ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета 24.2.312.04, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 13.10.2026, протокол № 8

О присуждении Ермухановой Светлане Тасболатовне, гражданке Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа «Технология переработки металлургических отходов в соединения цинка» по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ принята к защите 02.06.2026 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом 24.2.312.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д.68, приказ о создании диссертационного совета от 18.01.2008 № 1-51 (приказом Минобрнауки России от 02.11.2012 № 714/нк признан отвечающим действующим требованиям «Положения о совете…»; приказом Минобрнауки от 03.06.2021 № 561/нк приложение № 1, совету предоставлено право приема диссертаций для защиты на срок действия номенклатуры научных специальностей).

Соискатель, Ермуханова Светлана Тасболатовна, 19.01.1988 года рождения, в 2013 г. с отличием окончила магистратуру Некоммерческое акционерное общество «Западно-Казахстанский аграрно-технический

университет имени Жангир хана» по специальности 6М07200 - Химическая технология неорганических веществ. В 2022 году окончила аспирантуру на кафедре технологии неорганических веществ и материалов (ТНВиМ) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России. Работает старшим преподавателем индустриально-технологического института НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана».

Диссертация выполнена на кафедре технологии неорганических веществ и материалов, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии неорганических веществ и материалов ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Хацринов Алексей Ильич.

Официальные оппоненты:

- Лановецкий Сергей Викторович, доктор технических наук, Березниковский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» декан факультета техники, технологии и управления, профессор кафедры химической технологии и экологии;

- Ильясов Ильдар Равилевич, кандидат химических наук, Химический институт им. А.М. Бутлерова федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», старший научный сотрудник кафедры физической химии,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский

государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, доцентом, заведующей кафедрой «Экология и промышленная безопасность» Шабельской Ниной Петровной и кандидатом технических наук, доцентом той же кафедры Меденниковым Олегом Александровичем, указали, что диссертация Ермухановой Светланы Тасболатовны «Технология переработки металлургических отходов в соединения цинка» позволяет дополнить и расширить имеющиеся данные о переработке цинксодержащих отходов в соединения цинка. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, результаты которой позволяют получать соединения цинка из металлургических отходов гидрометаллургическим способом. В работе предложен ряд подходов к переработке металлургических отходов в соединения цинка.

Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Направления исследований:

- п.1. Технологические процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты;

- 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.

По актуальности научной проблемы, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований, уровню обсуждения полученных результатов диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (в действующей редакции).

На основании изложенного можно заключить, что Ермуханова Светлана Тасболатовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них 3 статьи (авторский вклад 75%) в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 11 тезисов докладов (авторский вклад 85%) на международных и всероссийских научных конференций. В диссертационной работе отсутствуют недостоверные материалы без ссылки на автора/соавтора и/или источник заимствования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Ермуханова С.Т.** Технология получения моногидрата сульфата цинка/ **ЕрмухановаС.Т.,**Хацринов А.И., Сулейманова А.З., Водопьянова С.В. // Вестник технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 5. – С. 87 - 91.
2. **Ермуханова С.Т.** Методы переработки отходов металлического лома латуни и бронзы/ **Ермуханова С.Т.,** Хацринов А.И., Водопьянова С.В., Сулейманова А.З. // Вестник технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 12. – С. 115 - 121.
3. **Ермуханова С.Т.** Экстракция соединений цинка и меди из шлака бронзы гидрометаллургическим методом/ Хацринов А.И., Водопьянова С.В., **Ермуханова С.Т.,** Сулейманова А.З. // Бутлеровские сообщения. – 2025. – Т. 83, № 7. – С. 20 - 26.

