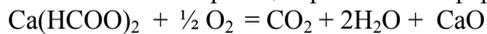
В известковой среде муравьиная кислота, образующаяся в процессе окисления формальдегида, переходит в формиат кальция, окись углерода и воду по реакции:



$$\Delta G_{\text{реак.}} = -41,5 \text{ ккал/моль}$$

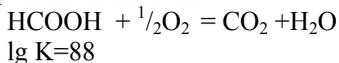
$$\lg K = 30,4$$

Возможны также реакции разложения формиата кальция при нагреве



$$\lg K = 108$$

и муравьиной кислоты:



В сточных водах после флотации не было обнаружено следов альдегидов и муравьиной кислоты.

Это дает основание считать разработанный процесс на основе использования формальдегида как экологически безопасный.

Применение результатов выполненных работ на практике позволит комплексно использовать минеральное сырье, повысить сквозное извлечение основных металлов на 15-20 % и существенно снизить загрязнение окружающей среды [8].

Уменьшение загрязнения окружающей среды на основе утилизации металлоносных растворов и повышения технологических показателей обогащения окисленных руд достигнуто разработкой технологических приемов (см. табл.):

Снижения загрязнения окружающей среды и повышение ресурсосбережения были получены за счет разработки:

а) режимов технологии подготовки к флотации поверхности окисленных минералов медно- висмутовых и серебросодержащих полиметаллических руд непосредственно в пульпе и их флотации на основе использования параформальдегида [9];

б) технологии извлечения из сточных металлоносных вод товарных продуктов - меди, серебра, ртути, серосодержащих соединений с получением очищенной воды для технических целей [10];

в) экономического обоснования целесообразности переработки окисленных медно-висмутовых и серебросодержащих полиметаллических труднообогатимых руд и техногенного минерального сырья на стадии получения некондиционных коллективных концентратов с максимальным извлечением в них всех ценных компонентов и переработкой их в автоклавах по схеме «все металлы в раствор – селективно из раствора».

г) технологических приемов получения высококачественных сорбентов из природного сырья - цеолитсодержащих пород и сапонитов европейской части России.

Литература

1. Воробьев А.Е. Преобразование качества некондиционного минерального сырья в складах и отвалах // Горный журнал. - 1996. - № 11 - 12. - С. 89 - 91.
2. Воробьев А.Е., Зубков А.А., Чекушина Т.В. Перспективные технологии переработки окисленных руд и металлоносных растворов // Обогащение руд. – 2010. № , С. 26 – 30.

94 Таблица - Разработанные решения экологических и ресурсосберегающих проблем при переработке окисленных руд и техногенного минерального сырья

Сырье, основные технологии переработки	Экологические загрязнения	Разработанные технологии по защите окружающей среды	Преимущество разработанного решения	
			Экологическое	Экономическое
1	2	3	4	5
Серебросодержащие сточные воды. Флотация гидрофобных осадков этих вод	Соединения серебра, серы, железа, отработанный про-явитель	Перевод тиокомплексов серебра параформальдегидом в металлическое состояние; флотация металла; выделение соединений серы и железа	Снижение загрязнения соединениями серебра, железа, серы на 99 %	Получение серебра, ферроцианистого сорбента, тиосульфата бария. Снижение капитальных затрат и расхода электроэнергии до 135 кВт на выделение 1 кг серебра
Ртутьсодержащие воды. Удаление ртути известью	Хлориды и сульфаты ртути	Перевод в гидрофобные осадки ртути с последующей флотацией	Исключение загрязнения ртутью	Дополнительное получение ртути в виде ее сульфидов
Забалансовые и бедные руды цветных металлов. Кучное выщелачивание серной кислотой	Кислые воды, соединения железа и цветных металлов, пары серной кислоты	Восстановление окислов до металла параформальдегидом в щелочной среде с последующей их флотацией	Снижение загрязнения токсичными металлами в твердых отходах на 15-20 %, в кислых водах на 98-99 %	Повышение получения цветных металлов на 15-20 %, благородных на 90 %, прибыли 4 -5 долл. с каждой тонны перерабатываемого исходного сырья .

