

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.18,
СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

решение диссертационного совета от 26 июня 2019 г. № 2

О присуждении Салуму Амеру, гражданину Сирии, ученой степени
кандидата технических наук.

Диссертация «Характеристики работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя» по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика» принята к защите 19 апреля 2019 года, протокол № 1 диссертационным советом ДС.ТПУ.18 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, утверждённым приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018г.

Соискатель Салум Амер, 1987 года рождения, в 2014 году окончил магистратуру в университете «Аль Баас» в Сирии по направлению «Энергетика» с оценкой «очень хорошо».

В 2019 году соискатель окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в Научно-образовательном центре И.Н.Бутакова Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Кузнецов Гений Владимирович, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», НОЦ И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики, главный научный сотрудник.

Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.18:

Мамонтов Геннадий Яковлевич, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Отделение автоматизации и робототехники Инженерной школы информационных технологий и робототехники, профессор;

Стрижак Павел Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов, профессор.

Официальные оппоненты:

Крайнов Алексей Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра математической физики, старший научный сотрудник;

Матвиенко Олег Викторович, доктор физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра теоретической механики, старший научный сотрудник.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается высокой профессиональной компетенцией в области промышленной теплоэнергетики, достижениями и наличием публикаций в данной области науки и техники, отсутствием совместных проектов и печатных работ, опытом научно-исследовательской работы. Кроме того, оппоненты соответствуют положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ по ТПУ № 93/од от 06.12.2018), имеют профильные публикации за последние 5 лет не менее, чем в 5 журналах, индексируемых в базе данных Scopus или Web of Science, а также не менее 5 публикаций, индексируемых в базе данных РИНЦ; обладают наукометрическим показателем индекса Хирша не менее 4.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 статьи, 2 из которых индексируются в базе данных Scopus или Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Общий объем научных изданий – не менее 4 печатных листов, авторский вклад – не менее 60 %.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Салум, А.** Особенности использования геотермальной энергии с применением теплонасосных установок в условиях низких температур воздуха / В. И. Максимов, А. Салум // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 2. – С. 115–123.

2. **Салум, А.** Математическое моделирование процессов теплопереноса при работе теплонасосных систем использования геотермальной энергии / В. И. Максимов, А. Салум // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 4. – С. 126–135.

3. **Салум, А.** Нестационарность процесса выработки теплоты при работе тепловых насосов в зимних условиях / А. Салум, В. И. Максимов // Промышленная энергетика. – 2019. – №. 3. – С. 46–53.

4. **Салум, А.** Работа водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2019. – № 3–4. – С. 49–57.

5. **Saloum, A.** Efficiency evaluation for the heat pump system in sharp continental climate/ A. Saloum, V. Maksimov // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 110. – P. 1 – 5.

6. **Saloum, A.** Convection influence on ice formation process on the evaporator heat pump pipes/ A. Saloum, V. Maksimov // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 141. – P. 1–5.

7. **Saloum, A.** An experimental study of the effect of water bodies temperature on water heat pump performance/ A. Saloum, V. Maksimov // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 194. – P. 1–4.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1) Отзыв на автореферат от доктора технических наук Бухмирова Вячеслава Викторовича, профессора кафедры «Теоретические основы теплотехники», и кандидата технических наук Родионовой Марии Владимировны, доцента кафедры «Теоретические основы теплотехники», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново (с замечаниями); 2) Отзыв на автореферат от доктора технических наук Зверевой Эльвиры Рафиковны, профессора кафедры «Технология воды и топлива», и доктора технических наук Мингалеевой Гузель Рашидовны, заведующей кафедрой «Энергетическое машиностроение», ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань (с замечаниями); 3) Отзыв на автореферат от кандидата технических наук Дидикова Александра Евгеньевича, доцента мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург (без замечаний); 4) Отзыв на автореферат от доктора технических наук Скуратова Александра Петровича, профессора кафедры теплотехники и гидрогазодинамики Политехнического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск (с замечанием). 5) Отзыв на автореферат от доктора технических наук, Богомолова Александра Романовича, заведующего кафедрой теплоэнергетики Института энергетики, ФГБУН Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск (с замечаниями). 6) Отзыв на автореферат от доктора технических наук Лившица Михаила Юрьевича, заведующего кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов», и кандидата технических наук, доцента Еремина Антона Владимировича, заведующего кафедрой «Промтеплоэнергетика», ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара (с замечаниями). 7) Отзыв на автореферат от доктора технических наук Гаряева Андрея Борисовича, заведующего кафедрой «Тепломассообменные процессы и установки», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», г. Москва (с замечанием). 8) Отзыв на автореферат от доктора технических наук Стоянова Николая Ивановича, заведующего кафедрой теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости СКФУ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь (без замечаний).