На автореферат диссертации поступили отзывы от:

к.х.н., ученого секретаря ФКП «Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов» **Климович Ольги Викторовны**; к.х.н., ассоциированного профессора индустриально-технологического института НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» **Сатаевой Сапуры Саниевны**; PhD, и.о.доцента индустриально-технологического института НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» **Ахметовой Фирузы Жантасовны;** к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» **Аксенчика Константина Васильевича;** д.х.н., заведующего кафедрой неорганической химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» **Нифталиева Сабухи Илич-оглы.**

Все отзывы положительные. В качестве замечаний указано:

- Большое количество грамматических ошибок при написании и оформлении работы**.** Почему в названии темы диссертации присутствуют только «…соединения цинка, тогда как в работе, в том числе и в Заключении, представлены результаты и по извлечению меди из медных сплавов (бронза, латунь) **(Климович О.В.)**;

- В работе показана возможность получения растворов, пригодных для электрохимического выделения металлов. Вместе с тем представляет научный и практический интерес оценка влияния остаточных примесей на качество конечной продукции. Сохраняются ли показатели чистоты меди и цинка при многократной рециркуляции электролита без его глубокой очистки? Изучение данного вопроса позволит оценить устойчивость разработанной технологии при организации непрерывного промышленного производства. В диссертации показано, что полученные после выщелачивания растворы могут использоваться в качестве электролитов для электрохимического выделения меди и цинка. Вместе с тем известно, что даже небольшие концентрации примесей железа, свинца, олова и никеля

способны существенно ухудшать качество электроосаждения металлов. Каким образом в предложенной технологии обеспечивается необходимая степень очистки электролита и насколько стабильным будет качество конечного продукта при длительной эксплуатации технологической схемы? **(Сатаева С.С.)**;

- Чем обоснован выбор 25%-ной серной кислоты в качестве оптимальной концентрации при получении моногидрата сульфата цинка, если при использовании 45%-ной кислоты наблюдается более значительное повышение температуры реакции и более высокий температурный градиент? Как обеспечивается селективность извлечения меди и цинка при переработке шлаков латуни и бронзы, учитывая наличие в исходном сырье железа, олова, никеля и других примесей? (**Ахметова Ф.Ж.);**

- На стр.6 автореферата в описании содержания главы некорректная фраза «…неорганических продуктов металлургических отходов». Из автореферата не понятно, изучались ли соотношения по распределению примесей, содержащихся в отходах между продуктами, промывными водами и фильтратами? Не понятно, чем обоснован выбор именно таких значений концентраций серной кислоты (7,18,25,45), почему не взяты концентрации с равными промежутками? Не понятно, что предлагается делать с промывными водами и фильтратом, которые при циркуляции, согласно схеме, показанной на рис.4 автореферата, будут накапливать примесные соединения. Из описания схемы, показанной на рис. 4 автореферата, не понятно, как можно фильтрат, т.е. жидкость промыть водой? Из автореферата не понятен физический смысл понятия «температурный градиент». **(Аксенчик К.В.)**;

- В работе подробно исследуются лабораторные условия переработки отходов, однако для практического использования важно оценить экономическую эффективность предложенной технологии. Как изменятся затраты на процесс и расход реагентов при переходе от лабораторного

масштаба к опытно-промышленному? Проведение технико-экономического анализа значительно повысило бы прикладную ценность исследования. В работе предложены две технологические схемы – «горячее» и «холодное» выщелачивание. Обнаружено значительное различие в извлечении меди и цинка. Каковы физико-химические закономерности, приводящие к такому различию в извлечении металлов при различных температурах? Можно ли считать, что лимитирующей стадией процесса являются химические реакции, диффузия или растворение твердых фаз? **(Нифталиев С.И.).**

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их богатым, многолетним опытом исследований и практической деятельности в сфере технологии переработки отходов в неорганические соединения.

Приобретенные ими опыт и знания позволяют в полной мере определить научную и практическую значимость диссертации. Ведущая организация известна исследованиями, посвященными разработкам технологии извлечения металлов из техногенных отходов и безотходными технологическими процессами.

Официальные оппоненты и ведущая организация не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные научные результаты, полученные соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

*Доказано, что, з*ависимость количества получаемого моногидрата сульфата цинка от таких факторов, как концентрация серной кислоты, температура и продолжительность реакции, демонстрирует, что именно при 70–90 °C, 25 % масс. H_2SO_4 и 30 минутах кислотного растворения твёрдых веществ, содержащих цинк (в первую очередь оксида цинка), в гетерогенной системе и последующей кристаллизации обеспечивается высокий выход продукта.

