

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Онкаева Адика Викторовича «Обоснование параметров установки получения низкоконцентрированного гипохлорита натрия в условиях республики Калмыкия», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность рассматриваемого диссертационного исследования определяется необходимостью поиска современных, ресурсосберегающих и экологически безопасных подходов к обеспечению санитарной защиты объектов сельского хозяйства в условиях аридных регионов, в частности Республики Калмыкия. Географические и климатические особенности этих территорий — дефицит пресной воды, удалённость от крупных промышленных центров, а также сложная транспортная логистика — затрудняют централизованное снабжение агропредприятий традиционными средствами дезинфекции, особенно высококонцентрированным гипохлоритом натрия. Использование последнего связано не только с высокими затратами на доставку, но и с серьезными рисками техногенного и экологического характера, обусловленными токсичностью вещества и его нестабильностью при хранении.

На этом фоне особое значение приобретает разработка децентрализованных технологий получения дезинфицирующих растворов непосредственно на местах использования. В данном контексте производство низкоконцентрированного гипохлорита натрия (НГХН) методом электрохимического синтеза на основе местных природных водных источников представляется наиболее рациональным решением. Такая технология обладает целым рядом преимуществ: снижает зависимость от внешней логистики, повышает устойчивость хозяйств к эпизоотическим и фитопатогенным угрозам, а также уменьшает экологическую нагрузку за счёт использования менее опасных реагентов.

Научно-техническая сложность задачи заключается в необходимости разработки методических основ проектирования установок производства НГХН, адаптированных к химическому составу и свойствам высокоминерализованных природных вод аридных территорий. Отсутствие инженерных решений, способных учитывать данную специфику, ограничивает практическое внедрение таких установок в фермерских и производственных хозяйствах. Учитывая масштаб

экономических потерь, связанных с распространением инфекций в растениеводстве и животноводстве, внедрение подобных дезинфекционных систем имеет не только локальное, но и общенациональное значение.

Таким образом, исследование, направленное на разработку и обоснование технологических параметров получения НГХН в условиях водо- и ресурсодефицита, отвечает актуальным потребностям агропромышленного сектора и представляет собой важное звено в формировании устойчивых моделей обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности и продовольственной независимости регионов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций их достоверность и новизна

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования обоснованы результатами теоретического анализа и экспериментальных опытов, учитывающих специфику аграрного сектора аридных регионов РФ. Достоверность подтверждена воспроизводимостью данных, использованием современных методов анализа и расчетными моделями, отражающими реальные условия эксплуатации. Представленные результаты отличаются новизной и практической значимостью.

Вывод 1 отражает значительную потребность в гипохлорите натрия на территории Республики Калмыкия (более 440 кг в сутки по активному веществу), что обуславливает актуальность создания устойчивой и локальной системы его получения, особенно в условиях удалённости и дефицита централизованных поставок.

Вывод 2 констатирует высокие экологические и логистические риски при использовании привозного высококонцентрированного гипохлорита (2 класс опасности) и обосновывает переход на локальное производство НГХН аналога (4 класс опасности), как более безопасного и экономически оправданного решения.

Вывод 3 обосновывает выбор анодного материала, показав, что оксид рутения обеспечивает оптимальное сочетание электрохимической эффективности и стоимости, позволяя повысить выход целевого продукта – НГХН.

Вывод 4 констатирует специфические проблемы, связанные с образованием осадков при электролизе природных вод, доказано преобладание в осадке солей кальция и магния, что позволяет целенаправленно оптимизировать конструкцию и параметры работы установки.

Вывод 5 свидетельствует о параметрах установки производства НГХН, способствующих снижению образования осадков и обеспечивающих стабильную работу в зависимости от уровня минерализации природных растворов.

Таким образом, научные положения и рекомендации являются новыми, логически взаимосвязанными и практически значимыми, что подтверждает высокую степень их достоверности и применимости.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Результаты диссертационной работы обладают научной и практической значимостью, особенно в условиях аридных регионов, таких как Республика Калмыкия.

Научная новизна заключается в обосновании возможности устойчивого электрохимического синтеза НГХН на основе природных минеральных вод, что расширяет подходы к локальному производству дезинфицирующих средств и снижает зависимость от централизованных поставок экологически опасного концентрата.

