

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Горно-металлургического института Таджикистана,
доктор экономических наук, профессор

Бахтиёр Махмадали

2024г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по диссертационной работе Рахимова Хаёткула Шифокуловича на тему: *«Разработка эффективной технологии производства сурьмы из сурьмяно-сульфидных концентратов»* на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.00-Химическая технология (05.17.01-Технология неорганических веществ).

Рассмотрев диссертационную работу Рахимова Х.Ш. на тему: *«Разработка эффективной технологии производства сурьмы из сурьмяно-сульфидных концентратов»* на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.00-Химическая технология (05.17.01-Технология неорганических веществ), Горно-металлургический институт Таджикистана даёт следующее заключение:

Личное участие соискателя в получении результатов заключается в:

- ✓ исследовании химического и минералогического состава сульфидно-сурьмяного концентрата;
- ✓ разработке современных способов механоактивации;
- ✓ выявлении оптимальных режимов процесса механоактивации: соотношении массы концентрата к массе шара, оптимальное время процесса.
- ✓ выявлении кинетики выщелачивания и влиянии температурного режима, концентрации растворителя, соотношении объема растворителя к концентрату, изучении оптимизации процесса извлечения с изменением рН- среды, скорости перемешивания для растворения хлорида сурьмы;
- ✓ изучении термодинамических характеристик процесса хлорирующего обжига с хлоридом натрия;
- ✓ разработке технологических схем переработки сульфидных сурьмяных концентратов.

Достоверность и новизна научных результатов, выводов и практических рекомендаций. Достоверность результатов работы обусловлена и подтверждена

использованием современных методов физико-химического исследования.

Работа выполнена с применением ряда современных методов исследования: минералогический состав местных руд анализирован методами оптической (leica dm 4500 p, камера leica dfc 490 и программное обеспечение для анализа изображения минералов и концентратов) и электронной микроскопии (tescan vega 3 lmg,); дифрактометрии (дифрактометр igker d2 phaser, программное обеспечение diffrac.topas и diffrac.eva); химический состав проб определен рентгенофлюоресцентным (спектрометры innov x-5000 и igker s2 ranger) и рентгенофазовым методами (Дрон-3.0 Cu-анод; Ni-фильтр); адсорбции реагентов на поверхности минералов изучены методом ИК – спектроскопии (игker alpha с модулем ново, igkervertex 70); обработка полученных результатов и установление зависимостей проведены с помощью стандартной программы Microsoft Excel.

Выводы базируются на полученных диссертантом экспериментальных данных и аргументированно обоснованы.

Научная новизна. На основе проведённых экспериментов предварительной механоактивации можно сделать следующие заключения:

- ✓ способом предварительной механоактивации можно достичь почти двукратного повышения степени извлечения ($\alpha_{ак.} = 22.5\%$) сурьмы из активированного сульфидно-сурьмяного концентрата по сравнению с неактивированным ($\alpha_{неак.} = 13.1\%$) при одинаковых условиях обработки концентрата;
- ✓ экономическая эффективность достигается повышением реакционной способности, которая влечёт за собой уменьшение затрат на переработку и уменьшение выброса сернистых газов;
- ✓ перевод минерального концентрата из сульфидной в хлоридную растворимую в водных растворах форму;
- ✓ сокращение технологических операций;
- ✓ способствует понижению температуры обжига и удаления серы;
- ✓ снижает энергоёмкость производства;
- ✓ повышается сквозное извлечение сурьмы из концентрата в готовый продукт;

Показана возможность применения хлорирующего обжига при переработке сульфидных сурьмяных концентратов и выявлено низкотемпературное прохождение этого процесса. Раскрыт механизм хлорирующего обжига. Выявлены оптимальные условия при низко температурном хлорирующем обжиге.

- ✓ при разных температурах обжига образца в интервале $T=300\div 700^{\circ}\text{C}$ (с шагом варьирования $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$) и постоянстве соотношения массы концентрата (m_1 , г) и хлорида натрия (m_2 , г), равное $m_1/m_2=4/1$ и одинакового времени ($\tau=120$ мин.) выдержки;
- ✓ при одинаковой температуре ($T=450^{\circ}\text{C}$) и постоянстве соотношения компонентов смеси ($m_1/m_2=4/1$), но с разным временем выдержки обжига образца (τ , в минутах) от 30 до 210 мин., с шагом $\Delta\tau=30$ мин.;
- ✓ при разных соотношениях компонентов смеси (m_1/m_2) и постоянстве температуры ($T=450^{\circ}\text{C}$) и времени выдержки ($\tau=120$ мин.).

