

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

На правах рукописи

АМЕЛИЧКИН Станислав Григорьевич

**АЭРОЗОЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ
ВОДОПРОВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЭХА РАСТВОРАМИ**

**05.23.04 – Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург

2009

Работа выполнена на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ГОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения» (ПГУПС)

Научный руководитель: Академик РААСН, доктор технических наук,
профессор Дикаревский Виталий Сергеевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Ильин Юрий Александрович
кандидат технических наук,
Зайцев Николай Александрович

Ведущая организация: Государственное унитарное предприятие
«Ленгипроинжпроект»

Защита диссертации состоится « » 2009 г. в час. мин. на заседании диссертационного совета Д 212.223.06 при ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, зал заседаний, тел/факс. (812) 316-58-72

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью предприятия, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан « » 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Васильев В. Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Промывка и дезинфекция водопроводных сооружений - скважин, резервуаров, напорных баков, отстойников, смесителей, фильтров и водопроводных сетей производится перед приемом их в эксплуатацию, после периодической очистки и ремонтно-восстановительных работ, а также по эпидемиологическим показателям в случае загрязнения этих сооружений в процессе эксплуатации.

Уничтожение болезнетворных микроорганизмов при дезинфекции водопроводных сооружений является важной экологической и санитарно-эпидемиологической задачей. С принятием новых нормативов качества воды ужесточились требования по некоторым из контролируемых микробиологических показателей, увеличилось их число. Многие традиционные методы не всегда обеспечивают выполнение этих нормативов. Кроме того, предпочтение отдается технологиям, безопасным для обслуживающего персонала и населения прилегающих территорий и не зависящим от централизованной химической промышленности – безреагентным или позволяющим получать реагенты на месте применения. Все это создает предпосылки к поиску новых эффективных способов дезинфекции водопроводных сооружений.

Для обеззараживания воды и дезинфекции водопроводных сооружений в настоящее время широко применяются хлор и его соединения. Их неоспоримым преимуществом является высокая надежность бактерицидного действия и возможность контроля за процессом обеззараживания.

Вместе с тем, технология дезинфекции хлором водопроводных сооружений имеет ряд существенных недостатков, главная из которых опасность для обслуживающего эти процессы персонала, поскольку хлор является высокотоксичным соединением. Замена жидкого хлора на гипохлорит

натрия (привозной концентрированный или полученный на месте путем электролиза поваренной соли) решит только проблему безопасности при транспортировке, хранении и применении жидкого хлора, но не решит проблему устранения вирусов и споровых бактерий. Кроме этого существует большая вероятность образования в питьевой воде хлорорганических соединений, также весьма вредных для здоровья людей.

Использование вместо жидкого хлора физических и химических методов дезинфекции не всегда пригодно для систем водоснабжения и к тому же дорого. Поэтому для решения этой проблемы требуется применение новых нетрадиционных дезинфектантов и иных методов дезинфекции.

Таким образом, разработка безопасной и эффективной технологии аэрозольной дезинфекции применительно к водопроводным сооружениям, используя новые дезинфектанты - электрохимически активированный раствор хлорида натрия (анолита), является весьма *актуальной*.

Цель и задачи работы. *Целью* диссертационной работы является определение оптимальных биоцидных параметров электрохимически активированных растворов для аэрозольной дезинфекции сооружений водоснабжения, а также разработка технологии и оборудования для объемной дезинфекции аэрозолями анолита водопроводных сооружений в системах ВКХ.

Для достижения поставленной цели решался комплекс взаимосвязанных *задач*, основными из которых являются:

- исследование физико-химических свойств ЭХА-растворов и разработка установок для создания аэрозольных бактерицидных сред;
- оценка влияния технологических параметров, физических характеристик среды на бактерицидные свойства аэрозолей ЭХА растворов;
- подтверждение эффективности и изучение кинетики дезинфекции аэрозолями анолита по основным нормируемым микробиологическим показателям;

– оценка экономической и экологической эффективности аэрозольной дезинфекции по сравнению с традиционными технологиями.

Научная новизна работы. Элементы *новизны* заключаются в следующем:

– впервые разработана технология аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений, позволившая создать образцы аэрозольных генераторов МАГ (получен патент);

– исследованы параметры биоцидных процессов аэрозольной дезинфекции с применением анолита при различных рН, ОВП и дисперсности аэрозоля анолита позволяющих оптимизировать данные процессы;

– экспериментально исследована и доказана в лабораторных и производственных условиях высокая эффективность воздействия аэрозоля анолита на все группы микроорганизмов, вирусы и споры;

– экспериментально исследована и доказана экономическая и экологическая эффективность дезинфекции аэрозолем анолита по сравнению с гипохлоритом натрия и хлором.

Практическая значимость и реализация результатов работы заключается в разработке *новой* технологии и оборудования для объемной экологически чистой, аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений.

На основе созданного оборудования проведены экспериментальные исследования биоцидной эффективности аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений с использованием электрохимически активированных растворов, что позволяет повысить эффективность и санитарно-эпидемиологическую безопасность хозяйственно-питьевого водоснабжения.

По результатам экспериментальных исследований, полученным и представленным в диссертации, разработаны и согласованы Госсанэпиднадзором:

– Инструкция №24 по применению аэрозоля анолита, вырабатываемого аэрозольными генераторами МАГ (ТУ 5156-024-54368736-05);

– Свидетельство №77.99.28.2.У.52225.05 от 17.05.05 г. о государственной регистрации и внесении в государственный реестр аэрозоля анолита, вырабатываемого аэрозольными генераторами МАГ (ТУ 5156-024-54368736-05);

– Методические указания по объемной дезинфекции аэрозолем анолита трубопроводов и емкостных сооружений на водопроводных сетях и сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

При непосредственном участии автора запроектированы системы стационарной аэрозольной дезинфекции резервуаров чистой воды № 1,2,3 и №6, которые включены ГУП Ленгипроинжпроект в проектную документацию по реконструкции резервуаров чистой воды на Южной водопроводной станции ГУП « Водоканал Санкт-Петербурга»;

Проект системы аэрозольной дезинфекции РЧВ № 6 реализован. В 2009году проведена объемная плановая аэрозольная дезинфекция, которая подтвердила экономическую и экологическую эффективность разработанной технологии;

Экспериментальные образцы типовых установок прошли производственные испытания в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» при дезинфекции водопроводных сетей, резервуаров чистой воды (РЧВ), баков водонапорных башен.

Испытания показали высокую эффективность, надежность, экономичность, экологичность и безопасность аэрозольной дезинфекции по сравнению с традиционными технологиями.

