

Протокол № 156  
заседания диссертационного совета Д 212.064.01,  
созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном  
учреждении высшего образования «Ивановский государственный  
энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ),

от 23 сентября 2022 года

при защите диссертации Козловой Марии Владимировны на тему  
«Повышение эффективности опреснительных установок гигроскопического типа»  
по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Присутствуют 17 членов диссертационного совета из 23:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Шуин Владимир Александрович (председатель)         | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 2. Ларин Борис Михайлович (зам. председателя)         | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 3. Ледуховский Григорий Васильевич (ученый секретарь) | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 4. Барочкин Евгений Витальевич                        | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 5. Бухмиров Вячеслав Викторович                       | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 6. Бушуев Евгений Николаевич                          | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 7. Голубев Александр Николаевич                       | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 8. Горбунов Владимир Александрович                    | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 9. Елин Николай Николаевич                            | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 10. Жуков Владимир Павлович                           | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 11. Очков Валерий Федорович                           | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 12. Сокольский Анатолий Иванович                      | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 13. Султангузин Ильдар Айдарович                      | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 14. Тверской Юрий Семенович                           | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 15. Тихонов Андрей Ильич                              | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 16. Шелгинский Александр Яковлевич                    | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 17. Шувалов Сергей Ильич                              | д-р техн. наук, 05.14.14 |

а также официальные оппоненты и сотрудники ИГЭУ.

Председатель совета профессор Шуин В.А. на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания. Списочный состав совета 23 человека. Присутствуют на заседании 17 членов совета из 23, в том числе докторов наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика» – 6.

Таким образом, Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите кандидатской диссертации Козловой Марии Владимировны на тему «Повышение эффективности опреснительных установок гигроскопического типа». Диссертация принята к защите решением диссертационного

совета от 25 июня 2022 г., протокол № 155-1.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Банников Александр Васильевич, заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика» Ивановского государственного энергетического университета

Официальные оппоненты:

– Горяев Андрей Борисович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»», заведующий кафедрой «Тепломассообменные процессы и установки»;

– Дмитриев Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», заведующий кафедрой «Теоретические основы теплотехники».

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет».

Ученый секретарь Ледуховский Г.В. кратко докладывает об основном содержании представленных документов (копии диплома о высшем образовании, документа о сданных кандидатских экзаменах, а также заключения организации, где выполнялась работа) и сообщает присутствующим, что все представленные документы соответствуют установленным требованиям.

Соискатель излагает основные положения диссертации и отвечает на вопросы членов совета: Шуина В.А., Ларина Б.М., Елина Н.Н., Бухмирова В.В., Очкова В.Ф., Жукова В.П., Султангузина И.А., Шелгинского А.Я.

Объявляется технический перерыв. После технического перерыва совет продолжает свою работу.

Выступает научный руководитель Банников Александр Васильевич.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа, оформленное в виде выписки из № 10 расширенного заседания кафедры «Промышленная теплоэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» от 18 мая 2022 г.

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет» (ИГХТУ). Диссертационная работа, а также отзыв ведущей организации рассмотрены на заседании кафедры «Технологические машины и оборудование», протокол № 2 от 29.08.2022 г.

Ученый секретарь извещает членов совета, что на автореферат диссертации поступило 7 отзывов:

1. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»;

2. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»;
3. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;
4. ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»;
5. ООО «Научно-исследовательский институт «ИКСЭЛ», Владимирская обл., Киржачский р-н, мкр Красный Октябрь»;
6. ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа;
7. ООО Научно-технический центр «Промышленная энергетика», г. Иваново.

Все отзывы положительные. С согласия членов совета Ученый секретарь делает обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации и в отзывах на автореферат.

Слово предоставляется официальному оппоненту Гаряеву Андрею Борисовичу. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Слово предоставляется официальному оппоненту Дмитриеву Андрею Владимировичу. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии участвуют члены совета: Горбунов В.А., Елин Н.Н., Султангузин И.А., Бухмиров В.В., Ледуховский Г.В.

