

Отзыв на автореферат диссертации Салума Амера на тему:
**«ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ ВОДЯНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА В
УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА НА ПОВЕРХНОСТИ ТРУБКИ
ИСПАРИТЕЛЯ»** по специальности 05.14.04 – «Промышленная
теплоэнергетика»

Большая часть территории Российской Федерации расположена в климатических условиях с продолжительностью отопительного сезона не менее 8 месяцев в году. Несмотря на то, что эти регионы являются сложными для постоянного проживания людей, но в тоже время здесь сконцентрированы основные природные богатства страны, энергетические ресурсы и полезные ископаемые.

Суровый климат не создает условий для комфортного проживания людей, в связи с этим, регионы характеризует низкая плотность населения и наличие небольших автономных поселений. Это вызывает дополнительные сложности в организации централизованных систем отопления и горячего водоснабжения, а также проблемы в получении тепловой энергии. Во многие отдаленные районы топливо вынуждены поставлять только в летний период, наземным, водным или воздушным транспортом, что сильно удорожает стоимость энергоносителей. Одним из возможных путей решения данной проблемы является установка локальных систем отопления на базе теплонасосных установок (ТНУ).

На территории автономных поселений, в условиях как российского, так и сирийского климата, в отдельных случаях, экономически целесообразно применять ТНУ, использующие различные виды низкопотенциального тепла, например, сточные воды населенных пунктов или тепловую энергию, открытых поверхностных водоемов, расположенных вблизи поселков, где температура воды даже в зимний период не опускается ниже 275 К.

Для обеспечения эффективной работы ТН разность температур воды и хладагента, циркулирующего в контуре теплового насоса, должна быть не менее 5 К. В некоторых случаях, для уменьшения потерь тепла и при возможности расположения ТНУ вблизи низкопотенциального источника тепла, применяются открытые схемы. В данном случае трубки испарителя с температурой хладагента ниже 273 К помещают прямо в толщу воды. Такое расположение теплообменника часто приводит к формированию льда на его поверхностях. Образующийся на трубах слой льда может выступать в роли изолятора и серьезно повлиять на протекание процесса теплопередачи в системе фреон – вода и соответственно снизить эффективность работы ТНУ.

Проблема заключается в том, что режим работы теплового насоса открытого типа, с образованием слоя льда на стенках труб, практически не изучен. Кроме того не установлены основные закономерности процессов кристаллизации воды и таяния льда на поверхностях трубок испарителя в процессе эксплуатации теплового насоса при относительно низких

температурах воды в источнике (280–286 К). Не исследованы процессы изменения интенсивности теплообмена при увеличении толщины льда на поверхностях трубок испарителя в условиях термогравитационной конвекции. Не обоснована возможность эксплуатации тепловых насосов в условиях образования льда на поверхности трубок испарителя и не проведена оценка эффективности его работы в таких условиях. Не разработана методика определения длины трубки испарителя, необходимой для эффективной работы теплового насоса в условиях образования льда на части поверхности испарителя.

В связи с этим работа, выполненная Салумом Амером по поиску ответов на поставленные вопросы, **является актуальной**. В результате проведенных экспериментов и выполненных расчетов найдены решения поставленных задач, а также установлены временные характеристики процессов образования и таяния льда на поверхностях труб испарителя и изменения толщины слоя льда в зависимости от температуры воды поверхностного источника. Полученные данные позволяют определить оптимальные режимы работы ТНУ, для ее эффективного использования в системах нагрева помещений.

В работе решен ряд **практических задач**, связанных с применением низкопотенциальных источников тепла.

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 длины трубки испарителя, достаточной для работы теплового насоса в условиях образования льда на части поверхности испарителя.

Данная работа в целом помогает решить важную задачу по расчету и практическому применению альтернативных источников энергии, как на территории РФ, так и Сирийской Арабской Республики.

Научная новизна работы подтверждена серией проведенных экспериментов и не вызывает сомнений.

Большой объем экспериментальных исследований, их научная новизна и практическая ценность позволяют считать, что диссертация Салума Амера заслуживает положительной оценки, а сам соискатель достоин присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика»

Доцент мегафакультета биотехнологий и низкотемпературных систем НИУ ИТМО,

кандидат технических наук

*Благословил руки Дидикова
Зам. директора ИТМО*



Дидиков А.Е.

Дидиков А.Е.