Все отзывы положительные, критические замечания сводятся к следующему:

1) По результатам исследования остается неясным, насколько диаметр и расположение трубок влияет на коэффициент теплопередачи и толщину образующегося льда. 2) Следовало бы привести результаты численного исследования термогравитационной конвекции с использованием программного комплекса COMSOL (поля скоростей и температур для схемы

теплообмена с тремя трубками испарителя (рис.11)) для тех же геометрических характеристик, что использованы в описании экспериментального стенда (рис.1, рис.2). Это позволило бы более качественно оценить степень совпадения численных расчётов и экспериментальных данных. 3) В автореферате следовало бы указать дискретность измерений и класс точности измерительных приборов. 4) Какими соображениями продиктован выбор температур воды в окрестностях трубки испарителя при проведении экспериментальных исследований?

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика определения минимальной длины трубки испарителя, необходимой для испарения фреона в условиях кристаллизации воды на части её внешней поверхности;

предложен комплексный подход для оценки эффективности работы водяного теплового насоса в условиях относительно низких температур воды в непроточном водном источнике тепла и при образовании льда на поверхности трубки испарителя;

доказана перспективность применения водяных тепловых насосов для нагрева воды в циклическом режиме работы при образовании льда на поверхности трубки испарителя, где в качестве источника теплоты использованы природные водоемы с температурой выше 275 К;

введены положения о влиянии термогравитационной конвекции на процесс образования льда на поверхности трубки испарителя при работе водяного теплового насоса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана состоятельность методики моделирования процесса теплообмена между трубкой испарителя и водой в условиях термогравитационной конвекции и кристаллизации воды на поверхности трубки;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс существующих базовых методов исследования, подтверждающих достоверность полученных результатов;

изложены доказательства влияния температуры воды как источника теплоты на характеристики работы водяного теплового насоса;

раскрыты существенные проявления теории воздействия термогравитационной конвекции, возникающей вследствие разности температур различных слоев воды в водоеме при работе теплового насоса, на временные характеристики процессов кристаллизации воды и таяния льда на поверхности трубы испарителя, погруженного в водный источник низкопотенциальной теплоты;

изучено влияние толщины образовавшегося слоя льда на эффективность работы водяного теплового насоса;

проведена модернизация математической модели теплопереноса между трубкой испарителя и водой при эксплуатации водяного теплового насоса, рассчитаны поля температур при разном расположении трубок испарителя, толщины льда на их поверхности, построены поля скоростей и линий тока вблизи поверхности трубы испарителя в разные моменты времени. Проведено сравнение тепловых потоков, рассчитанных с учетом и без учета влияния конвективных течений и процессов фазового перехода на теплообменной поверхности трубы испарителя. Выполнено сравнение теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные данные можно считать универсальными, так как экспериментальная установка имитирует настоящие тепловые насосы: типичные значения давления хладагента в цикле (0,2-1,1 МПа) и температуры воды как низкопотенциального источника теплоты (272-283 К). При использовании алгоритма, который представлен на

рис. 4.6, можно определить размер теплообменника испарителя при разных мощностях;

определены условия эксплуатации водяного теплового насоса с достаточной эффективностью в условиях образования льда на поверхностях теплообмена испарителя, погруженного в водоем с непроточной водой при низкой температуре;

создана система практических рекомендаций по повышению эффективности циклической работы теплонасосных установок;

представлены предложения, что условия работы ТНУ при низких температурах воды в водоёмах (источниках теплоты) во многом определяются свободной конвекцией воды в окрестности трубок испарителя.

Оценка достоверности результатов исследования

Для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с многократным повторением опытов, сходимостью полученных результатов, проведением лабораторных испытаний, подтвержденных внедрением научно-исследовательских разработок;

теория построена на известных, проверяемых данных и согласуется с экспериментальными результатами;

идея базируется на гипотезе эффективной работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя;

использованы известные математические модели и методы решения задач теплопереноса;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, базирующиеся на теориях вероятности и математической статистики, с обоснованием выбора объектов наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном его участии в получении исходных данных в научных экспериментах, формулировании

научной проблемы, цели и задач научного исследования, разработке комплексного метода исследований и структуры работы; формулировании выводов по результатам исследований; новизна которых подтверждена подготовкой основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для оценки эффективности использования водяного теплового насоса при нагреве воды в условиях образования и таяния льда на поверхности трубки испарителя, и соответствует п. 8, 9 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (dis.tpu.ru).

На заседании 26 июня 2019 года диссертационный совет ДС.ТПУ.18 принял решение присудить Салуму Амеру ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет ДС.ТПУ.18 в количестве 7 человек, из них 6 докторов наук по защищаемой специальности, участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета, и 4 человек, дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за – 7, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета ДС.ТПУ.18

12.1

Заворин Александр Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного
совета ДС.ТПУ.18



Табачкаев Роман Борисович

26.06.2019