

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., № 15/2021

О присуждении Круглову Леониду Вадимовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Гидрогазодинамика и тепломассообмен в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения» по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика» 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 Круглов Леонид Вадимович, 11 августа 1983 года рождения, в 2004 г. окончил очный бакалавриат ГОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению «Теплоэнергетика»,

в 2006 г. окончил очную магистратуру ГОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника»,

в 2009 г. окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических, доцент Дмитриев Андрей Владимирович, заведующий кафедрой «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Официальные оппоненты:

1. **Попов Игорь Александрович** доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теплотехника и энергетическое машиностроение» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ), г. Казань

2. **Афанасенко Виталий Геннадьевич** кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика и конструирование машин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, в своем положительном заключении, подписанным заведующим кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств», доктором технических наук, профессором Новиковым Андреем Евгеньевичем и заведующим кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доктором технических наук, профессором Федяновым Евгением Алексеевичем, и утвержденным первым проректором Кузьминым Сергеем Викторовичем, **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 соответствует требованиям п. 3 «Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло. Совершенствование методов расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов», п. 4 «Разработка новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками» паспорта специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика». По своему содержанию, актуальности и научной новизне, объему проведенного исследования, теоретической и практической ценности полученных результатов диссертационная работа Круглова Л.В. соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Круглов Леонид Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Соискатель имеет 24 опубликованные работы по теме диссертации общим объемом 5,9 печатных листа и авторским вкладом 1,96 печатных листа; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных SCOPUS / Web Of Science – 3, объемом 1,37 печатных листа и авторским вкладом 0,45 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по специальности диссертации – 5, объемом 2 печатных листа и авторским вкладом 0,66 печатных листа; работ, опубликованных в материалах и тезисах международных научных конференций – 14, общим объемом 2,37

печатных листа и авторским вкладом 0,79 печатных листа. По результатам исследований изданы 2 патента на полезную модель.

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. Дмитриев А.В. Оценка эффективности процессов тепло- и массообмена в трехпоточной испарительной градирне с наклонно-гофрированными контактными элементами. / А.В. Дмитриев, И.Н. Мадышев, Л. В. Круглов., Н.Д. Чичирова // **Вестник Казанского государственного энергетического университета.** 2020 – Т. 12 – №4(48) – С. 127-135.

2. Дмитриев, А. В. Охлаждение оборотной воды предприятий энергетики в градирнях со струйно-пленочными контактными устройствами / А. В. Дмитриев, Л. В. Круглов, И. Н. Мадышев, О. С. Дмитриева // **Промышленная энергетика.** 2018. – №11 – С. 45-49.

3. Дмитриев, А. В. Гидравлическое сопротивление струйно-пленочного контактного устройства / А. В. Дмитриев, Л. В. Круглов, О. С. Дмитриева // **Промышленная энергетика.** – 2017. – № 5. – С. 44-47.

4. Шарипов, И.И. Разработка конструкции струйно-пленочного контактного устройства с целью интенсификации тепломассообмена /И.И. Шарипов, Л.В. Круглов, В.И. Круглов, О.С. Дмитриева // **Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.** 2018. – Т. 26 – № 9-10.– С. 136-143

5. Дмитриев, А. В. Методика расчета гидравлического сопротивления струйно-пленочных контактных устройств в теплоэнергетическом оборудовании / А. В. Дмитриев, Л.В. Круглов, А. И. Хафизова, О. С. Дмитриева, Е. Г. Шешуков // **Вестник Казанского государственного энергетического университета.** - 2018 – Т. 10 – №2(38) – С. 53-59.

6. Dmitrieva, O. S. Calculation of the Average Velocity of the Liquid in the Stream-Film Contact Devices / O. S. Dmitrieva, A. V. Dmitriev, L. V. Kruglov //

**Procedia Engineering.** – 2016. – V. 150. – P. – 753-760.  
doi:10.1016/j.proeng.2016.07.101

7. Dmitrieva, O. S. Impact of the liquid level in the jet-film contact devices on the heat-and-mass transfer process / O. S. Dmitrieva, A. V. Dmitriev, I. N. Madyshev, L. V. Kruglov // **MATEC Web of Conferences.** – 2017. – V. 129. – P. 06010. DOI: 10.1051/matecconf/201712906010

8. Yakimov, N.D. Mathematical Description of Water-Cooling Process in Jet-Film Contact Devices / Yakimov, N.D., Kruglov, L.V., Dmitriev, A.V., Dmitrieva, O.S. // **Chemical and Petroleum Engineering** – 2019. – V. 55. – P. – 101–107

9. Пат. 166480 Российская Федерация, МПК F28C 1/00, F28F 25/08. Струйно-пленочная градирня / Дмитриев А.В., Дмитриева О.С., Круглов Л.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет». – № 2016119704/06; заявл. 20.05.2016; опубл. 27.11.2016, Бюл. № 33. – 2 с.

