

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.310.03,
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 УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «11» апреля 2024 г., №6

О присуждении Столяровой Екатерине Юрьевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение тепловой эффективности охлаждения воды в пленочной градирне с комбинированными блоками оросителей» по специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника принята к защите «01» февраля 2024 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.310.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, приказ № 836/нк от 20.04.2023 г.

Соискатель Столярова Екатерина Юрьевна, «04» мая 1990 года рождения. В 2017 г. соискатель окончила ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению подготовки 13.04.01 Теплотехника и теплоэнергетика (диплом магистра с отличием 101618 0952282, регистрационный номер ИТЕ-4834).

В 2023 г. окончила аспирантуру в ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (диплом 101618 1306162, регистрационный

номер А-59).

Работает в должности начальника лаборатории химического цеха Казанской ТЭЦ-1, Акционерное общество «Татэнерго».

Диссертация выполнена на кафедре «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, Лаптева Елена Анатольевна, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», кафедра «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений», доцент.

Официальные оппоненты:

1. Попов Игорь Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ», кафедра «Теплотехника и энергетическое машиностроение», профессор

2. Сидягин Андрей Ананьевич, доктор технических наук, доцент, Дзержинский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет», кафедра «Технологическое оборудование и транспортные системы», профессор

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, в своём положительном отзыве, подписанном Бухмировым Вячеславом Викторовичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Теоретические основы теплотехники», директором учебно-методического центра Ивановского государственного энергетического университета «Энергосбережение» и Бушуевым Евгением Николаевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Теоретические основы теплотехники», указала, что при общей положительной оценке работы следует отметить большой объем

экспериментальных исследований, новизну математических моделей и алгоритмов определения тепловой эффективности градирен; диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России, установленным в пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (актуальной редакции)), а ее автор, Столярова Екатерина Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 общим объёмом 4,19 печатных листа и авторским вкладом 1,397 печатных листов; из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus опубликовано 2 работы, объёмом 0,69 печатных листов и авторским вкладом 0,23 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России по специальности диссертации опубликовано 4 работы, объёмом 1,75 печатных листа и авторским вкладом 0,584 печатных листов; в материалах и тезисах международных научных конференций опубликовано 7 работ, общим объёмом 1,75 печатных листа и авторским вкладом 0,76 печатных листов; свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – 1; патент на полезную модель – 1.

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

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Lapteva E.A., Stolyarova E.Y., Laptev A.G. Thermohydraulic of the process of cooling of water in miniature cooling towers with regular packing// Chemical and Petroleum Engineering. 2018. Т. 54. № 3-4. С. 161-164. (общий объем – 0,25 п.л., авторский вклад – 0,083 п.л.)

2. Lapteva E.A., Stolyarova E. Yu., Laptev A.G. Numerical estimation oh the heat and mass transfer efficiency considering nonuniformity in water and air

distribution// Thermal Engineering. 2020. Т. 67. № 4. С. 234-240. (общий объем – 0,438 п.л., авторский вклад – 0,146 п.л.)

3. Лаптева Е.А., Столярова Е.Ю. Снижение энергозатрат на охлаждение воды с применением мини градирен// Труды Академэнерго. 2020. № 2 (59). С. 23-30. (общий объем – 0,5 п.л., авторский вклад – 0,167 п.л.)

4. Столярова Е.Ю., Лаптева Е.А., Лаптев А.Г. Экспериментальные гидравлические и тепломассообменные характеристики пленочной градирни с комбинированными насадками // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2023. Т. 15. №1 (57). С. 37-47. (общий объем – 0,688 п.л., авторский вклад – 0,23 п.л.)

5. Лаптева Е.А., Лаптев А.Г., Столярова Е.Ю. Трение в восходящем газожидкостном потоке в канале с хаотичной насадкой// Известия вузов. Проблемы энергетики. 2017. №1-2. С.170-173. (общий объем – 0,25 п.л., авторский вклад – 0,083 п.л.)

