

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 16/23
решение диссертационного совета
от 21.09.2023 г. № 3

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Аунг Пьяе, представившего диссертационную работу на тему «Повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения ионов меди, никеля и цинка в составе многокомпонентных систем» по научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Принята к защите 29.06.2023 г, протокол № 1 диссертационным советом РХТУ.2.6.07 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 14 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 267А от «08» июля 2022 г.

Соискатель Аунг Пьяе 1991 года рождения, гражданин Республики Союз Мьянма. В 2015 году окончил Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева по направлению подготовки 240100.68 Химическая технология, магистерской программе «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» диплом серия 107718 номер 0171828 от 08 июля 2015 г.

Обучался в аспирантуре РХТУ им Д.И. Менделеева на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов с 1 сентября 2017 г. по 30 августа 2021 г., с 31 августа 2021 г. по настоящее время является соискателем кафедры ТНВ и ЭП.

Диссертация выполнена на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Колесников Артём Владимирович.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор Харламова Татьяна Андреевна, профессор кафедры теоретической и прикладной химии государственного университета просвещения «ГУП».

Кандидат технических наук Виноградов Максим Сергеевич, доцент кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ имени Н.Э. Баумана.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет».

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 16 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 5 публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, и в 4 публикациях в рецензируемых изданиях.

Опубликованные работы посвящены поиску путей повышения эффективности электрофлотационного процесса извлечения ионов меди, никеля и цинка в составе многокомпонентных систем. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

1. Аунг Пьяе. Электрофлотационное извлечение смеси ионов меди и цинка из водных растворов в присутствии NH_3 / Аунг Пьяе, Колесникова О.Ю., Хейн Тху Аунг, Колесников В.А.// ChemChemTech. – 2021. – V. 64. – № 10. – С. 119 - 124. (Scopus, Web of Science)

2. Meshalkin V.P. Electroflotation Recovery of a Mixture of Cu, Ni, and Zn Hydroxides from Aqueous Ammonia Alkaline Solutions/ Meshalkin V.P., Kolesnikov V.A., Perfilova A.V., Aung Pyae, Kolesnikov A.V.// Doklady Physical Chemistry, издательство Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation), 2021. – V. 497. – P. 35-40. (Scopus, Web of Science)
3. Kolesnikov A.V. Establishment of regularities of electroflotation extraction of non-ferrous metal (Cu, Ni, Zn, Co, Fe) hydroxides from wastewater of various compositions in the presence of industrial surfactants/ Kolesnikov A.V., Aung Pyae, Davydkova T.V., Kolesnikov V.A.// Non-ferrous Metals. 2021. – № 1. – P. 3-9. (Scopus, Web of Science)
4. Than Zaw Htay. Investigation of the process for electroflotation extraction of insoluble compounds aluminium (III) in the presence of magnesium, calcium, barium and surfactants/ Than Zaw Htay, Aung Pyae, Hein Thu Aung, Kolesnikov A.V.// Conference proceedings - METAL 2020, 29th International Conference on Metallurgy and Materials. – P. 1013-1018. (Scopus, Web of Science)
5. Hein Thu Aung. Study of the efficiency of electroflotation process on a mixture of heavy hydroxides and nonferrous metals in various electrolytes/ Hein Thu Aung, Aung Pyae, Than Zaw Htay, Kolesnikov A.V.// Conference proceedings – METAL 2020, 29th International Conference on Metallurgy and Materials. – P. 1019-1023. (Scopus, Web of Science)
6. Аунг Пьяе. Исследование процессов электрофлотационного извлечения смеси труднорастворимых соединений меди и никеля в присутствии органических композиций, применяемых в обработке поверхности металлов/ Аунг Пьяе, Хейн Тху Аунг, Колесников А.В.// Гальванотехника и обработка поверхности. 2020. – Том 28. – № 4. – С 38-45. (ВАК)
7. Хейн Тху Аунг. Электрофлотация и седиментация в очистке сточных вод от гидроксидов тяжёлых и цветных металлов/ Хейн Тху Аунг, Аунг Пьяе, Тхан Зо Хтай, Колесников В.А.// Химическая промышленность сегодня. 2019. – № 6. – С. 30-37. (ВАК)
8. Аунг Пьяе. Исследование эффективности электрофлотационного процесса совместного извлечения ионов Cu, Ni и Zn в составе многокомпонентных систем/ Аунг Пьяе, Щербакова Г.А., Щербакова Л.А., Хейн Тху Аунг, Колесников А.В.// Вода: химия и экология. 2019. – № 3-6. – С. 54-60. (ВАК)
9. Аунг Пьяе. Влияние композиции фосфатирования Decordal на электрофлотационное извлечение труднорастворимых соединений Cu, Ni, Zn, Co, Fe, Al из промывных и сточных вод/ Аунг Пьяе, Хейн Тху Аунг, Колесников А.В.// Гальванотехника и обработка поверхности. 2019. – том 27. – № 2. – С. 31-39. (ВАК)

Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад автора составляет 50-80% и заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, анализе, обсуждении и обобщении полученных результатов, подготовке работ к публикации.