10. Пат. 171022 Российская Федерация, МПК B01D 3/20. Контактное устройство с пленочным течением жидкости для теплообменных аппаратов / Дмитриев А.В., Дмитриева О.С., Мадышев И.Н., Николаев А.Н., Круглов Л.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет». – № 2017100316; заявл. 09.01.2017; опубл. 17.05.2017, Бюл. № 14. – 6 с.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Из них положительно – 5. С замечаниями – 4. Отзывы прислали:

1. Доктор технических наук профессор кафедры «Машин и аппаратов промышленных технологий» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Войнов Николай Александрович. Замечания: 1) Необходимо указать, за счет чего обеспечивается равномерное распределение жидкости по рабочей зоне рассматриваемого аппарата. 2) Не указывается, как рассчитывался

экспериментальный и расчетный коэффициент местного сопротивления устройства?

2. Заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция им. В.И. Шарапова» УлГТУ, кандидат технических наук Замалеев Мансур Масхутович, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Тепловая и топливная энергетика» УлГТУ Ковальногов Владислав Николаевич, кандидат технических наук доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция им. В.И. Шарапова» УлГТУ Орлов Михаил Евгеньевич. Замечания: 1) В автореферате на с. 6 в подрисуночной подписи к рис. 1 и в тексте автореферата не расшифрованы позиции 1,2,3, обозначенные на этом рисунке. Что они означают? 2) На с. 12, рис. 5 автореферата приведены экспериментальные графики изменения теплового КПД от среднерасходной скорости воздуха (а) и массовых расходов жидкой и воздушной фаз (б) при различных полостях орошения, на которых видно, что значения КПД для кривых 1 и 2 меняются «скачкообразно», т.е. при одной и той же скорости воздуха  $W_{ср}$  или соотношении массовых расходов  $Lm/Gm$  значения КПД изменяются весьма существенно (на несколько процентов). Чем это может быть вызвано? 3) Из автореферата не вполне ясно, могут ли быть применены полученные результаты исследований миниградирен со струйно-пленочными контактными устройствами для градирен с большей производительностью.

3. Заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», доктор технических наук, профессор Любов Виктор Константинович. Замечания: 1) В автореферате обозначено, что применялось численное моделирование, однако не приведена информация по сеточной модели и граничных условиях, применяемых при расчете. 2) Во второй главе указано, что создана экспериментальная установка, однако не приведена схема данной установки, а также результаты экспериментов.

4. Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры двигателей Омского автобронетанкового инженерного института, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный деятель науки и

техники, основатель научных школ «Динамика машин» и «Техническое регулирование и оценка результативности систем менеджмента качества» Ахтулов Алексей Леонидович. Замечания: Без замечаний.

5. Кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Зиганшина Светлана Камиловна. Замечания: 1) в автореферате отсутствует обоснование изменения значений коэффициента местного сопротивления  $\zeta$  (см. рис. 2), полученных с использованием программного комплекса: при повышении скорости воздуха от 1 до 6 м/с значения  $\zeta$  уменьшаются, а при дальнейшем повышении скорости воздуха – увеличиваются. 2) В автореферате не указано числовое значение дополнительного понижения температуры охлаждаемой воды при работе градирни с оросителем, выполненным из предлагаемых в диссертационной работе струйно-пленочных контактных устройств. 3) На стр. 7 автореферата указано: «Выявлены условия работы с минимальным уносом». Однако, в автореферате не указано числовое значение уноса охлаждаемой воды из градирни с предлагаемым струйно-пленочным оросителем и не приведены результаты сравнительного анализа потерь воды за счет ее капельного уноса при работе градирни с различными видами оросителей. 4) На стр. 15 автореферата в перечне авторов первого источника не указаны фамилия и инициалы соискателя. Является ли соискатель автором данной научной работы? 5) Имеются замечания по оформлению автореферата: а) на рис. 1 отсутствуют линии к позициям 1 и 2, не указаны наименования позиций 1, 2, 3 этого рисунка и не обозначены для наглядности направления движений потоков воздуха и воды; б) на стр. 4 и 14 указана аббревиатура ФКП «КЗТМ», однако в автореферате отсутствует её расшифровка; в) на рис.7 для обозначения кривых 6 и 7 выбран одинаковый элемент в виде буквы «х».

**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:**

**разработаны** конструкции контактных устройств для охлаждения оборотной воды в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения, рекомендованных к внедрению на ФКП «Казанский завод точного машиностроения», г. Казань с целью повышения эффективности охлаждения воды на существующих производствах;

**разработана** методика расчета сконструированных струйно-пленочных контактных устройств, для охлаждения оборотной воды, позволяющая определить основные размеры элементов;

**предложено** математическое описание процесса охлаждения воды атмосферным воздухом в струйно-пленочных теплообменниках контактных устройствах, позволяющее рассчитать параметры воды и воздуха после их взаимодействия друг с другом;

**доказано**, что разработанные конструкции устройств сочетают в себе высокую производительность и эффективность протекания процесса.

