

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.9
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 25.09.2025 № 11

О присуждении Шарафутдиновой Гузели Расимовне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование выбора материалов и технологий для реактора электрохимического синтеза феррата натрия» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 21.07.2025 г., протокол заседания № 10, диссертационным советом ГУ.9 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 10.03.2023 № 312 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 05.09.2023 № 1227 адм, от 29.07.2024 № 1207 адм, от 03.06.2025 № 673 адм, от 12.09.2025 № 1121 адм.

Соискатель, Шарафутдинова Гузель Расимовна, 28 июля 1996 года рождения, в 2020 г. с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

С 1 октября 2021 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры материаловедения и технологии художественных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения и технологии художественных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Петкова Ани Петрова**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра материаловедения и технологии художественных изделий, профессор.

Официальные оппоненты:

Кузин Евгений Николаевич – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», кафедра промышленной экологии, заведующий кафедрой;

Атрошенко Светлана Алексеевна – доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, лаборатория Физики разрушения, ведущий научный сотрудник; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»**, г. Великий Новгород в своем положительном отзыве, подписанном Сапожковым Сергеем Борисовичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой промышленных технологий, Удальцовой Еленой Владимировной, ведущим инженером той же кафедры, секретарем заседания, и утвержденном Харламовым Константином Николаевичем, проректором по научной работе и инновациям, указала, что в работе Шарафутдиновой Гузели Расимовны, уточнены закономерности влияния химического состава растворимых анодов

и концентрации щёлочи на образование и стабильность феррат-ионов, установлена зависимость между содержанием кремния в ферритных сталях и выходом целевого продукта при длительном электролизе, обоснованы конструктивные решения электрохимического реактора, обеспечивающие устойчивый синтез феррата натрия, а также подходы к организации онлайн-контроля его концентрации в реальном времени. Практическая значимость работы подтверждается возможностью применения полученных результатов при создании промышленных и мобильных установок электрохимического синтеза феррата натрия для очистки сточных вод различного происхождения. Выбранные материалы и конструктивные решения обеспечивают стабильность процесса при длительной эксплуатации, что позволяет использовать свежеполученный феррат натрия для эффективного удаления химических и биологических загрязнений.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

Общий объем – 3,82 печатных листов, в том числе 2,67 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Петкова, А.П. Обоснование материалов и технологических параметров процесса электролиза феррата натрия / А.П. Петкова, Г.Р.

Шарафутдинова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2024. – № 2 (74). – С. 170-176. – DOI: 10.46418/1990-8997_2024_2(74)_170_176.

Соискателем выполнен выбор материалов корпуса реактора и электродов, устойчивых в щелочном электролите, а также определены технологические параметры синтеза феррата натрия, включая концентрацию электролита и геометрию электродов.

2. Петкова, А.П. Компоновка и технология изготовления проточного реактора электрохимического синтеза феррата натрия / А.П. Петкова, А.И. Коняшина, **Г.Р. Шарафутдинова** // Дизайн. Материалы. Технология. – 2024. – № 3 (75). – С. 207-213. – DOI: 10.46418/1990-8997_2024_3(75)_207_213.

Соискателем проанализированы технологические аспекты очистки сточных вод с применением феррата натрия и сформулированы требования к конструкции реактора и контрольной системе. Определены ключевые параметры, влияющие на эффективность процесса синтеза окислителя.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Petkova, A.P. Selection of materials and technologies for the electrochemical synthesis of sodium ferrate / A.P Petkova, S.M. Gorbatyuk, **G.R. Sharafutdinova**, V.A. Nagovitsyn // Metallurgist. – 2024. – Vol.68, No 3. – pp. 449-459. – DOI: 10.1007/s11015-024-01747-w.

Петкова А.П. Выбор материалов и технологий для электрохимического синтеза феррата натрия / Петкова А.П., Горбатюк С.М., **Шарафутдинова Г.Р.**, Наговицын В.А. // Metallurg. – 2024. – Т. 68, № 3. – С. 449-459. – DOI: 10.1007/s11015-024-01747-w.

Соискателем проведена оценка влияния различных режимов рециркуляции анолита и католита на выход феррата натрия с учётом процессов в рабочей зоне реактора. Установлено, что скорость циркуляции анолита и католита оказывает влияние на концентрацию окислителя в

растворе, объём полученного реагента, выход по току и удельное энергопотребление, что подтверждает её значимость как параметра, влияющего на эффективность электрохимического синтеза феррата натрия.

