

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Демесовой Сәуле Талғатқызы: «Разработка и обоснование параметров теплового насоса для энергосберегающего теплоснабжения процессов на животноводческой ферме», представленную на соискание степени доктора PhD по специальности: 6D081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

### **1. Актуальность темы исследования.**

Актуальность исследований обусловлена направленностью работы на энергосбережение, повышение энергоэффективности, а также соответствием цели и решаемых задач современному уровню научно-технического прогресса.

С учетом экологической неприемлемости традиционной энергетики, а также неизбежности удорожания и истощения органических ресурсов, на фоне ожидаемого роста электропотребления населением Президентом РК поставлена цель поэтапной низкоуглеродной трансформации экономики страны с достижением углеродной нейтральности к 2060 году. Стратегическим приоритетом принято увеличение доли ВИЭ в энергобалансе с доведением ее к 2035 году до 25%. Ранее Казахстаном принято решение о ратификации Киотского протокола и Парижского соглашения по изменению климата.

Тепловые насосы (ТН) относятся к мощным энергосберегающим средствам. Установлено, что известные конструкции ТН копируют принцип компоновки холодильников, где по технологии охлаждаемая камера и основные компоненты разделены по разным сторонам камер. То есть, испаритель располагается отдельно от компрессора и конденсатора, а конденсатор, чтобы не нагревал компрессор располагают в разных отсеках.

Для ТН подобный принцип не приемлем, так как увеличивает габариты и материалоемкость, а отсутствие эффективного охлаждения компрессора, приводит к удалению в окружающую среду тепла, выделяющегося с его поверхности.

Научная гипотеза работы заключается в применении нового компоновочного принципа теплового насоса, направленного на саморегулируемое охлаждение компрессора. Для этого, пластинчатые теплообменники испарителя и конденсатора заменяются на трубчатые, гибкие теплообменники типа «труба в трубе», которые укладываются по спирали, образуя полое цилиндрическое тело, внутри которого устанавливается компрессор. В результате, тепло, выделяемое телом компрессора, поглощается спирально уложенными холодными стенками теплообменника испарителя, теплоносителем, циркулирующим внутри него, от него хладагентом, протекающим внутри медных трубок, уложенных коаксиально относительно внешней трубы. Таким образом, избыточное тепло, выделяемое компрессором, вливается в общий тепловой поток производимый ТН, а

компрессор и приводной электродвигатель работают при щадящем температурном режиме, за счет поглощения их избыточного тепла. Конструкция не требует применения вентилятора, на привод которого затрачивалось до 5% энергии. Замена металлоемких и дорогих пластинчатых теплообменников Alfa Laval, улучшает теплообмен между хладагентом и теплоносителем, способствуя улучшению энергетических и экономических показателей. Предлагаемое техническое решение защищено патентом РК.

**2. Цель диссертационного исследования** – разработать конкурентоспособный образец теплового насоса с повышенными технико-экономическими показателями.

**3. Задачи исследования:**

- провести литературный обзор, патентные исследования и обосновать новое техническое решение ТН, включая конструктивно-технологическое схему;
- выполнить теоретические исследования и установить основные закономерности нового теплового насоса;
- разработать лабораторный стенд, экспериментально исследовать и установить основные зависимости и закономерности;
- провести хозяйственные испытания экспериментального образца, разработать техническое задание на проектирование и оценить технико-экономическую эффективность.

**4. Методы исследования:** В работе использованы методы математической физики, теории теплообмена, математического анализа.

**5. Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Тепловой насос с самоохлаждением компрессора обеспечивает щадящий режим работы компрессора и приводного двигателя за счет саморегулируемого поглощения их избыточного тепла.

2. Замена традиционных пластинчатых теплообменников испарителя и конденсатора на гибкие трубчатые типа «труба в трубе» снижает металлоемкость капзатраты при сохранении энергетических характеристик.

3. Изготовление медных трубок для циркуляции хладагента в виде нескольких спиралевидных параллельных трубок, уложенных в полости внешней трубы, повышает площадь теплообмена на 20%, при соответствующем снижении коэффициента теплоотдачи.

4. Лабораторный экспериментальный стенд, основанный на цифровых измерительных приборах и датчиках, осуществляет автоматический мониторинг режимов и параметров с накоплением и сохранением искомого объема информации в базе данных.

5. Техничко-экономические показатели системы, позволяют проводить оценку технической и экономической целесообразности по сравнению с

существующими аналогами с учетом конструктивных, энергетических и стоимостных параметров.