Результаты работы апробированы на международных и всероссийских конференциях

1. Щербакова Г.А. Влияние растворителя Р-5 на электрофлотационное извлечение смеси гидроксидов меди и цинка/ Щербакова Г.А., Аунг Пьяе, Хейн Т.А., Колесников А.В.// XIV Конференция молодых ученых, аспирантов и студентов ИФХЭ РАН Физикохимия – 2019. 2 – 6 декабря 2019. – С. 220-221.
2. Аунг Пьяе. Влияние органических композиций применяемых в обработке поверхности металлов на электрофлотационное извлечение смеси труднорастворимых соединений цинка и никеля/ Аунг Пьяе, Колесников А.В., Колесников В.А.// Инновационные материалы и технологии: Международная научно-техническая конференция молодых ученых 2020. – Беларусь. – С. 102-105.
3. Аунг Пьяе. Влияние поверхностно-активных веществ различной природы на электрофлотационное извлечение смеси труднорастворимых меди, цинка и никеля в присутствии пенетранта ЛЖ-6А/ Аунг Пьяе., Оршанский А.В., Хейн Т.А., Колесников А.В.// Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды, г.Чебоксары. 2020. – С. 31-32.
4. Аунг Пьяе. Электрофлотационное извлечение смеси труднорастворимых соединений цинка и никеля в присутствии органических компонентов, применяемых в обработке

поверхности металлов/ Аунг Пьяе, Хейн Тху Аунг., Колесников А.В.// Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ–2020» [Секция – Химия], – 2020. – С. 8.

5. Сравнение эффективности очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов цинка и никеля методом электрофлотации в присутствии комплексообразователя NH_4OH / Аунг Пьяе, Вей Мьо Хтун, Хейн Тху Аунг, Колесников В.А.// Инновационные материалы и технологии – 2021. (Минск). – С.344-347.

6. Аунг Пьяе. Электрофлотационное извлечение ионов Cu , Ni из водных растворов в присутствии лиганда NH_4OH / Аунг Пьяе, Хейн Т.А., Колесников В.А., Давыдкова Т.В.// Сборник тезисов XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Санкт-Петербург. – том 3. – 2019. – С. 254-254.

7. Аунг Пьяе. Катионный ПАВ в электрофлотационном процессе извлечения смеси фосфата никеля и меди/ Аунг Пьяе, Вей Мьо Хтун, Колесников А.В.// В сборнике Экологический Форсайт. Второй Всероссийский научно-общественный форум, место издания Саратов. – 2020. – С. 12-14.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

От официальных оппонентов:

Доктор технических наук, профессор **Харламова Татьяна Андреевна**, профессор кафедры теоретической и прикладной химии государственного университета просвещения «ГУП»

В отзыве отражена актуальность темы, научная новизна, практическая значимость, достоверность и надежность полученных данных.

Замечания и вопросы по диссертации:

1) Не ясно какой марки активированные угли были использованы в работе?

2) Не исследован вопрос влияния плотности тока на процесс извлечения коллоидных частиц.

3) В работе не учтен процесс возможного анодного окисления органических веществ, присутствующих в очищаемых сточных водах и степень их деструкции.

Заключение по работе положительное. Несмотря на возникшие замечания, рецензируемая диссертационная работа представляется завершенным научным исследованием, отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку работы.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

С учетом актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа является научно-квалификационным исследованием. В нем изложены новые научно обоснованные технические и технологические разработки по извлечению малорастворимых соединений меди, никеля и цинка комбинированным электрофлотационно-фильтрационным методом в процессе очистки сточных вод сложного состава, которые будут иметь существенное значение для развития производства и охраны окружающей среды Республики Мьянма.

Диссертация **соответствует** паспорту специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» утвержденного приказом №о 1523 ст от 17.09.2021г, а ее автор Аунг Пьяе **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.9. – «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Кандидат технических наук **Виноградов Максим Сергеевич**, доцент кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ имени Н.Э. Баумана.

В отзыве отражены актуальность темы, научная новизна, практическая и теоретическая значимость.

Замечания и вопросы по диссертации

1. Во второй главе диссертации 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 объеме 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 активном угле. В чем отличия последних двух процессов? Очистка на активном угле тоже является сорбционным способом. Какая нагрузка 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?

Заключение по работе положительное. 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

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

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.

Отзыв ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

В отзыве отражена актуальность темы, сформулированные и решенные задачи, научная новизна, практическая значимость, конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов работы.