4. Petkova A.P. Electrochemical synthesis of sodium ferrate and its application in wastewater treatment systems: a field case study / A.P. Petkova, A.I. Konyashina, **G.R. Sharafutdinova** // International Journal of Engineering, Transactions B: Applications. – 2026. – Vol. 39, No 2. – pp. 523-533. – DOI: 10.5829/ije.2026.39.02b.18.

Петкова А.П. Электрохимический синтез феррата натрия и его применение в системах очистки сточных вод: полевое исследование / А.П. Петкова, А.И. Коняшина, **Г.Р. Шарафутдинова** // International Journal of Engineering, Transactions B: Applications. – 2026. – Т. 39, № 2. – С. 523-533. – DOI: 10.5829/ije.2026.39.02b.18.

Соискателем оценены свойства материалов для анодов и элементов мембранного реактора в условиях щелочной среды, обоснован их выбор с учётом стабильности процесса. Интерпретированы данные по мутности, окраске, pH и объёму осадка сточных вод, очищенных ферратом натрия. Сделаны выводы о высокой эффективности реагента, подтверждающей корректность выбранных параметров и состава анодов.

5. Petkova A.P. An anode composition influence on the efficiency of producing sodium ferrate for metallurgical plants wastewater treatment / A.P. Petkova, A.I. Konyashina, **G.R. Sharafutdinova**, O.Yu. Ganzulenko // CIS Iron and Steel Review. – 2025. – Vol.29. – pp. 108-113. – DOI: 10.17580/cisisr.2025.01.19.

Петкова А.П. Влияние состава анода на эффективность производства феррата натрия для очистки сточных вод металлургических предприятий / А.П. Петкова, А.И. Коняшина, **Г.Р. Шарафутдинова**, О.Ю. Ганзуленко // CIS Iron and Steel Review. – 2025. – Т. 29. – С. 108–113. – DOI: 10.17580/cisisr.2025.01.19.

Соискателем проведены длительные электролизные испытания с анодами из железокремниевых сплавов, выявлена зависимость концентрации окислителя и выхода феррата натрия от содержания кремния в аноде. Сделаны выводы о механизмах повышения электрохимической активности и устойчивости процесса электрохимического синтеза феррата натрия при длительной работе реактора.

Публикации в прочих изданиях:

6. Петкова, А.П. Обзор технологического процесса электрохимического синтеза феррата натрия / А.П. Петкова, **Г.Р. Шарафутдинова** // Инженерные системы – 2023: труды международной конференции. – Москва: Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 2023. – С. 102-108.

Соискателем проведён обзор технологического процесса электрохимического синтеза феррата натрия с анализом ключевых параметров, влияющих на производительность процесса. Установлены условия, при которых возможно достижение высокой концентрации феррата натрия.

7. **Шарафутдинова, Г.Р.** Изготовление корпуса электрохимической ячейки для синтеза феррата натрия методами 3D-печати / Г.Р. Шарафутдинова, А.П. Петкова // Современные проблемы машиностроения: сборник статей XVI Международной научно-технической конференции. – Томск, 2024. – С. 321-323.

Соискателем рассмотрены особенности применения технологий 3D-печати при изготовлении корпуса электрохимической ячейки для синтеза феррата натрия. Выбран армированный стекловолокном полипропилен, устойчивый к воздействию щелочной среды, а также параметры печати, обеспечивающие сохранение заданных геометрических размеров.

8. Петкова, А.П. Материал электролизной ячейки для синтеза феррата натрия / А.П. Петкова, **Г.Р. Шарафутдинова** // Функциональные материалы: синтез, свойства, применение. YOUNG ISC 2024: Тезисы

докладов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 158-159.

Соискателем проведён анализ требований к материалам электролизной ячейки для синтеза феррата натрия с учётом щелочной среды и окислительной активности реагента. В результате обоснован выбор армированного полипропилена, обеспечивающего химическую стойкость, герметичность и надёжную работу ячейки в заданных условиях.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025615994 Российская Федерация. Программа определения производительности ячейки для электрохимического получения феррата натрия в проточном режиме. Заявка № 2025613638: заявл. 27.02.2025: опубл. 12.03.2025/ А.П. Петкова, **Г.Р. Шарафутдинова**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 1с.

