

## ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

**Осерова Тимура Болатхановича**

на тему: «**Механохимический синтез сульфидизатора для переработки медных руд**», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900-«Металлургия»

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными общегосударственными программами**

Одним из принципов государственной политики в области недропользования является переход на ресурсосберегающие технологии, рациональное и комплексное использование минерального сырья, снижение вредного воздействия производства на окружающую среду. Реализация основ государственной политики требует решения задач рационального недропользования на высоком технологическом уровне. При флотационном обогащении смешанной медной руды большое значение на технико-экономические показатели, такие как кинетика и извлечение металлов, имеет влияние реагентного режима. В связи с этим, задача разработки новых рентабельных и экологически чистых флотационных реагентов для переработки смешанных медных руд имеет важное народно-хозяйственное значение.

Актуальность материала, изложенного в диссертационной работе Осерова Т.Б., не вызывает сомнения, так как в ней последовательно решен ряд очень важных теоретических и практических задач, с широкой перспективой их практической реализации. Например, известные технологии обогащения окисленных и смешанных руд основаны на сульфидизации поверхности окисленных минералов меди, где в качестве сульфидизатора используется сульфид натрия ( $\text{Na}_2\text{S}$ ). Однако, для многих классов смешанных руд действие простых сульфидов не всегда эффективно, поэтому автор исследования на базе анализа литературных данных, предлагает заменить сульфиды натрия на полисульфиды, в составе которых присутствуют наноразмерные кластеры серы.

Изучив опыт по синтезу, как сульфидов, так и полисульфидов натрия, автор исследования предлагает новый метод их синтеза, основанный на принципах механохимического воздействия, а затем идентифицировав продукт механохимического синтеза, использует его во флотационном процессе, где получает хороший практический выход медного концентрата.

В целом, рассматривая диссертационную работу Осерова Т.Б., следует отметить, что вся работа выполнена на стыке научных направлений, как химия и металлургия, где структурные элементы исследования тесно связаны между собой и являются частью научных исследований, выполняемых в рамках программ Государственного целевого финансирования.



## **2. Научные результаты и степень новизны научных результатов.**

Новизна работы заключается в том, что в ней логически последовательно решен ряд теоретических и практических задач, которые в совокупности формируют новые представления о расширения сфер применения принципов механохимии в процессах обогащения и выщелачивания медьсодержащего сырья.

В ходе выполнения диссертационной работы соискателем были получены новые, научно обоснованные результаты, которые заключаются в следующем:

- разработана технология механохимического синтеза полисульфидов натрия с использованием элементарной серы и едкого натра;
- произведена оптимизация и моделирование шламового выхода при механоактивации медной руды;
- произведено сравнение результатов флотационного обогащения медьсодержащего сырья при использовании сернистого натрия и полисульфидов натрия;
- показаны результаты термодинамического анализа и кинетики выщелачивания медного концентрата азотной кислотой;
- установлено влияние механохимической активации на выщелачивание медного концентрата;

## **3. Соблюдение в диссертации принципа самостоятельности**

Диссертационная работа Осерова Т.Б. представляет новое, самостоятельное и имеющее научную и практическую значимость исследование. Анализ диссертационной работы, статей и тезисов конференций свидетельствует о личном участии автора в проведенном исследовании, которое заключается в постановке задач исследования, разработке экспериментальных и теоретических методов их решения, в обработке, анализе, обобщении полученных результатов и формулировке выводов.

## **4. Степень обоснованности и достоверности каждого результата, вывода и заключения соискателя, сформулированных в диссертации**

Полученные результаты являются обоснованными и достоверными, поскольку для выполнения работы диссертантом использован целый комплекс современных методов исследования и анализа. Работа проводилась на лабораторном и укрупненно-лабораторном оборудовании, позволяющем получить воспроизводимые результаты, необходимые для разработки технологического регламента проекта, в рамках которого выполнены исследования. Выводы, сформулированные в теоретических расчетах термодинамики и кинетики процессов, нашли полное подтверждение в полученных результатах исследований.