После заключительного слова соискателя диссертационный совет переходит к тайному голосованию. Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Тихонов А.И, Шувалов С.И., Бушуев Е.Н.

После проведения тайного голосования председатель счетной комиссии совета Шувалов С.И. оглашает протокол счетной комиссии с результатами голосования:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 23 человек.

Присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика» – 6 докторов наук.

Выдано бюллетеней – 17. Осталось не выданных бюллетеней – 6. Оказалось в урне бюллетеней – 17.

Результаты голосования по вопросу о присуждении Козловой Марии Владимировне ученой степени кандидата технических наук подано голосов: «за» – 17, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 17, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Козлову М.В. с присуждением ей ученой степени кандидата технических наук.

Совет переходит к обсуждению проекта заключения. После обсуждения Совет открытым голосованием единогласно («за» – 17, «против» – нет) принимает следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.064.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования «Ивановский  
государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 23 сентября 2022 г. № 156

О присуждении **Козловой Марии Владимировне**, гражданке России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности опреснительных установок гигроскопического типа» по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика» принята к защите 25 июня 2022 г. (протокол заседания №155-1) диссертационным советом Д 212.064.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34, приказом № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Козлова Мария Владимировна, 23 июня 1996 года рождения.

В 2020 году соискатель окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по программе магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ».

В период с 28.10.2020 г. по 30.09.2021 г. была прикреплена для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика» по кафедре «Промышленная теплоэнергетика» федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

Соискатель с 2020 года по настоящее время работает в должности ассистента на кафедре «Промышленная теплоэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Промышленная теплоэнергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент Банников Александр Васильевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика».

### **Официальные оппоненты:**

- Гаряев Андрей Борисович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»», заведующий кафедрой «Тепломассообменные процессы и установки»;
- Дмитриев Андрей Владимирович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», заведующий кафедрой «Теоретические основы теплотехники»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет», г. Иваново, в своем положительном отзыве, подписанном Колобовым Михаилом Юрьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Технологические машины и оборудование» и Чагиным Олегом Вячеславовичем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Технологические машины и оборудование», утвержденном ректором, доктором технических наук Гординой Натальей Евгеньевной, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на совершенствование гигроскопических опреснителей, что имеет существенное значение для развития страны, соответствует требованиям, предъявляемым ВАК России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г. (в актуальной редакции), а ее автор Козлова Мария Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика». Ведущая организация отметила, что результаты работы могут быть рекомендованы для использования в проектных организациях, занимающихся проектированием опреснительных систем и систем очистки воды и их элементов; в организациях, занимающихся исследованием процессов опреснения; в вузах при подготовке специалистов теплоэнергетических профилей.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 работ объемом 3,88 печатных листов, авторский вклад – 1,32 печатных листа, из них из них 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus, 1 статья в рецензируемом научном журнале по списку ВАК, 12 тезисах и полных текстах докладов конференций. Получено 2 патента на полезную модель и 1 свидетельство на программу ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Основные результаты диссертационной работы изложены в следующих публикациях:

1. Козлова, М.В. Исследование влияния реальных физических свойств влажного

воздуха на точность расчета тепломассообменных процессов / М.В. Козлова, П.С. Соколов, А.В. Банников // Вестник ИГЭУ. – 2020. – №4. – С. 5 – 13 (в статье определены границы применимости модели идеального газа к паровоздушной смеси; проведено исследование моделей реального газа Молье и Вукаловича-Новикова; получены поправки, позволяющие учитывать свойства водяного пара, как реального газа).

2. Соколов, П.С. Experimental research of the operation of self-sufficient desalination setup of vapor-air type / П.С. Соколов, А.В. Банников, М.В. Козлова // E3S Web of Conferences: материалы конференции, 18-20 сентября 2019., – Les Ulis, France: EDP Sciences. – 2019. – №124. – С. 1 – 5. (в статье приведены: планирование экспериментального исследования процесса опреснения гигроскопическим методом, результаты экспериментального исследования, выполненного на разработанной опреснительной установке, представлены результаты обработки и анализа опытных данных).

