

ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н., **Виноградова Максима Сергеевича** на диссертационную работу **Аунг Пьяе «Повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения ионов меди, никеля и цинка в составе многокомпонентных систем»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Актуальность темы

Задача поиска высокоэффективных путей извлечения труднорастворимых токсичных компонентов цветных металлов (в составе многокомпонентной смеси) и органических загрязнений из сточных вод является актуальной научно-технологической проблемой для машиностроительных предприятий Республики Союз Мьянма.

Цель работы – установление базовых закономерностей (интенсивность и эффективность) по влиянию природы дисперсной фазы и $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ на процесс электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений меди, цинка и никеля в составе многокомпонентных систем для поиска направлений по повышению эффективности электрофлотационных процессов очистки сточных вод сложного состава.

Научная новизна работы.

В работе получены новые данные по извлечению ионов меди, никеля и цинка в составе многокомпонентных систем:

- установлено, что для двухкомпонентной системы Cu-Zn наибольшая степень извлечения наблюдается в сульфатном фоновом электролите в присутствии катионного ПАВ при $\text{pH}=9$ и составляет 98 %, что обусловлено влиянием катионных ПАВ на заряд поверхности частиц извлекаемых гидроксидов и смещением его в более положительную область;

- выявлено, что для двухкомпонентных систем Cu-Zn и Ni-Zn наибольшая степень извлечения достигается в условиях фонового электролита $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и составляет 95% и 94% соответственно, что обусловлено образованием крупных мицеллярных частиц гидроксидов извлекаемых ионов металлов;

- впервые установлено влияние органических композиций, таких как: очищающая жидкость ОЖ-1, пенетрант ЛЖ-6А, лак ФЛ-5111 и растворитель Р-5, применяемых в обработке поверхности металлов, на процесс электрофлотационного извлечения двухкомпонентных смесей труднорастворимых соединений меди, никеля и цинка в слабощелочной среде;

- определена роль катионных ПАВ (КатаПАВ, СептаПАВ) и флокулянта на основе полиакриламида (Zetag-8160) в интенсификации на 20-40% и повышении эффективности процесса электрофлотационного извлечения многокомпонентной смеси труднорастворимых соединений меди, никеля и цинка в присутствии

фоновых электролитов Na_2SO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , Na_3PO_4 , заключающаяся в изменении как знака заряда, так и размера флотируемых мицеллярных структур гидроксидов металлов.

Практическая значимость работы

Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, явились основой для разработки принципиальной схемы обезвреживания сточных вод от смеси тяжелых металлов в присутствии органических композиций для машиностроительных предприятий Республики Союза Мьянмы.

Анализ содержания диссертации

Структура диссертации включает введение, литературный обзор, объекты и методы исследования, результаты и их обсуждение, а также выводы, содержит 108 страниц, 55 рисунков, 51 таблицу и список литературы из 87 наименований, большая часть из которых публикации в иностранных журналах.

Во введении обоснована актуальность проблемы, научная новизна и практическая значимость, цели и задачи работы, сформулированы подходы к их решению.

В первой главе выполнен системный и детальный анализ различных методов очистки сточных вод и технологических растворов. Изложена информация об электрофлотационном методе очистки многокомпонентных смесей и используемых ПАВ.

Во второй главе рассмотрены реактивы, методы исследований и оборудование, используемые в работе.

Третья глава диссертации посвящена изложению результатов исследований по влиянию состава среды и природы дисперсной фазы двухкомпонентных смесей ионов меди, никеля и цинка на базовые параметры электрофлотационного процесса в водных растворах Na_2SO_4 , а также $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Установлено, что процесс электрофлотационного извлечения наиболее эффективно протекает при $\text{pH}=9$ для всех изученных систем, так как при этом значении pH наиболее полно происходит процесс образования гидроксидов металлов.

В четвертой главе представлены экспериментальные результаты исследования процесса электрофлотационного извлечения смеси труднорастворимых соединений меди, никеля и цинка в присутствии органических композиций, применяемых в обработке поверхности металлов (растворитель Р-5, пенетрант ЛЖ-6А, лак ФЛ-5111 и очищающая жидкость ОЖ-1). Выявлено, что присутствие в двухкомпонентной системе Cu-Zn перечисленных органических загрязняющих веществ улучшает процесс электрофлотации. Степень извлечения достигает 98% (без добавления ПАВ).