## **5. Соблюдение в диссертации принципа внутреннего единства**

Диссертационная работа отличается внутренним единством, системным подходом при проведении исследований, согласно требованиям, предъявляемым к диссертационным работам. Диссертация состоит из



введения, восьми разделов, заключения. Разделы диссертационной работы логически объединены и нацелены на решение поставленных задач.

## **6. Практическая и теоретическая значимость научных результатов**

1. Автором исследования впервые разработана и апробирована технология синтеза полисульфидов натрия механохимическим методом. Показана перспективность применения полисульфидов натрия в качестве флотореагента для смешанных медьсодержащих руд, где использование синтетического полисульфида в качестве заменителя сернистого натрия, позволило повысить извлечение в концентрат меди на 2,27 % для руды Иртышского и на 1,72 % для руды Шатыркольского месторождений;

2. Впервые показана возможность прямого восстановления минерала халькопирит до чистой меди в процессе обработки в механохимических реакторах высокой интенсивности;

3. Показано влияние механохимической обработки исходного медьсодержащего концентрата на процесс выщелачивания меди растворами азотной кислоты, позволяющее заменить пирометаллургическую схему на экологически более привлекательную гидрометаллургическую схему производства меди;

## **7. Соблюдение в диссертации принципа академической честности**

Анализ диссертационной работы и опубликованных соискателем научных статей и тезисов показал, что все основные положения, результаты и выводы диссертации были освещены двумя статьями в международных журналах, входящих в базу Scopus, опубликованы в трех журналах рекомендуемых ККСОН МОН РК и доложены на трех престижных международных конференциях.

## **8. Замечания и предложения**

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. На основании анализа литературных данных автор диссертационной работы предлагает альтернативный метод синтеза полисульфидов натрия, в связи с этим возникает вопрос:

а) исходя из расчетных данных термодинамического анализа, результатов рентгенофазового анализа и анализа спектров комбинационного рассеивания какие оптимальные параметры механохимического синтеза полисульфидов натрия предлагаются автором исследования?

б) На сколько предлагаемое техническое решение конкурентоспособно по сравнению с описанными методами синтеза и сам продукт по цене выдержит ли конкуренцию с аналогами китайского производства, представленного на внутреннем рынке страны?

2. Впервые разработан способ синтеза полисульфида натрия, возникает вопрос: почему способ не защищен охранным документом?

3. Получены хорошие результаты при азотнокислотном выщелачивании сульфидных минералов, однако думаю, что трудно достичь экономически

выгодные результаты при катодном извлечении ионов меди (II) при электролизе из азотнокислых растворов;

4. Раздел 4, посвященный Моделированию и оптимизация шламового выхода при механоактивации медной руды перегружены расчетным и графическим материалом, которые могли бы после соответствующей обработки объединены в один рисунок или таблицу, что способствовало бы лучшему восприятию материала, кроме того, многие расчеты, содержат излишне подробные алгебраические выкладки. Данные разделы можно было сократить без ущерба для понимания;


5. Имеются небрежности при оформлении графического материала, связанного с результатами рентгенофазового анализа.

Все перечисленные выше вопросы и замечания обусловлены только интересом рецензента к проведенным исследованиям, не носят принципиального характера и не снижают значимости выполненной диссертационной работы.

**9. Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD), доктора по профилю.**

Диссертационная работа Осерова Т.Б. на тему: «Механохимический синтез сульфидизатора для переработки медных руд» по содержанию и оформлению соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, а ее автор Осеров Т.Б. заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070900 - Metallургия».

Официальный рецензент,  
д.х.н., профессор, академик НАН РК,  
заведующий лабораторией электрохимических  
технологий АО «Институт топлива, катализа  
и электрохимии им. Д.В. Сокольского»

 А.Б. Баешов