3. Соколов, П.С. Hygroscopic method application and realization for demineralization of sea and salted water / П.С. Соколов, **М.В. Козлова**, А.В. Банников // Journal of Physics: Conference Series: журнал. – Cortona, Italy: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2020. – №1 683. – С. 1 – 7 (в статье приведены результаты экспериментального исследования влияния температуры воды и воздуха в зоне барботажа на производительность опреснительных установок гигроскопического типа; выполнен анализ направлений повышения эффективности опреснительных установок гигроскопического типа).

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов: ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (подписали канд. техн. наук, доцент М.М. Замалеев, заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция им. В.И. Шаропова», канд. техн. наук, доцент М.Е. Орлов, доцент той же кафедры); ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (подписал д-р техн. наук, профессор В.С. Куров, заместитель директора по научной работе Высшей школы технологии и энергетики); ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (подписал д-р техн. наук, старший научный сотрудник М.И. Куколев, профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства); ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (подписала канд. техн. наук, доцент М.Ю. Ометова, доцент кафедры строительства и инженерных систем); ООО «Научно-исследовательский институт «ИКСЭЛ», Владимирская обл., Киржачский р-н, мкр. Красный Октябрь (подписал канд. техн. наук А.А. Арбатский, генеральный директор); ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» г. Уфа (подписали: канд. техн. наук Д.Д. Харисов, и.о. заведующего кафедрой теплоэнергетики и физики и канд. техн. наук М.А. Абраров, доцент той же кафедры); ООО Научно-технический центр «Промышленная энергетика», г. Иваново (подписал канд. техн. наук П.А. Шомов, директор).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, не носят критического характера и касаются представления результатов исследований на графиках, условий эффективного применения гигроскопических опреснительных установок; параметров работы трансформаторов тепла в составе опреснителей; особенностей свойств рабочих тел опреснительных установок гигроскопического типа; полноты представления результатов исследований в автореферате; допущений, принятых при разработке математической мо-

дели; представления экспериментальных данных; технико-экономического расчета.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их научно-исследовательской деятельностью и публикационной активностью в области теоретических и экспериментальных исследований процессов теплообмена, протекающих в контактных теплообменных аппаратах, разделения гетерогенных смесей, эффективности теплообменного оборудования, что позволяет им квалифицированно определить научную и практическую значимость результатов диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** способ повышения энергетической эффективности работы опреснительных установок гигроскопического типа с контактным испарителем путем включения в цикл их работы трансформаторов тепла;

**предложены** оригинальные технические решения по повышению эффективности процесса опреснения в гигроскопических установках за счет использования теплоты конденсации паровоздушной смеси в качестве низкопотенциального источника энергии трансформатора тепла, регенерации тепловой энергии в элементах установок;

**доказаны** определяющее влияние температуры опресняемой воды на количество испаряющейся в зоне барботажа влаги, установленное на основе экспериментальных исследований и математической модели процессов теплообмена, протекающих при насыщении воздушного потока в результате его контакта с нагретой водой, **энергетическая эффективность** использования гигроскопических опреснительных установок на основе трансформатора тепла для получения пресной воды;

**введены** поправки на влагосодержание паровоздушной смеси, повышающие точность расчета циклов работы опреснительных установок гигроскопического типа.

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

**доказаны** определяющее влияние температуры опресняемой воды в зоне барботажа на производительность опреснительных установок гигроскопического типа; возможность использования законов идеальных газов применительно к водяному пару, входящему в состав паровоздушной смеси, при расчете циклов работы атмосферных опреснительных установок гигроскопического типа;

**применительно к проблематике диссертации** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов), **использованы** современный CAE-пакет конечно-элементного анализа ANSYS, методы математического и физического моделирования теплообменного оборудования, математической и метрологической обработки экспериментальных данных; балансовых расчетов энергетических установок, экономических методов оценки эффективности;

