

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.082.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 09 сентября 2021 г., № 14/2021

О присуждении Саитову Станиславу Радиковичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности технологии баромембранного обессоливания воды на тепловых электрических станциях» по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» принята к защите 03 июня 2021 г. (протокол заседания № 10/2021) диссертационным советом Д 212.082.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, приказ №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Саитов Станислав Радикович, 6 января 1992 года рождения, в 2013 г. окончил очный бакалавриат ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению «Теплоэнергетика», в 2015 г. окончил очную магистратуру ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

В 2019 г. окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Диссертация выполнена на кафедре «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (текущее название кафедры – «Атомные и тепловые электрические станции»).

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Чичириков Андрей Александрович, заведующий кафедрой «Химия и водородная энергетика» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Официальные оппоненты:

1. **Веселовская Елена Вадимовна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника», ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск.

2. **Одоевцева Марина Вячеславовна**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Энергетики», филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Волжск (прежнее название кафедры – «Теплоэнергетика и теплотехника»).

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, в своем положительном заключении, подписанным Самаркиной Екатериной Владимировной, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Теплоэнергетика», и утвержденным кандидатом геолого-минералогических наук, доцентом, проректором по научной работе Кононовым Александром Матвеевичем **указала**, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой. Поставленные задачи в диссертационной работе раскрыты достаточно полно и последовательно, выводы и рекомендации

обоснованы экспериментальной частью. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение в развитии научной и практической деятельности. Автореферат полностью отражает содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Представленная к защите диссертация отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, в которой содержится решение задачи по повышению эффективности баромембранных водоподготовительных систем тепловых электрических станций и имеющая значение для перспективного развития соответствующей технологии, а её автор, Саитов Станислав Радикович, заслуживает присуждение степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Соискатель имеет 33 опубликованные работы по теме диссертации общим объемом 6,94 печатных листа и авторским вкладом 3,22 печатных листа; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных SCOPUS / Web Of Science – 4, объемом 1,5 печатных листа и авторским вкладом 0,54 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по специальности диссертации – 3, объемом 2,13 печатных листа и авторским вкладом 0,71 печатных листа; работ, опубликованных в материалах международных научных конференций – 22, общим объемом 3,31 печатных листа и авторским вкладом 1,97 печатных листа. По результатам исследований получены: 1 патент на изобретение, 1 патент на полезную модель, 2 свидетельства о регистрации программы ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Чичирова Н.Д. Анализ опыта внедрения баромембранных технологий на ТЭС РФ / Н.Д. Чичирова, А.А. Чичиров, С.Р. Саитов, А.Г. Филимонов, А.А. Гирфанов // **Труды Академэнерго**. – 2013. - №4 – С. 70-82.
2. Саитов С.Р. Баромембранные технологии в схеме водоподготовки Уфимской ТЭЦ-1 / С.Р. Саитов, Н.Д. Чичирова, А.А. Чичиров // **Вестник Казанского государственного энергетического университета**. – 2017. - №2(34). – С. 58-67.
3. Чичирова Н.Д. Моделирование и оптимизация схемы водоподготовки ТЭС с обратноосмотическими модулями / Н.Д. Чичирова, А.А. Чичиров, С.Р. Саитов // **Труды Академэнерго**. – 2016. - №2 – С. 60-72.
4. Chichirova N.D. Enhancing the Ecological and Operational Characteristics of Water Treatment Units at TPPs Based on Baromembrane Technologies / N.D. Chichirova, A.A. Chichirov, A.A. Filimonova, S.R. Saitov // **Thermal Engineering**. – 2017. - №12(64). – С. 920-930. DOI: 10.1134/S0040601517120023.
5. Chichirova N.D. Problems of reliability and economy work of thermal power plants water treatment based on baromembrane technologies / N.D. Chichirova, A.A. Chichirov, S.R. Saitov // **Journal of Physics: Conf. Series** 891 (2017) 012276. DOI :10.1088/1742-6596/891/1/012276.
6. Chichirova N.D. Atomic force microscopy and IR spectrometry application in detecting the type and nature of contaminants on reverse osmosis membrane elements / N.D. Chichirova, A.A. Chichirov, S.R. Saitov // **Earth and Environ. Sci.** 288 (2019) 012007. DOI:10.1088/1755-1315/288/1/012007.
7. Saitov S.R. Investigation of the composition and causes of membrane fouling of reverse osmosis / S.R. Saitov, N.D. Chichirova // **E3S Web of Conf.** 216 (2020) 01072. DOI: 10.1051/e3sconf/202021601072.
8. Водоподготовительная установка тепловой электростанции / А.А. Чичиров, Н.Д. Чичирова, А.А. Гирфанов, А.Г. Филимонов, С.Р. Саитов // пат. №2551499 Рос. Федерация. №2014103424; заявл. 31.01.2014; опубл. 27.05.2015. Бюл.№15. 9 с.

