

1 «УТВЕРЖДАЮ»  
Ректор КГТУ им. И. Раззакова  
  
(Ф.И.О.)  
« 09 2024 г.

## ОТЗЫВ

Ведущей организации, назначенной на основе решения Диссертационного Совета Д 05.23.682 при Кыргызском национальном аграрном университете имени К.И. Скрябина и Ошском технологическом университете им. М. Адышева, в лице кафедры «Электроснабжение» КГТУ им. И. Раззакова, рассмотрев на заседании кафедры 12.09.2024г. протокол №2, представленную диссертационную работу Кунелбаева Мурата Меркебековича на тему «**Система управления двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 - электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве, научный руководитель: доктор технических наук, Омаров Р.А., в следующей редакции.

**Актуальность исследований** обусловлена наличием крупного резерва энергосбережения в животноводческой отрасли и необходимостью его реализации. Ввиду этого, важнейшей частью проблемы автоматизации контроля и испытаний систем солнечного теплоснабжения является изыскание научно обоснованных путей эффективного использования солнечной энергии круглогодично, в том числе в холодный зимний период, когда потребность в расходе тепловой энергии наиболее высока. Создание различных типоразмеров гелиоустановок, адаптированных под конкретное назначение, при существенном и принципиальном повышении их технико-экономических показателей – одна из актуальных задач, которой посвящено данное исследование.

В настоящее время в мире проводятся научно-исследовательские работы, по разработке и исследованию возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной. Большой интерес занимают низко потенциальные теплоэнергетические установки, такие как плоские солнечные коллекторы. Параметры окружающей среды и теплотехнические параметры конструкции плоских солнечных коллекторов влияют на интенсивность протекающих в них тепловых процессов.

В диссертации Кунелбаева М.М. предлагается двухконтурная гелиоустановка с термосифонной циркуляцией в животноводческой ферме, Предлагаемая система предназначена для одновременного поглощения солнечной энергии, отличительной особенностью которой является наличие плоского солнечного коллектора, теплового насоса, бак-аккумулятора для горячего водоснабжения, которая увеличивает КПД теплопередачи на 15-20% от теплоносителя- нержавеющей тонкостенной гофрированной трубы.

Предлагаемая система превосходит существующие аналоги за счет реализации возможностей теплового насоса (ТН), что позволило дополнительно к солнечной энергии вовлечь в энергобаланс тепло окружающей среды и тепло выделяемое компрессором ТН. Мониторинг интенсивности солнечного излучения, температуры окружающей среды и термодинамического состояния системы осуществляют встроенные в гелиосистему датчики и автоматизированный контроллер, через веб-сервер в режиме реального времени. Существенным потенциалом обладает тепло окружающей среды, которое имеет различную физическую природу. Известные технологии не позволяют использовать совместный потенциал солнечной энергии, тепла окружающей среды, тепла выделяемого компрессором теплового насоса.

**Степень обоснованности и достоверности научных результатов, сформулированных в диссертации,** Выводы и результаты данного исследования обоснованы и достоверны, так как опираются на существующую теоретико-методологическую и нормативно-правовую базу, а также результаты анализа обширного статистического материала. Для обоснования выводов, научных положений диссертант использовал научные парадигмы и методы современной науки, что позволило получить определенные результаты.

Результат 1. Подтвержден результатом статистической обработки средних значений прямой, суммарной радиации и продолжительности солнечного сияния, где выделены пять зон и составлена гистограмма, характеризующая возможности внедрения разработанной гелиоустановки по территории РК.

Результат 2. Достоверен, разработкой усовершенствованного метода математического моделирования совместной работы гелиоколлектора с тепловым насосом и теплового насоса с баком-аккумулятором, учитывающий переменный характер коэффициента преобразования теплового насоса и теплопроизводительности установки в процессе работы, связанный с изменением температур теплоносителей в гелиоколлекторе и баке-аккумуляторе.

Результат 3. Обусловлен закономерностью теплообмена в элементах конструкции гелиоколлектора в зависимости от параметров труб по которым циркулирует теплоносителя, обоснованием конфигурации соединительного элемента между трубами, влиянием массового расхода воды, циркулирующей по трубам коллектора на теплообмен и эффективность системы.

