



УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ФГБНУ РосНИИПМ

_____ канд. воен. наук

Роман Степанович Масный

«20» марта 2025 года

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ») 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.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения сельхозпредприятий аридных территорий, включая Калмыкию, безопасным дезинфектантом – низкоконцентрированным гипохлоритом натрия (НГХН). Использование высококонцентрированного гипохлорита (ВГХН) затруднено из-за сложностей транспортировки в отдаленные районы и экологических рисков. Локальное электрохимическое производство НГХН из местных водных ресурсов решает эти проблемы, но отсутствуют методики расчета параметров установок для аридных условий. Разработка таких установок актуальна в связи с высокими потерями зерновых от патогенов и эффективностью НГХН в борьбе с ними, что имеет важное значение для продовольственной безопасности региона.

2. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере АПК

Обоснование суточной потребности в гипохлорите натрия (440 кг в пересчете на хлор) для Калмыкии позволяет оптимизировать локальное

производство дезинфектантов, снижая зависимость от поставок опасных концентратов. Автором доказано, что переход на низкоконцентрированный гипохлорит (4 класс опасности), получаемый электролизом местных вод, минимизирует экологические риски, что особенно важно для аридных регионов с уязвимыми экосистемами. Научный вклад в выбор анодного покрытия (оксид рутения) обеспечивает экономически эффективное производство с высоким выходом продукта, что расширяет возможности применения электрохимических методов в АПК. Выявление состава и механизма образования осадков при электролизе хлоридных растворов (CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$) и предложенные методы их подавления с помощью переменного тока различной плотности представляют практическую ценность для проектирования устойчивых электролизных установок. Соответственно, полученные результаты способствуют развитию ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий в сельском хозяйстве, что соответствует современным тенденциям устойчивого развития АПК.

3. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Результаты диссертационного исследования имеют важное практическое значение для экологизации сельскохозяйственного производства в Республике Калмыкия и других аридных регионах. Разработанная технология получения НГХН методом электролиза местных водных ресурсов позволяет существенно снизить экологическую нагрузку при проведении дезинфекционных мероприятий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве. Полученные данные о методиках обоснования параметров работы электролизных установок представляют ценность не только для практики, но и для образовательного процесса в аграрных ВУЗах.

4. Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 198 наименований и пяти приложений. Объем

диссертационной работы составляет 161 страницу, содержит 38 рисунков и 35 таблиц.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет.

В первой главе проведен анализ информационных источников и Мировых практик применения хлорсодержащих дезинфектантов в сельском хозяйстве. Установлено, что гипохлорит натрия (ГХН) широко используется для обеззараживания воды, защиты растений и животных благодаря высокой бактерицидной активности и экологической безопасности. Обоснована потребность Республики Калмыкия в ГХН, которая оценивается в 440 кг активного хлора в сутки. Проанализированы факторы, влияющие на электрохимический процесс, и предложены способы снижения негативного воздействия осадков. На основе анализа качества местных водных ресурсов сформулированы цель и задачи исследования, направленные на рационализацию параметров установки для получения НГХН.

Во второй главе представлены методические основы исследования процессов получения НГХН из природных вод Калмыкии. Изучены три типа водных источников: река Элиста (минерализация 5,76 г/дм³, рН 8,3), подземные воды п. Юста (10,05 г/дм³, рН 6,8) и высокоминерализованное озеро Улан-Хол (304,56 г/дм³, рН 6,2). Для экспериментов использовалась лабораторная установка с электродами различных составов (Ir, Ru, Pd), работающая в проточном и циркуляционном режимах. Основные параметры исследований включали: плотность тока 100-1000 А/м² (в зависимости от концентрации хлоридов), применение переменной поляризации для предотвращения осадкообразования, контроль выходных параметров (выход по току, расход энергии, температура, рН). Особое внимание уделялось работе с оксид-рутениевыми анодами (ОРТА) как наиболее перспективными для промышленного применения. Полученные данные позволили определить оптимальные режимы электролиза для каждого типа водных растворов.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований и их частные методики. Подтверждена эффективность использования оксидно-рутениево-титановых анодов (ОРТА) для получения низкоконцентрированного гипохлорита натрия. Установлено, что оптимальные параметры электролиза существенно зависят от минерального состава исходной воды. Для вод реки Элиста (минерализация 5,76 г/дм³) наилучшие результаты достигаются при плотности тока 100 А/м², подземных вод поселка Юста (10,05 г/дм³) – 500 А/м², а для высокоминерализованных вод озера Улан-Хол (304,56 г/дм³) – 1000 А/м². Применение переменного тока с периодичностью 2 часа позволило минимизировать образование нерастворимых отложений (CaCO₃, CaSO₄, Mg(OH)₂) на электродах, за исключением особо минерализованных вод, где потребовалось сокращение времени электролиза до 0,5 часов. Полученные растворы НГХН с концентрацией активного хлора 0,31-4,6 г/дм³ имели слабощелочную реакцию (рН 7,5-8,5), что потребовало разработки методов её корректировки. Наиболее эффективным оказалось совместное использование борной кислоты и медного купороса в соотношении 1:1, позволяющее достичь нейтральных значений рН при добавлении 0,6 г смеси на 100 мл раствора. Полученные результаты легли в основу запатентованной технологии (патент №2828663) и подтвердили возможность создания экономически эффективных установок для локального производства дезинфицирующих растворов с учетом региональных особенностей водных ресурсов.

