

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Онкаева Адика Викторовича «Обоснование параметров установки получения низкоконтрированного 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 диссертационного исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных и экологически безопасных решений для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия сельскохозяйственного производства в аридных регионах России, прежде всего в Республике Калмыкия. Эти территории характеризуются дефицитом водных ресурсов, удаленностью от промышленных центров и ограниченной транспортной доступностью, что создает серьезные препятствия для централизованного снабжения аграрных предприятий традиционными дезинфицирующими средствами, в частности высококонтрированным гипохлоритом натрия (ВГХН). Его транспортировка на значительные расстояния сопряжена с высокими затратами, а также представляет потенциальную угрозу для окружающей среды и здоровья людей из-за риска утечек и разложения вещества.

В связи с этим особую значимость приобретает концепция локального электрохимического производства низкоконтрированного гипохлорита натрия (НГХН) на базе природных водных источников, доступных в регионе. Такая технологическая стратегия позволяет оперативно обеспечивать дезинфицирующими средствами сельхозпредприятия, минимизируя логистические издержки и снижая экологические риски. Кроме того, НГХН характеризуется высокой биоцидной активностью при относительной химической стабильности и безопасности применения, что делает его

особенно востребованным для профилактики и контроля распространения фитопатогенов и зоонозных инфекций.

При этом ключевая научно-техническая проблема заключается в отсутствии методических основ проектирования и оптимизации электрохимических установок для генерации НГХН в условиях высокоминерализованных и неоднородных природных вод, типичных для аридных зон. Недостаток адаптированных технических решений и расчетных моделей ограничивает внедрение таких установок в производственную практику. Учитывая, что потери урожая зерновых и других культур от болезней, вызванных патогенными микроорганизмами, ежегодно составляют значительную долю в структуре аграрных убытков, создание эффективных и экономически обоснованных дезинфекционных систем имеет не только прикладное, но и стратегическое значение для устойчивого развития аграрного сектора.

Таким образом, обоснование научно обоснованных подходов получения НГХН с учетом состава местных водных ресурсов, режимов электролиза и выбора анодных материалов представляет собой актуальное и востребованное направление исследований. Их результаты способны обеспечить создание энергосберегающих, экономически эффективных и экологически безопасных технологий, отвечающих требованиям регионального агропромышленного комплекса и способствующих укреплению продовольственной безопасности на уровне как субъекта федерации, так и страны в целом.

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

Научные положения, выводы и практические рекомендации диссертационного исследования обладают высокой степенью обоснованности, поскольку базируются на комплексном анализе текущих потребностей аграрного сектора аридных регионов, лабораторных и экспериментальных исследованиях процессов электрохимического получения

гипохлорита натрия, а также расчетных моделях образования вторичных осадков. Достоверность подтверждается воспроизводимостью экспериментальных данных, использованием современных методов анализа состава вод и осадков, а также обоснованием технологических режимов с учётом реальных условий эксплуатации.

Исследования подтверждены достаточной степенью достоверности и адекватности результатов, математической обработкой значительного объёма теоретических и экспериментальных исследований.

Основные положения, выводы и рекомендации обладают новизной и оригинальностью, а также вытекают из результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Вывод 1 констатирует широкое распространение ГХН, содержащего активный хлор, в аграрном секторе, включая животноводство, птицеводство, растениеводство и водоснабжение, а также подтверждает значительную потребность в данном дезинфектанте в условиях Республики Калмыкия, превышающую 440 кг в сутки по активному веществу. Перечисленное служит обоснованием необходимости создания устойчивой системы его локального производства.

Вывод 2 доказывает наличие экологических и логистических рисков при использовании привозного высококонцентрированного ГХН (2 класс опасности) и обосновывает целесообразность перехода на более безопасный, низкоконцентрированный продукт (4 класс опасности), получаемый локально методом электролиза. Исследования автора подтверждают, что такая замена способствует снижению техногенной нагрузки и экономической зависимости от внешних поставок.