6. Лаптева Е.А., Столярова Е.Ю., Лаптев А.Г. Модель структуры потока и эффективность пленочной градирни с учетом неравномерности распределения фаз// Фундаментальные исследования. 2018. № 11-2. С. 150-154. (общий объем – 0,313 п.л., авторский вклад – 0,104 п.л.)

7. Лаптева Е.А., Столярова Е.Ю., Лаптев А.Г. Патент 175714 Мини градирня. Дата подачи заявки: 10.04.2017. Опубликовано 15.12.2017. Бюл. № 35.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616879 Российская Федерация. Расчет высоты блоков оросителей градирни: № 2021615841: заявл. 22.04.2021: опубл. 28.04.2021 / А. Г. Лаптев, Е. А. Лаптева, Е. Ю. Столярова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет». – EDN KHIDNV.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Из них положительных – 9. С замечаниями – 8.

Отзывы прислали:

1. Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Голованчиков Александр Борисович; кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Меренцов Николай Анатольевич.

Замечания:

1. Получены ли экспериментально данные о снижении температуры охлаждаемой оборотной воды в mine-градирне и какие должны быть оптимальные скорости воздушного потока, расход охлаждаемой воды и геометрические характеристики насадки?

2. Подтверждено ли экспериментально отличие структуры потока по воздуху и воде от идеального вытеснения?

3. Обычно при хаотичной укладке насадочных элементов порозность и удельная поверхность колеблются в пределах 5-7%. Какие отклонения наблюдались в насадке «Инжехим»?

2. Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Кудинов Анатолий Александрович.

Замечания:

1. В автореферате отсутствует обоснование возможности обобщения результатов экспериментальных и численных исследований, полученных в диссертационной работе, на пленочные башенные градирни с естественной тягой, которые широко применяются на тепловых электростанциях. Какие результаты диссертационных исследований приняты к внедрению на Казанской ТЭЦ-1?

3. Кандидат химических наук, профессор, профессор кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени проф. М.Б. Генералова» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», лауреат премии Правительства РФ, Беренгартен Михаил

Георгиевич.

Замечания:

1. В качестве пожелания хотел бы указать на целесообразность привести в автореферате основные допущения разработанных математических моделей и обоснованность применения этих допущений.

4. Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теплоэнергетика и холодильные машины» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Ильин Роман Альбертович.

Замечания:

Замечаний нет

5. Доктор технических наук, профессор кафедры «Химии и химических технологий в энергетике» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», Ларин Андрей Борисович.

Замечания:

1. В автореферате нет обоснования выбора начальных температур воды (35-38°C) и воздуха (25-30°C). Каковы ожидаемые результаты при других температурах?

2. В описании исходных данных следовало обозначить требования к качеству охлаждающей вод: при высокой жесткости и щелочности, характерных для природных вод гидрокарбонатного класса, возможно отложение солей на соплах с уменьшением выходного диаметра (в автореферате указан размер – 1 мм).

6. Доктор технических наук, профессор кафедры «Машин и аппаратов промышленных технологий» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. Академика М.Ф. Решетнева», ведущий научный сотрудник НЛ «ГПРС», Войнов Николай Александрович.

Замечания:

1. Из описания автореферата, а также патента градирни неясно, каким образом обеспечивалось пленочное течение воды на поверхности трубчатой насадки.

2. Представленные размеры крупномасштабной кольцевой шероховатости не способствуют удержанию пленки жидкости на поверхности.

7. Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией моделирования технологических процессов Института механики и машиностроения федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ИММ ФИЦ КазНЦ РАН), Федяев Владимир Леонидович.

Замечания:

1. При описании математической модели теплообмена (уравнения (1)-(3), граничные условия, последующие соотношения (4)-(9)) необходимо назвать все встречающиеся в них параметры, переменные. Граничные условия при $R = r_{ст}$ (на стенке градирни) следует дополнить условиями при $r = 0$.

2. Показатели, полученные на разработанной Столяровой Е.Ю. лабораторной установке, при применении их для оценки характеристик реальных промышленных вентиляторных градирен необходимо пересчитать с использованием положением теории подобия и размерностей, либо вводя поправочные коэффициенты.