9. Водоподготовительная установка тепловой электроцентрали / А.А. Чичиров, Н.Д. Чичирова, А.А. Гирфанов, А.Г. Филимонов, С.Р. Саитов // пат. №144905 Рос. Федерация. №2013158691; заявл. 27.12.2013; опубл. 27.09.2014. Бюл.№27. 2 с.

10. Программа расчета физико-химических процессов в схемах водоподготовки ТЭС с обратноосмотическими модулями / С.Р. Саитов, Н.Д. Чичирова, А.А. Чичиров // Программа для ЭВМ номер регистрации №2016615906 Рос. Федерация. Заявка: №2016611869 от 09.03.2016. Дата публикации 20.07.2016.

11. Программа расчета состава исходной воды, пермеата и концентрата установки обратного осмоса / С.Р. Саитов, Н.Д. Чичирова, А.А. Чичиров // Программа для ЭВМ номер регистрации №2018611499 Рос. Федерация. Заявка: №2017662788 от 08.12.2017. Дата публикации 02.02.2018.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Из них положительно – 10. С замечаниями – 8. Отзывы прислали:

1. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроэнергетика и электротехника» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» Бекиров Эскандер Алимович. Замечание: из текста автореферата не ясно, как происходит оптимизация технологических режимов баромембранных водоподготовительных установок в разработанной компьютерной программе.

2. Доктор технических наук, профессор, директор ООО «AQUAPRO» Джалилов Мардан Фарадж оглы; кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство инженерных систем и сооружений» Азербайджанского Архитектурно-Строительного Университета Фейзиева Гюльнар Гасан кызы. Замечание: на некоторых рисунках (например, 3, 4) сложно разобрать изображение из-за нечеткой их печати.

3. Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории распределенной генерации Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенный институт высоких температур Российской

академии наук» Директор Леонид Бенцианович. Замечания: 1) Не ясно, откуда получены значения ограничений удельной электропроводности (20) в системе уравнений математической модели. 2) Желательно пояснить п. 5. Заключение «...аналитическое решение системы нелинейных уравнений...». 3) Автор слишком часто использует в тексте автореферата многочисленные аббревиатуры, в т.ч. без пояснений, что затрудняет восприятие материала. 4) Имеется ряд замечаний по тексту автореферата: знаки препинания, сокращения окончаний (*i*-ой) вместо (*i*-й). 5) Рис. 3, 4 – малоинформативны.

4. Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теплогасоснабжение и вентиляция имени В.И. Шарапова» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Замалеев Мансур Масхутович; доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Тепловая и топливная энергетика» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Ковальногов Владислав Николаевич; кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция имени В.И. Шарапова» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Пазушкина Ольга Владимировна. Замечания: 1) На с. 8 автореферата в качестве элемента математической модели указывается идеализированный мембранный модуль. Каково влияние этой идеализации на дальнейший расчет схем водоподготовительных установок сложной конфигурации? 2) Из автореферата не ясно, как были определены компоненты неорганических загрязнений на мембранах в процентном соотношении (с. 8-9).