1	2	3	4	5
Окисленные руды цветных металлов. Комбинированная технология: выщелачивание, цементация, флотация (ВЦФ)	Соединения железа и цветных металлов, кислые воды, пары серной кислоты	Замена операции получения цементной меди металлизацией окисленных минералов с последующим флотационным извлечением	Снижение загрязнения металлами с твердыми отходами на 2-3 %, с растворимыми соединениями цветных металлов на 3-5 % .	Дополнительное повышение извлечения меди на 3-5 %
Концентраты цветных металлов Высокотемпературная плавка	Сернистые газы, содержащие соединения цветных металлов	Замена плавки выщелачиванием в автоклавах (или геоавтоклавах)	Исключение загрязнения газами, содержащими цветные металлы, серу, мышьяк и пр.	Повышение комплексности использования сырья за счет дополнительного извлечения редких и рассеянных металлов.
Шлаки от сжигания ТБО Нет технологии	Заражают среду соединениями ртути, сурьмы и др. металлов.	Флотация тонких частиц окислов металлов после перевода их параформальдегидом в металл.	Исключение загрязнения соединениями цветных металлов	Источник получения черных и цветных металлов, стеклокерамического продукта
Природные высококремнистые сорбенты Нет технологии	Отчуждение земель отвалами при отработке месторождений	Гравитационное отделение загрязняющих компонентов и деалюминирование концентратов	Повышение сорбционной емкости природных сорбентов для очистки сточных вод от нитратов, меди, кадмия и прочих металлов.	Развитие сырьевой базы получения дешевых природных сорбентов в европейской части России для охраны окружающей среды

3. Зубков А.А., Шулена З.М. Высокоэффективные технологии переработки минерализованных вод – залог сохранения окружающей среды от загрязнения // Материалы VII международной конференции. Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. - Москва - Ереван.: - 2008. - С. 252-257.
4. Зубков А.А., Шулена З.М., Подзноев Г.П. К вопросу активации и модифицированию цеолитсодержащих пород. Материалы VIII международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва-Таллин 14-18 сентября 2009 г. - С. 150-152.
5. Зубков А.А., Тырышкина И.И., Глембоцкий А.В. Полупромышленные испытания флотационного извлечения серебра из растворов кинокопировальной фабрики // В сб. «Методы исследования технологических свойств тонкодисперсных минералов и руд. ИМГРЭ АН СССР, Мингео СССР». - М.: Изд. ИМГРЭ. - 1987. - С. 88-96.
6. Технологические исследования сортировки и утилизации шлаков от сжигания твердых бытовых отходов / Зубков А.А., Левченко Е.Н., Малевский Ю.А. // - М.: Изд. ВИМС, 1990. 26 с.
7. Применение ультразвука высоких частот для интенсификации флотационного обогащения и гидрометаллургии руд редких металлов при разведке месторождений / Белов Б.Г., Зубков А.А.// - М.: Изд. ВИМС Мингео СССР. 1984. – 26 с.
8. Зубков А.А., Абрамов А.А., Шулена З. М. Определение условий подготовки поверхности окисленных минералов к флотации // Цветные металлы. - М.: - 2010. - № 3. – С. 33-38.
9. Зубков А.А., Шулена З.М., Подзноев Г.П. Решение вопросов экологической безопасности и сырьевых проблем на основе новой технологической концепции // VI Конгресс обогатителей стран СНГ. Материалы Конгресса, - М.: Альтекс. - 2007. - т. I. - С. 237-239.
10. Подзноев Г.П., Зубков А.А., Шулена З.М. Очистка сточных вод кинокопировальных предприятий от токсичных компонентов // Конгресс обогатителей стран СНГ. - М.: Изд. МИСиС. - 2009.

УДК 658.345:622

ПРОСТРАНСТВЕННО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПАРОГЕНЕРАЦИИ

Ковшов С.В., Сафина А.М., Асаналиева О.А., Ковшов В.П., Тимкаев И.Ф.
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

In the article examined the steam application technology potential of as a way of combating the production dust. Describe the heat and mass transfer processes during the implementation of this technology. Evaluation of the effectiveness of the proposed technology in relation to various climatic conditions of the mining enterprises.

На основе рационального использования соответствующих законов природы можно создавать оптимальные условия для интенсификации процессов конденсации водяных паров и управления ими. Необходимо, чтобы