3. Имеются отдельные описки, стилистические погрешности, например, «в пленочной градирни» (стр. 8), «представлена разработанная и конструкция миниградирни» (стр. 12), «и выполнено разработанна методика», «снижение которой может составлять на 30%» (стр. 14).

8. Кандидат технических наук, ведущий инженер кислородного цеха управления главного энергетика ПАО «ММК», Демин Юрий Константинович.

Замечания:

1. В тексте автореферата отсутствует обоснование выбранных температур воды и воздуха, а также влияние данных температур и влажности воздуха на результаты математического моделирования и полученные экспериментальные данные.

2. На стр. 10 отсутствует график зависимости тепловой эффективности

от неравномерности распределения скорости воздуха для газа.

3. Из текста автореферата не ясно как влияет скорость воздуха на общую тепловую эффективности градирни.

9. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная и экологическая безопасность» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Кулагина Татьяна Анатольевна.

Замечания:

1. Из автореферата неясно каким образом будет учитываться масштабный эффект при переносе результатов исследования, полученных на модели градирни, на натуральный объект. Кстати, «тепломассообмен в плёночных контактных устройствах» не является объектом исследования - он скорее предмет исследования.

2. Положения, выносимые на защиту, сформулированы крайне неудачно и не отвечают по сути своему назначению.

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

Официальный оппонент Попов Игорь Александрович - доктор технических наук по специальности 01.04.14- Теплофизика и теоретическая теплотехника, является крупным специалистом в области в области гидродинамики и тепломассообмена, автор 211 научных работ, среди них 6 монографий и 7 авторских свидетельств и патентов. Поповым И.А. разработаны, созданы и внедрены системы охлаждения высокотеплонагруженных элементов энергоустановок и высокоэффективные теплообменные аппараты с интенсифицированными теплообменными поверхностями, которые по своим показателям находятся на уровне лучших мировых аналогов или превышают их и т.д.

Официальный оппонент Сидягин Андрей Ананьевич доктор технических наук по специальности 05.17.08 - Процессы и аппараты химических

технологий, является специалистом в области исследования и создания тепло- и массообменного оборудования. Автор 103 научных работ, среди них 16 авторских свидетельств и патентов по теплообменному оборудованию.

Выбор ведущей организации – ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново обусловлен тем, что организация широко известна своими достижениями в области тепло- и электроэнергетики, гидрогазодинамики и теплообмена, информационных технологий, обладая мощным научным потенциалом и существенным опытом практической деятельности, способна оценить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных для численного исследования эффективности теплообмена в пленочной градирне с учетом неравномерности профилей скорости воздуха и воды;

предложена упрощенная математическая модель для расчета высоты блока насадки оросителей и тепловой эффективности с учетом обратного перемешивания теплоносителей на основе метода единиц переноса;

разработана экспериментальная установка с противоточной насадочной градирней, выбраны конструкции насадочных контактных устройств с поверхностными интенсификаторами и комбинированным расположением регулярных и нерегулярных насадок оросителей;

разработана и запатентована конструкция мини-градирни с комбинированными блоками пленочных оросителей, позволяющая повысить тепловую эффективность и снизить удельные энергозатраты (до 40%) на подачу воды и воздуха на охлаждение воды при повышенных нагрузках по фазам;

доказана эффективность предложенных научно - технических решений по учету и снижению неравномерностей распределения фаз, направленных на повышение тепловой эффективности градирни.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что поперечная неравномерность распределения воды и воздуха снижает тепловую эффективность градирни на 5-30%, а продольная – на 10-20%;

применительно к проблематике диссертации результативно использована разработанная математическая модель и алгоритм расчета тепловой эффективности и высоты пленочной насадки с учетом неравномерного профиля скорости воздуха и обратного перемешивания теплоносителей;

изложены результаты экспериментальных исследований эффективности теплообмена в градирне с регулярными насадками из вертикальных пучков полиэтиленовых труб с гладкой и шероховатой поверхностью, а также при комбинированном расположении поверх слоя нерегулярной насадки высотой 0,2 м на макете градирни диаметром 0,2 м и высотой 2,0 м;