Замечания по работе:

1. Автор привел достаточно подробный литературный обзор по исследованию электрофлотационного процесса извлечения ионов металлов из промышленных растворов

гальванических производств, где процитировано 87 отечественных и зарубежных работ. Однако соискателю стоило бы в конце литературного обзора привести заключительный пункт, в котором сформулировать проблему, записать цель и расписать задачи исследования.

2. В диссертационной работе приведен большой экспериментальный материал, однако не затронул тепловые процессы. В процессе электрофлотации из-за разной электропроводности электродов, очищаемого раствора и поляризационных явлений часть электроэнергии превращается в Джоулево тепло. Влияет ли тепло на процесс электрофлотации?

3. В работе красной чертой прослеживается большой полученный экспериментальный материал. Но почему-то автор в своих исследованиях не затронул вопросы математического описания процесса электрофлотации. Так как методы математического описания позволяют теоретически прогнозировать результаты исследования и проверять адекватность полученных экспериментальных данных.

4. Соискатель по результатам своих исследований разработал технологию очистки многокомпонентных сточных вод гальванических производств, но не запатентовал её патентом на изобретение.

5. В своей диссертационной работе автору надо было бы более обобщенно подходить к своим результатам исследований и, например, в конце каждой главы приводить раздел как выводы по главе. Следует отметить, что количество задач исследования должно соответствовать количеству выводов в заключении диссертации.

Заключение по работе положительное. Отмечено, что приведенные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Аунга Пьяе. Диссертационная работа Аунга Пьяе является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно-обоснованные технические и технологические решения по электрофлотационной очистке сточных вод от смеси ионов тяжелых металлов и органических компонентов. Внедрение данных технических решений внесёт вклад в развитие промышленного комплекса Республики Союз Мьянма в области защиты окружающей среды.

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.

Отзывы на автореферат:

Профессор кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств им. проф. М.Б. Генералова», ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», к.х.н, профессор, лауреат Премии Правительства РФ **Беренгартен Михаил Георгиевич**

В качестве **замечания** следовало бы указать на то, что автор в нескольких местах автореферата говорит об «оптимальных» условиях электрофлотационного извлечения тяжелых металлов, однако из текста не ясно, какие величины являются критериями

оптимизации и как решалась оптимизационная задача. Сделанное замечание не снижает положительного впечатления от выполненной диссертационной работы.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Диссертационная работа Аунг Пьяе выполнена на высоком научном уровне, является завершенным исследованием, обладает научной новизной и содержит обоснованные технические решения. Работа **соответствует** критериям, установленным Положением ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г № 842, п.9, а соискатель несомненно **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Профессор **Тихомирова Елена Ивановна**, Заведующая кафедрой «Экология и техносферная безопасность» СГТУ имени Гагарина Ю.А., доктор биологических наук.

Из автореферата видно, что диссертант Аунг Пьяе провел серьезную научную работу при подготовке материала диссертации. По автореферату имеется несколько вопросов и замечаний:

1. Почему в тексте автореферата концентрация компонентов повсеместно указывается в единицах измерения мг/л, не рекомендованных в системе СИ к использованию? (см. ГОСТ 8.417-2002 с изм. 2022 г.)

2. На стр.6 не понятно, почему при оценке степени извлечения (а) время извлечения выбрано только два - 5 мин. и 20 мин., а не, к примеру, 10 мин. и не 30 мин.

3. На стр.12 сказано: «Для других пар указанные эффекты проявляются в меньшей степени». Однако перед этим в тексте не указано, о какой паре элементов до этого шла речь.

4. На диаграммах на рис.2, 3 и 4 не понятно, какой показатель откладывается на осях ординат, и в каких единицах он измеряется.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую **положительную** оценку диссертации.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Судя по автореферату, диссертация Аунг Пьяе на тему: «Повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения ионов меди, никеля и цинка в составе многокомпонентных систем» представляет собой законченное научное исследование и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Аунг Пьяе заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Д.т.н. **Первов Алексей Германович**, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение» ФГБОУ высшего образования «Национальный исследовательский Московский Государственный Строительный Университет НИУ МГСУ»

Замечания:

1. Как известно, стоки гальванических производств в основном представляют собой промывные воды с низкими значениями солесодержания, что представляет определенную сложность их обработки. Для повышения эффективности их обработки и удаления, промывные воды часто концентрируют с применением мембранных методов. Сокращение объема стоков позволяет, очевидно, и сократить объемы сооружений по их электрофлотационной обработке. В этой связи возникает вопрос: насколько эффективно для электрофлотационного извлечения гидроксидов меди, никеля и цинка будет увеличение концентраций фоновых электролитов и концентраций указанных извлекаемых ионов. На наш взгляд, в рассматриваемой работе было бы целесообразно исследовать процесс электрофлотационного извлечения ценных компонентов при более высоких значениях концентраций, как извлекаемых ионов, так и фоновых электролитов.