Соискателем выполнены экспериментальные исследования, программирование и тестирование программного решения для расчёта производительности электрохимической ячейки в проточном режиме синтеза феррата натрия, позволяющее в режиме реального времени следить за изменениями производительности и энергозатрат.

Апробация работы проведена на 4 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 2 международных. За последние 3 года принято участие в 5 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 2 международных:

- Международная конференция «Инженерные системы - 2023» (апрель 2023 года, г. Москва);
- XVI Международная научно-техническая конференция

«Современные проблемы машиностроения» (ноябрь 2023 года, г. Томск);

– Всероссийская молодежная научная конференция с международным участием «Функциональные материалы: Синтез. Свойства. Применение» YOUNG ISC 2024 (декабрь 2024 года, г. Санкт-Петербург);

– XX Всероссийская конференция-конкурс студентов выпускного курса и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (декабрь 2024 года, г. Санкт-Петербург).

В диссертации Шарафутдиновой Гузели Расимовны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: старшего научного сотрудника лаборатории физико-химических методов исследования ИТиГ ДВО РАН, к.т.н. **А.В. Зайцева**; директора ООО ЗХО «Заря», к.т.н. **Е.Н. Аракчеева**; профессора кафедры инжиниринга технологического оборудования НИТУ МИСИС, д.т.н., профессора **С.М. Горбатюка**; начальника металлографической лаборатории ЦЗЛ АО «Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз-Антей» – Обуховский завод», к.т.н. **С.А. Пескишева**; профессора высшей школы автоматизации и робототехники ФГАОУ ВО «СПбПУ», д.т.н., профессора **В.А. Дьяченко**; заведующего кафедрой «Автоматизации и технологий машиностроения» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», д.т.н., профессора **С.М. Братана**, и профессора той же кафедры, к.т.н., **А.О. Харченко**; доцента кафедры информационных технологий и автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», к.т.н. **Д.С. Курушина**; заведующего кафедрой аналитической химии института химии СПбГУ, д.х.н., профессора **С.С. Ермакова**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое

построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. В качестве производительность материала и растворимого энергоэффективность анода, синтеза, определяющего использовалась горячекатаная ферритная сталь 1512 и образцы с содержанием кремния 5,5-7,5 %. Не понятен смысл предложения. (к.т.н. А.В. Зайцев);

2. Работавшим на частоте 505 нм. Неверно указана физическая величина. (к.т.н. А.В. Зайцев);

3. Подтвердили стабильную работу реактора в полевых условиях и высокую эффективность феррата натрия в нефтедобывающей отрасли. Что подразумевается под высокой эффективностью феррата натрия в нефтедобывающей отрасли? (к.т.н. А.В. Зайцев);

4. При более высоких скоростях объем феррата возрастал, но его концентрация снижалась. Каким образом объем (масса) вещества в растворе возрастает, а его концентрация в этом же растворе уменьшается? (к.т.н. А.В. Зайцев);

5. В чём принципиальное отличие электродов после 69 или 70 часов работы на рис. 11? (к.т.н. А.В. Зайцев);

6. В автореферате часто употребляется термин «длительный электролиз», «длительных испытаний». Какой конкретный временной промежуток или временной интервал подразумевается (69, 70 часов, до трех суток)? (к.т.н. А.В. Зайцев);

7. В автореферате не указан объект математического моделирования и применяемый метод моделирования. (к.т.н. А.В. Зайцев);

8. На стр. 7 автореферата указано, что «выбранная концентрация...позволяла... снизить себестоимость продукта по сравнению с более концентрированными растворами». Как осуществлялся расчет себестоимости продукта относительно других экспериментов. (к.т.н. А.В. Зайцев);

9. Как происходит отделение феррата натрия от очищаемой воды и в каком виде в очистной установке используется феррат натрия (твердый, ионный, в растворе и т.д.). Проводились ли эксперименты по контролю концентрации феррата натрия в уже очищенной воде, по аналогии с загрязнителями из таблицы 2? **(к.т.н. А.В. Зайцев);**

10. На странице 14 в первом абзаце элементы конструкции реактора, вероятно, указаны с ошибками: для анодов, скорее всего, имелся в виду рисунок 2, д, а не 2, б, а для катодов рисунок 2, ж, а не 2, в. **(к.т.н. Е.Н. Аракчеев);**

11. Можно ли подробнее объяснить, каким образом содержание кремния в аноде влияет на рост концентрации феррата? Есть ли предел, после которого эффект снижается? **(к.т.н. Е.Н. Аракчеев);**

