



АО «УРАЛМЕХАНОБР»

ИНН 6661000466 КПП 667101001

Юридический адрес: 620014 Свердловская обл.,

г. Екатеринбург ул. Хохрякова, 87

почтовый адрес: 620063 г. Екатеринбург, ул. Хохрякова, 87

тел: (343) 257-33-35 факс: (343) 344-27-42*2255

многоканальный телефон (343) 344-27-42 * 2000 umbr@umbr.ru



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 - Metallurgy черных, цветных и редких металлов

Актуальность темы исследования. На горно-металлургических предприятиях цветной металлургии СНГ в связи с постепенным истощением рудной базы возникает необходимость переработки различных видов низкокачественного минерального сырья. Вместе с тем, природная вкрапленность рудных минералов и пустой породы, взаимное прораствание сульфидов не обеспечивают достаточного извлечения цветных металлов из таких материалов в технологических операциях обогащения и металлургии. В частности, более тонкая вкрапленность Au, ассоциированного преимущественно, с FeS_2 и FeAsS , является одной из причин упорности золотосодержащего сырья. Поэтому тема диссертации, посвященная изысканию научных основ и разработке технологии комплексного извлечения Cu, Zn, Au из упорных полиметаллических сульфидных концентратов является актуальной.

Научная новизна и теоретическая значимость исследования заключается в создании единых научных основ процесса гидрохимического растворения компонентов упорного полиметаллического концентрата с участием азотной кислоты, что вносит заметный вклад в общую теорию окислительного выщелачивания и дополняет отдельные разделы физической химии. При этом:

1. Впервые с электрохимических позиций, полупроводниковых свойств сульфидов и на основе гальванических связей предлагается механизм азотнокислотного выщелачивания арсенопирита и пирита;

2. Для системы Me-As-S , составляющей основу полиметаллического концентрата, определена последовательность возможных электрохимических превращений в зависимости от изменения свободной энергии Гиббса, кислотности раствора и потенциала системы;

3. Установлены кинетические закономерности азотнокислого выщелачивания различных полиметаллических концентратов и природных минералов FeS_2 , FeAsS , определены лимитирующие стадии процесса и условия его протекания во внутридиффузионной области с образованием элементной серы;

Необходимо отметить большой объем выполненных исследований по оценке структуры образцов с применением методов микроскопии (SEM) и энергодисперсионного анализа (EDS).

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием надежных стандартных и апробированных методик, современной аппаратуры и методов анализа, статистической и математической обработкой полученных данных, соответствием основных результатов теоретических, лабораторных и

опытно-промышленных исследований. Достоверность полученных данных не вызывает сомнений.

Практическая значимость. Прикладная ценность работы состоит в создании технологии сложных для переработки полиметаллических концентратов с использованием азотной кислоты и оптимизации режимов ее осуществления, обеспечивающих извлечение Cu, Zn, Fe, As в раствор >96 %, а золота из кеков более 92 %. Практическую значимость имеют выводы и рекомендации диссертанта в области экологического сопровождения предлагаемой схемы. Приведены научно обоснованные решения по улавливанию нитрозных газов, регенерации азотной кислоты, перевода в ликвидные промпродукты меди и цинка, утилизации мышьяка в виде труднорастворимых стабильных соединений. Данные мероприятия увеличивают общий эколого-экономический эффект от внедрения технологии.

Публикации. Научные результаты работы изложены в 53 печатных работах, в том числе 28 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Замечания и вопросы.

1. Слабо отражено поведение свинца и его соединений, одного из значимых компонентов полиметаллических концентратов, особенно для рудной базы Казахстана. В автореферате отсутствуют сведения о коэффициентах извлечения Pb, его содержании в продуктах выщелачивания по результатам балансовых опытно-промышленных испытаний.

2. Среди оптимальных параметров выщелачивания фигурирует температура. Вместе с тем, в автореферате не приводится информация о расчете теплового баланса растворения, который был бы уместен при наличии экзотермических реакций.

3. Диаграммы Пурбэ построены для стандартного состояния (25°C) и без учета активностей компонентов, что может вносить некоторые изменения в границах устойчивости фаз, обусловленное реальным многокомпонентным раствором.

4. При исследовании кинетики растворения не приводится аргументация по отсутствию внешнедиффузионных затруднений подвода реагентов и отвода продуктов реакций в жидкой фазе. Близкий к первому эмпирический порядок по HNO_3 (уравн. 12) свидетельствует о диффузионных торможениях в массоотдаче кислоты. Переход в диффузионную область (рис.12) может объясняться не только образованием элементной серы, но и последующим уменьшением концентрации реагентов в объеме раствора.

5. В автореферате встречается трактовка общеизвестных положений методологии расчетов энергии активации, порядка реакции, графического изображения зависимости константы скорости от обратной температуры. В то же время отсутствует информация о химическом составе, используемых в работе концентратов, методологии расчета экономической эффективности, необходимо также пояснить, что означают величины X и a в рабочем уравнении (10), их размерность? В тексте имеются некорректные определения и их использование: «химизм», вместо «последовательность химических превращений», «изменение энергии Гиббса», вместо «изменения свободной энергии Гиббса» (с.11); непонятна взаимосвязь в общем контексте определений «абсорбционная емкость» с моделями, применяемыми «для адсорбции». Вполне очевидно, что здесь речь идет о разных физико-химических процессах.

Замечания носят частный характер и не снижают научно-прикладной значимости, выполненных на высоком уровне исследований. Результаты работы расширяют возможности имеющихся потенциальных источников сырья, актуальны для большинства горно-металлургических предприятий РФ, СНГ и Уральского региона. Рогожников Д.А. является

крупным специалистом в области металлургии цветных металлов, известен как автор многочисленных публикаций и участник ряда международных конференций.

Заключение.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных обширных исследований решена актуальная научно-практическая задача по разработке азотнокислой технологии переработки полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов, выполнена и оформлена на высоком научном уровне, обладает внутренним единством, материал изложен грамотно, логично и квалифицированно, выводы и рекомендации достоверны и сомнений не вызывают, научные и технологические результаты имеют безусловную теоретическую и практическую ценность.

Считаем, что диссертационная работа Рогожникова Д.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 докторским диссертациям, а ее автор, Рогожников Денис Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Генеральный директор АО "Уралмеханобр",
кандидат технических наук

Булатов Константин Валерьевич

ОАО «Уралмеханобр», 620063, Россия, Свердловская область, г. Екатеринбург,
ул. Хохрякова, 87, Телефон: +7 (343) 344-27-42, E-mail: umbr@umbr.ru

Дата:

22.01.2021.

Денис Булатов
с

В.
с

Мамонтова О.В.