

## ОТЗЫВ

официального оппонента Радужева Александра Васильевича на диссертационную работу Хазиевой Эльвиры Барыевны «Влияние поверхностно-активных веществ на показатели автоклавного выщелачивания цинковых концентратов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16. 02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

### **Актуальность темы**

Автоклавное выщелачивание, являясь эффективным и высокоинтенсивным процессом, все более широко используется в гидрометаллургии, например, при переработке окисленных руд цветных металлов.

Применение метода для цинковых концентратов, в сравнении с общепринятой технологией «обжиг-выщелачивание-электролиз» также дает очевидные преимущества – сокращает объемы токсичных газов, упрощает утилизацию серы, повышает комплексность использования сырья.

Однако при реализации высокотемпературного автоклавного выщелачивания возникает ряд технологических проблем, требующих обоснованных решений.

Среди проблем – исследование поведения образующейся элементной серы, минимизация ее влияния на процессы выщелачивания и образования серо-сульфидных гранул и пластов. Автором для решения этих задач исследованы ПАВ различного типа, изучены механизмы взаимодействия ПАВ с минералами, расплавленной серой и ионами металлов.

Очевидно, что тема научно-обоснованного выбора ПАВ, оптимизации их композиций для решения задач автоклавного выщелачивания с получением максимального выхода цинка и сопутствующих металлов – весьма актуальна.

### **Достоверность и новизна результатов**

Достоверность результатов обеспечена использованием ряда известных и независимых средств и методик эксперимента, современного сертифицированного оборудования, статистической обработкой полученных данных.

Научная новизна заключается в установлении закономерностей адсорбции ряда ПАВ различной природы – представителей анионных, катионных и аполярных ПАВ на поверхности минералов (сульфида цинка, халькопирита и галенита), в том числе в присутствии ионов  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$

установлении условий удаления ПАВ из растворов выщелачивания с монтмориллонитом.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Теоретическая значимость заключается в получении ранее неизвестных характеристик смачивания минералов водными растворами и расплавленной серой в присутствии представителей ПАВ различного типа - анионных, катионных и аполярных.

Установлены закономерности адсорбции исследуемых ПАВ на поверхности сфалерита, цинкового концентрата и элементной серы, в том числе с учетом составов растворов и температуры.

Практическая значимость работы состоит в том, что на основе теоретических исследований обоснованы технологические параметры автоклавного выщелачивания с использованием ПАВ: необходимость предварительного измельчения и доизмельчения, дозировка додецилбензолсульфоната; состав смеси лигносульфоната и додецилбензолсульфоната при выщелачивании цинка для уменьшения гранулообразования, условия очистки раствора выщелачивания от ПАВ на 85 % с монтмориллонитом для улучшения показателей электролиза цинка. При реализации рекомендаций возможен рост извлечения цинка на 17 % и уменьшение гранулообразования при выщелачивании.

### **Обоснованность научных положений**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы сомнений не вызывает, так как они основаны на фундаментальных представлениях коллоидной и физической химии о гетерогенных равновесиях и на термодинамических характеристиках ПАВ.

### **Оценка содержания диссертации**

Текст диссертации изложен на 132 страницах, содержит 55 рисунков, 26 таблиц, состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 90 наименований и 2 приложений на 6 стр. (включенных в общее число страниц).

Обзор представлен на 35 страницах; рассмотрена роль и применение ПАВ при автоклавном выщелачивании сульфидных концентратов и, на основе анализа литературы, сформулированы задачи исследований.

Автору следовало бы выделить, как общепринято, отдельную главу: "Реагенты и приборы. Методики исследований", куда можно было бы отнести и значительную часть расчетных формул, оставив в главах лишь обсуждение результатов расчетов.

Диссертация хорошо написана, однако при чтении возникли следующие замечания:



1. Встречается разнобой в написании концентраций: ммоль/дм<sup>3</sup>; "М", "н".
2. При написании расходов реагентов типа  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Zn} = 1:1$  неясно - это мольные, весовые или объемные соотношения?
3. Встречаются стилистические погрешности, например, "основания варочной кислоты", с. 14; неудачны по стилю три последние строки, с. 14; "новообразованных гидроксидов железа" (с. 15).
4. Нет баланса в ур. на с. 27. Там же : с. 27 - непонятна фраза "размер лигносульфаната".
5. В списке литературы некоторые ссылки, например, 8, 11, 27-30, 55, 56 имеют отклонения от требований ГОСТ Р 7.0.11-2011; ссылка 90 продублировала 84.

Работу следует считать завершенной, так как поставленная цель - обоснование подхода к выбору ПАВ и их влияния на автоклавное окислительное выщелачивание сульфидных цинковых концентратов - достигнута.

#### **При чтении диссертации возникли следующие вопросы:**

1. В работе автор не упоминает о наличии у серы ряда модификаций ( в зависимости от температуры), обладающих рядом особенных свойств. В главе 4 изучено коллоидно-химическое поведение золя серы, полученного из тиосульфата при комнатной температуре. Будет ли обладать аналогичными свойствами сера, получаемая при автоклавном процессе и при иной температуре?
2. В главе 3 для пяти реагентов, в основном для технических продуктов, рассчитаны значения ГОС в пределах  $(1,13 \pm 0,26)$ . Известно, что характеристики технических продуктов меняются от партии к партии. Насколько надежны и достаточны различия в полученных значениях ГОС для выбора по ним оптимальных ПАВ?

#### **Публикации, отражающие основное содержание диссертации**

Основное содержание диссертации отражено в 9 научных работах, в том числе в 2-х статьях в научных изданиях, рекомендованных перечнем ВАК.

**Автореферат отражает содержание, основные идеи и выводы диссертации.**

#### **Заключение**

Представленные в диссертационной работе результаты обладают новизной, актуальностью, практической направленностью и представляют интерес для специалистов, работающих в области гидрометаллургии цветных металлов. С результатами диссертационной работы Хазиевой Э.Б. следует

ознакомить специалистов горного университета (г. С.-Петербург), Норильского ГМК, институтов Гинцветмет, Гипроникель, Северо-Казахстанского госуниверситета, предприятий цветной металлургии России.

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Исходя из вышесказанного, считаю, что диссертационная работа по своей актуальности, практической значимости, новизне полученных результатов, важности сделанных выводов соответствует требованиям п. 9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней" Постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Хазиева Эльвира Барыевна, достойна ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16. 02 - Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории органических  
комплексобразующих реагентов  
Института технической химии УрО  
РАН, д.т.н., профессор

А.В. Радушев

Тел. 8(342)2378244  
E-mail: avradu@mail.ru  
21.04.2017 г.



Подпись Радушева А.В. заверяю  
Ученый секретарь ИТХ УрО РАН,  
к.т.н.  
21.04.2017 г.

Т.В. Чернова



614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 3