Теоретическая значимость выражается в выявлении факторов, влияющих на эффективность электролиза, в том числе природы анодных покрытий. Обоснован выбор анода из оксида рутения как оптимального по критерию «стоимость – эффективность». Также показано положительное влияние добавок борной кислоты и медного купороса на стабилизацию pH, что повышает устойчивость дезинфектанта при хранении.

Практическая значимость подтверждена созданием и исследованием экспериментальной установки получения НГХН в условиях сельхозпредприятий аридных территорий. Доказана возможность производства безопасного дезинфектанта на месте, что снижает экологические и логистические риски. Установка производительностью 10 кг/сутки по активному хлору рекомендована к использованию в фермерских и кооперативных хозяйствах.

Оценка содержания диссертации, её завершённость в целом и замечания по оформлению

Диссертационное исследование состоит из введения, пяти содержательных глав, заключения, списка литературы из 198 наименований и пяти приложений. Общий объём работы составляет 161 страницу, включая 38 рисунков и 35 таблиц, что свидетельствует о тщательной визуализации и аналитическом сопровождении результатов.

Введение раскрывает актуальность выбранной темы. Обозначены цель и задачи исследования, определены объект и предмет, а также подчеркнута практическая направленность работы.

Первая глава посвящена обзору современного состояния и зарубежного опыта применения хлорсодержащих дезинфицирующих средств в аграрной сфере. Особое внимание уделено ГХН как эффективному и относительно безопасному

дезинфектанту. Автор обосновывает его востребованность для условий Калмыкии, где существует выраженная потребность в активном хлоре. Представлен анализ факторов, влияющих на процесс электрохимического синтеза ГХН, и обозначены ключевые направления его оптимизации.

Вторая глава описывает экспериментальные подходы к получению НГХН на основе природных вод региона. Автор описывает используемые образцы из различных источников — поверхностные и подземные воды, солоноватые озёра. Исследование проводилось с использованием лабораторной электрохимической установки с анодами из платиноидов. Проанализированы режимы работы при различной минерализации, а также эффективность чередования полярности для минимизации осадков. Выявлены наиболее устойчивые и продуктивные анодные материалы.

Третья глава представляет результаты экспериментов, подтверждающих эффективность выбранных анодов в условиях различной водной среды. Аналитически обоснованы и предложены рациональные параметры работы установки и проведена их коррекция в зависимости от полученного дезинфицирующего раствора с целью стабилизации рН. Перечисленное позволило повысить его устойчивость при хранении. Разработанная методика послужила основой для патентования и адаптации рассматриваемого решения под локальные условия и республику Калмыкию в частности

Четвёртая глава посвящена анализу процессов осадкообразования на катодах при повышенной минерализации, происходящих в установке производства НГХН. Показано, что применение переменного тока позволяет снизить интенсивность отложений и увеличить ресурс электродов. На основе полученных данных предложена схема установки производительностью до 440 кг/сутки НГХН, соответствующая потребностям сельхозпредприятий региона.

Пятая глава охватывает экономическую составляющую диссертационной работы. Проведено сравнение затрат при централизованной поставке высококонцентрированного ГХН и при локальном производстве НГХН по предлагаемой схеме. Расчёты показали более чем двукратную экономию эксплуатационных расходов, несмотря на необходимость первоначальных вложений в оборудование. Такой подход существенно снижает логистическую зависимость и повышает экологическую безопасность.

Заключение обобщает результаты достижения поставленных задач диссертационного исследования. Приведённые автором аргументы подтверждают эффективность использования предлагаемых решений. Сформулированы рекомендации по внедрению технологии на практике, а также обозначены возможные направления для дальнейшего развития проекта, включая масштабирование и внедрение автоматизированных систем управления.

