

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дизера Олега Анатольевича «Гидрометаллургическая переработка медно-мышьяковистого сульфидного сырья», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

На сегодняшний день в горно-металлургической медной промышленности наблюдается острая тенденция ухудшения качества минерального сырья, ввиду чего комплексные бедные руды все чаще вовлекаются в переработку. Комплексность такого сырья обусловлена наличием попутных элементов, которые усложняют процесс переработки, к ним часто относят железо и мышьяк. Мышьяк представляет собой крайне нежелательную примесь, присутствие которой делает практически невозможным переработку такого сырья по классической пирометаллургической схеме из-за образования токсичных мышьяксодержащих газов. Таким образом, очевидно, что в мире существует острая необходимость создания технологии, позволяющей перерабатывать медьсодержащее сырье с высоким содержанием мышьяка. Одним из перспективных направлений является гидрометаллургические технологии вскрытия в азотнокислых средах, поскольку азотная кислота обладает большим количеством преимуществ (высокий окислительно-восстановительный потенциал, высокая энергетическая эффективность химических реакций и т.д.). Ввиду вышеизложенного актуальность представленной работы, выполненной Олегом Анатольевичем Дизером, включающей исследование и закономерностей и разработку технологии атмосферного азотнокислого выщелачивания мышьяксодержащего медного сырья, очевидна.

Автор поставил целью провести не только фундаментальные исследования физико-химических свойств, механизма и кинетики процесса взаимодействия азотной кислоты с реальными пробами мышьяксодержащих медных концентратов Учалинского месторождения, но и разработать комплексную гидрометаллургическую технологию переработки подобных материалов, для чего потребовалась проработка и других сопутствующих технологических процессов.

В рамках работы были выполнены термодинамические исследования, включающие расчеты изменения свободной энергии Гиббса и логарифмов констант равновесия, анализ диаграмм Пурбэ и построение диаграмм равновесного распределения основных компонентов. С помощью центрального композиционного плана с пятью изменяемыми параметрами установлены условия ведения процесса азотнокислотного выщелачивания Cu-As сырья с добавлением ионов Fe (III) и FeS₂. Установлено, что наиболее значимыми факторами разработанного процесса выщелачивания Cu-As концентрата являются: концентрация азотной кислоты, концентрация ионов Fe (III) и количество FeS₂. Доказано, что при азотнокислотном выщелачивании смеси сульфидных минералов пирит может выступать в качестве альтернативной каталитической поверхности для халькопирита и теннантита. Проведены укрупненные лабораторные испытания и разработана принципиальная технологическая схема совместной переработки сульфидного медно-мышьяковистого концентрата Учалинского месторождения и пиритного концентрата.

Комплекс проведенных исследований позволил разработать технологию гидрометаллургической переработки сульфидного сырья, которая обеспечивает

высокое извлечение цветных и благородных металлов при сопоставимых с традиционными технологиями капитальных и эксплуатационных затратах.

В качестве замечаний к автореферату следует отметить:

1. При построении диаграмм Пурбэ (рисунок 2) следует указывать условия, для которых они построены. В данном случае важно указать температуру, для которой выполнены построения.
2. Не указан гранулометрический состав концентрата, использованного для проведения лабораторных исследований.
3. Не указан химический состав и происхождение использованного в качестве добавки пиритного концентрата.
4. В автореферате диссертации недостаточно раскрыт механизм воздействия ионов железа (3+) на процесс окисления сульфидов в азотнокислой среде.
5. В автореферате диссертации не указана доля регенерированной азотной кислоты и, соответственно, необходимое количество данного окислителя для поддержания заданной концентрации. Также непонятна технология восстановления азотной кислоты (какой используется газ и т.д.).
6. Когда автор указывает оптимальную концентрацию азотной кислоты для выщелачивания концентратов (таблица 1) остается неясно - поддерживалась ли концентрация азотной кислоты постоянной в течение опыта или речь идет только о начальной концентрации кислоты. Если только начальная, то неясно, какая концентрация кислоты оставалась в конце опыта и хватало ли расхода поданной кислоты.

В качестве вопросов к автору:

1. В автореферате диссертации указано положительное воздействие добавок FeS_2 и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ на процесс выщелачивания сульфидных минералов. Отмечается, что пирит выступает в качестве альтернативной каталитической поверхности для окисления сульфидов, а сульфт железа в качестве дополнительного окислителя. Рассматривалось ли использование аналогичных по действию добавок и окислителей?
2. В автореферате диссертации отмечается, что полученный в результате азотнокислого выщелачивания кек преимущественно состоит из элементной серы. Схема переработки предполагает дальнейшее извлечение благородных металлов из данного материала (рисунок 12). Высокие содержания элементной серы неизбежно приведут к повышенным расходам цианида и, возможно, низкой рентабельности переработки. Проводились ли исследования по цианированию данного материала и какие технологии будут использоваться в промышленном масштабе?
3. При нейтрализации кислых растворов (рисунок 12) предложено использовать известняк, при этом рабочий диапазон pH составляет 0,8 – 2,7. В промышленной практике в данном диапазоне pH значительно дешевле использовать известняк. Чем обоснован выбор более дорогого реагента?
4. В качестве товарного продукта автор указывает сульфиды меди и цинка. Чем обоснован выбор товарного продукта именно в этих соединениях? Каким реагентом предполагается осаждение?

Несмотря на отмеченные замечания и возникшие вопросы, работа оставляет весьма положительное впечатление и вызвала живой интерес не только у меня, но и у многих моих коллег, работающих по смежным направлениям.

Считаю, что диссертационная работа Дизера О.А. отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский

федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дизер Олег Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Начальник научно-технического отдела
Nietz Technologies
Кандидат техн. наук.

Маркелов
Александр Владимирович

«08» июня 2022 г.

Подпись Маркелова А.В. заверяю.
Директор по персоналу

Макарова Любовь Юрьевна
08.06.2022

Телефон: +7-921-754-84-84 E-mail: markelov-a@gidrometall.ru

Nietz Technologies (ООО «Научно-исследовательский центр «Гидрометаллургия»)
Юр. адрес: 196247, Санкт-Петербург, Ленинский проспект, 151,
этаж 6, офис 635, кабинет 26
Телефон: (812) 600-77-45; E-mail: src@gidrometall.ru