12. Есть ли данные о влиянии высокой концентрации феррата на стабильность других компонентов системы, например, мембран? **(к.т.н. Е.Н. Аракчеев);**

13. В качестве замечания можно отметить, что в автореферате практически не рассматривается возможность применения анодов с содержанием кремния выше исследованного диапазона. Было бы полезно обозначить технологические или структурные ограничения, препятствующие дальнейшему увеличению содержания кремния, либо кратко обсудить возможные сложности, связанные с применением таких материалов. Это позволило бы точнее определить границы применимости полученных результатов. **(д.т.н. С.М. Горбатюк);**

14. В качестве замечания следует отметить, что в автореферате неоднократно употребляются выражения «длительный электролиз» и «длительные испытания», однако не раскрывается, какой именно временной интервал подразумевается. Было бы целесообразно уточнить продолжительность таких экспериментов, чтобы исключить двусмысленность и повысить определённость изложения. **(к.т.н. С.А. Пескишев);**

15. Почему датчик встроен именно в боковую камеру, а не непосредственно в основной поток? (д.т.н. В.А. Дьяченко);

16. Каков предел обнаружения и рабочий диапазон у датчика в текущей конфигурации? Есть ли ограничение по верхнему уровню концентрации? (д.т.н. В.А. Дьяченко)

17. В описании второго варианта конструкции датчика (стр. 16) указано, что для повышения точности была использована более тонкая кювета (0,5 мм), но не уточняется, с чем связано это решение: с улучшением чувствительности, снижением объёма пробы или другими соображениями. (д.т.н. В.А. Дьяченко);

18. В работе визуально зафиксированы изменения состояния анодов после электролиза, однако количественная оценка степени их износа не представлена. Это затрудняет оценку ресурса анодов и точный расчёт эксплуатационных характеристик реактора при длительной работе. (д.т.н. С.М. Братан и к.т.н. А.О. Харченко);

19. В автореферате диссертации можно выделить недостаток – недостаточное внимание к описанию алгоритма выбора технологических параметров электролиза (отсутствие схемы алгоритма, других форм его описания). (к.т.н. Д.С. Курушин);

20. В работе показано, что применение фотометрического метода позволяет эффективно отслеживать концентрацию феррата в растворе. Однако химические предпосылки выбора именно этого метода описаны в основном с практической стороны. Дополнение раздела анализом ограничений метода сделало бы изложение более полным. (д.х.н. С.С. Ермаков);

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые принципы выбора материалов, конструктивных решений реактора и параметров процесса электролиза, обеспечивающие повышение концентрации феррата натрия и ее стабильность при длительном электролизе за счет увеличения содержания кремния в растворимых анодах, регулирования скорости подачи католита и рециркуляции анолита с онлайн-мониторингом содержания Na_2FeO_4 в растворе;

предложен нетрадиционный подход к выбору составов растворимых анодов, изготовленных из ферритных горячекатанных сталей с повышенным содержанием кремния ($\approx 5,5-7,5\%$), обеспечивающих рост и долговременную стабильность концентрации феррата натрия в процессе синтеза;

доказана зависимость влияния содержания кремния в растворимом аноде, скорости подачи католита и рециркуляции анолита на рост и долговременную стабильность концентрации феррата натрия при электролизе;

введена уточнённая трактовка термина «растворимый анод» как анод из ферритной стали, который участвует в анодном растворении с контролируемой потерей массы за счет образования феррат-иона.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в разработку технологий электрохимического синтеза феррата натрия при проектировании и изготовлении реакторов на заданную производительность, в частности, реализованы конструктивные решения реактора с корпусом из армированного стекловолокном полипропилена, изготовленного методом 3D-печати, и стальные растворимые аноды из ферритной стали марки 1512 обеспечивают стабильность процесса синтеза феррата натрия с заданной концентрацией за счет регулирования скорости подачи католита и рециркуляции анолита; достигнуто повышение концентрации феррата натрия

в растворе в 1,5-3 раза и обеспечение ее стабильности при длительных испытаниях достигаются за счет увеличения содержания кремния в растворимых анодах с 4 % до 7,5 %;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы стандартные методы определения состава и структуры использованных анодов, состава очищаемых вод, и экспериментальные методы исследований, включающие электрохимические испытания в проточных реакторах с рециркуляцией анолита, фотометрическое онлайн-измерение концентрации феррата натрия, изготовление корпуса и датчика 3D-печатью из армированного стекловолокном полипропилена;