Разработан способ переработки отходов производства бронзы и латуни в сульфат цинка и элементную медь по технологии «горячего выщелачивания». Способ заключается в прокаливании шлака во вращающейся печи при температуре 600 °С в течение 8 часов для удаления органических примесей, обработке 25% серной кислотой при температуре 80°С в течение 1 часа и последующем добавлении 15 % раствора H_2O_2 для осаждения железа. После этого отделяют выпавшую в осадок медь и раствор сульфата цинка. Выход по меди составил соответственно при переработке шлака бронзы 84 % и шлака латуни 81%.

Установлены эффективные параметры извлечения из шлаков производства латуни и бронзы металлической меди и цинка в виде раствора сульфата: по технологии «холодного выщелачивания» температура 20 °С, концентрация серной кислоты 0,5 М, время реакции 40 минут. Выход по меди составил соответственно при переработке шлака бронзы 66 % и шлака латуни 58 %.

Рассчитаны температурные градиенты реакции серной кислоты с цинксодержащими отходами, которые для 25 % масс. серной кислоты находятся в пределах 172-510 град/кг.

Теоретическая и практическая значимость полученных соискателем результатов исследования подтверждается тем, что:

- теоретическая значимость результатов исследования заключается в расширении представлений о механизме взаимодействия серной кислоты с соединениями меди в присутствии соединений других металлов. На базе теории окислительно-восстановительных процессов (уравнение Нернста), кинетики гетерогенных реакций и теории комплекс образования показано, что сопутствующие металлы и окислительно-восстановительные условия определяют путь превращения меди и стабилизацию той или иной формы - элементной меди, оксидов меди или сульфата меди;

- практическая значимость подтверждается возможностью целенаправленного регулирования состава продуктов за счёт управления параметрами процесса (концентрация реагентов, аэрация, температура, добавки). Это позволяет гибко настраивать технологию переработки полиметаллических отходов под требуемый целевой продукт, обеспечивая высокую селективность и степень извлечения;

- разработана эффективная технология переработки отходов производства оксида цинка, неорганических продуктов шлака латуни и бронзы в соединения цинка.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что она достигается благодаря использованию современных физико-химических методов исследования, которые обеспечивают сходимость, воспроизводимость, точность и корректность экспериментальных данных, полученных различными методами.

Личный вклад соискателя. В диссертации изложены результаты исследований, в которых автор принимал активное участие или выполнял самостоятельно. Авторская работа состоит в разработке экспериментальных методов, проведении экспериментов, обработке, анализе, интерпретации и обобщении полученных данных, формулировании основных выводов и положений.

Работа выполнена на оборудовании кафедры «Технологии неорганических веществ и материалов» ФГБОУ ВО «КНИТУ». По своему содержанию диссертация Ермухановой С.Т. отвечает паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Направления исследований:

п.1. Технологические процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты;

- 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.

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для выполнения научных исследований и организации учебного процесса в следующих научных организациях и вузах: АО «Западно-Казахстанская машиностроительная компания» (Республика Казахстан, ЗКО, г. Уральск), ООО «Утилизация отходов» (г. Ростов-на-Дону) и др., специализирующимися в процессах переработки металлических отходов, а также вузами, готовящими специалистов по химической технологии: ЗКАТУ имени Жангир хана (Республика Казахстан, г. Уральск) , РХТУ им. Д.И.Менделеева (г. Москва), КНИТУ (г. Казань), СПГТИ (г. Санкт-Петербург), ИГХТУ (г. Иваново) и других научных организациях, занимающихся фундаментальными проблемами переработки отходов металлургии для различных отраслей промышленности.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание профессором Сироткиным О.С., соискатель ответил на вопросы, задаваемые ему в ходе заседания.

Диссертационным советом сделан вывод, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013, (в действующей редакции).

На заседании 13.10.2026 диссертационный совет 24.2.312.04 принял решение присудить Ермухановой Светлане Тасболатовне ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ за разработку эффективной технологии переработки

отходов производства оксида цинка, неорганических продуктов шлака латуни и бронзы в соединения цинка.

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.312.04 в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ (технические науки), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета,
д.х.н., профессор А.Ф. Дресвянников

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.х.н., доцент Ж.В. Межевич

13 октября 2026 г.