Личный вклад автора. Вклад автора состоит в разработке концепции новой экологически и эпидемически безопасной технологии аэрозольной дезинфекции сооружений водопровода; в обосновании и реализации технических решений по созданию и проектированию высокоэффективных аэрозольных генераторов МАГ, позволяющих обеспечить эффективную, безопасную, экономичную и экологически чистую технологию аэрозольной

дезинфекции водопроводных сооружений; в обосновании преимуществ новой, не имеющей аналогов технологии аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений в системах ВКХ и проведении соответствующих исследований, анализе полученных результатов, формировании выводов, разработке практических рекомендаций и технико-экономической оценке предлагаемой технологии.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность результатов подтверждается исследованиями в лабораторных условиях с последующей проверкой их в производственных условиях. В процессе исследований применялись аккредитованные методики определения химических и микробиологических показателей, использовались прошедшие аттестацию приборы. Все полученные экспериментальные данные эффективности воздействия аэрозоля анолита на микроорганизмы получили подтверждение в независимых аккредитованных лабораториях Госсанэпиднадзора Москвы и Санкт-Петербурга. Математическая обработка полученных автором результатов экспериментальных исследований производилась с помощью компьютерных программ Statistica, Mathlab и MS Excel.

На защиту выносятся:

- аналитический обзор методов дезинфекции водопроводных сооружений, применяемых в водопроводно-канализационном хозяйстве;
- исследования по определению оптимальных параметров электрохимически активированных растворов для аэрозольной дезинфекции сооружений водоснабжения на базе серийно выпускаемых установок СТЭЛ;
- исследования физических параметров аэрозолей применительно к дезинфекции водопроводных сооружений и оценка влияния технологических параметров, физических характеристик среды на бактерицидные свойства аэрозолей ЭХА растворов;
- исследование основных физико-химических свойств ЭХА-растворов

для создания аэрозольных бактерицидных воздушных сред;

- экспериментальные исследования эффективности дезинфекции аэрозолем анолита по основным нормируемым микробиологическим показателям;

- сравнительная оценка экономической и экологической эффективности аэрозольной дезинфекции по сравнению с традиционными технологиями.

Апробация результатов исследований и публикации. Материалы диссертационной работы докладывались на ежегодных международных научно-практических конференциях, семинарах в ПГУПС, СПбГАСУ и СПбГТУРП с 1998 по 2009 год в г. Санкт-Петербурге, на международном конгрессе «Экватек» в г. Москве в 2002, 2004 и 2006 году, международный симпозиумах «Электрохимическая активация в медицине, промышленности и сельском хозяйстве» в 1997, 1999, 2001, 2004 гг.

По материалам диссертации опубликовано 27 научных работ, из них 17 наиболее значимых приведены в списке публикаций.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов и приложений. Общий объем диссертации составляет 156 страниц машинописного текста, включая 36 рисунка, 23 таблицы, 5 приложений на 15 страницах. Список использованной литературы включает 86 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность поиска новых технологий дезинфекции водопроводных сооружений, определена цель работы, изложены научная новизна, практическая ценность, сведения о практической реализации работы.

В первой главе на основании изучения отечественных и зарубежных литературных источников проанализированы основные существующие методы

и реагенты для дезинфекции водопроводных сооружений, применяемые в ВКХ, указаны их плюсы и недостатки.

В работе отмечается, что изучению вопросов дезинфекции посвящены работы отечественных ученых: В. М. Бахира, В. В. Болдырева, П.П. Бегунова., Л. А. Васильева, Л. Н. Губанова, В. Л. Драгинского, В.С. Дикаревского, Е.А. Евельсона, В.Г. Иванова, Ф.В. Кармазинова, Л. А. Кульского, О. Н. Ластовки, Б. И. Леонова, Г. П. Медведева, Г. Л. Медриш, О. Д. Минц, В. В. Найденко, С. А. Паничевой, В. И. Прилуцкого, Н. Г. Цикоридзе, М.М. Хямяляйнена, а также зарубежных: J. R. Babb'a, K. R. Bradly, R. M. Clarc'a, R. Morris'a, Н. Tanaka и др.

Анализ литературных источников показал, что существующие технология и оборудование для дезинфекции сооружений основано на использовании хлорсодержащих реагентов, которые не в полной мере соответствуют требованиям действующих нормативных документов как по обеспечению безопасности производственных процессов применения и транспортировки жидкого хлора, так и по качеству дезинфекции в отношении вирусных загрязнений. Выявленные обстоятельства указывают, с одной стороны, на недостаточную эффективность применяемых методов дезинфекции, а с другой стороны - на необходимость учитывать процессы, происходящие в водораспределительной сети, где в связи с падением концентрации остаточного хлора и развитыми коррозионными процессами возможен вторичный рост, например числа сульфитредуцирующих клостридий и других микроорганизмов.

Замена жидкого хлора на гипохлорит натрия (привозной концентрированный или полученный на месте путем электролиза поваренной соли) решит только проблему безопасности при транспортировке, хранении и применении хлора, но не решит проблему устранения вирусов и споровых бактерий. В связи с этим требуется разработка и применение иных методов дезинфекции и новых нетрадиционных дезинфектантов для обозначенных

целей.

Одним из перспективных дезинфектантов является электрохимически активированный раствор (ЭХАР) анолита, который получается в результате униполярной электрохимической обработки слабоминерализованного водного раствора хлорида натрия (NaCl) в анодных камерах диафрагменных проточных электрохимических модульных элементов (ПЭМ), используемых в аппаратах «СТЭЛ». ЭХАР анолита широко применяется в медицине для дезинфекции и стерилизации, при обеззараживании воды плавательных бассейнов. Многими исследователями отмечена его высокая эффективность при воздействии на бактерии, вирусы и споры.

В результате изучения литературы выявлено также, что наиболее перспективным методом дезинфекции сооружений ВКХ при аварийных ремонтных и регламентных работах может быть аэрозольный метод. Однако основные хлорсодержащие дезинфектанты такие как водные растворы хлора, гипохлорита, хлораминов и др. не разрешены для применения в аэрозольной форме вследствие их высокой токсичности и опасности для живых организмов и окружающей среды.

Достаточно безопасным и относительно недорогим в реализации решением проблемы дезинфекции водопроводных сооружений является разработка специальной аэрозольной технологии на основе нового дезинфектанта, электрохимически активированного раствора анолита. Такая технология позволит безопасно и эффективно выполнять дезинфекцию водопроводных сооружений. На основании сделанных выводов были сформулированы цели и задачи исследований.

Вторая глава диссертации посвящена исследованию свойств ЭХА-растворов и технологии их получения применительно к аэрозольной дезинфекции.

