

Отзыв

официального оппонента д.т.н., доцента Кузина Евгений Николаевича на диссертационную работу **Шарафутдиновой Гузели Расимовны** «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

Актуальность темы исследования

Представленная диссертационная работа посвящена актуальной тематике разработки и внедрения новых технологий и аппаратов (устройств) для синтеза инновационных реагентов для решения задач инженерной защиты окружающей природной среды. Ферраты – инновационный реагент, сочетающий в себе коагулянт, дезинфектант, окислитель, ввиду чего его ценность для процессов очистки сточных вод невозможно недооценить. Множество научных групп по всему миру считают ферраты новым этапом эволюции процессов очистки воды.

Научная новизна работы

Представлена данными по обоснованию выбора материалов, конструктивных решений реактора и, в частности, электродов. Установлены параметры процесса электролиза, обеспечивающие существенное повышение концентрации феррата натрия в растворе в сравнении с применяемыми в настоящее время аналогичными системами.

Доказано, что увеличение содержания кремния в стальных, растворимых анодах с 4 % до 7,5 % ведет к росту концентрации феррата натрия в растворе в 1,5-3 раза без потери стабильности феррата даже в условиях длительного электролиза.

Установлено влияние скорости подачи католита и рециркуляции анолита на концентрацию феррата натрия. Предложен механизм проточного мониторинга концентрации феррата в растворах фотометрическим методом.

Теоретическая и практическая значимость

Получены образцы растворимых анодов из горячекатанной кремнистой ферритной стали с содержанием кремния от 5,5 до 7,5 %. Проведено сравнение

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-106 от 09.09.25
18 12

выхода феррата при использовании растворимых анодов с различным содержанием кремния.

Разработан алгоритм выбора технологических параметров электролиза (плотность тока, скорость подачи католита и рециркуляции анолита) для достижения заданной концентрации феррата натрия, реализованный в виде программы для ЭВМ «Программа определения производительности ячейки для электрохимического получения феррата натрия в проточном режиме»».

Проведена оценка эффективности раствора феррата натрия, синтезированного с использованием описанных в диссертации решений, на образцах сточных вод нефтяных скважин Южно-Приобского месторождения

Получены акты внедрения от ООО «Доброхим» (акт от 17.06.2025, утвержден техническим директором Брунманом В.Е.), ООО «КБ Кравцова» (акт от 20.06.2025, утвержден генеральным конструктором Кравцовым А.П.) и ООО ЗХО «Заря» (акт от 19.06.2025, утвержден директором Аракчеевым Е.Н.).

Структура и объем работы

Диссертационная работа изложена на 124 страницах машинописного текста, включая 108 ссылок на отечественную и зарубежную литературу.

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цель, задачи работы и научная новизна, раскрыты теоретическая и практическая значимости исследования и изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных источников, посвящённых электрохимическому синтезу и применению феррата натрия. Исходя из результатов проведенного анализа, были сформулированы цель и задачи научного исследования.

Во второй главе описаны применяемые материалы, оборудование и методики проведения экспериментов. Представлены состав и характеристики материалов, используемых в реакторе электрохимического синтеза феррата натрия, а также сведения о применяемых растворах.

В третьей главе рассмотрены варианты конструктивных решений ячейки, особенности циркуляции анолита и католита, а также варианты размещения датчиков концентрации. Обоснована необходимость интеграций фотометрического датчика в конструкцию реактора. Представлены сравнительные данные по различным режимам работы ячейки и проанализированы причины ограничения концентрации феррата в растворе при отдельных конструктивных решениях.

В четвертой главе рассмотрены особенности поведения растворимых анодов при электрохимическом синтезе феррата натрия. На основе экспериментальных данных и анализа литературы обосновано, что присутствие кремния снижает защитные свойства оксидной плёнки в щелочном электролите, способствует растворению железа и формированию активной поверхности анода. Показано, что повышение содержания кремния в составе анодного материала позволяет достичь более высоких концентраций феррата в растворе за счёт эффективного подавления пассивации.

