

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рогожникова Дениса Александровича «Азотнокислотная переработка полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов», представленной на соискание учёной степени **доктора технических наук** по специальности **05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов**

Актуальность изучения процессов гидрохимического растворения сложных по составу и строению объектов с целью извлечения ценных компонентов оправдана, так как значительные количества цветных металлов, включая благородные, находятся в труднообогатимых видах сырья, которые ранее попросту назывались неперспективными.

Цель работы – предложить комплексную гидрометаллургическую схему переработки упорных полиметаллических руд на основе разработки и уточнения имеющихся сведений по физико-химическим основам процесса азотнокислого растворения.

Научная новизна, методы исследования, апробация работы, личный вклад автора, публикации, структура работы представлены в автореферате развёрнуто и убедительно.

Исследованы термодинамические закономерности гидрохимического окисления сульфидных соединений азотной кислотой, разработаны модели физико-химических превращений в гетерогенных системах, определен предел по окислительно-восстановительному потенциалу не менее 0,7 В системы для перевода сульфидной серы в сульфатную, что позволяет открыть доступ к тонким частицам золота, цветным металлам перейти в водорастворимые состояния, мышьяку - в арсенат-ионы. Исследованиями показана сложность минерального состояния объектов: тонкая взаимная вкрапленность сульфидов и пустой породы, локализация частиц золота и серебра менее 10 микрон в тонкой ассоциации с пиритом, арсенопиритом и подтверждена необходимость разрушения сульфидов. На основании проведённых лабораторных экспериментов с использованием методов математического моделирования получены оптимальные данные по параметрам ведения процесса выщелачивания: концентрация азотной кислоты 6 моль/дм³, ж:т 6:1, температура 85 град. С, при которых выход в раствор составил по Fe 99,5%, по As 97,3%, по S 91,5%.

Очень полезны исследования по улавливанию нитрозных газов, эффективность утилизации которых является экологически важной задачей. Автором показано, что максимальная абсорбционная ёмкость оборотного раствора достигается при применении модели «доза-реакция», при которой вероятной лимитирующей процесс стадией является кинетика сорбции. При снижении скорости потока воздушно-газовой смеси при оптимально подобранной концентрации газов достигается высокая до 300 г/дм³ концентрация азотной кислоты в оборотном растворе, применяемого вновь в производстве.

Для переработки азотнокислых растворов изучены несколько вариантов удаления мышьяка и железа, характеризующиеся хорошей технологичностью при их реализации на практике.

Для извлечения золота из кеков предлагаются известные методы: при цианировании достигается извлечение золота в раствор более 96%, для более упорных кеков – метод сульфидного выщелачивания с последующей сорбцией золота на активный уголь, что обеспечивает сквозное извлечение золота более 90 %.

На базе данных лабораторных исследований проведены опытно-промышленные испытания на концентратах ТОО «КазГидроМедь» с получением металлургических балансов, которые показали хорошие результаты по извлечению основных компонентов: Fe 98%, As 96%, S 90%, количественным концентрированием золота в кеках. Также были сделаны расчёты экономической эффективности, показавшие срок окупаемости капитальных и операционных затрат на реализацию технологии при переработке 100 т концентрата в год 6 лет.

Таким образом, в итоге предложена принципиальная схема переработки сульфидного полиметаллического сырья на базе основной технологической операции – азотнокислого выщелачивания, в результате которой получают азотнокислые растворы, содержащие цветные металлы, железо и мышьяк и кеки, содержащие золото. Схема, в зависимости от исходного сырья, может видоизменяться с добавлением (исключением) некоторых операций, т.е. фактически универсальна, что делает её более привлекательной. Надо отметить практическую значимость работы: предлагаемая технология позволяет увеличить извлечение золота за счёт доступа к тонковкрапленному в породу металлу, регенерировать азотную кислоту с возвратом её в голову процесса, повысить степень осаждения мышьяка из растворов выщелачивания до остаточного его содержания менее 20 мг/дм³ с получением стабильных мышьяксодержащих соединений, пригодных к захоронению.

При ознакомлении с авторефератом возникли следующие вопросы:

1. Оксиды азота – вредные составляющие газовой фазы, выбрасываемой в атмосферу промышленными предприятиями. Какова может быть оценочная стоимость газоочистной составляющей технологии азотнокислотного выщелачивания сульфидного полиметаллического сырья на примере ТОО «КазГидроМедь» на производительности 100 тыс. т в год?

2. Каков ожидаемый выход кеков и возможно ли применение технологий гравитационного их обогащения?

Заданные вопросы не снижают общей высокой оценки диссертации.

Диссертационная работа Рогожникова Дениса Александровича «Азотнокислотная переработка полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов» соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении учёных степеней в ФГАОУ ВО

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
предъявляемым к докторским диссертациям.

Автор диссертации, Рогожников Денис Александрович, заслуживает присуждения
ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия
черных, цветных и редких металлов.

Советник генерального директора
по техническим вопросам
АО «Екатеринбургский завод по
обработке цветных металлов»,
к.т.н., академик РИА :
624097, Свердловская обл.,
г. Верхняя Пышма, Успенский пр-т, 131
+7 (343) 311-46-00 (тел.)
+7 (343) 311-46-01 (факс)
v.bogdanov@ezocm.ru

Богданов Владимир Иванович

« 01 » 02 2021 г.

Подпись Богданова В. И. заверяю
Начальник управления персоналом
АО «Екатеринбургский завод по
обработке цветных металлов»:



Шестакова Светлана Валентиновна