В работе отмечается, что электрохимически активированные растворы экологически безопасны и имеют продолжительность жизни, необходимую для осуществления процедуры обеззараживания. После использования они

самопроизвольно деградирует без образования токсичных соединений – ксенобиотиков, и поэтому не требуется их нейтрализации перед сливом в канализацию. ЭХА-растворы анолита уничтожают возбудителей как бактериальной и вирусной, так и грибковой этиологии и по своей эффективности значительно превосходят такие известные дезинфектанты, как хлорамин, гипохлорит натрия и др. Поэтому ЭХАР рекомендуется применять для дезинфекции водопроводных сооружений.

Биоцидные свойства дезинфицирующих растворов зависят от оборудования, на котором они производятся, поэтому в работе проведено сравнение как технических характеристик установок для производства дезинфицирующих растворов, так и их биоцидных свойств. Для производства ЭХА-растворов рекомендуется применять аппараты СТЭЛ (рис.1), на базе которых для сооружений водопроводно-канализационного хозяйства были разработаны и исследованы автоматизированные комплексы ЭКОТЕСТ.

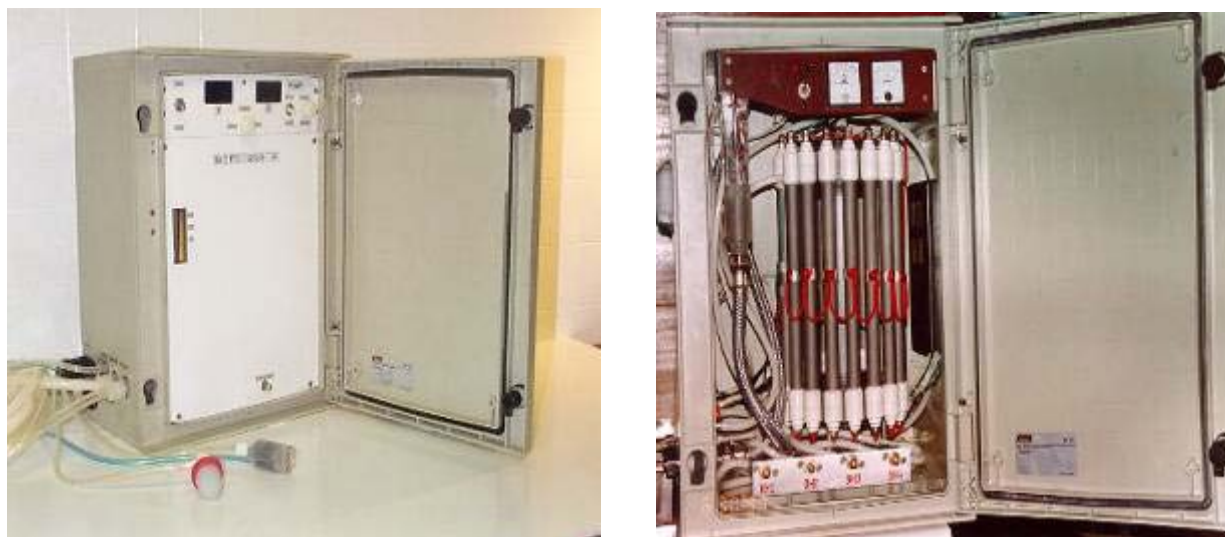


Рис. 1 Модуль СТЭЛ для производства ЭХА-растворов.

По результатам проведенных исследований в работе приведены основные параметры ЭХА-растворов анолита различной минерализации, получаемых на установках СТЭЛ различных модификаций, рекомендуемых для аэрозольной дезинфекции объектов водопроводно-канализационного хозяйства.

Важным качеством ЭХАР анолита является описанное В. М. Бахиром и другими авторами самопроизвольное изменение во времени свойств анолита и переход раствора из активированного состояния в состояние термодинамического равновесия. Изучение этого вопроса необходимо для разработки методических указаний по срокам хранения и использования раствора анолита, учета снижения его активности при разбавлении.

Автором под руководством доцента кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика» ПГУПС, Ю.М.Симонова, проведены исследования по изучению самопроизвольного изменения во времени (релаксации) ОВП и концентрации активного хлора ЭХАР анолита, полученного на водопроводной воде. Аналогичные исследования по оценке бактерицидных свойств анолита проводились совместно с М.М. Хямяляйненем на невиской воде.

По экспериментальным данным, для хранения анолита в закрытой емкости, получены расчетные зависимости снижения концентрации активного хлора в ЭХА-растворе анолита, учитывающие фактор времени.

В последнее время на пути совершенствования свойств анолита АНК в Академии Медико-Технических Наук РФ были проведены исследования для еще большего повышения антимикробной активности анолита при одновременном снижении коррозионной способности, уменьшение содержания балластных веществ (хлорида натрия), уменьшение запаха хлоркислородных соединений от слабого до исчезающе слабого, увеличении времени хранения анолита АНК без потери свойств. С учетом этого в работе было проведено исследование свойств и возможность применения электрохимически активированных растворов анолитов различной минерализации (солевых и низкоминерализованных), получаемых на установках СТЭЛ, для аэрозольной дезинфекции объектов водопроводно-канализационного хозяйства.

На рис. 2 представлены результаты изучения снижения концентрации активного хлора во времени при различных площадях зеркала для ЭХА-растворов анолитов при разной степени минерализации раствора.

Сопоставление результатов исследования анолитов различной минерализации показывает преимущество низкоминерализованных растворов.