изложены полученные обобщенные выражения для расчета гидравлического сопротивления и объемного коэффициента массоотдачи исследованной регулярной трубчатой насадки с кольцевой дискретной шероховатостью и в комбинации с нерегулярной насадкой в интервале скорости воздуха 0,8-2,6 м/с и плотности орошения 8,8-19,4 м³/(м²ч);

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

разработаны и внедрены научно-технические решения работы на филиале АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1 и ООО ИВЦ «Инжехим»;

определены эксплуатационные режимы работы предложенной мини-градирни, способствующие интенсификации процесса охлаждения воды;

определено снижение удельных затрат на охлаждении воды при замене крупногабаритной градирни СК-400 на предложенные мини-градирни;

создан алгоритм расчета тепловой эффективности комбинированной мини-градирни с различными отечественными и зарубежными регулярными и нерегулярными насадками при повышенных гидравлических нагрузках;

зарегистрирована программа для ЭВМ №2021616879 для расчета высоты блоков оросителей градирни;

представлены экспериментальные исследования эффективности охлаждения воды воздухом в широком изменении режимных параметров при противоточном пленочном движении фаз в регулярных и нерегулярных насадках на установке с градирней диаметром 0,2 м и высотой 2,0 м.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов измерений гидравлических и тепломассообменных характеристик градирни для различных условий проведения эксперимента;

теория не противоречит известным из литературы данным, согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными работами других авторов, построена на использовании законов тепломассообмена, термодинамики, положений моделей двухфазных сред;

идея базируется на применении упрощенной частной формы модели многоскоростного континуума, модели изотропной турбулентности, турбулентной вязкости Буссинеска и аналогии Льюиса;

использованы современные методики экспериментальных исследований, сбора и обработки получаемых данных;

установлено удовлетворительное согласование полученных результатов при математическом моделировании тепловой эффективности охлаждения воды с результатами эксплуатации промышленной градирни СК-400.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах получения результатов, представленных в диссертации, в разработке конструкции мини-градирни, работающей при повышенных гидравлических нагрузках, в разработке математической модели, позволяющей учесть неравномерность распределения жидкой и газовой фаз, в самостоятельном проведении исследований на экспериментальной установке, обработке результатов эксперимента в виде расчетных эмпирических выражений, разработке программы для ЭВМ для расчета высоты оросителей, в разработке

научно-технических решений, направленных на повышение эффективности теплообмена, подготовке докладов, выступлений на конференциях и написании статей.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования. Разработанные в рамках диссертационного исследования математические модели, алгоритмы расчета и технические решения целесообразно использовать: 1) в проектных организациях, занимающихся проектированием пленочных градирен; 2) в исследовательских организациях при проведении изыскательских работ в области теплообмена, а также на промышленных предприятиях нефтегазохимического комплекса и энергетики (ГАЗПРОМ, СИБУР, ИНТЕР РАО ЕЭС и др.); 3) в вузах при подготовке специалистов по теплоэнергетическим и технологическим направлениям.

В ходе защиты диссертации существенных критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было.

Соискатель Екатерина Юрьевна аргументировано ответила на замечания и задаваемые ей в ходе заседания вопросы. С рядом высказанных замечаний соискатель согласилась.

Заключение. Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Столяровой Екатерины Юрьевны «Повышение тепловой эффективности охлаждения воды в пленочной градирне с комбинированными блоками оросителей» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, где получены экспериментальные данные охлаждения воды в оросителях с интенсификаторами, а также разработана математическая модель и алгоритм расчета градирни с учетом неоднородности распределения фаз. Работа соответствует критериям, установленным пп. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением

Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 11 апреля 2024 года диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения по совершенствованию конструкций градирен охлаждения оборотной воды, направленные на повышение тепловой эффективности, имеющие существенное значение для развития теплотехники и теплоэнергетики, присудить Столяровой Екатерине Юрьевне учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против «нет», недействительных бюллетеней «нет».


Председатель

диссертационного совета



 Дмитриев Андрей Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета

 Борисова Светлана Дмитриевна

«11» апреля 2024 г.



Д. Шамгулова А. В. Борисовой С. Д.

М. А. Рабидрахманова С. А.