**изложены** результаты экспериментальных исследований влияния начальной температуры воды и воздуха на производительность опреснительной установки гигроскопического типа, а также результаты экспериментальных исследований процесса насыщения воздушного потока влагой при его барботаже в слой нагретой опресняемой воды для верификации разработанной математической модели; основные положения разра-

ботанной математической модели процессов тепломассообмена, протекающих при взаимодействии воздушного потока и нагретой опресняемой воды;

**раскрыты** схемные, конструктивные и режимные аспекты технических решений, обеспечивающих эффективное применение гигроскопических опреснительных установок с контактным испарителем на основе трансформаторов тепла; **способы** повышения энергетической эффективности работы опреснительных установок гигроскопического типа;

**изучено** влияние солености опресняемой воды и рассола, с которыми контактирует воздушный поток, на количество получаемой пресной воды; влияние режимных параметров работы гигроскопических опреснительных установок на их производительность и эффективность.

**проведена модернизация** конструкции опреснительных установок гигроскопического типа с контактным испарителем путем включения в цикл их работы трансформатора тепла.

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

**разработано и принято в качестве типовой схемы реконструкции** ООО «АКВА ЛАЙФ» (г. Иваново) техническое решение по повышению эффективности опреснителей гигроскопического типа за счет включения трансформаторов тепла в цикл работы установки получения пресной воды; **разработаны и приняты к использованию** в учебном процессе подготовки бакалавров и магистров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» при проведении практических занятий и лабораторных работ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина» результаты исследований (математическая модель процесса насыщения воздушного потока влагой при его барботаже в слой нагретой опресняемой воды, особенности расчета циклов работы опреснительных установок гигроскопического типа);

**определены** пределы и перспективы практического использования разработанных технических решений по повышению энергетической эффективности опреснительных установок гигроскопического типа путем включения в цикл их работы трансформаторов тепла;

**создана** система практических рекомендаций, способствующих эффективному применению гигроскопических опреснительных установок на основе трансформатора тепла и с компрессией паровоздушной смеси в системах обессоливания и очистки воды;

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

**для экспериментальных работ** подтверждается получением экспериментальных данных на действующем лабораторном оборудовании с использованием сертифицированных средств измерения и метрологической обработкой результатов измерения, воспроизводимостью результатов в дублирующих опытах;

**теория** построена на апробированных методах моделирования процессов тепломассообмена и технико-экономического анализа теплоэнергетических установок, согласуется с экспериментальными данными, полученными на лабораторной установке, а также с экспериментальными данными, полученными другими авторами;

**идея базируется** на критическом анализе опыта применения гигроскопического метода в опреснительных системах и системах очистки воды;



**использованы** сопоставление авторских данных, представленных в диссертации, и опубликованных данных, полученных другими исследователями, работающими в области опреснения и очистки воды;

**установлено** качественное и количественное, в пределах погрешности, совпадение результатов исследований на экспериментальной установке с результатами расчетов, полученных с использованием разработанной математической модели;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности.

**Личный вклад соискателя** состоит в определении цели и задач исследования; разработке технических решений по повышению энергетической эффективности процесса опреснения гигроскопическим методом за счет включения в цикл работы установок трансформаторов тепла; разработке и реализации в программном комплексе ANSYS модели процессов теплообмена, протекающих при насыщении воздушно-го потока влагой в результате его взаимодействия с нагретой опресняемой водой; в проведении экспериментального исследования процесса насыщения воздуха влагой при его барботаже в слой нагретой опресняемой воды и обработке полученных экспериментальных данных; в определении условий применения законов состояния идеальных газов к паровоздушной смеси в гигроскопических установках; в разработке и создании экспериментальной установки; в подготовке публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний, подвергающих сомнению научную новизну и практическую ценность результатов диссертационных исследований, не поступило.

На заседании 23 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Козловой М.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 17, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом заседании диссертационного совета считается закрытым.

Председатель

диссертационного совета

Шуин Владимир Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Ледуховский Григорий Васильевич

Подписи Шуина В.А. и

Ледуховского Г.В. заверяю.

Ученый секретарь Совета ИГЭУ

Ширяева Ольга Алексеевна

26 сентября 2022 года