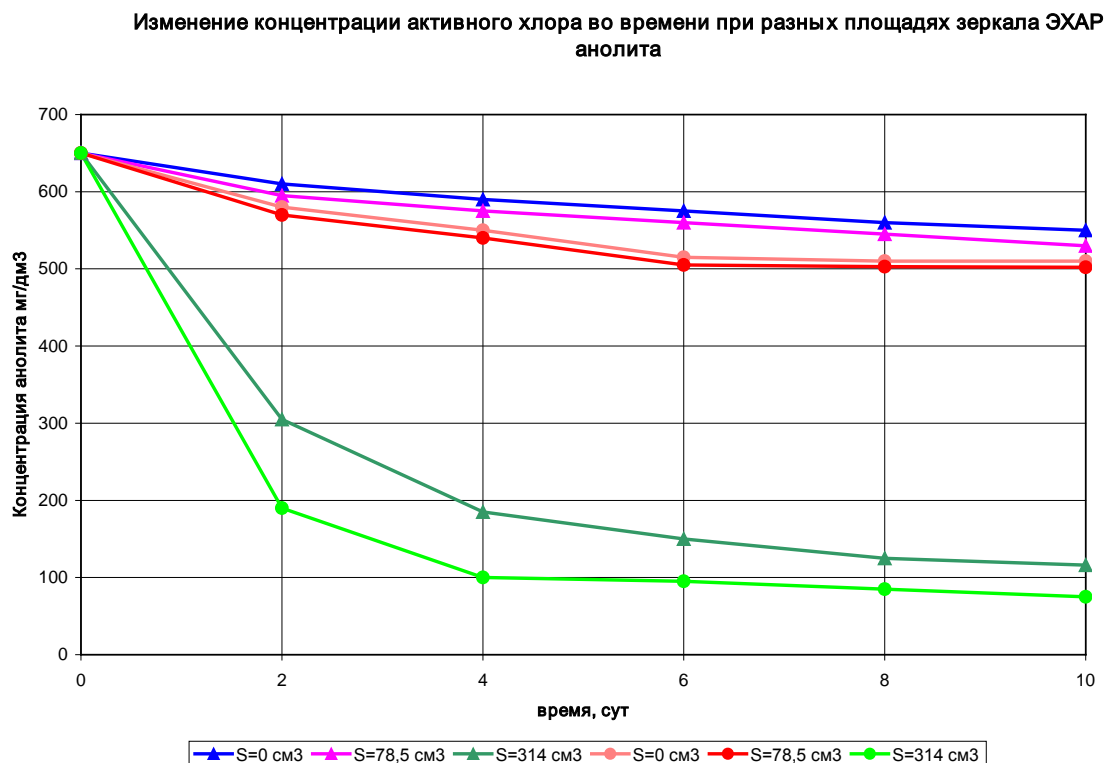


Рис. 2 Изменение концентрации активного хлора во времени при различных площадях зеркала ЭХА-растворов различной минерализации.

В третьей главе приведены исследования биоцидной способности аэрозолей ЭХА-растворов анолита применительно к дезинфекции водопроводных сооружений.

Обработка трубопроводов и водопроводных сооружений дезинфицирующими средствами - доминирующий метод, с помощью которого проводятся работы по дезинфекции водопроводных сетей и сооружений при аварийных, ремонтных и регламентных работах.

Исходя как из экономических обоснований, так и из требований по охране окружающей среды, любую обработку желательно производить, расходуя, как можно наименьшее количество дезинфектантов, сохраняя при этом эффективность их действия. Наиболее *перспективный* метод - дробление жидкости до состояния аэрозолей и распределение мелких частиц над заражённой площадью. Эти мелкие частицы могут оставаться во взвешенном

состоянии несколько часов, и распределяться более равномерно, сохраняя продолжительное время свою эффективность. Аэрозоли могут быть получены как термическим, так и механическим путём. Данная работа ограничена исследованием механически получаемых аэрозолей, которые имеют массовый срединный диаметр (МСД) - от 50 микрон и менее.

В главе представлены результаты изучения механизма биоцидного действия ЭХА-растворов анолита в отношении воздушной среды и поверхностей. В лабораторных и производственных условиях были определены оптимальные параметры ЭХА-растворов для аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений. Для дезинфекции водопроводных сооружений, был принят к исследованию нейтральный Анолит ($\text{pH}=6-7,5$; $C_{a.x}= 50-500$ мг/л) вырабатываемый на установках СТЕЛ и распыляемый в виде аэрозоля с дисперсностью от 5 до 100 мкм и дозы 200-300 мл/м² генераторами аэрозоля МАГ-1, МАГ-2, МАГ-3 и др.

Химические и бактериологические анализы выполнялись автором на анализаторе ЛИК в лаборатории кафедры «ВВиГ» ПГУПСа, в городском лабораторном центре Госсанэпиднадзора и аккредитованном испытательном лабораторном центре ДорЦГСЭН, испытательном лабораторном центре ФГУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена Росздрава».

Результаты исследований показали, что данный метод дезинфекции безопасен по экологическим и токсикологическим показателям, прост в эргономическом отношении, позволяет отказаться от использования дорогостоящих и небезопасных альтернативных препаратов, или существенно сократить объем их применения.

После аэрозольной обработки ЭХА-раствором анолита так называемый эффект “мокрых стен” отсутствует. Это связано с тем, что анолит, осевший на поверхностях, в щелях и зазорах, практически не оставляет после себя кристаллов соли и иных соединений, являющихся обычно центрами конденсации влаги.

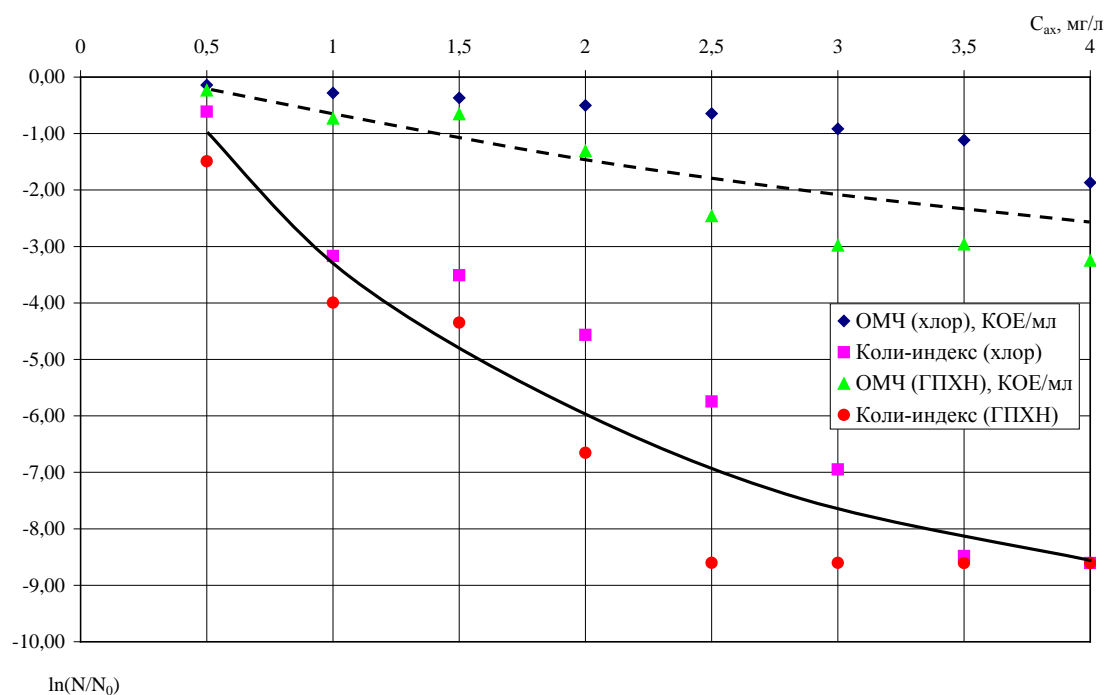


Рис. 3 Зависимость эффекта обеззараживания поверхности от концентрации активного хлора в растворах анолита при различных значениях его pH.