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

**изучены** энергетические затраты поперечноточной миниградирни и противоточной миниградирни с внедрением струйно-пленочных контактных устройств;

**изучены** значения объемных коэффициентов массоотдачи, которые достигаются в различных типах оросителей, широко используемых в промышленности и энергетике;

**доказана** экономическая эффективность охлаждения оборотной воды в модернизированных струйно-пленочных контактных устройствах.

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

**использован** метод вычислительной гидродинамики (CFD), позволяющий



проводить моделирование гидро- и газодинамики аппаратов со струйно-пленочными контактными устройствами;

**изложены** экспериментальные зависимости гидравлического сопротивления от скорости воздуха на входе в рабочую зону и отношения расходов воды и воздуха в разработанном струйно-пленочном тепломассообменном контактном устройстве;

**изложены** экспериментальные зависимости эффективности тепломассообмена в предложенной конструкции от соотношения удельных расходов фаз, скорости жидкости, начальной температуры жидкости;

**изложены** результаты численного эксперимента в программном пакете ANSYS Fluent значений капельного уноса и предельной среднерасходной скорости газа в струйно-пленочных тепломассообменных контактных устройствах при малых точках орошения;

**получено** экспериментальное выражение для расчета объемного коэффициента массоотдачи при охлаждении воды в предлагаемых контактных устройствах;

**раскрыты** недостатки существующих способов организации равномерного по сечению градири течения воды.

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

**разработана и внедрена** конструкция струйно-пленочного контактного устройства с целью повышения эффективности охлаждения воды;

**создана** методика расчета струйно-пленочного контактного устройства, обеспечивающая возможность определения характерных параметров аппарата при различных нагрузках по воде и воздуху с целью оптимизации процесса охлаждения оборотной воды;

**представлены** результаты теоретического и экспериментального исследований процессов в разработанных струйно-пленочных контактных

устройствах в зависимости от различных их конструктивных параметров и нагрузок по воздуху и воде;

**представлены** результаты численных и экспериментальных исследований зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от отношения массовых расходов воздушной и водяной фаз при различной скорости воздуха на входе в аппарат;

**представлены** результаты экспериментального исследования растекания воды по перегородкам струйно-пленочного контактного устройства с лепестками. Выявлены рациональные размеры этих лепестков, при которых пленка имеет наибольшую площадь;

**представлено** выражение для расчета объемного коэффициента массоотдачи при охлаждении воды в предлагаемых контактных устройствах.

#### **Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

результаты численных исследований **получены** посредством применения фундаментальных уравнений сохранения и переноса теплоты, импульса и массы.

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

**теория** не противоречит известным из литературы данным и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными работами других авторов;

**идея базируется** на анализе известных процессов охлаждения оборотной воды;

**установлено** соответствие полученных результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике; соответствие результатов экспериментальных работ с результатами теоретических исследований;

**использованы** методы экспериментальной физики и гидрогазодинамики.

**Личный вклад соискателя** состоит в участии во всех этапах получения результатов, представленных в диссертации, теоретическом и экспериментальном исследовании процессов в разработанных струйно-

пленочных контактных устройствах, в самостоятельном проведении экспериментальных, а также численных исследований, в анализе и сравнении теоретических и экспериментальных результатов исследования, в подготовке докладов, выступлений на конференциях и написании статей.

Диссертационный совет рекомендует использовать результаты диссертационного исследования Круглова Л.В. в научно-исследовательских учреждениях и лабораториях, занимающихся проектированием, исследованием, разработкой и оптимизацией процессов охлаждения оборотной воды на существующих производствах, в научно-образовательном процессе, а также на таких предприятиях, как ФКП «КЗТМ» г. Казань, ПАО «Нижекамскшина», ПАО «Нижекамскнефтехим».

Диссертация Круглова Л.В. «Гидрогазодинамика и тепломассообмен в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задачи повышения эффективности процесса охлаждения оборотной воды в миниградирнях.

На заседании 09.09.2021г. диссертационный совет за решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, за новые научно-обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, принял решение присудить Круглову Л.В. 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 №734 от 22.06.2020 г.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационной системы vote. kgeu диссертационный совет в количестве 17 человек (из них присутствовало на заседании лично 14, в удаленном интерактивном режиме 3), из них 7 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 16, против 0, воздержался 1.

Председатель

диссертационного совета

Д 212.082.02

Чичирова Наталия Дмитриевна

Ученый секретарь

диссертационного совета

Д 212.082.02



Власов Сергей Михайлович



Чичирова Н. Д. Власов С. М.  
Подпись УЧ...  
Специалист УЧ...  
О. А. Кабированова