

АННОТАЦИЯ

Диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07201 – Metallurgy

ЛИАҚЫН ЛӘЗАТ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СУЛЬФАТНЫХ ЦИНКОВЫХ РАСТВОРОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПРИМЕСЕЙ

Актуальность темы диссертационной работы.

Истощение запасов легкообогатимых руд цветных металлов, в том числе и цинковых, наблюдаемое во всем мире, в частности, в Казахстане, является причиной, по которой в процесс металлургической переработки приходится все больше вовлекать низкокачественные концентраты, содержащие эти металлы. В процессе переработки таких концентратов гидromеталлургическим способом образуются растворы, характеризующиеся повышенным содержанием примесей, особенно железа. Железо присутствует в таких растворах в двухвалентном и трехвалентном состояниях. Переработка таких растворов является в настоящее время весьма проблематичной.

Актуальность диссертации заключается в разработке перспективной технологии очистки сульфатных цинковых растворов сложного состава, образующихся в результате атмосферного выщелачивания низкокачественного цинкового сырья. Количество примесей в таких растворах, особенно количество железа в 15-16 раз превышает количество примесей в растворах, полученных после традиционного обжига.

Работа направлена на расширение сырьевой базы цинковых гидromеталлургических производств путем вовлечения в переработку низкокачественного сырья и повышение их экологической безопасности. Также в работе исследована возможность дополнительного получения экологически безопасного продукта - гематита путем осаждения выделившегося из примесей железа.

Целью диссертационной работы. Физико-химическое исследование и разработка технологии очистки от примесей растворов сульфата цинка, полученных после атмосферного прямого выщелачивания низкосортных цинковых концентратов.

Научная новизна полученных результатов:

- Установлено, что в процессе электроокисления ионов Fe(II) до ионов Fe(III) в растворе сульфата цинка в анодной камере мембранного электролизера, происходит практически полное окисление железа, глубина превращения составила 99,8-99,9%.

- Определена скорость реакции окисления железа 2,7-3,1 г/дм³. Установлено, что процесс протекает в диффузионном режиме, т.к. скорость зависит от интенсивности подачи электролита.

- Определено содержание железа (не более 0,01 г/дм³) и меди (не более 0,6 мг/дм³) в сульфатном цинковом растворе, направляемом на электролиз.

- Экспериментально показано, что применение гематита (Fe₂O₃) в качестве катализатора позволило значительно ускорить процесс осаждения железа и обеспечить его завершение в течение 180 минут при добавлении 20-30 г катализатора.

- Скорость фильтрации железистого осадка составляет 1,5-2 м³/м².ч, что позволяет исключить из технологической схемы операцию сгущения.

- Установлены оптимальные параметры процесса электроцементации меди и никеля, содержащихся в растворах сульфата цинка, обеспечивающие извлечение меди – более 99%, извлечение никеля – до 70% при восстановлении их в катодной камере мембранного электролизера.

Основные положения выносимые на защиту.

- гидроксидные формы Fe(III) формируют фильтруемые осадки, что позволяет исключить из технологической схемы операцию сгущения.

- результаты по осаждению ионов железа (III) в растворе, полученном электроокислением, в виде гематита в атмосферных условиях;

- результаты определения параметров разделения ионов меди и никеля в растворе, полученном после гидролитической обработки в катодной камере мембранного электролизера методом электроцементации и последующей операции по получению катодного цинка из очищенного от примесей раствора электролита.

Практическая значимость работы.

- Предложена технологическая схема очистки низкосортных сульфатных цинковых растворов от примесей с использованием мембранного электролизера, обеспечивающая выход катодного цинка 89%.

- Предложен способ выделения железа в виде гематита при гидролитической очистке растворов сульфата цинка, что обеспечивает экологическую безопасность процесса.

Показана возможность использования полученного гематита в черной металлургии, что открывает перспективы для вторичного использования промышленных отходов.

По теме исследования реализуется проект «Жас Ғалым». Также результаты исследований включены в учебный процесс по дисциплине «Электрохимические основы получения цветных металлов» и внедрены в РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет» .

Публикации и апробация работы. По результатам диссертационной работы опубликованы 5 статьи, в том числе:

Две статьи в журнале, входящем в базу данных Scopus и web of science.

- Liakyn L., Onalbayeva Zh.S., Kulenova N.A., Daumova G.K., Mamyachenkov S.V., Anisimova O.S. Research of the process of purification of sulfate zinc solution from iron ions using anodic oxidation // Metals. – 2023.13(1).

P.88 URI: <https://www.mdpi.com/2075-4701/13/1/88> - Scopus (Q2 (2 квартиль), процентилі 76).

- Liakyn L., Onalbayeva Zh., Daumova G., Mamyachenkov S., Kulenova N., Anisimova O, A Novel Hematite-Catalyzed Approach for Iron Removal from Zinc Sulfate Solutions // ES Materials and Manufacturing. – 2025. 27. P.1436. DOI: <https://dx.doi.org/10.30919/mm1436> - Scopus (Процентилі 95).

Три статті в журналах, рекомендованих Комитетом по контролю в сфері вищого образования и науки Министерства высшего образования и науки Республики Казахстан.

- Лиақын Л., Оналбаева Ж.С., Мамяченков С.В., $Fe^{2+}/Fe^{3+}-Zn^{2+}-SO_4^{2-}-H_2O$ жүйесіндегі тепе-теңдікті Eh-pH (пурбэ диаграммасы) диаграммасы арқылы термодинамикалық зерттеу. Вестник ВКТУ им Д.Серикбаева. – 2020. №3. С.21–25

- Лиақын Л., Оналбаева Ж.С., Мамяченков С.В., Куленова Н.А., Даумова Г.К. Fe^{3+} иондарын гидроликалық тұндыру процесін потенциометриялық титрлеу әдісімен зерттеу // Наука и техника Казахстана. – 2024. № 1. С. 184–195.

- Liakyn L, Mamyachenkov S., Onalbayeva, Zh.S., Anisimova O.S., Daumova G.K. Purification of complex solution of zinc sulfate from copper ions by electrocementation method. Труды университета. – 2024. №4. С. 47–51

Основные результаты были представлены на международной конференции:

- Лиақын Л, Оналбаева Ж.С., Дүсіпқанова Б.Ә., Нурмухамбетова М.М., Белгібаева Ә.Ж. Обзор способов очистки сульфатных цинковых растворов с повышенным содержанием примесей Конференция // Недра Казахстана – основа стабильности и процветания страны: Материалы Международной научно - практической конференции, посвященной 120-летию К.И. Сатпаева – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2019. с.209-211

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, 4 частей, заключения, приложений, общим объемом 129 страниц, 16 таблиц, 63 рисунка, список использованных источников включает 100 наименований.