

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого»,
профессор, д.т.н., чл. корр. РАН



В.В. Сергеев

» ноября 2018 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации - федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» в лице кафедры «Металлургические и литейные технологии» - на диссертацию Серебрякова Максима Александровича «Разработка гидрометаллургической технологии переработки некондиционных медных концентратов обогащения медистых песчаников», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Актуальность работы. Российская сырьевая база меди отличается от мировой своей структурой: наибольшее количество меди в России находится в сульфидных медно-никелевых месторождениях (40,6% балансовых запасов страны) и объектах колчеданного типа (19%), тогда как за рубежом подавляющая часть запасов меди связана с медно-порфировыми месторождениями, из которых добывается значительная часть товарной продукции. Ограниченность переработки отечественных руд этого типа обусловлена сложностью обогатительных схем, сравнительно низким извлечением меди в кондиционный флотационный концентрат и большим объемом отвального медистого продукта с содержанием менее 15 % Cu, рентабельная пирометаллургическая переработка которого затруднительна. Для переработки разнотипного низкокачественного и техногенного сырья более целесообразно применение гидрометаллургических приемов, что подтверждается промышленным опытом.

№ 371-10
от 19.11.2018

Диссертационная работа Серебрякова М.А., посвященная исследованию и разработке автоклавной аммиачной технологии переработки некондиционного медного концентрата обогащения медистых песчаников, обеспечивающей комплексное использование сырья с получением качественного медного концентрата, соответствует современной проблематике отечественного горно-металлургического комплекса и является весьма актуальной.

Работа была выполнена в ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет» и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы из 102 наименований. Работа изложена на 131 странице машинописного текста, содержит 39 таблиц и 55 рисунков

Научная новизна диссертационных исследований.

Серебряковым М.А. на основе аналитического обзора литературных сведений показаны особенности основных геолого-промышленных типов российских и зарубежных медных месторождений. Особое внимание уделено характеристикам существующих технологий обогащения и металлургической переработки медно-порфировых руд и медистых песчаников, применяемых в странах Евразийского экономического союза. Показано, что переработка медного сырья производится преимущественно с использованием пирометаллургических автогенных процессов, например, Ausmelt-процесса. В то же время отмечено, что использование традиционных технологий переработки сопряжено с высокими требованиями ко входящему сырью, их сложностью и дороговизной аппаратного оформления. Дан критический анализ промышленного опыта применения автоклавных (POX, Platsol, CESL и др.) и атмосферных гидрometаллургических (BIOX и др.) технологий для переработки медьсодержащего сырья. Показана перспективность процесса автоклавного аммиачного выщелачивания для переработки низкокачественных медных концентратов обогащения медистых песчаников.

С использованием современных методов физико-химического анализа исследован вещественный состав низкокачественного флотационного концентрата Жезказганской обогатительной фабрики (ЖОФ), обладающей широкими кооперационными связями с медными предприятиями России. Выявлено характерное распределение меди по основным минеральным составляющим, %: халькозин - 50, борнит – 40, халькопирит – 10. Выполнено Установлены гранулометрические характеристики концентрата. Выполнена термодинамическая оценка взаимодействия фазовых компонентов медного концентрата в условиях аммиачного автоклавного процесса. С применением

автоклавного экспериментального комплекса фирмы "Parr" М.А. выявлен механизм аммиачного автоклавного вскрытия флотационного низкомедистого концентрата в диапазоне температур $120\div 180$ °С и давлении кислорода $0,2\div 0,8$ МПа. С использованием "классического метода" и метода "сжимающегося ядра" рассчитаны кинетические характеристики автоклавного выщелачивания (кажущаяся энергии активации - 57,1-74,4 кДж/моль и порядок реакции по кислороду - 0,77-0,93), свидетельствующие о лимитировании процесса скоростью химической реакции. Установлено, что автоклавное выщелачивание меди из низкокачественного медного концентрата Жезказганского месторождения в диапазоне температур 120-160 °С, концентрации аммиака 2,55-7 моль/л и парциальном давлении кислорода 0,4-0,6 МПа сопровождается практически полным окислением халькопирита, халькозина и борнита и переходом меди в аммиачный раствор.

С использованием метода математического планирования экспериментов исследован процесс термического разложения аммиакатов меди; установлено, что при температуре 90 °С и расходе воздуха $0,035$ дм³/ч происходит практически полное осаждение меди в виде оксида с отгонкой 99 % аммиака в газовую фазу.

Практическая значимость работы. На основании комплекса теоретических и экспериментальных исследований автором разработана технология гидрометаллургической переработки некондиционного медного концентрата обогащения медистых песчаников, включающая автоклавное аммиачное выщелачивание и термическое разложение аммиакатов с получением товарного медного концентрата и регенерацию аммиака. Произведен выбор технологического оборудования. Внедрение разработанной аппаратно-технологической схемы на действующих обогатительных предприятиях с годовым объемом переработки 400 тыс. т обеспечит выпуск дополнительной товарной продукции и годовой прирост денежного потока на 898,33 млн. руб. Простой срок окупаемости предприятия по гидрометаллургической переработке некондиционного медного концентрата составит 7,2 года.

Достоверность и обоснованность полученных результатов. Научные выводы и рекомендации доказаны большим массивом опытных данных и их воспроизводимостью, а также использованием современных методов физико-химического анализа и математической обработки результатов исследований.

Оформление. Текст диссертации и автореферат написаны грамотно, в соответствии с нормативными требованиями. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 5 научных работ, в том числе 2 работы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Замечания:

1. Термодинамические и экспериментальные данные о поведении серебра и рения крайне ограничены и явно недостаточны для технологических прогнозов (стр. 60 и далее).

2. Отсутствует обоснование механизма воздействия добавки сульфата аммония на показатели автоклавного выщелачивания (рис. 2.33 и далее). В выводах нет данных о необходимости введения реагента (стр. 91).

3. Нет данных о поведении примесей при автоклавном вскрытии и термическом разложении аммиачных растворов. Не приведен полный количественный состав товарного оксида меди (стр. 104, 105).

4. Отсутствует укрупненная проверка выявленных закономерностей аммиачного процесса на представительных пробах медного низкокачественного продукта.

5. Принципиальная технологическая схема составлена небрежно. Операции разделения фаз в одних случаях присутствуют, в других – нет, не предусмотрен канал вывода серы в замкнутом цикле, например, путем выпарки и кристаллизации сульфата аммония (стр. 108, рис. 4.1)

6. Отсутствует расчет погрешностей измерений при построении экспериментальных зависимостей.

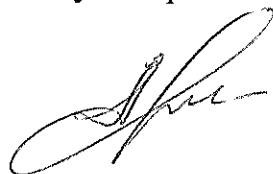
Отмеченные замечания существенно не снижают научную новизну и практическую ценность диссертационной работы.

Заключение.

Диссертация Серебрякова Максима Александровича «Разработка гидрометаллургической технологии переработки некондиционных медных концентратов обогащения медистых песчаников» является законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствующей требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 — Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Отзыв обсужден на заседании кафедры «Металлургические и литейные технологии» института металлургии, машиностроения и транспорта федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», протокол № 2 от 01 ноября 2018 г.

Кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
«Металлургические и литейные
технологии» федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого»



Матвеев Игорь Александрович

Кандидат технических наук, доцент
кафедры «Металлургические и
литейные технологии» федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого»



Андреев Юрий Владимирович

Почтовый адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29,
Институт металлургии, машиностроения и транспорта.
Телефон: +7 (812) 552-67-52
e-mail: head@foundry.spb.ru