Определены оптимальные условия процесса сернокислотного выщелачивания продуктов хлорирующего обжига сульфидно-сурьмяного концентрата. Наибольшее извлечение и переход сурьмы в раствор ($\alpha=82\%$) достигается при следующих условиях: температура нагрева раствора 80°C , скорость вращения мешалки 400 об./мин., соотношение твердого вещества к жидкости 1:8, время $\tau=120$ минут, содержания кислоты 180 г/л.

Разработаны способы фильтрации. Установлены оптимальные условия параметров pH-среды фильтрации.

Проведен процесс электролиза. Электролизу подвергнут сульфат сурьмы. Собраны необходимые параметры, влияющие на электролиз. Опробованы варианты зависимости выхода металла по силе тока, напряжения, времени, температуре. Найдены оптимальные критические точки параметров, влияющих на процесс электролиза.

Практическая значимость. Предложен способ переработки сульфидных сурьмяных концентратов ((Малый патент №ТJ 1109; Оpubл. 12.10.21.-6с). При использовании в качестве хлорирующего агента хлорида натрия в процессе обжига, в последующем в процессе выщелачивания из раствора выщелачивания выделяют сульфат натрия. Разработанные технологические схемы переработки сульфидных сурьмяных концентратов могут быть использованы на металлургических предприятиях.

Полученный по предложенному Способу переработки механоактивированных сульфидных сурьмяных концентратов (Малый патент №ТJ 1206; Оpubл. 12.09.2021 г.- 8 с.) предлагается для нужд металлургического производства.

Полученный по предложенному Способу переработки сульфидных золотосодержащих сурьмяных концентратов (Малый патент №ТJ 1423; Оpubл. 15.09.2023 г.-10с.) предлагается для нужд металлургического производства.

Полученные данные о производстве сурьмы пополняют информационную базу научных, учебно-исследовательских библиотек.

Научная специальность указанной работы соответствует специальности 05.17.00-Химическая технология (05.17.01-Технология неорганических веществ) по следующим пунктам:

п.1. Химические и физико-химические основы технологических процессов: химический состав и свойства веществ, термодинамика и кинетика химических и межфазных превращений (Переработка концентрата с сульфидной формы в хлоридную. Шихта подготовка, перемешанные концентраты с натрий и кальций хлором. Расчеты термодинамических характеристик процесса низкотемпературного хлорирующего обжига и кинетические параметры выщелачивания сульфидных сурьмяных концентратов).

п.2. Явления переноса тепла и вещества в связи с химическими превращениями в технологических процессах (Изучение процессов взаимодействия сульфидных сурьмяных концентратов с различными солями щелочных металлов и нахождение оптимального положения параметров).

п.3. Механические процессы изменения состояния, свойств и формы сырья материалов и компонентов в неорганических технологических процессах (Механическая активация сульфидно-сурьмяных концентратов).

п.4. Способы и последовательность технологических операций и процессов переработки сырья, промежуточных и побочных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты (Предварительная механоактивация, для повышения реакционной способности дальнейших превращений и процессов обжига, выщелачивания огарка, электролиз водных растворов сульфида сурьмы и определение условий проведения процесса электролиза).

п.6. Способы и последовательность технологических операций и процессов защиты окружающей среды от выбросов неорганических веществ (Сублимация и конденсация соединений сурьмы).

Полнота изложения материалов диссертации отражена в 28 печатных работах, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан - 5 (1- в печати), ВАК Российской Федерации - 2, ВАК Республики Узбекистан – 3 (1- в печати), США – 1 (в печати) и 17 в материалах научных конференций различного уровня.

Работа прошла апробацию на многих международных и республиканских конференциях.

Исходя из вышеизложенного, Ученый совет Горно-металлургического института Таджикистана рекомендует диссертационную работу Х.Ш. Рахимова к защите на диссертационном совете 6D.KOA-042 на базе Института химии им. В.И. Никитина НАНТ и Агентства по ХБРЯ безопасности НАНТ.

Работа обсуждена на расширенном заседании кафедры металлургии Горно-металлургического института Таджикистана (протокол № 111 от « 26 » 09 2024 года).

Кандидат химических наук, доцент кафедры металлургии Горно-металлургического института Таджикистана, 02.00.04 -физическая химия

М

Муминов Усмонджон Абдунабиевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработки месторождений полезных ископаемых» Горно- металлургического института Таджикистана, 05.02.01-Материаловедение

Осими Окил

Осими Окил

Почтовый адрес: 735730, г Бустон, ул. Баротова, 6

Тел.:(+992 3451) 5-02-89, 5-01-75, факс: (+992 3451) 5-06-34, E-mail:gmit

taiikistan@mail.ru. www.gmit.tj

Подписи к.х.н., доцента Муминов У.А. и к.т.н., доцента Осими Окил заверяю.

Начальник УК и СД Горно-металлургического
института Таджикистана:



Муминова Д.М.