Вывод 3 обосновывает выбор наиболее эффективного и экономически целесообразного анодного материала из металлов платиновой группы. Подтверждает, что анод из оксида рутения обладает наиболее оптимальным соотношением цены и электрохимической эффективности, обеспечивая наилучший выход целевого продукта – НГХН.

Вывод 4 констатирует характерные проблемы при электролизе хлоридных растворов природных вод, связанные с образованием труднорастворимых солей (карбонатов, сульфатов и гидроксидов), приводящих к перегреву и повреждению оборудования. Доказывает количественно, что основную массу осадка составляют соли кальция и магния, что важно для последующей оптимизации процесса.

Вывод 5 предлагает рациональные режимы электролиза, направленные на минимизацию образования осадков и стабильное получение необходимой концентрации НГХН. Проведённые исследования подтверждают, что использование переменного тока с плотностью 100–200 А/м² и чередованием полярности обеспечивает эффективную и безопасную работу установки при различной минерализации вод.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Полученные в диссертационной работе результаты обладают значимостью как для научного сообщества, так и для практики, особенно с учетом условий аридных территорий, таких как Республика Калмыкия.

Научная новизна подтверждается тем, что впервые обоснована возможность устойчивого электрохимического получения НГХН из природных минеральных растворов, характерных для маловодных регионов, что позволило дополнить подходы к локальному производству дезинфектантов, устраняя зависимость от централизованных поставок высококонцентрированного гипохлорита натрия, представляющего повышенную экологическую опасность.

Теоретическая значимость выражается в установлении зависимостей, определяющих эффективность процесса электролиза, включая влияние природы анодных покрытий из металлов платиновой группы на выход целевого продукта. Автором диссертационной работы проведено комплексное обоснование параметров процесса, включая рекомендации по подбору состава анодного материала (оксид рутения), доказавшего свою эффективность по

соотношению «цена–выход продукта». Кроме того, обосновано влияние добавок борной кислоты и медного купороса на стабилизацию pH получаемого раствора, что критически важно для предотвращения быстрой деградации дезинфектанта при хранении.

Практическая значимость работы подтверждается созданием и апробацией прототипа установки для получения НГХН, адаптированной к условиям сельхозпредприятий аридных регионов. Экспериментально доказана возможность производства безопасного дезинфицирующего средства непосредственно в месте потребления, с использованием доступных природных вод, что существенно снижает логистические и экологические риски. Предлагаемая схема получения НГХН рекомендуется к внедрению в фермерских хозяйствах и небольших сельхозкооперативах, где предлагается использовать установку производительностью 10 кг/сут. по активному хлору – достаточную для нужд питьевого водоснабжения, санитарной обработки помещений, инвентаря, а также защиты посевов и животных от патогенной микрофлоры.

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

Диссертационная работа включает введение, пять глав, заключение, список из 198 источников, приложения, объем – 160 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования.

В первой главе представлен обзор мирового опыта применения хлорсодержащих дезинфектантов в сельском хозяйстве. Рассмотрены способы получения гипохлорита натрия (ГХН) различной концентрации, установлены его эффективность и безопасность, особенно актуального для Республики Калмыкия с суточной потребностью в 440 кг активного хлора. Проанализированы гидрохимические показатели природной воды Калмыкии на предмет использования в качестве сырья для получения НГХН, факторы,

влияющие на электрохимический синтез, и обоснованы направления повышения устойчивости процесса. Сформулирована общая цель исследования, направленная на получение НГХН на месте его потребления.

Во второй главе изложены методические подходы к получению НГХН из различных природных вод региона (р. Элиста, подземные воды п. Юста и оз. Улан-Хол) с использованием лабораторной установки на анодах Ir, Ru, Pd, методика статистической обработки опытных данных. Рассмотрены особенности процессов при разных уровнях минерализации, параметры электролиза и режимы переменной поляризации для снижения осадкообразования. Наиболее перспективными признаны оксид-рутениевые аноды за счёт их универсальности в использовании.

