

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям ФГБОУ ВО «Новгородский
государственный университет имени
Ярослава Мудрого»

К.Н. Харламов

2025 г.



О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Шарафутдиновой Гузели Расимовны на тему:
«Обоснование выбора материалов и технологий для реактора электрохимического
синтеза феррата натрия», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

1. Актуальность темы диссертации

Ферраты(VI), прежде всего феррат натрия, объединяют сильные окислительные, коагулирующие и дезинфицирующие свойства, что делает их востребованными для сложных промышленных стоков (нефтегазовая отрасль, металлургия, химическая промышленность и т.д.). Практическое применение ферратов ограничено нестабильностью при хранении и транспортировке, а также технологическими сложностями устойчивого электрохимического синтеза: пассивацией анода, агрессивностью щелочной среды, необходимостью длительно поддерживать заданную концентрацию феррат-ионов и контролировать её в режиме реального времени.

Работа направлена на практическое решение этих проблем путем электрохимического синтеза феррата натрия непосредственно на объекте использования с контролируемыми режимами производства и непрерывным мониторингом концентрации. Такой подход уменьшает логистические и эксплуатационные затраты, позволяет проводить очистку без задержек на удалённых и временных объектах.

Исследование связывает лабораторно доказанную эффективность ферратов(VI) с задачей их стабильного получения и использования в промышленных условиях водоочистки.

2. Научная новизна диссертации

Диссертация Шарафутдиновой Г.Р. по структуре и содержанию соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук. В результате решения поставленных в работе задач обоснован выбор материалов, конструктивных решений и технологических параметров электрохимического синтеза феррата, что позволяет проводить очистку без задержек на удалённых и временных объектах.

обеспечивающих получение феррата натрия с повышенной концентрацией и стабильностью при длительном электролизе. Полученные новые научные результаты имеют теоретическую и практическую значимость.

Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены принципы выбора материалов корпуса реактора и проточного фотометрического датчика, обеспечивающие химическую стойкость и надёжность при длительной эксплуатации в щелочной среде. Установлено влияние химического состава и структуры растворимых анодов с повышенным содержанием кремния в диапазоне 4-7,5 % на концентрацию и стабильность феррата натрия в растворе. Обоснованы режимы электролиза и рециркуляции электролита, позволяющие поддерживать заданную концентрацию Na_2FeO_4 и снижать энергозатраты процесса. Проведена апробация технологии в процессах очистки сточных вод нефтедобывающей отрасли, что подтвердило высокую эффективность применения синтезированного феррата натрия для удаления химических и биологических загрязнителей.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов исследования подтверждается согласованностью теоретических положений с экспериментальными данными, применением корректных методик электрохимического синтеза и анализа, использованием стандартных методов анализа состава, структуры и свойств материалов.

4. Научные результаты, их ценность

В диссертационной работе установлены закономерности влияния содержания кремния в анодах в диапазоне 4-7,5 % на повышение концентрации и выход целевого продукта. Обоснованы конструктивные решения реактора, обеспечивающие поддержание стабильной концентрации феррата натрия в процессе длительного электролиза. Разработаны подходы к интеграции системы онлайн-контроля концентрации, обеспечивающей непрерывный контроль за процессом.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, 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, в 3 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в развитии научных основ электрохимического синтеза феррата натрия. 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. Практическая ценность результатов подтверждена актами внедрения: материалы диссертации приняты к использованию в ООО «Доброхим», ООО ЗХО «Заря» и ООО «КБ Кравцова».

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать при проектировании и эксплуатации электрохимических установок синтеза феррата натрия на месте применения. Предложенные конструктивные решения и материалы могут быть внедрены на предприятиях нефтедобывающей, химической, металлургической промышленности для очистки сточных вод от тяжёлых металлов, органических соединений и биологических загрязнений.

Рекомендуется также использовать материалы диссертации в научно-исследовательских организациях и вузах, ведущих работы в области электрохимического синтеза функциональных материалов и технологий водоочистки, для дальнейшего развития и совершенствования предложенных решений.

7. Замечания и вопросы по работе

- 1) Какие факторы ограничивают применение стале-титановых анодов с содержанием кремния выше 7,5 % при производстве растворимых анодов для электрохимического синтеза феррата натрия?
- 2) С чем связано конструкторское решение о введении отдельной боковой камеры для размещения проточного фотометрического датчика, и какие ограничения не позволили интегрировать систему контроля концентрации в основной объём реактора?
- 3) Допускается ли масштабирование этой конструкции датчика для промышленных установок или потребуется иное исполнение?
- 4) На странице 14 в первом абзаце, где приводится описание конструкции реактора, ссылки на иллюстрации указаны с неточностями.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Обоснование выбора материалов и технологий для реактора электрохимического синтеза феррата натрия», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-

Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Шарафутдинова Гузель Расимовна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Шарафутдиновой Гузели Расимовны обсужден и утвержден на заседании кафедры промышленных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», протокол №1 от 09.09.2025 года.

Председатель заседания:

Заведующий кафедрой промышленных технологий

ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

доктор технических наук, доцент

Сапожков Сергей Борисович

Секретарь заседания

Ведущий инженер кафедры промышленных технологий

ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Удальцова Елена Владимировна

Подписи Сапожкова С.Б., председателя заседания, и Удальцовой Е.В., секретаря заседания,

заверяю:

М.П.:

Проректор по научной работе и инновациям

К.Н. Харламов



Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Почтовый адрес: 173003, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41

Официальный сайт в сети Интернет: www.novsu.ru

эл. почта: novsu@novsu.ru телефон: +7 (8162) 97-45-58