изложены идеи, позволившие реализовать конструктивные и технологические решения реактора электрохимического синтеза феррата натрия, обеспечивающие возможность использования сменных анодов с повышенным содержанием кремния и управления параметрами процесса электролиза: плотностью тока, скоростью подачи католита и рециркуляции анолита;

раскрыты факторы, устраняющие противоречие между повышением концентрации феррата натрия и ростом скорости подачи католита, посредством повышения скорости рециркуляции анолита;

изучены причинно-следственные связи между увеличением содержания кремния от 4 до 7,5 % в аноде, его пассивацией и ростом концентрации феррата натрия, выхода по току и снижением удельных энергозатрат;

проведена модернизация математической модели расчета таких параметров электролиза, как масса производимого феррата, производительность и удельное энергопотребление процесса с учетом скорости подачи, отбора и рециркуляции анолита.

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

разработаны и приняты к внедрению в опытно-промышленную эксплуатацию: конструктивно-технологические решения проточного реактора с встроенным фотометрическим контролем и методические рекомендации по выбору анодов и режимов электролиза в ООО «Доброхим» (акт о внедрении от 17.06.2025), ООО ЗХО «Заря» (акт о внедрении от 19.06.2025) и ООО «КБ Кравцова» (акт о внедрении от 20.06.2025);

определена область применения конструктивно-технологических решений реактора и режимов синтеза феррата натрия под конкретные задачи очистки стоков с химическими и биологическими загрязнениями;

создана система практических рекомендаций по выбору материалов корпуса, электродов, фотометрического датчика, конструктивных решений реактора и параметров электролиза (плотность тока, подача католита, скорость рециркуляции анолита), обеспечивающая достижение и поддержание заданной концентрации феррата натрия при длительной эксплуатации реактора;

представлены рекомендации по применению результатов при разработке технологий электрохимического синтеза феррата натрия и при проектировании/изготовлении реакторов на заданную производительность; обозначены перспективы проработки технологических аспектов изготовления анодов с содержанием Si 6,5-7,5 % и расширение диапазонов скоростей подачи католита и рециркуляции анолита для адаптивного управления концентрацией и выходом под задачи очистки сточных вод.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на поверенном лабораторном оборудовании; показана воспроизводимость результатов электрохимического синтеза в проточных реакторах в различных условиях; обоснована градуировка фотометрического датчика при помощи спектрофотометрии и подтверждена контрольными измерениями

концентрации феррата натрия потенциометрическим титрованием раствором хромита;

теория построена на известных уравнениях электрохимии и массообмена (законы Фарадея, балансные соотношения), проверяема и согласуется с опубликованными данными по синтезу феррата натрия;

идея базируется на анализе опытно-промышленной эксплуатации проточных реакторов синтеза феррата натрия;

использовано сопоставление авторских измерений концентрации, выхода по току и энергозатрат с ранее опубликованными результатами и данными лабораторных/полевых испытаний;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами независимых источников по повышению концентрации и выхода по току феррата натрия при сопоставимых условиях эксперимента (концентрации NaOH, плотности тока, составе растворимых анодов (до 4% Si)), и положительное влияние дальнейшего повышения содержания кремния (от 4 до 7,5 %) в растворимых анодах на рост и устойчивость концентрации феррата натрия;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования, выборе применяемых материалов и параметров процесса электролиза феррата, конструктивных решений, технологии изготовления реактора, а также в проведении экспериментов и оценке эффективности применяемых материалов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Шарафутдинова Гузель Расимовна ответила на все заданные вопросы и привела собственную аргументацию научной,

теоретической и практической значимости полученных результатов диссертации.

На заседании 25 сентября 2025 диссертационный совет принял решение присудить **Шарафутдиновой Г.Р.** ученую степень кандидата технических наук за новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке проточного реактора электрохимического синтеза феррата натрия со сменными растворимыми анодами из ферритных сталей с повышенным содержанием кремния (4-7,5 %), фотометрическим онлайн-контролем концентрации и обоснованным выбором параметров электролиза, обеспечивающие повышение и длительное поддержание заданной концентрации окислителя и имеющие существенное значение для технологий очистки сточных вод нефтедобывающей отрасли.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 10 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Максаров
Вячеслав Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ефимов
Александр Евгеньевич

25.09.2025 г.