

ОТЗЫВ

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

В связи с общей тенденцией к истощению рудных месторождений цветных металлов и необходимостью вовлечения в переработку бедного труднообогатимого сырья в производстве этих металлов традиционные пирометаллургические методы постепенно утрачивают свои позиции и все большее значение приобретают гидрометаллургические технологии. Гидрометаллургические технологии используются в производстве как цветных металлов при переработке труднообогатимых некондиционных руд, так и благородных металлов, причем не только для прямого выделения последних из рудного сырья, но и как способ предварительного обогащения сульфидных золотосодержащих руд путем перевода порообразующих компонентов в фазу раствора с целью обнажить частицы золота и сделать их доступными для последующего цианирования. В основе гидрометаллургических технологий лежит окисление сульфидных минералов и перевод входящих в их состав компонентов в фазу раствора. Вообще, для разложения сульфидных руд в последние годы чаще всего используют автоклавные процессы, т.е. процессы окисления кислородом при повышенных температурах и давлениях. Альтернативным способом перевода в раствор компонентов сульфидных минералов является разложение рудных концентратов азотной кислотой при атмосферном давлении. Однако процессы, основанные на применении в качестве окислителя азотной кислоты, в настоящее время находят лишь ограниченное применение. Во многом это обусловлено тем, что процессы азотнокислотного разложения рудного сырья исследованы недостаточно полно, что не позволяет полностью реализовать достоинства этого способа. В связи с этим тема диссертационной работы Рогожникова Д. А., посвященной разработке физико-химических основ процесса разложения сульфидного рудного сырья азотной кислотой и созданию принципиальной гидрометаллургической технологии переработки подобных материалов, отвечающей требованиям экологии, является весьма **актуальной**.

Автором рассмотрена термодинамика процесса взаимодействия сульфидных минералов полиметаллического сырья с азотной кислотой, предложены термодинамические модели происходящих при этом физико-химических превращений, детально изучена кинетика этого процесса, выявлено влияние различных факторов на скорость и полноту протекания исследуемых процессов и дана трактовка полученных результатов, выработаны предложения по интенсификации процессов азотнокислотного разложения сульфидного сырья,

показана возможность достаточно полного выделения перешедшего в растворы мышьяка в виде скородита. Не обойден внимание и вопрос утилизации и повторного использования для разложения рудного сырья выделяющихся оксидов азота. Все эти данные, в совокупности, безусловно, являются **новыми**, и, таким образом, составляет предмет **научной новизны**.

Основным итогом работы является разработка принципиальной комплексной технологии переработки полиметаллического сульфидного рудного сырья, обеспечивающей высокие показатели извлечения целевых компонентов, утилизацию мышьяка в виде труднорастворимых соединений, пригодных для захоронения, высокую степень улавливания нитрозных газов и регенерации азотной кислоты. Доказано, что эта технология может быть применена как с целью переработки руд и концентратов цветных металлов на целевые компоненты, так и как подготовительный этап при переработки сульфидных золотосодержащих руд перед непосредственным извлечением золота. Эффективность предложенной технологии подтверждена результатами опытно-промышленных испытаний по переработке золотосодержащего концентрата «Акжал». Эти результаты предопределяют **практическую значимость работы**.

Использование автором современных методов исследований и анализа, планирования эксперимента, математического моделирования позволяет считать полученные результаты вполне **достоверными**.

Впечатляет список публикаций автора, в который кроме статей, тезисов и текстов докладов входит монография и патент на изобретение.

По тексту автореферата имеются следующие **замечания**.

1. Нигде не приведены значения остаточной концентрации азотной кислоты в растворах после разложения рудного сырья. Между тем, этот параметр имеет большое значение при выборе метода дальнейшей переработки растворов.

2. На стр. 18 автор высказывает мнение, что положительный эффект при разложении арсенопирита, достигаемый при добавлении в растворы железа(III) и при увеличении концентрации азотной кислоты, обусловлен повышением окислительного потенциала (ОВП) системы, однако значения ОВП в автореферате не приведены (только граничное значение).

3. Автор справедливо пишет, что для обеспечения наиболее эффективных условий улавливания нитрозных газов необходимо предварительно окислить их с получением высших оксидов азота, однако из текста автореферата остается непонятным, каким образом это достигается.

4. Для выделения мышьяка из растворов автор в качестве альтернативного относительно метода осаждения скородита предлагает метод осаждения мышьяка в виде трисульфида действием гидросульфида натрия. Возникает сомнение в возможности организации такого процесса, поскольку в растворах неизбежно присутствует непрореагировавшая азотная кислота, которая должна окислять сульфид-ион.

5. Для извлечения меди и цинка из продуктивных растворов после выщелачивания автор предлагает использовать сорбционную технологию, однако не указывает, какие должны быть применены сорбенты, а также условия извлечения.

6. В состав некоторых сульфидных золотосодержащих руд входит хлорид-ион. В этом случае при азотнокислотном разложении существенная часть золота может переходить в раствор. Это, кстати, происходит и при автоклавном окислении такого сырья кислородом. Поэтому следует предусмотреть возможность протекания такого нежелательного побочного процесса.

Высказанные замечания не затрагивают существа работы и не влияют на ее общую положительную оценку. Возможно, что ответы на них содержатся в тексте диссертации.

Приведенные в автореферате данные позволяют сделать вывод, что диссертационная работа Рогожникова Д.А. по своей актуальности, содержанию, научной новизне и практической значимости полученных результатов полностью отвечает 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, а ее автор, Рогожников Денис Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Заведующий кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе,
доктор технических наук, профессор

Блохин Александр Андреевич
05.02.2021

190013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26,
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)
E-mail: blokhin@list.ru;
тел.(812) 494-92-56

Подпись Блохина А.А.
Начальник отдела кадров о

Т.Ю. А.