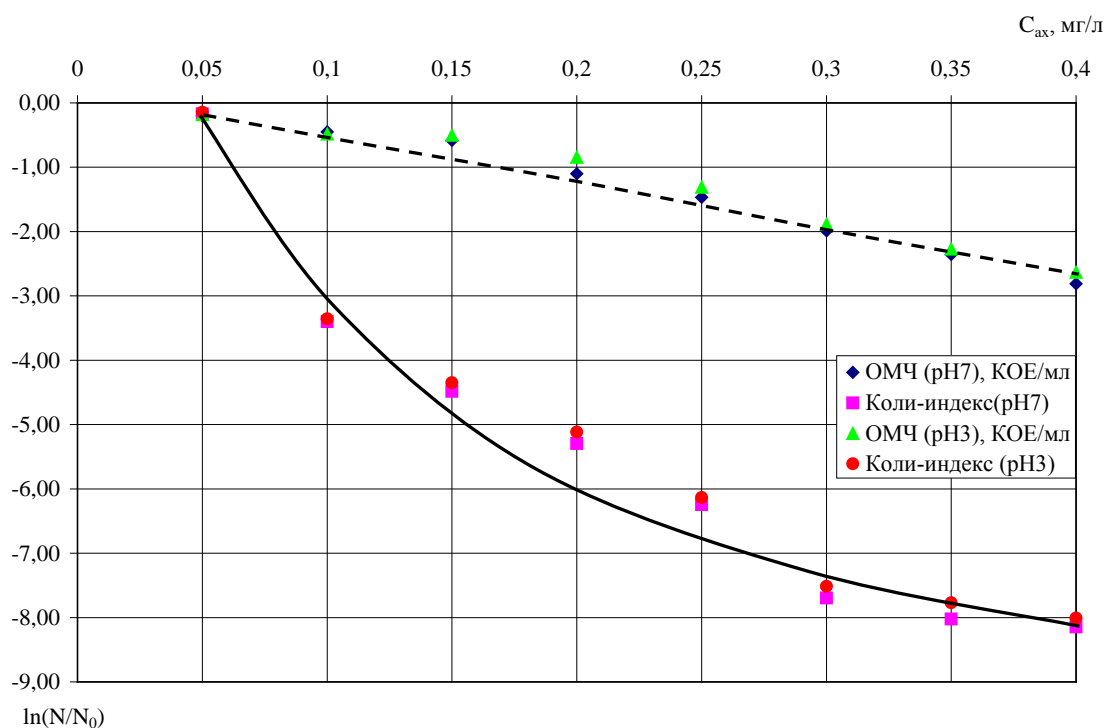


Рис. 4 Зависимость эффекта обеззараживания поверхности от концентрации активного хлора в хлорной воде и в растворе ГПХН.

В работе было также проведено сравнение микробиологических показателей аэрозольной дезинфекции различными дезинфицирующими средствами (рис. 3, 4), которое показало высокую обеззараживающую способность анолита по сравнению с гипохлоритом натрия и хлором. При одинаковых значениях концентрации активного хлора эффект обеззараживания при использовании растворов анолита в 8 – 10 раз выше.

Следует подчеркнуть, что анолит в концентрациях до 0,5 г/л нетоксичен и относится к IV классу малоопасных веществ, анолит после дезинфекции не требует смыва водой, а хлор и гипохлорит относятся ко II классу опасных веществ и аэрозольная дезинфекция ими не разрешается из-за их высокой токсичности, опасности для людей и окружающей среды.

В четвертой главе рассматриваются технология аэрозольной дезинфекции сооружений водопровода ЭХА-растворами, разработанная на основе выполненных исследований.

В работе отмечается, что применяемые методы дезинфекции водопроводных сооружений с использованием жидкого хлора, хлорной извести и гипохлорита недостаточно эффективны. При дезинфекции сооружений ВКХ необходимо учитывать процессы, происходящие в водораспределительной сети, где в связи с падением концентрации остаточного хлора и развитыми коррозионными процессами возможен вторичный рост числа сульфит - редуцирующих клостридий.

Для дезинфекции водопроводных сооружений предлагается использовать *аэрозольный метод*, эффективность которого достигается за счет того, что аэрозоль, обладая большой проникающей способностью, обеззараживает не только поверхности, но и воздух в сооружении. В этом случае при использовании в качестве аэрозоля современных экологически безопасных ЭХА-растворов во всем объеме обрабатываемого помещения практически исключается возникновение у возбудителей устойчивости к применяемому дезинфектанту.

Главным физическим параметром при дезинфекции является массовый срединный диаметр аэрозоля. Установлено, что для эффективного применения аэрозолей при дезинфекции водопроводных сооружений должна использоваться ультрадиспергирующая техника, дробящая дезинфектант до частиц, массовый срединный диаметр которых составляет 50 микрон и менее.

Для дробления дезинфектанта до частиц размером 50 и менее микрон возможно использование механических, пневматических и центробежных распылителей. В лабораторных и производственных условиях исследовались различные виды ультрадиспергирующей техники с целью выработки рекомендаций конструкции распылителей для обработки емкостных и линейных сооружений водопровода.

Проведенные исследования показали, что при аэрозольной дезинфекции линейных объектов (трубопроводы, каналы, коллекторы) предпочтительно применение форсунок, а при дезинфекции емкостных сооружений (РЧВ, баки водопроводных башен, фильтры и т.п.) – применение центробежных дисковых распылителей. На рис. 5-7 представлены виды рекомендуемых форсунок.

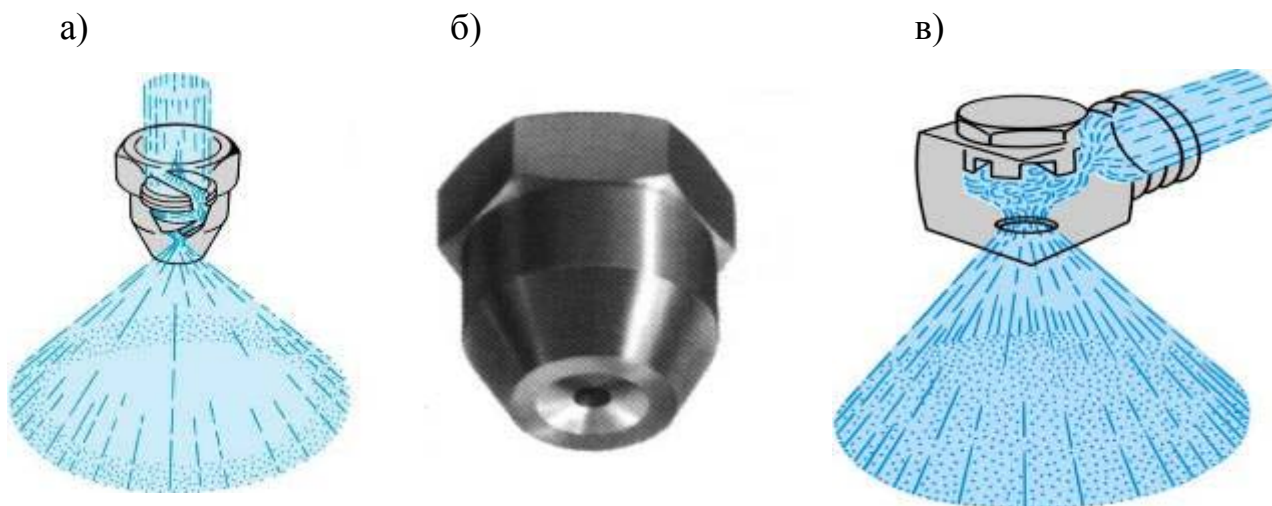


Рис. 5. Концевые форсунки со спиралевидным потоком для дезинфекции емкостных сооружений: а – с фигурным соплом, б – общий вид; в – с круглым соплом