## **6. Описание основных результатов исследования.**

Предлагаемый ТН с самоохлаждением компрессора позволяет вовлекать в энергобаланс солнечную энергию, тепло атмосферного воздуха, утилизирует и возвращает в систему избыточное тепло от жизнедеятельности животных, охлаждаемых продуктов.

Результаты исследований представляют интерес для сельхозтоваропроизводителей, фермеров, ученых, работающих в данной сфере, студентов, магистрантов и докторантов высших учебных заведений.

Применение ТН позволит экономить энергозатраты, сохранять здоровье и продуктивность животных, качество произведенной молочной и мясной продукции, что будет способствовать развитию животноводства и снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

Результаты работы могут стимулировать смежные отрасли на принципиальное решение подобных вопросов, в частности переработку и хранение других сельхозпродуктов.

Созданный лабораторный образец ТН может быть использован при выполнении лабораторных и расчетно-графических работ студентами кафедры «Энергосбережения и автоматики», а также магистрантами и докторантами при проведении научных исследований.

Хозяйственные испытания экспериментального образца, проведенные в К/Х «Астан», Карасайского района, Алматинской области, акт испытаний, подтверждают эксплуатационно-технологическую и технико-экономическую эффективность устройства.

По результатам исследований разработано и утверждено техническое задание на проектирование «Теплового насоса с самоохлаждением компрессора».

Разработана, утверждена и издана рекомендация по использованию результатов исследований.

## **7. Обоснование новизны и важности полученных результатов:**

- усовершенствованная конструктивно-технологическая схема теплового насоса, содержащая новые технические решения и связи между элементами, способствующие повышению энергоэффективности. Новизна решения защищена патентом РК № 4185;

- теоретически выведенная закономерность термодинамических процессов объединяет в единой зависимости новые теплообменные процессы элементов теплового насоса: испарителем теплового насоса и компрессором, а также конденсатором с аккумулятором тепловой энергии;

- экспериментально установленные термодинамические характеристики элементов теплового насоса подтверждают адекватность теоретически выведенных закономерностей.

## **8. Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.**

Тема диссертации напрямую связана с Концепцией по переходу Республики Казахстан к «Зеленой экономике» и выполнялась в соответствии с государственными программами Министерства образования и науки Республики Казахстан, в рамках грантовых проектов МОН РК по приоритету «Энергетика и машиностроение», подприоритету: «Возобновляемые источники энергии (ветро- и гидроэнергетика, биотопливо и фотоэлектричество)».

## **9. Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.**

Докторант, в составе исследовательской группы грантового проекта Комитета науки МОН РК, участвовала и самостоятельно исследовала теоретические закономерности и экспериментальные зависимости. Обладая соответствующими базовыми знаниями и опытом, разработала лабораторный стенд.

Подготовила и опубликовала, в соавторстве, 14 научных трудов, из них: 3 статьи, с результатами анализа и обоснования теплового насоса, технико-экономического расчета, хозяйственных испытаний, в научных изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества образования и науки МОН РК, 7 статьи, с результатами исследований системы, в материалах международных научно-практических конференций, 3 статей, с результатами теоретического и экспериментального анализа в зарубежных изданиях, входящих в международную базу данных научных журналов компании Scopus. В соавторстве подготовила заявку на изобретение: патент РК №4185 «Тепловой насос с самоохлаждением компресса».

Требование для международного рецензируемого журнала касательно наличия в базе данных Scopus показателя процентиля по Cite Score не менее 25, выполнено полностью.

В период обучения прошла зарубежную стажировку на кафедре Русенского университета им. А. Кънчева (г. Русе, Болгария). Работа заслушивалась на научных конференциях, ежегодных отчетах соискателя. С докладами по теме диссертации выступала на: Международных конференциях: «Анализ и обоснование путей совершенствования тепловых насосов» VII International Scientific Congress «Agricultural machinery 2019». Болгария, 2019., «Особенности функционирования теплового насоса с гелиоколлектором и при самоохлаждении компрессора»; IV-Международная научно-практическая конференция «Мехатроника, автоматика и робототехника». Новокузнецк, 2019., «Инновационное развитие теплового насоса. Экспериментальные исследования» Международная научно-техническая конференция (Алматы, Казань, 20-21 октября 2022 г.) Электронный сборник научных статей по материалам конференции. Том 1. 2023г.

## **10. Объем и структура диссертации.**

Работа изложена на 107 страницах компьютерного текста, содержит 41 рисунок, 9 таблиц, 2 страниц приложений. Список использованных источников включает 120 наименования.