5. Кандидат технических наук, доцент, зам. заведующего кафедрой «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Зиганшина Светлана Камиловна. Замечания: 1) В автореферате диссертации не указаны значения давления воды, подаваемой на обратноосмотические модули УПСВ котельной «Ашальчи» и на блочную трехступенчатую обратноосмотическую установку Уфимской ТЭЦ-1, и не приведены значения коэффициента преобразования (конверсии) данных

обратноосмотических установок при разных нагрузках их работы.

2) На стр. 13, 15 автореферата отмечается, что разработанный универсальный способ ведения ВХР баромембранных ВПУ позволяет продлить срок службы мембранных модулей, упростить и удешевить реагентное обеспечение ВПУ ТЭС. На сколько продляется срок службы мембранных модулей и какова экономическая целесообразность разработанного способа ведения ВХР баромембранной ВПУ?

6. Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Теплоэнергетика и холодильные машины» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» Ильин Роман Альбертович. Замечание: Без замечаний.

7. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» Белорусского национального технического университета Карницкий Николай Борисович. Замечание: Без замечаний.

8. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» Любов Виктор Константинович; доктор технических наук, доцент, первый проректор по стратегическому развитию и науке ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» Марьяндышев Павел Андреевич. Замечания: 1) В автореферате не объясняется, по какой методике построена математическая модель. 2) Не указаны погрешности приборов и оборудования, которые применялись при физическом эксперименте.

9. Доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» Энгельсского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Печенегов Юрий Яковлевич; кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» Энгельсского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский

государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Черемухина Ирина Вячеславовна. Замечания: 1) Автор не приводит характеристики фильтрующего материала, используемого в рулонных модулях. Очевидно, что данные характеристики будут оказывать прямое влияние на конечные результаты процесса фильтрации растворов солей в воде. Как учитывалось данное обстоятельство в анализе автора? 2) Каковы границы применимости разработанной автором математической модели физико-химических процессов очистки воды в баромембранных устройствах? То есть, возникает вопрос об универсальности модели и возможности её использования при разных условиях работы тепловых электрических станций, растворенных в воде солей, скоростях фильтрации, конструктивных особенностях фильтрующих устройств и т.д.

10. Доктор технических наук, профессор, зам. заведующего кафедрой «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» Сеницын Николай Николаевич; доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» Шестаков Николай Николаевич. Замечание: из автореферата неясно, что означает « $V$ » в формуле (19) автореферата.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** математическая модель физико-химических процессов, протекающих на стадии предочистки и в баромембранных аппаратах при фильтрации воды из тангенциального потока, отличающаяся структурой базиса химической системы;

**разработан** оптимальный водно-химический режим группы баромембранных водоподготовительных установок для котлов среднего

давления на основе унифицированного коррекционно-отмывочного набора химических реагентов, позволяющий продлить срок службы мембранных модулей, упростить и удешевить реагентное обеспечение водоподготовительных установок ТЭС;

**доказано**, что предложенный водно-химический режим способен до 70% сократить издержки промышленного предприятия на реагентное обеспечение;

**разработана** методика определения физико-химического состава, структуры и характера распределения отложений в объеме рулонного фильтрующего элемента баромембранной установки;

**разработаны** математическая модель функционирования технологических схем водоподготовительных установок с баромембранными модулями, алгоритм и метод оптимизации режимов работы баромембранных модулей при номинальных и частичных нагрузках;

**разработана** прикладная компьютерная программа, позволяющая рассчитывать оптимальные технологические режимы баромембранных водоподготовительных установок, обеспечивающие существенный ресурсосберегающий эффект при сохранении качества обессоленной воды.

#### **Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано**, что отложения на поверхности и в порах мембран и связанные с ними низкая эффективность баромембранных модулей, частая замена фильтрующих элементов и перерасход реагентов на проведение химических отмывок обусловлены некорректным ведением водно-химического режима баромембранных водоподготовительных установок;

**доказано** путём термодинамического моделирования равновесных процессов, протекающих в коагулированной воде предочистки, что основные причины образования отложений на мембранах – проскок малорастворимых соединений и органических веществ со стадии предочистки.

