

ОТЗЫВ

дополнительного члена Диссертационного совета ДС.ТПУ.18 Мамонтова Геннадия Яковлевича по диссертационной работе Салума Амера на тему «Характеристики работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется несколько федеральных программ по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий. В том числе по указам Президента РФ ведутся работы по приоритетному направлению «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика». Диссертация Салума Амера посвящена экспериментально-теоретическому исследованию условий эксплуатации водяных тепловых насосов в реальных суровых климатических условиях РФ и Сирии и поэтому она несомненно актуальна.

Анализ большого числа статей российских и зарубежных ученых позволил автору диссертации сформулировать определить цель научного исследования – установление основных закономерностей работы теплового насоса, функционирующего в условиях относительно низких температур воды в непроточном водном источнике низкопотенциальной энергии.

Для достижения поставленной цели Салум Амер сформулировал ряд задач, решение которых было связано с разработкой методики экспериментальных исследований, получением временных и тепловых характеристик исследуемых процессов, разработкой математической модели теплообмена между элементами теплового насоса и источником энергии (в том числе при образовании слоя льда на поверхностях трубки испарителя в условиях термогравитационной конвекции воды). Необходимо было обработать большой массив полученных экспериментальных данных, Провести анализ полученных результатов и разработать рекомендации по повышению эффективности работы водяных

тепловых насосов в холодные периоды года (осень, зима, весна). Считаю, что соискателю удалось достичь поставленной цели и решить новую научно-техническую задачу анализа возможности эксплуатации теплового насоса в холодные периоды времени года.

Диссертационная работа включает введение, пять глав с выводами, заключение, список литературы из 161 наименований, в том числе 97 наименований иностранных авторов. Текст диссертации изложен на 140 страницах с 54 рисунками и 12 таблицами. Общий объем 158 страниц.

Автореферат представлен на 19 страницах.

Общая характеристика работы

Во введении автором обоснована актуальность научного исследования, сформулирована цель и определены задачи, отражена научная новизна полученных результатов и указана их практическая значимость.

Там же приведены основные результаты и положения, выносимые на защиту, указано, где апробирована представленная работа, в том числе на международных конференциях, а также в семи печатных публикациях, из которых 4 (четыре) в журналах, рекомендованных ВАК РФ, две – в журнале, индексируемом базами данных «Scopus» и «Web of Science».

Первая глава рецензируемой диссертации посвящена анализу современного состояния практики использования тепловых насосов и исследований характеристик изучаемого устройства. Установлены основные факторы, которые влияют на эффективность работы теплового насоса (рациональный выбор источника низкопотенциальной энергии, оптимальный выбор вида хладагента, используемого в контуре теплового насоса).

Особо необходимо отметить, что соискателем отмечено влияние термогравитационной конвекции на величину теплового потока в открытом водном источнике с непроточной водой, и сделан вывод, что это направление нуждается в более глубоком исследовании.

Во второй главе представлена методика проведения экспериментальных исследований, описаны установка, размещение элементов теплового насоса, схема установки термопар (основного инструмента регистрации температур).

Обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием программного комплекса, специально разработанного для такого типа измерений. Квалифицировано проведена оценка погрешностей измерения физических величин.

По результатам обработки экспериментальных данных получены зависимости температур поверхности трубки испарителя от времени при разных начальных значениях температуры воды, толщин льда на поверхности трубки испарителя при разных температурах воды. Все результаты представлены в виде графических иллюстраций, очень удобных при анализе исследовавшихся физических процессов.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований влияние термогравитационной конвекции вблизи поверхности испарителя теплового насоса на процесс образования льда на стенке его трубки. Подробно описана методика исследования. Эксперименты позволили определить динамику изменения толщины формирующегося слоя льда на поверхности трубки испарителя. Установлено, что возникающее в непроточном водоеме термогравитационное течение необходимо учитывать при определении параметров теплообмена между трубкой с фреоном и водой.

Четвертая глава посвящена экспериментальному исследованию влияния начальной температуры воды у поверхности конденсатора на параметры работы водяного теплового насоса. Представлена схема экспериментального стенда, описана методика проведения эксперимента и обработки полученных результатов. Изучено влияние температуры воды в контуре испарителя при разных начальных значениях температуры воды вокруг конденсатора, определена толщина слоя льда на поверхности трубки испарителя. Предложен алгоритм определения длины трубки испарителя, оптимальный размер которой

играет существенную роль в повышении эффективности работы теплового насоса.

