

## **Отзыв**

на автореферат диссертации Александра Александровича Шахалова на тему  
**«Автоклавная технология переработки некондиционных медных концентратов с использованием гидротермальной обработки»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

### **Актуальность темы диссертационной работы.**

В настоящее время, когда большинство крупных месторождений, которые за счет высокого содержания целевых металлов позволяли работать эффективно только благодаря объемам производства, иссякают, а более мелкие россыпи легко извлекаемых форм металлов уже отработаны, перед разработчиками технологий стоит непростая, но увлекательная задача в поиске решений, которые позволят вывести значительный объем запасов на новый уровень рентабельности.

Комплексный подход всегда имел место при разработке технологий, но в виду различных причин: недостатка коммерческого интереса, изученности вопроса, несовершенства техники и технологий в отдельно взятый период развития, всегда отходил на второй план, отдавая предпочтение проверенным, но прямолинейным методам. По мере углубления в недра наблюдается истощение руды целевыми металлами, начинает преобладать полиметаллический характер сырья, что в свою очередь вместе с рыночными условиями толкает технологов к разработке новых подходов, пересмотру показателей эффективности, развитию диверсифицированных производственных схем. В качестве плодов подобного поиска можно ожидать успешное взаимодействие проектов, которая даст мощный толчок развития всему спектру производственного цикла от геологоразведки до выпуска высокотехнологичной готовой продукции, позволит продлить жизнь или вернуть ее ряду затухающих объектов недропользования, вывести промышленность страны на новый виток.

Благодаря сложившимся условиям, автором предложен нетрадиционный подход к процессу переработки полиметаллических концентратов. Эффекты развития технологии в таком ключе позволяют задуматься о качестве процессов обогащения, переводе «попутных» в разряд «целевых», пересмотре традиционных методов переработки сырья в пользу использования гибких и даже бережливых циклов. Отмечается безусловная актуальность темы не только для конкретно взятого объекта и перерабатываемого сырья, но и для отрасли в целом, так как использованные приемы не новые для науки, но ранее не применялись в производстве меди или цинка.

### **Научная новизна и практическая значимость.**

Автором показан концептуально новый метод переработки некондиционных полиметаллических концентратов с выпуском селективных концентратов меди, цинка и свинца. При кажущейся сложности и многокомпонентности предложенная схема отличается изяществом и должным запасом технологической гибкости.

С научной точки зрения следует отметить тот факт, что основные опасения по части образования элементарной серы в автоклавном процессе при граничных температурах ее растворения развенчаны; избирательное окисление целевых меди



и цинка осуществимо благодаря тщательному подбору параметров и определению взаимосвязей компонентов физико-химической системы. В рамках работы определено влияние параметров температуры, давления реакционных газов, продолжительности процесса, состава раствора (медь, цинк, серная кислота) на показатели автоклавного окислительного и гидротермального выщелачивания.

Кинетические показатели процессов позволили судить о принципиальной возможности и целесообразности внедрения технологии в условиях Балхашской промышленной площадки. Законсервированное оборудование Цинкового завода обеспечит должный уровень производственной мощности, при этом проект позволит увеличить производительность меди на 30 000 т/год, при равных объемах проплава на пирометаллургическом переделе и повысить извлечение меди на 1 %; получить дополнительную прибыль от извлечения попутных продуктов; снизить циклическую нагрузку; обеспечить положительный социальный эффект в регионе.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений.**

Степень достоверности результатов проведенного исследования обусловлена отсутствием противоречий известным положениям наук: металлургической; неорганической и физической химии. Экспериментальные результаты согласуются с известным опытом создания новых и совершенствования существующих технологий, процессов и агрегатов в металлургической и смежных отраслях промышленности. Результаты получены при использовании сертифицированных общепризнанных методик исследования и анализа, что гарантирует воспроизводимость экспериментальных данных с точностью до 90 % на стадиях лабораторных и полупромышленных испытаний.

**Публикации.** Результаты научных исследований Шахалова А.А. нашли отражения в 8 печатных работах, из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, представлены на российских и международных конференциях.

**Оформление.** Диссертация и автореферат написаны четко и ясно; стилистика соответствует современному литературному языку. При оформлении работы использованы графические и табличные материалы, выполненные на высоком иллюстративном уровне.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

#### **По автореферату к диссертации имеются следующие замечания:**

1. В автореферате приведенные реакции, описывающие химизм окисления халькопирита и пирита, протекают при температуре значительно превышающей рабочие температуры окисления концентрата БОФ. Уместнее приводить реакции, которые отражают процессы реально протекающие в автоклаве при температуре 170 С, учитывающие образование элементной серы.
2. Автоклавы Цинкового завода рассчитаны на избыточное давление не выше 1,6 МПа. Почему в таком случае в процессе окисления концентрата БОФ не применяли более высокое давление кислорода, чем 0,6 МПа?
3. Почему, по мнению диссертанта, происходит изменение кинетики и механизма протекания автоклавного окисления концентрата БОФ в

экспериментах с добавкой кислоты и с добавкой реального оборотного раствора?

4. В рамках диссертации были проведены испытания по обогащению продуктов АОВ и кондиционирования. В каком масштабе были проведены эти испытания? Это результаты лабораторных исследований флотации или полупромышленных?

Отмеченные недостатки существенно не снижают научной ценности диссертационной работы, её актуальности и практической значимости.

Диссертационная работа Шахалова А.А. на тему «Автоклавная технология переработки некондиционных медных концентратов с использованием гидротермальной обработки», является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи по переработке низкосортных полиметаллических концентратов месторождений Казахстана, данная работа 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, Шахалов Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Директор по науке и развитию  
ООО «Научно-исследовательский центр «Гидрометаллургия»,  
доктор технических наук, профессор

Яков Михайлович Шнеерсон  
21.01.2021

Телефон: +7-(812) 600-77-45, E-mail: [shneerson-y@gidrometall.ru](mailto:shneerson-y@gidrometall.ru)

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](mailto:src@gidrometall.ru)

*Подпись Шнеерсона Якова Михайловича  
удостоверено.  
директор по персоналу в Маломов. и.т.о.  
21.01.2021г.*