**применительно к проблематике диссертации результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

**использован** комплекс методик определения состава, структуры и

характера распределения отложений на мембранах, включающий современные физико-химические методы анализа – сканирующую электронную и атомно-силовую микроскопии, инфракрасную и энергодисперсионную рентгенофлуоресцентную спектроскопии;

**изучен** состав и физико-химическая структура отложений и определена закономерность их распределения в объемно-пористой матрице рулонного фильтрующего элемента;

**раскрыт** механизм формирования слоёв органического и неорганического загрязнений на поверхности мембраны.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**создана** прикладная компьютерная программа расчета физико-химических процессов в схеме водоподготовки ТЭС с баромембранными модулями, рекомендованная для внедрения в состав АСУ Уфимской ТЭЦ-1;

**представлены** практические рекомендации по повышению эффективности работы баромембранных водоподготовительных установок тепловых электрических станций и котельных;

**разработан и внедрен** универсальный водно-химический режим группы баромембранных водоподготовительных установок котельных «Ашальчи» и «Ашальчи-2» на основе унифицированного коррекционно-отмывочного набора химических реагентов (имеется акт сдачи-приемки работ).

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты **получены** на сертифицированном и поверенном оборудовании;

**теория** исследования согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными работами отечественных и зарубежных авторов;

результаты численных исследований **получены** посредством применения апробированных методов математического моделирования химических равновесий в многокомпонентных средах;

**идея** разработанной математической модели **базируется** на современном представлении механизма мембранного разделения многокомпонентных сред;

**установлено** соответствие результатов расчета по разработанной математической модели с данными суточного контроля рабочих параметров водоподготовительной установки действующей станции.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии во всех этапах получения результатов, представленных в диссертации, включая получение исходных данных, проведение научных экспериментов, обработку и интерпретацию экспериментальных данных, анализ и сравнение теоретических и экспериментальных результатов исследования, моделирование химических и физико-химических равновесных процессов, протекающих в многокомпонентных водных средах, разработку универсального водно-химического режима и унифицированной коррекционно-отмывочной композиции, моделирование схем водоподготовки с баромембранными аппаратами различной конфигурации, разработку прикладной компьютерной программы, подготовку заявок на регистрацию результатов интеллектуальной деятельности, докладов, выступление на конференциях и написание статей.

Диссертационный совет рекомендует использовать результаты диссертационного исследования Саитова Станислава Радиковича в научно-исследовательских учреждениях и лабораториях, занимающихся контролем состояния теплоносителя, производственных и сточных вод на объектах энергетики и нефтехимии, в научно-образовательном процессе в профильных ВУЗах, на таких предприятиях, как ООО «Теплоэнергосервис», филиале ООО «Башкирская генерирующая компания» Уфимская ТЭЦ-1, филиалах АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-2 и Заинская ГРЭС.

Диссертация Саитова Станислава Радиковича «Повышение эффективности технологии баромембранного обессоливания воды на тепловых электрических станциях» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задачи повышения эффективности баромембранных водоподготовительных

систем тепловых электрических станций, имеющей значение для развития отрасли знаний, занимающейся проблемами тепловых электрических станциях.

На заседании 9 сентября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Саитову С.Р. ученую степень кандидата технических наук.

Заседание диссертационного совета проводилось очно и в удаленном интерактивном режиме, в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования России №458 от 07.06.2021 г.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек (из них присутствовало на заседании лично 14, в удаленном интерактивном режиме 3), из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0.

Председатель

диссертационного совета

Д 212.082.02

Чичирова Наталия Дмитриевна

Ученый секретарь

диссертационного совета

Д 212.082.02

Власов Сергей Михайлович

09.09.21



*Чичирова Н.Д.* *Власов С.М.*  
*Хайбрахманов*