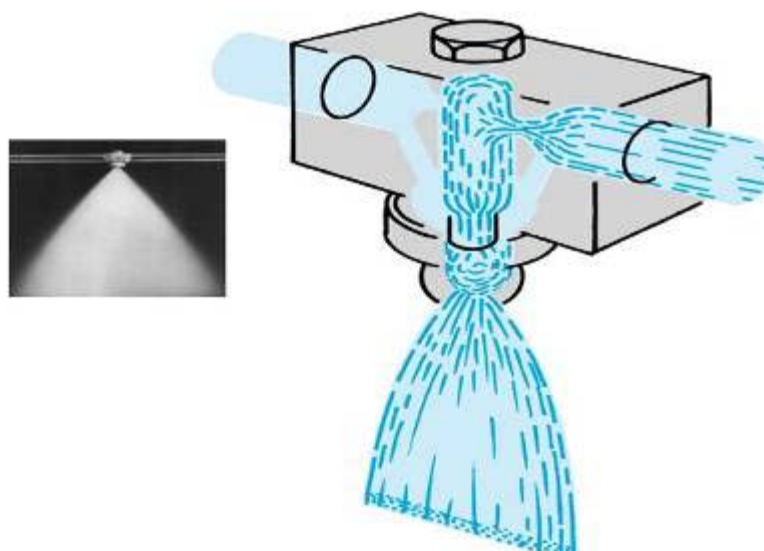


Рис. 6. Промежуточная пневмогидравлическая форсунка для дезинфекции емкостных сооружений.



Рис. 7. Блок форсунок для дезинфекции баков водонапорных башен

На основе проведенных исследований разработан типоряд оборудования для проведения работ по аэрозольной дезинфекции как емкостных, так и линейных сооружений. На рис.8 представлены типы аэрозольных генераторов, рекомендуемых для аэрозольной дезинфекции объектов различного назначения. В таблице 1 представлены их технические характеристики и области применения.

Рис.8. Общий вид аэрозольных генераторов.

Типы аэрозольных генераторов МАГ для получения аэрозоля анолита

Таблица 1

Наименование параметра	МАГ-1 ТУ-5156-024.1- 54368736-05	МАГ-2 ТУ-5156-024.2- 54368736-05	МАГ-3 ТУ-5156-024.3- 54368736-05
Тип преобразователя Насос	Специальный, Мембранный	Центробежный	Гидропневматический
Рабочее давление, МПа	1,0-24,5	0,5	0,4
Максимальный расход анолита, л/мин	7,0	3,0	3,0
Высота всасывания, м	4,0	2,0	---
Дисперсность аэрозоля, мкм	20-100	5-50	20-150
Мощность, кВт	2,2	1,2	---
Частота вращения, об/мин	1400	20000	---
Объекты аэрозольной дезинфекции	Линейные объекты: Трубопроводы, Воздухопроводы, Скважины, Продуктопроводы, Системы кондиционирования и вентиляции, мусоропроводы и т.п.	Помещения. Резервуары чистой воды, водонапорные башни, цистерны, емкости, трюмы, Склады, емкости и баки для мусора и отходов, туалеты и сан.-тех. оборудование и т.п.	Объекты, не обеспеченные электроэнергией: Рефрижераторы, Автотранспорт, Вагоны и т.п.

Для различных объектов системы ВКХ разработаны технологии и режимы дезинфекции аэрозолями анолита.

Автором разработана система стационарной **аэрозольной дезинфекции РЧВ** и комплекс оборудования для ее осуществления.

Система аэрозольной дезинфекции монтируется, как на вновь сооружаемых РЧВ так и на действующих и реконструируемых. Она состоит из двух магистралей для воздуха и дезинфектанта (анолит) монтируется под потолком РЧВ, к ним подключены пневмогидравлические распылители с форсунками, количество форсунок и схема их размещения определяются

расчетом в зависимости от размера РЧВ.

Работы по дезинфекции производятся дистанционно, персонал при проведении работ не контактирует с дезинфектантом.

Электрохимически активированные анолиты имеют достаточный период жизни, необходимый для осуществления процедуры обеззараживания. После использования они самопроизвольно релаксируют без образования токсичных соединений-ксенобиотиков, поэтому не требуется последующая нейтрализация, и сооружения могут быть возвращены в производственный цикл через 2-3-часа после обработки.

На рис.9 показана схема дезинфекции РЧВ с размещением специально разработанных распылителей ПГА, конструкция которых представлена на рис.10.

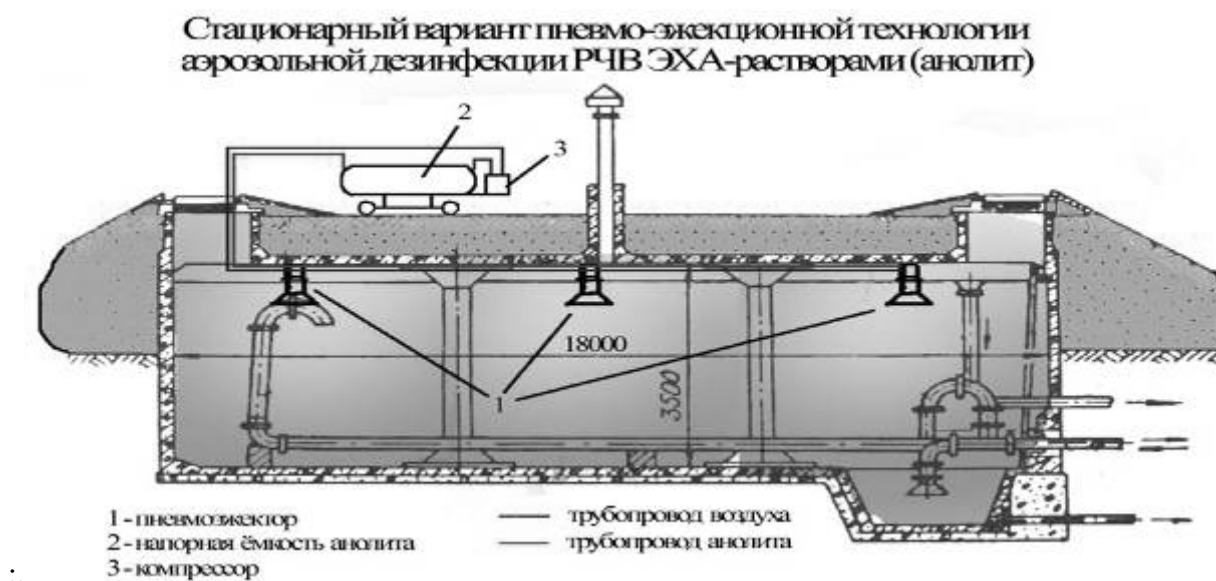


Рис.9. Схема дезинфекции РЧВ с размещением распылителей ПГА.