В третьей главе представлены экспериментальные данные, подтверждающие эффективность ОРТА при различных составах воды. Определены параметры электролиза для каждого типа водных источников. Предложены способы коррекции pH готовых растворов с использованием смеси борной кислоты и медного купороса. Полученные результаты легли в основу запатентованной технологии и показали возможность создания экономически выгодных установок с учетом региональных условий.

Четвертая глава содержит интерпретацию результатов. Показано, что на катоде в щелочной среде происходят осадкообразующие реакции, интенсивность которых возрастает с увеличением минерализации. Применение переменного тока способствует растворению отложений, что экспериментально подтверждено. Разработаны рекомендации по проектированию установок производительностью до 440 кг НГХН/сутки.

В пятой главе выполнены экономические расчёты традиционной схемы поставки ВГХН и предлагаемой «сотовой» схемы локального производства. Вычисленные затраты подтвердили более чем двукратное снижение расходов при реализации предложенной технологии, несмотря на капитальные вложения.

В заключении подведены итоги исследования, полностью соответствующие поставленным задачам, даны рекомендации по внедрению и обозначены перспективные направления дальнейших работ.

Замечания по диссертационной работе

1. Результаты по задаче 1 «- предложить методику оценки потребности фермерских хозяйств ...» желательно было выделить отдельным пунктом.

2. Требуется обоснования начальная температура природных растворов в 25 °С при проведении лабораторных опытов.

3. В работе указано, что НГХН также необходимо использовать для обеззараживания пресной (привозной) воды для питьевых целей. На сколько это повлияет на минеральный состав воды после добавки реагента?

4. На стр. 37 при описании химического состава поверхностных и подземных растворов р. Элиста, п. Юста, оз. Улан-Хол следовало бы привести динамику его изменения во времени.

5. При графическом представлении результатов на координатной плоскости «концентрация активного хлора – расход» корректней использовать градуировку «концентрация активного хлора – время электролиза», поскольку это позволит перейти от лабораторной установки к промышленной без дополнительных пересчетов, связанных с различными объемами растворов.

6. По каким параметрам осуществлялась оценка статистической значимости коэффициентов уравнений регрессии в главе 3?

7. Требуется уточнения выбранная температура раствора в 10 °С при эксплуатации установки в фермерском хозяйстве? Из текста работы не ясно, влияет ли изменение температуры от 10 °С до 25 °С на выход целевого продукта.

8. В главе 5 не указана стоимость установки для получения НГХН.

9. Требуется уточнения принятый физический смысл нормативного коэффициента эффективности на стр. 113 диссертации.

10. Не приведен сравнительный анализ выходных результатов лабораторных исследований и полученных в условиях хозяйства.

11. Из текста работы не ясно, какова зависимость скорости разложения ГХН во времени от температуры окружающей среды?

12. Требуется уточнения способ определения производительности установки приготовления НГХН и его систематическая погрешность.

Оценка диссертационной работы в целом

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой с логически выверенной структурой, анализом полученных результатов 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 надежность исследований. Выводы работы подтверждены независимыми исследованиями, опубликованными в рецензируемых научных изданиях, и прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях. Соответственно, основные положения диссертации основаны на достоверных экспериментальных данных.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Основные результаты диссертационного исследования получили подтверждение в научной печати, что свидетельствует о степени их апробации и научной добросовестности автора. В рамках работы опубликовано 13 печатных трудов, включая 2 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК, что подтверждает соответствие представленных результатов критериям научной значимости и их признание в профессиональном сообществе. Кроме того, издана 1 монография, а также получен патент Российской Федерации на изобретение № 2828663 «Способ получения дезинфектанта на основе гипохлорита натрия», что подчеркивает прикладную новизну и практическую ценность разработок.

Содержание автореферата в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к данному виду научной публикации. В нем чётко и полно отражены цель, задачи, научные положения, основные выводы и результаты исследования, выносимые на защиту. Таким образом, автореферат достоверно и адекватно передает суть диссертационной работы и подтверждает соответствие представленных материалов заявленной научной проблематике.

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

1. Диссертация Онкаева Адика Викторовича «Обоснование параметров установки получения низкоконтрированного 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 низкоконтрированных гипохлоритов в условиях аридных территорий РФ.