2. На наш взгляд было бы чрезвычайно интересно увидеть в работе результаты экспериментов по извлечению ценных компонентов из концентрированных растворов, имитирующих морскую воду. Это особенно актуально в наше время при использовании морской воды как для целей питьевого водоснабжения (с использованием метода обратного

осмоса), так и в качестве источника ценных полезных ископаемых.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы

Заключение по работе положительное. Основываясь на требованиях ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, работа Аунг Пьяе представляет собой законченное научное исследование и по своей актуальности, научной новизне и практической значимости **соответствует** требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям. Аунг Пьяе **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.9 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основывается на компетентности оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличия у них публикаций по научной специальности и тематике защищаемой диссертационной работы. В качестве ведущей организации выбрана организация, широко известная своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способная определить научную и практическую ценности диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана принципиальная схема обезвреживания сточных вод от смеси тяжелых металлов в присутствии органических композиций для Республики Союз Мьянма.

Установлены новые закономерности электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений меди, никеля и цинка из двухкомпонентных систем. Максимальная степень извлечения 98% достигнута для системы Cu-Zn в растворе Na_2SO_4 при $\text{pH}=9$ с добавлением КатаПАВ и СептаПАВ (5 мг/л), время обработки – 20 минут.

В растворе $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ с концентрацией 500 мг/л без добавления ПАВ наилучшие результаты получены в системах Cu-Zn и Ni-Zn. Степень извлечения 74% и 96% соответственно. Введение флокулянта Zetag-8160 в систему Cu-Zn в количестве 5 мг/л позволяет повысить степень извлечения до 95%.

Выявлено, что присутствие в двухкомпонентной системе Cu-Zn органических загрязняющих веществ: очищающая жидкость ОЖ-1, лак ФЛ-5111 с концентрацией 10 мг/л улучшает процесс электрофлотации. Степень извлечения достигает 98% (без добавления ПАВ). Отмечено, что растворитель Р-5 увеличивает степень извлечения в системе Cu-Ni с 35% до 94%.

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 с 84% до 93% путем введения 5 мг/л КатаПАВ или СептаПАВ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Установлены новые закономерности электрофлотационного процесса извлечения различных труднорастворимых соединений меди, никеля, цинка в фоновом электролите $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Определена роль фоновых электролитов (Na_2SO_4 , NaNO_3 и Na_3PO_4) в процессе электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений цветных металлов в составе многокомпонентных стоков. Предложены подходы к повышению эффективности, заключающиеся в смещении pH проведения процесса в область существования гидроксидов всех извлекаемых металлов и влиянием на их дисперсную фазу путем введения ПАВ или флокулянтов для укрупнения или изменения электрокинетического потенциала.

Показано влияние органических композиций (очищающая жидкость ОЖ-1, пенетрант ЛЖ-6А, лак ФЛ-5111 и растворитель Р-5), применяемых в обработке поверхности металлов на предприятиях в Республике Союз Мьянма на процесс электрофлотационного извлечения. В присутствии растворителя Р-5 наибольшая степень извлечения для двухкомпонентной системы Cu-Ni достигает 94 %; лака ФЛ-5111 наибольшая степень извлечения в парах Cu-Zn и

Ni-Zn достигает 98 % и 90 % соответственно; очищающей жидкости ОЖ-1 наибольшая степень извлечения в паре Cu-Zn достигает 98 %.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Определены оптимальные условия процесса электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений меди, никеля, цинка в составе многокомпонентных стоков. *Разработана* принципиальная схема обезвреживания сточных вод от смеси тяжелых металлов в присутствии органических композиций для машиностроительных предприятий Республики Союза Мьянмы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Экспериментальные данные получены в контролируемых и воспроизводимых условиях на сертифицированном оборудовании

Использованы классические методики статистической обработки результатов и комплексный анализ современного состояния вопроса по теме диссертации

Личный вклад соискателя:

Автор принимал участие в формулировке целей и постановке задач исследования, производил подбор объектов исследования (растворов промышленных производств и мембран, удовлетворяющих задачам очистки исследуемых растворов), экспериментальных установок и методик исследования для решения поставленных задач. Автором лично проведены экспериментальные исследования процесса электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений смеси цветных металлов; разработана принципиальная технологическая схема; результаты обобщены автором и представлены в виде статей, тезисов и докладов на конференциях.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.07 РХТУ 21.09.2023г, принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Аунг Пьяе.

Присутствовало на заседании 13 чел _____,
в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 6 _____
в том числе в режиме видеоконференции 3 _____.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

«за» 12 _____,
«против» 1 _____,
«воздержались» нет _____.

Председатель диссертационного совета _____ д.т.н., профессор Ваграмян Т.А.

Ученый секретарь диссертационного совета _____ к.т.н. Мазурова Д.В.

Дата « 21 » сентября 2023 г.