В пятой главе представлены результаты оценки эффективности феррата натрия, в процессах очистки сточных вод комплексных очистных сооружений Южно-Приобского месторождения.

Степень достоверности результатов исследования обусловлена использованием воспроизводимых экспериментальных методик, сертифицированного измерительного оборудования, а также сопоставлением полученных данных с результатами, представленными в современной научно-технической литературе.

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в том числе в 2 статьи – в изданиях из перечня ВАК рецензируемых научных изданий, 3 статьи – в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus. Получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Апробация результатов. Основные положения и результаты работы докладывались на следующих семинарах и конференциях: Международная конференция «Инженерные системы - 2023» (г. Москва, 2023 г.); XVI

Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы машиностроения» (г. Томск, 2023 г.); XX Всероссийская конференция-конкурс студентов выпускного курса и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2024 г.); Всероссийская молодежная научная конференция с международным участием «Функциональные материалы: Синтез. Свойства. Применение» YOUNG ISC 2024 (г. Санкт-Петербург, 2024 г.).

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

По тексту диссертации и автореферата имеются следующие вопросы и замечания.

1. Формулировка в разделе актуальность диссертации и автореферата «не вызывающим образования побочных токсичных продуктов окисления» требует доказательной базы или ссылок на литературные источники. Существуют комплексы железа с органическими лигандами, а также полупродукты окисления при недостатке дозы окислителя.

2. Оказывает ли влияние наличие соединений железа (III) на аналитику феррата? Не происходит ли завышения концентраций? Какова погрешность методики анализа?

3. Из текста диссертации не ясно, происходит ли вымывание титана из катодного материала, поскольку хорошо известно о растворимости титана в щелочах (стр. 64).

4. В тексте работы стоило привести данные по расходу анода г/час или г/г феррата натрия.

5. В разделе исследования эффективности было бы желательно сделать ХПК растворов феррата и оценить их влияние на погрешность определения ХПК в очищаемой воде.

6. Из данных диссертации и автореферата не понятно, насколько стабилен полученный феррат при хранении. Какие условия хранения?

7. Схема рис. 5.4 точка ввода реагентов подобрана неверно, ввиду очень короткого времени контакта реагент-вода.

8. Определялось ли остаточное содержание ионов железа в очищенной воде? Не будет ли превышений ПДК?

9. По тексту работы имеется ряд опечаток, некорректных формулировок и погрешностей оформления (стр. 49 Анализ ХПК не дихромат, а бихромат; единицы измерения концентраций - г/дм³, а не г/л; сточная вода не нефтяного месторождения, а хозяйственно-бытовой канализации; доза феррата 2 мл/дм³, а не 2 мг/л; на рис. 1 автореферата следовало нанести погрешности.; дифрактограммы следовало представить однотипно, в противном случае сложно сопоставить значения рефлексов, автореферат оформлен с отступлениями от требований ГОСТ Р 7.0.11-2011).

Отмеченные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Оценивая работу в целом, можно заключить, что диссертационная работа **Шарафутдиновой Гузели Расимовны** на тему **«Обоснование выбора материалов и технологий для реактора электрохимического синтеза феррата натрия»**, по актуальности, научной новизне, практической значимости является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения по синтезу и применению инновационного реагента – феррата натрия.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.17. Материаловедение в п. 3. Разработка научных основ выбора металлических, неметаллических, гетерогенных и композиционных материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации деталей, изделий, машин и конструкций, п. 4. Разработка физико-

химических и физико-механических процессов формирования новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, биомедицинскими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой.

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 полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II 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.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой промышленной экологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», д.т.н., доцент



Кузин Евгений Николаевич

05.09.2025?

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Адрес: 125047, Москва, Миусская пл., д. 9

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.muctr.ru>

E-mail: kuzin.e.n@muctr.ru, рабочий телефон

Подпись Кузина Е.Н. заверяю

