

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

Известно, что металлургические предприятия, занимающиеся извлечением цветных металлов из рудного сырья, на протяжении последних десятилетий все чаще сталкиваются с проблемами истощения богатых сырьевых ресурсов. Это приводит к необходимости вовлечения в переработку первичного и вторичного сырья, которое характеризуется, как относительно низким содержанием ценных компонентов, так и упорностью. Применительно к такому сырью использование традиционных пирометаллургических методов часто нерентабельно, а известные гидрометаллургические технологии далеко не всегда позволяют обеспечить достаточную степень вскрытия. Для интенсификации выщелачивания используют методы сверхтонкого измельчения, процесс ведут при высоких температурах и давлениях. Тем не менее, и такие усовершенствованные технологии не всегда характеризуются достаточной эффективностью.

В данной работе предложен иной подход к решению проблемы вскрытия сырья – использование азотной кислоты, которая выполняет функции, как окислителя, так и растворителя. Сама идея использования азотной кислоты – не нова. Промышленные предприятия уже давно проявляют интерес к азотнокислотному способу вскрытия. В научно-технической литературе имеется достаточно много работ, посвященных изучению этого процесса. Однако не все аспекты к настоящему моменту достаточно ясны, а для внедрения такой технологии необходимо проведение комплексных исследований, включая изучение вопросов термодинамики, кинетики, а также улавливания азотсодержащих газов. Последний вопрос имеет большое значение с точки зрения экономики, поскольку только при эффективной регенерации азотной кислоты обеспечивается высокая рентабельность инвестиций.

Автор уделил особое внимание изучению физико-химических особенностей азотнокислотного выщелачивания как модельных сульфидных минералов, так и реального сырья – полиметаллических сульфидных концентратов. Выявлены механизмы взаимодействия и лимитирующие факторы. Проведенные исследования дали возможность определить параметры,

позволяющие при минимальных расходах азотной кислоты проводить вскрытие сульфидных минералов для высвобождения и последующего извлечения золота. Результаты исследований использованы при проектировании опытного завода в Республике Казахстан, что подтверждает высокую практическую значимость рассматриваемой работы.

Результаты исследований изложены более чем в 50-ти работах, в том числе 26 в статьях, рекомендованных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, из них 22 – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus, WoS.

По тексту автореферата имеются ряд замечаний:

1. Из текста автореферата неясно, за счет чего обеспечивается столь высокая степень регенерации азотной кислоты (более 99 %)? Из практики промышленных предприятий известно, что хлор- и серосодержащие отходящие газы поддаются глубокой переработке. Азотсодержащие газы обычно очищаются менее глубоко.

2. Чем обусловлена необходимость использования на выщелачивании сульфидных концентратов высококонцентрированных (5 моль/дм³) растворов азотной кислоты? Какова концентрация азотной кислоты в конечных растворах после выщелачивания?

3. Каковы потери меди с отвальным кеком образующимся при очистке от мышьяка?

4. По извлечению меди и цинка из растворов выщелачивания наблюдаются противоречия – на схеме показано осаждение (чем? В какой форме?), а в тексте говорится о сорбции.

5. Из текста автореферата непонятно, насколько хорошо решаются экологические аспекты:

5.1. По данным опытно-промышленных испытаний степень улавливания нитрозных газов составляет ~ 90 % (в лабораторных экспериментах – 99 % и более). В чем проблема недостаточной эффективности улавливания при увеличении масштаба испытаний? Если 10 % оксидов азота уродят в атмосферу, то обеспечивается ли при этом требования нормативов по газовым выбросам?

5.2. Каков класс опасности мышьяковистых отходов, направляемых на захоронение?

5.3. Каково содержание мышьяка в сливе? Куда он направляется, из схемы это непонятно?

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Диссертация Рогожникова Дениса Александровича «Азотнокислотная переработка полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых 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.

Заведующий лабораторией гидрометаллургии

ООО «Институт Гипроникель», д.т.н.

М.И. Калашникова

Адрес: 195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., 11

Тел.: +7(812) 335-31-12

E-mail: KalashnikovaMI@nornik.ru

25.01.2021 г.

Подпись Калашниковой Марии Игоревны удостоверяю

Ведущий специалист

отдела по работе с персоналом

М.В. Платонова