Замечания по диссертационной работе

1. Требуют обоснования метрики и параметры выбора материала анода установки синтеза НГХН.
2. Из проведённых экспериментальных исследований не ясно, где можно использовать образующиеся при электролизе осадки?
3. Из методики экспериментальных исследований не ясно рассматривались ли в качестве альтернативы другие методы минимизации катодных отложений, такие как: ионообменное умягчение воды, добавление в солевой раствор антискалантов и магнитная обработка воды?
4. При рассмотрении гидрогеологической карты районов республики Калмыкия требует уточнение распределение территорий по соотношению главных ионов.
5. Из текста работы не ясно, подвергаются ли выбранные в качестве источников для производства НГХН водоёмы негативным техногенным воздействиям?
6. Не ясно какой режим работы установки производства НГХН проточный или циркуляционный обеспечивает наименьшее отложение осадка на аноде?
7. На стр. 46 присутствует опечатка, закон изменения импеданса электрохимической системы гармонический.
8. Требуют уточнения рисунки 4.1 и 4.2 диссертационной работы, какие именно процессы на поверхности электродов установки производства НГХН они иллюстрирует?
9. Каким образом осуществлялась корректировка pH используемых растворов до требуемого уровня?
10. Из текста работы не ясно оказывают ли влияние предлагаемые параметры на объём образующихся побочных продуктов?
11. Какие конкретно технические сложности вызывает совмещение растворения и дозирования борной кислоты с сульфатом меди в рамках одного рабочего бака установки приготовления НГХН согласно функциональной схеме на рис. 5.5 диссертации?

Оценка диссертационной работы в целом

Диссертационная работа Онкаева А.В. представляет собой цельное и методически выверенное исследование, отражающее самостоятельный научный подход к решению актуальной для аграрного сектора задачи — разработки технологии получения НГХН в условиях аридного климата РФ. Структура диссертации логична, каждый раздел последовательно раскрывает этапы научного поиска, от постановки проблемы до практической реализации.

Содержательная часть исследования характеризуется достаточной степенью детализации. В частности, обращает на себя внимание объёмный аналитический блок с описанием физико-химических основ процесса электролиза и комплексное изучение параметров, влияющих на стабильность и эффективность синтеза НГХН. Приведённые иллюстрации и экспериментальные данные способствуют более глубокому пониманию закономерностей, выявленных в ходе лабораторных и прикладных испытаний.

Научная состоятельность результатов подтверждается применением современных инструментов моделирования и обработки данных, включая методы математической статистики. Верификация теоретических расчётов с фактическими результатами показала высокий уровень совпадения, что свидетельствует о корректности принятых допущений и расчетных подходов. Дополнительную надёжность обеспечивают ссылки на независимые публикации и доклады на профильных конференциях.

Важно подчеркнуть, что представленные выводы и рекомендации не только решают поставленные задачи, но и расширяют существующие представления о возможностях локального производства дезинфицирующих средств в ресурсно-ограниченных условиях. Таким образом, диссертация представляет собой ценный вклад в развитие прикладной науки и может служить основой для дальнейших научных и инженерных разработок.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Проведённое диссертационное исследование демонстрирует высокий уровень научной проработки, что подтверждается публикацией основных результатов в рецензируемых изданиях. Автором представлено 13 научных работ, среди которых 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, что свидетельствует о достаточной апробации исследования. Дополнительным аргументом в пользу значимости работы служит монография, в которой изложены теоретические и прикладные аспекты изучаемой проблемы. Подтверждением практической значимости является также получение патента РФ № 2828663 на изобретение способа получения дезинфектанта на основе гипохлорита натрия.

Автореферат диссертации составлен в соответствии с установленными требованиями и достаточно точно отражает содержание диссертационного исследования. Изложенный материал позволяет составить полное представление о содержании работы и её соответствии заявленной научной проблематике.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным
Положением о присуждении учёных степеней**

1. Диссертация Онкаева Адика Викторовича «Обоснование параметров установки получения низкоконцентрированного гипохлорита натрия в условиях республики Калмыкия», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, содержит новые научно-обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение при совершенствовании операций производства низкоконцентрированных гипохлоритов в условиях аридных территорий РФ.

2. Диссертационная работа Онкаева А.В. является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объёму выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор ОНКАЕВ Адик Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Сельскохозяйственные
машины и механизация животноводства»
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ



Юрий
Александрович
Киров

2 июня 2025 года

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ)

Почтовый адрес: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Телефон: +7 (927) 746-06-75

E-mail: kirov.62@mail.ru

Сайт: <http://ssaa.ru>

Подпись, должность, ученую степень и звание Кирова Юрия Александровича удостоверяю:

Специалист по кадровому делопроизводству



О.Ю.Мелентьева