В пятой главе проведен теоретический анализ процессов теплопереноса, протекающих в воде, окружающей трубку испарителя, с учетом термогравитационной конвекции.

Предложена двумерная математическая модель теплопереноса, рассчитаны поля температур при разном расположении трубок испарителя, толщины льда на их поверхности, построены поля скоростей и линий тока у поверхности трубки испарителя в зависимости от времени.

Проведен анализ полученных теоретических результатов.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационного исследования.

Общая методология и методика исследования

Автор диссертационной работы использовал комплекс экспериментальных и теоретических подходов к исследованию процессов теплообмена водяного теплового насоса, применяя современные средства измерений и обработки полученных экспериментальных результатов.

По результатам анализа и обобщения установленных при проведении экспериментальных и расчетных исследований характеристик определены основные процессы, влияющие на эффективность работы водяного теплового насоса.

Степень обоснованности и достоверности полученных выводов и рекомендаций

Соискателем выполнен большой объем достаточно сложных по подготовке, проведению и обработке результатов экспериментальных исследований тепловых процессов в среде, окружающей водяной тепловой насос.

При проведении теоретических исследований использованы хорошо апробированные при решении подобных задач теплообмена подходы и модели.

Полученные результаты хорошо апробированы на научно-технических конференциях с активным обсуждением коллегами.

Научная новизна полученных результатов

В диссертации Амера Салума получен ряд новых научных результатов, наиболее значимыми из которых являются следующие:

1. Впервые экспериментально установлены значения температур в основных узлах водяной теплонасосной установки (поверхности трубки теплообменника-испарителя, в водной среде вблизи поверхности трубки испарителя и конденсатора), зарегистрированы толшины слоя льда на поверхности трубки испарителя, определены условия и время образования и плавления льда.
2. Установлено влияние кристаллизации воды на стенках трубки испарителя на эффективность работы теплового насоса.
3. Выполнена оценка 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 трубки испарителя, погруженного в водный источник низкопотенциальной теплоты.
4. Определены минимальные длины трубки испарителя, достаточные для работы теплового насоса при определенной толщине льда на части рабочей поверхности испарителя.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что полученные результаты позволили определить условия эксплуатации водяного теплового насоса при образовании льда на поверхностях теплообменника испарителя, погруженного в водоем с непроточной водой при ее низкой температуре.

Установлена зависимость характеристик работы водяного теплового насоса от температуры воды как источника низкопотенциальной энергии и температуры теплоносителя в системе отопления объекта.

Выработаны рекомендации по возможной циклической эксплуатации водяного теплового насоса в условиях образования и таяния льда.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию рукописи.

Замечания по работе:

1. Некорректно применять по отношению к тепловым насосам определения «перспективный», т.к. эти устройства появились еще в 19 веке и нашли широкое применение (да и сейчас они широко используются).

2. Почему при проведении экспериментов начальная температура воды вблизи трубки испарителя устанавливалась равной 7°C . Обычно зимой эта величина не превышает 4°C .

3. Формула 2.7 (стр. 70), предложенная для расчета коэффициента преобразования энергии для теплового насоса, не учитывает потерь энергии.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки научной и практической значимости рецензируемой диссертационной работы.

Выводы по диссертационной работе:

1. Диссертационная работа Салума Амера «Характеристики работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя» полностью соответствует по своему содержанию п.3. и п.5 паспорта специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика. «Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло».

2. На основании анализа содержания рукописи и автореферата диссертации Салума Амера «Характеристики работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя» можно сделать обоснованное заключение о ее соответствии требованиям п.8 Положения о присуждении ученых степеней кандидата наук, доктора наук в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, а ее автор

Салум Амер заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Дополнительный член диссертационного совета
ДС.ТПУ.18 ФГАОУ ВО НИ ТПУ, профессор
отделения автоматизации и робототехники
ИШИТР ФГАОУ ВО НИ ТПУ,
доктор физико-математических наук,
профессор

Мамонтов Геннадий Яковлевич

20 мая 2019 г.

Почтовый адрес: 634508, д. Кисловка Томского района Томской области, ул. Дружная, д.7.

Е-mail: mgv@tpu.ru, телефон: 89138295603

Подпись Мамонтова Г.Я. удостоверяю:

Ученый секретарь Национального
исследовательского Томского политехнического
университета

Анапьева Ольга Афанасьевна