Четвертая глава посвящена анализу и интерпретации результатов проведённых экспериментальных исследований. Автором установлено, что при постоянном токе в щелочной среде у катода последовательно протекают реакции образования нерастворимых соединений: CaCO₃, Mg(OH)₂ и CaSO₄. Интенсивность процесса зависит от исходного состава воды, достигая максимума для высокоминерализованных растворов. Применение переменного тока (2ч прямая/2ч обратная поляризация) обеспечивает циклическое растворение осадков за счет анодного выделения кислоты, что подтверждено

экспериментами для вод р. Элиста и п. Юста. Для оз. Улан-Хол эффективным решением стало сокращение времени электролиза до 0,5ч. На основе этих данных разработаны рекомендации по проектированию установок производительностью 440 кг НГХН/сутки с учетом региональных особенностей водных ресурсов.

В пятой главе проведена сравнительная экономическая оценка двух схем обеспечения сельхозпредприятий дезинфектантом: традиционной (завоз ВГХН) и предлагаемой «сотовой» с использованием установки производства НГХН с обоснованными параметрами (локальное производство НГХН). Расчет приведенных затрат ($L_1=923,5$ тыс. руб/год для «сотовой» схемы против $L_2=1860,7$ тыс. руб/год для традиционной) с учетом капитальных вложений (1620 тыс. руб.) и эксплуатационных расходов (свыше 645,6 тыс. руб/год) показал экономическую целесообразность локального производства.

Заключение диссертации содержит результаты, соответствующие поставленным задачам и в полной мере отражающие проведённые автором исследования. Представлены рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

5. Замечания по диссертационной работе

1. В выводе 2 диссертации говорится об экологических рисках для окружающей среды, персонала и баз хранения дезинфектанта, при этом отсутствует их конкретизация.

2. Чем обоснован выбор в качестве электродов достаточно дорогостоящих материалов анода – оксидно-рутениево-титанового вместо графита?

3. В тексте диссертации не указан срок эксплуатации электродов в поверхностной и подземной воде.

4. На с. 86 диссертации указано, что в раствор в процессе электролиза осыпаются мелкие однородные частицы солей кальция, однако не описывается способ их извлечения при последующем использовании раствора гипохлорита натрия.

5. Требуется уточнить целесообразность применения переменного тока плотностью в 10 раз меньше, чем для постоянного.

6. В тексте диссертации не указаны минимальные концентрации хлоридов в природной воде, для которых целесообразно использование предлагаемой установки.

7. В рекомендациях производству сказано о методике масштабирования электрохимического метода получения НГХН на базе местной минеральной воды, однако на практике больший интерес для хозяйств представляют готовые установки, либо конструкторская документация для их производства.

6. Завершённость и качество оформления диссертации

Представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой с логически выверенной структурой и обоснованными выводами. В работе представлено значительное количество иллюстраций, наглядно доказывающих эффективность и полноту полученных автором результатов.

Основные положения, научные результаты, выводы и рекомендации диссертации Онкаева А.В. обоснованы, имеют научную новизну и в полной мере соответствуют решению поставленных задач в части обоснования параметров установки получения НГХН в условиях республики Калмыкия. Они базируются на основных положениях физики, химии и прикладной математики.

Достоверность полученных результатов обоснована комплексным подходом, сочетающим теоретические исследования и экспериментальные данные, с уровнем совпадения результатов 98 %. Применение современных методик, математического моделирования, методов статистической обработки данных, обеспечивает высокую надёжность исследований. Выводы работы подтверждены независимыми исследованиями, опубликованными в рецензируемых научных изданиях, и прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях. Все ключевые положения диссертации основаны на достоверных экспериментальных данных.

Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, в частности пунктам: 6 «Методы и средства оптимизации технологий, параметров и режимов работы машин и оборудования», 10 «Методы, технологии и технические средства обеспечения экологической безопасности, переработки и утилизации отходов сельскохозяйственного производства, эколого-реабилитационные процессы и технологии».

Основное содержание диссертации отражено автором в 13 печатных работах, в том числе: 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 монография, получен 1 патент РФ на изобретение № 2828663 «Способ получения дезинфектанта на основе гипохлорита натрия».

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

7. Заключение

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.

Текст диссертации, представленный в ведущую организацию, идентичен тексту, представленному в диссертационный совет 35.2.031.01 и размещённому на сайте ФГБОУ ВО РГАТУ. В тексте работы отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем.

Диссертационная работа Онкаева А.В. является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической

значимости, а также объёму выполненных исследований соответствует требованиям и 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 учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы и отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены на заседании Ученого совета ФГБНУ «РосНИИПМ» (протокол № 13 от 19 мая 2025 года).

Доктор технических наук (25.00.36 – Геоэкология (технические науки), доцент, ведущий научный сотрудник с вменением обязанностей начальника Отдела обеспечения экологической безопасности мелиоративных систем ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» «20» мая 2025 г.



Подпись Т.И. Дрововозовой **заверяю**

Ученый секретарь Ученого Совета ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» «20» мая 2025 г.

Т. П. Андреева

Ведущий специалист по кадрам

И. А. Малюгина

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, Баклановский проспект, 190

Телефон/факс: 8 (8635)26-65-00; 8 (8635)26-65-00

E-mail: info@rosniipm.mcx.gov.ru; rosniipm@yandex.ru

Сайт: <https://www.rosniipm.ru/>