ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Салума Амера**

«Характеристики работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя» по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертации.

Теплонасосные установки (ТНУ) являются одной из наиболее актуальных экологических, экономических и альтернативах технологий для нагрева воды вместо традиционных систем, которые получают энергию в процессе сжигания различных видов топлива. Тепловые насосы могут получать энергию из воздуха, грунта и воды. Их сферы применения разнообразны: горячее водоснабжение и кондиционирование помещений, нагрев и охлаждение воды для различных нужд, сушки/осушения воздуха, производства пара, испарения, дистилляции. При применении природных водоёмов (озёра, пруды, водохранилища) в качестве низкопотенциального источника энергии ТНУ на поверхности трубки испарителя образуется лёд. Важно рассматривать закономерности и характеристики процессов теплообмена между водой и трубкой испарителя при образовании льда на её поверхности.

Тема диссертационной работы посвящена установлению основных закономерностей процессов образования и таяния льда на поверхности трубок испарителя водяного теплового насоса, функционирующего в условиях относительно низких температур воды в непроточном водном источнике теплоты. Анализ эффективности работы ТНУ при изменении интенсивности теплообмена в результате образования льда на поверхности трубки испарителя является актуальным, обладает новизной и высокой практической ценностью.

Научная новизна полученных результатов.

К наиболее важным научным и практически значимым результатам работы, определяющим ее новизну, следует отнести:

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 толщины 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 показатели длины трубки испарителя, достаточные для работы теплового насоса при определённой толщине льда на части рабочей поверхности испарителя.

Таким образом, сформирован весьма ценный как в научном, так и в практическом плане комплекс знаний, полностью предопределяющий применение результатов диссертационной работы. Выполнение исследований базировалось на применении водяных тепловых насосов.

Практическая значимость.

1. Установлены условия эксплуатации водяного теплового насоса с достаточной эффективностью в условиях образования льда на поверхностях теплообмена испарителя, погруженного в водоем со стоячей водой при низкой температуре.

2. Выявлена зависимость характеристик работы водяного теплового насоса от температуры воды источника низкопотенциальной теплоты и температуры теплоносителя в системе обогрева здания.

3. Разработан алгоритм расчета минимальной поверхности трубки испарителя, достаточной для работы теплового насоса в условиях образования льда на части поверхности испарителя.

Положительным является также и то, что диссертационная работа обсуждалась на ряде авторитетных конференций и симпозиумов, ее результаты опубликованы в 7 научных работах, в том числе 4 статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ.

Автореферат написан грамотно, понятным языком и позволяет составить мнение о диссертационной работе как о законченном научно-квалификационном труде, выполненном на современном уровне по актуальности темы, научной новизне и практической значимости.

Замечания по диссертационной работе, возможно имеющие дискуссионный характер.

1. В разделе Актуальность темы (с.4) указывается об отсутствии методики определения длины трубки испарителя, необходимой для эффективной работы теплового насоса в условиях образования льда на части поверхности испарителя. Вопрос: Образование льда происходит на длине трубки или на поверхности трубки? Аналогичная фраза звучит в задаче исследования № 5 – «Разработка методики определения минимальной длины трубки испарителя …», а также в научной новизне п. 4 «Определены минимальные длины трубки испарителя …» и других разделах.
2. Необходимо пояснить диапазон температур, показанный на с. 6: (280 К≤ ≤286 К).
3. Температура регистрировалась (с. 8) хромель-алюмелевыми термопарами (ТХА) которые имеют верхний предел измерений до 1100°С. Рабочие температуры ТНУ не превышают 50°С. Почему не воспользовались хромель-копелевыми ТП?. Погрешность измерений температуры могла быть меньше.
4. На с. 8 есть ссылка на табл. 2.1, которая отсутствует в автореферате.
5. На с. 9 изложено: «Установлено, что при снижении температуры воды до 277 К структура слоев воды меняется, более холодная вода скапливается вверху (рис.4). Этот эффект объясняется тем, что при температуре воды 277 К ее плотность становится максимальной». Объясните, почему при максимальной плотности воды при 277,15К, она будет скапливаться вверху?
6. Если на с. 12 заявлено «При увеличении температуры воды вблизи трубки конденсатора до значений ниже температуры конденсации фреона на 3К коэффициент преобразования энергии η уменьшался, потому что хладагент не охлаждался до жидкого состояния на входе капиллярной трубки». Объясните, зачем тогда нужен тепловой насос, если окружающая среда будет иметь температуру вблизи конденсатора выше на 3К, чем температура хладагента? Обычно температура поверхности теплопередающего отопительного прибора для создания комфортных условий в помещении значительно больше температуры отапливаемого помещения.
7. На с.10 записано, что «В каждом эксперименте толщина слоя образовавшегося

льда измерялась через 10 минут штангенциркулем в точках L1 – L8, расположенных на поверхности трубки испарителя (таб. 1)». Какова погрешность измерения штангенциркулем толщины слоя льда.

8. Поясните смысл коэффициента производительности теплонасосной установки который отражен в п. 2 основных результатов и выводов. В тексте автореферата информация об этом коэффициенте отсутствует.

Анализ содержания автореферата Салума Амера позволяет убедиться, что сформулированные автором цель и задачи исследования решены в полном соответствии с существующими тенденциями развития промышленной теплоэнергетики, охватывающие комплексные фундаментальные и прикладные исследования, связанные с установлением характеристик работы водяного теплового насоса при его эксплуатации в климатических условиях, соответствующих температурам природных водных источников Сирии и России. Полученные результаты, научная новизна и защищаемые положения, их практическое приложение соответствуют паспорту специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

Рецензируемый автореферат диссертации Салума Амера на тему «Характеристики работы водяного теплового насоса в условиях образования льда на поверхности трубки испарителя» соответствует требованиям п.9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, внесение изменений от 21.04. 2016 г. №335) ВАК РФ, а её автор, Салум Амер, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Доктор технических наук,
(специальность 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника»),
ведущий научный сотрудник ФГБУН
Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск.
Заведующий кафедрой теплоэнергетики Института энергетики
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово

Богомолов Александр Романович

«03» 06 2019 г.

Подпись Богомолова А.Р. заверяю
Ученый секретарь КузГТУ Чекмарева

Адрес: Россия, 630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, д.1.
650000, Кемерово, ул. Весенняя, д.28
E-mail: barom@kuzstu.ru
тел. +79235170303