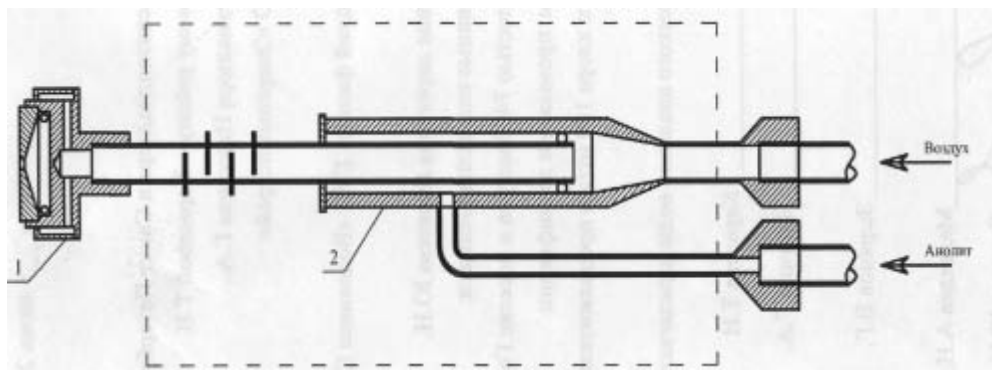


Рис.10. Пневмогидравлический аэрозольный распылитель ПГА:
1-форсунка, 2-смеситель.

Также в работе представлена разработанная в рамках исследования **технология аэрозольной дезинфекции ЭХА-растворами трубопроводов.** Дезинфекция участка водопроводной сети (рис.11) производится путем заполнения, через устройство ввода, аэрозолем анолита (pH - 6-6,5 C_{ax} - 300-500мг/л.). Введение аэрозоля продолжают до тех пор, пока из выпуска на конце обрабатываемого участка не пойдет аэрозольный туман, и используется весь необходимый по расчету объем анолита для данного диаметра и протяженности участка трубопровода.



Рис.11 Схема аэрозольной дезинфекции анолитом трубопроводов с применением установки МАГ-1: 1-емкость с анолитом; 2- установка безвоздушного распыления МАГ-1; 3- выпуск воздуха; 4- трубопровод; 5-устройство ввода аэрозоля в трубопровод.

Технология позволяет эффективно, экономично, безопасно для человека и окружающей среды производить дезинфекцию трубопроводов диаметром от 300 до 1400 мм с длиной обрабатываемого участка трубопровода до 500 метров с одной точки ввода.

Применяемое оборудование позволяет быстро создать требуемую концентрацию препарата во всем объеме сооружения, при этом происходит обработка, как поверхностей, так и воздуха. Такое воздействие препарата исключает возникновение устойчивой микрофлоры.

Режимы аэрозольной дезинфекции, а также техническое обслуживание генераторов и их модификаций, отличающихся выработкой аэрозолей анолита с различным содержанием активного хлора, дисперсностью и производительностью, следует осуществлять в соответствии с разработанной инструкцией по их применению, и паспортом соответствующей установки .

Технико-экономическое сравнение применения аэрозоля анолита и раствора гипохлорита для дезинфекции водопроводных сооружений показывает, что аэрозольная обработка значительно безопаснее, с экологической точки зрения предпочтительней и более экономична:

В заключительной части четвертой главы представлено технико-экономическое сравнение методов дезинфекции сооружений и технологических трубопроводов, которое показало, что метод аэрозольной дезинфекции более чем в пятьсот раз экономичнее, чем дезинфекция с использованием гипохлорита натрия. Обработка сооружений при аэрозольном методе производится дистанционно, персонал и производители работ не контактируют с дезинфектантом, а сроки работ при аэрозольной дезинфекции значительно сокращаются.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Доказана возможность и изучены условия применения нового метода объемной дезинфекции водопроводных сооружений аэрозолями анолита, обоснован выбор показателей pH, ОВП и концентрации активного хлора для оценки обеззараживающей способности аэрозоля ЭХА раствора анолита.

2. Исследованы параметры биоцидных процессов аэрозольной дезинфекции с применением анолита при различных pH, ОВП и дисперсности аэрозоля анолита позволяющих оптимизировать данные процессы. Установлено, что наиболее целесообразно использовать анолит с pH 6,5-7, ОВП = 800-1200 дисперсностью от 20 до 100 мкм.

3. Экспериментально исследована и доказана в лабораторных и производственных условиях высокая эффективность воздействия аэрозоля анолита на все группы микроорганизмов, вирусы, и споры. Доказана экономическая и экологическая эффективность применения анолита по сравнению с гипохлоритом натрия. Установлено, что необходимая требуемая доза анолита по активному хлору в 8-10 раз меньше чем доза гипохлорита натрия при одинаковом бактерицидном эффекте.

4. На основании экспериментальных исследований предложены расчетные уравнения для определения концентрации активного хлора в анолите в зависимости от времени его хранения в закрытой емкости. Подтверждены имперические коэффициенты для математической модели процесса изменения ОВП, позволяющие использовать это уравнение в технологических расчетах биоцидной активности ЭХА раствора анолита в условиях синтеза анолита на водопроводной воде.

5. На основании проведенных исследований разработаны не имеющие аналогов, изготовлены и сертифицированы аэрозольные генераторы МАГ, позволяющие быстро создать требуемую концентрацию препарата во всем объеме сооружения, при этом происходит обработка, как поверхностей, так и воздуха. Установлено, что дезинфектант после обработки быстро разлагается и

обработанные сооружения могут быть возвращены в производственный цикл через 2-3 часа после обработки.