В пятой главе исследована трехкомпонентная система, которая встречается на практике в реальных сточных водах промышленных предприятий, где в процессах подготовки поверхности металлов к различным технологическим

операциям часто применяются процессы травления в соляной, фосфорной, азотной и серной кислотах.

Исследовано влияние фоновых электролитов Na_2SO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , Na_3PO_4 на процесс извлечения трехкомпонентной смеси ионов меди, никеля и цинка из сточных вод. Установлено, что максимальная степень извлечения (94%) может быть достигнута в растворе Na_2SO_4 при $\text{pH}=9$, $j_v=0.4$ А/л, за время 20 минут.

В растворе $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ степень извлечения металлов может быть увеличена до 93% путем введения катионных ПАВ.

В шестой главе проанализированы экспериментальные результаты, представленные в главах три, четыре, пять и определены базовые параметры электрофлотационного процесса для всех исследуемых в работе систем. На основании проведенных экспериментальных исследований предложена принципиальная схема очистки многокомпонентных сточных вод машиностроительных предприятий Республики Союз Мьянма.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, научно обоснованы. Достоверность проведенных исследований подтверждается использованием современных физико-химических методов и современного оборудования.

Апробация работы

Результаты экспериментальных исследований диссертационной работы в достаточной степени освещены и апробированы, докладывались и обсуждались на Российских и международных конференциях. Опубликовано 27 печатных работ, в том числе 5 в изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science.

Замечания и вопросы по диссертации

1. Во второй главе автореферата подробно описаны состав и концентрация добавляемых реагентов и добавок при проведении экспериментальных исследований, но не указан состав и концентрации извлекаемых компонентов в модельных растворах.

2. Во второй главе встречается несоответствие физической величины и единицы измерения, например, «катионный флокулянт ... в объёме 5 мг/л». Мг/л – единица измерения концентрации, а не объема.

3. В шестой главе на рисунке 5 в подрисуночной подписи указаны не все позиции из технологической схемы, например, «НФ».

4. В шестой главе в описании технологической схемы указано, что после электрофлотационного модуля вода направляется на сорбционный фильтр и потом

на очистку на активных углях. В чем отличия последних двух процессов? Очистка на активных углях тоже является сорбционным способом. Какая загрузка в сорбционном фильтре?

5. Диссертант предложил технологическую схему очистки сточных вод машиностроительных предприятий с использованием компонентов, изученных в диссертационной работе, но не привел сведений об автоматизации. Предусмотрено ли управление процессом очистки сточных вод в данной схеме, и в электрофлотационном аппарате в частности?

Несмотря на сделанные замечания, рецензируемая диссертационная работа представляется завершенным научным исследованием. Отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку работы. Работа является новым вкладом в теорию и практику электрохимических технологий очистки промышленных сточных вод.

Заключение

С учетом актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа Аунг Пьяе *«Повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения ионов меди, никеля и цинка в составе многокомпонентных систем»* является законченным научно-квалификационным исследованием. В нем изложены новые научно обоснованные технические и технологические разработки по извлечению малорастворимых соединений меди, никеля и цинка электрофлотационным методом в процессе очистки сточных вод сложного состава, которые будут иметь существенное значение для развития производства и охраны окружающей среды Республики Союз Мьянма.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (п. 8). По своей актуальности, научной новизне, достоверности, практическому и теоретическому значению диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом № 1523 ст от 17.09.2021 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

По объему исследований, актуальности, научной новизне и практической значимости диссертация соответствует также требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г № 842 (ред. от 18.03.2023) "О порядке присуждения ученых степеней" как научно-квалификационная работа, направленная на решение задачи, имеющей существенное значение для развития теоретических и прикладных аспектов электрофлотационной очистки

промышленных растворов и сточных вод в гальваническом производстве, а ее автор Аунг Пьяе заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Официальный оппонент:

К.т.н. Виноградов Максим Сергеевич

Место работы: доцент кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ имени Н.Э. Баумана.

Почтовый адрес: 105005, г. Москва, Лефортовская набережная, д.1, кафедра Э9

Телефон служебный: 8(499)263-68-93

E-mail: maxvin@bmstu.ru

К.т.н.



М.С. Виноградов