6. Разработана и внедрена в практику, не имеющая аналогов технология аэрозольной дезинфекции. Разработаны методические указания по применению аэрозоля ЭХАР анолита для дезинфекции трубопроводов и емкостных сооружений на водопроводных сетях и сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

7. По результатам экспериментальных исследований, полученным и представленным в диссертации, разработаны и согласованы Госсанэпиднадзором:

- Инструкция №24 по применению аэрозоля анолита, вырабатываемого аэрозольными генераторами МАГ (ТУ 5156-024-54368736-05)

- Свидетельство №77.99.28.2.У.52225.05 от 17.05.05 г. о государственной регистрации и внесении в государственный реестр аэрозоля анолита, вырабатываемого аэрозольными генераторами МАГ (ТУ 5156-024-54368736-05)

8. Разработана, изготовлена и применяется мобильная установка на базе автомобиля «Газель» для проведения аэрозольной дезинфекции при выполнении аварийных, ремонтно-восстановительных и регламентных работ на водопроводных сетях и емкостных сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Испытания показали высокую эффективность, надежность, экономичность и экологичность по сравнению с традиционными технологиями.

9. Разработанный автором проект системы аэрозольной дезинфекции РЧВ включен Ленгипроинжпроектом в состав проектов реконструкции резервуаров чистой воды №1, №2, №3 и №6, емкостью 26 тыс. м³ каждый на Южной водопроводной станции ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

10. На РЧВ №6 в 2008 году смонтирована система аэрозольной дезинфекции, в 2009 году произведена плановая объемная аэрозольная дезинфекция резервуара. Экономический эффект составляет около трехсот тысяч рублей по сравнению с традиционным способом дезинфекции.

Основные результаты исследований опубликованы в следующих работах:

1. Амеличкин С.Г., Иванов В.Г., Дикаревский В.С. Обеззараживание питьевых и сточных вод продуктами электрохимической активизации. // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». – Москва- 2000 №10.-3с

(из списка ВАК)

2. Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Амеличкин С.Г., Яковлев Ю.Н. Обеззараживание питьевых и сточных вод - залог оздоровления нации, повышения репродуктивности и долголетия. //Журнал «Academia». Архитектура и строительство.- М.-РААСН- №3, 2002 – 4с. **(из списка ВАК)**

3. Амеличкин С.Г., Иванов В.Г., Дикаревский В.С. Обзор применения методов обеззараживания воды (достоинства и недостатки). // Журнал «Academia». Архитектура и строительство - М.-РААСН- №1, 2006 -6с. **(из списка ВАК)**

4. Амеличкин С.Г., Иванов В.Г., Бегунов П.П., Симонов Ю.М. Разработка технологии обеззараживания сточных вод на станции Семрино Октябрьской железной дороги с использованием активированных растворов, получаемых на установке ЭКОТЕСТ. - Санкт-Петербург, 1997. - 30с.

5. Амеличкин С.Г., Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Медведев А.Н. и др. Дезинфекция водопроводных сооружений электрохимически активированными растворами // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». – Москва- 2004 №8.-4с **(из списка ВАК)**

6. Иванов В. Г., Дикаревский В. С., Амеличкин С. Г., Яковлев Ю. Н., Медведев А.Н., Хямяляйнен М. М. Применение электрохимической активации для обеззараживания воды и сооружений водоснабжения и водоотведения. // Системы водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов в начале XXI века. Материалы академических чтений, проведенных в ПГУПС 10 и 11 апреля 2001 года – Санкт-Петербург, ПГУПС, 2001. - с. 4

7. Дикаревский В.С., Иванов В.Г., Амеличкин С.Г. Электрохимическая активация как перспективный метод обеззараживания воды и емкостных сооружений. Материалы Международного научно-технического семинара по

случаю трехсотлетия Санкт-Петербурга "Современные технологии водоочистки в борьбе за окружающую среду", Санкт-Петербург, 2003 г.

8. Иванов В.Г., Амеличкин С.Г., Хямяляйнен М.М. Применение ЭХА-растворов для обеззараживания воды. // Материалы 60-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов СПбГАСУ. – СПб.: СПбГАСУ, 2003. - с. 25 – 26.

9. Амеличкин С. Г., Иванов В. Г., Хямяляйнен М. М. Исследование релаксации свойств электрохимически активированных растворов. // Доклады 61-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов. Ч.1. – Санкт-Петербург, СПбГАСУ, 2004. - с. 20-22.

10. Амеличкин С. Г., Иванов В. Г., Дикаревский В. С., Бегунов П. П., Хямяляйнен М. М. Обеззараживание воды ЭХА растворами. // Новые исследования в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов. Материалы академических чтений, проведенных в ПГУПСе 17-18 марта 2004 года – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2004. - с. 7-9.

11. Амеличкин С.Г., Иванов В.Г., Медведев А.Н. Опыт применения анолитов для обеззараживания воды и аэрозольной дезинфекции водопроводных сооружений Санкт-Петербурга./ Материалы 6-го международного конгресса ЭКВАТЭК-2004 1-4 июня «Вода: Экология и технология» - ч.І. – Москва, 2004. - с.517-518.

12. Патент №2258116 «Способ дезинфекции водопроводных сетей и сооружений» Патентообладатели / авторы Амеличкин С.Г., Медведев А.Н. и др. – 2005.

13. Амеличкин С.Г., Иванов В.Г., Медведев А.Н. Аэрозольная дезинфекция водопроводных сетей и емкостных сооружений в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»./ Материалы 7-го международного конгресса ЭКВАТЭК-2006 29мая -1июня «Вода: Экология и технология» - ч.2. – Москва, 2006. - с.318-320.

14. Амеличкин С.Г., Яковлев Ю.Н., Медведев А.Н. Применение в ГУП "ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА" аэрозолей анолита, вырабатываемых

аэрозольными генераторами "МАГ". Материалы 7-ого международного конгресса ЭКВАТЭК-2006 29мая -1июня «Вода: Экология и технология» - ч.2. – Москва, 2006.- с. 552.

15. Амеличкин С.Г. Аэрозольная технология дезинфекции водопроводных сооружений ЭХА растворами // Материалы третьих академических чтений, проведенных в ПГУПСе 11 и 12 апреля 2006 года "Новые исследования в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов". - СПб: РААСН, 2006. - с.24-28.

16. Дикаревский В.С., Иванов В.Г. Амеличкин С.Г., Твардовская Н.В. "Обеззараживание и дезинфекция с применением электрохимически активированного раствора анолита в системах ВКХ" // Журнал "Вода MAGAZINE". - №5. - 2008. - с. 56-63.

17. Дикаревский В.С., Иванов В.Г. Амеличкин С.Г., Медведев А.Н. "Новая технология объемной дезинфекции и дезодорации аэрозолями ЭХА растворами" // Вестник отделения строительных наук РААСН. - Москва-Орел: РААСН, 2009. - т.2 - Вып.12. - с. 170-172.