Результат 4. Обоснован теоретическими исследованиями закономерности теплопроизводительности установки в зависимости от интенсивности солнечной радиации, конструктивных параметров гелиоколлектора и циркулирующего теплоносителя.

Результат 5. Достоверен. Свидетельствует, что результаты экспериментальных исследований адекватны теоретическим результатам. В результате применения нового технического решения суточный эффективный прирост тепла составил около 1050 МДж при различных температурах окружающей среды.

### **Степень новизны каждого научного результата**

- предложена новая научная гипотеза повышения теплопроизводительности за счет использования совместного потенциала солнечной энергии, тепла окружающей среды, тепла выделяемого компрессором теплового насоса, которая реализована в схеме двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией с тепловым насосом. Результат новый

- по результатам статистической обработки средних значений прямой, суммарной радиации и продолжительности солнечного сияния, выделены пять зон и составлена гистограмма, характеризующая возможности внедрения гелиоустановок по территории РК. Результат новый.

- усовершенствован метод математического моделирования совместной работы гелиоколлектора с тепловым насосом и теплового насоса с баком-аккумулятором, где учтен переменный характер коэффициента преобразования теплового насоса и теплопроизводительности установки в процессе работы, связанный с изменением температур теплоносителей в гелиоколлекторе и баке-аккумуляторе. Результат новый.

- в результате теоретических исследований выведена закономерность теплообмена в элементах конструкции гелиоколлектора в зависимости от параметров труб, по которым циркулирует теплоносителя, конфигурации соединительного элемента между трубами, где обосновано, что тепловые характеристики снижаются линейно с увеличением расстояния между трубами. Это подчеркивает, что более высокая плотность трубы на единицу площади поглощающей пластины повышает ее тепловую эффективность, а дугообразный профиль на 24-27% эффективнее прямоугольного. Результат новый.

- выведена теоретическая закономерность теплопроизводительности установки в зависимости от интенсивности солнечной радиации, конструктивных параметров гелиоколлектора и циркулирующего теплоносителя. Установлено, что эффективность установки зависит от оптических свойств светопрозрачного покрытия гелиоколлектора, коэффициента теплообмена между поглощающей пластиной и воздухом во внутренней воздушной полости гелиоколлектора и обратно пропорциональна разности температур теплоносителя в конденсаторе и испарителе. Результат новый.

- экспериментальными исследованиями обоснована адекватность теоретических результатов, где подтверждено, что применение нового технического решения дает прирост суточного тепла. Результат новый.

### **Степень обоснованности и достоверности выводов работы, сформулированных в диссертации.**

Первый вывод. Обоснован проведенными патентными исследованиями, которые позволили обосновать новую конструктивно-технологическую схему двухконтурной гелиоустановки. Достоверен, так как базируется на глубоком анализе материалов и научных подходов к решению данной задачи.

Второй вывод. Обусловлен необходимостью усовершенствования теоретических основ метода математического моделирования гелиоустановки с тепловым насосом, где коэффициент преобразования теплового насоса имеет

переменный характер, что влияет на теплопроизводительность установки в процессе работы.

Третий вывод. Подтвержден численными расчетами, которые показывают, что температура возле змеевидной трубки теплообменников теплового насоса намного ниже между соседними параллельными частями трубки.

Четвертый вывод. Обусловлен разработкой системы сбора, хранения и обработки информации с солнечных коллекторов с целью создания надежной системы сбора данных о солнечной энергии в режиме реального времени для оптимизации работы солнечной системы отопления и горячего водоснабжения.

Пятый вывод. Подтвержден технико-экономическими расчетами удельного годового экономического эффекта на 1 кВт установленной мощности компрессора, который составил 123,0 тыс. тенге.

Выводы подкреплены полученными результатами, актами внедрения и патентами Республики Казахстан.

**Теоретическая значимость результатов** состоит в развитии методологии математического и имитационного моделирования разработкой новых методов исследования двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией.

**Практическая значимость** заключается в возможности применения результатов в системах солнечного теплоснабжения, а также разработанный контроллер управления, на которую получен патент на полезную модель №4012 28 мая 2019 г. в Национальном институте интеллектуальной собственности Министерства Юстиции Республики Казахстан.

**Соответствие диссертации научной специальности.** Диссертация Кунелбаева М.М. на тему «Система управления двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией», полностью соответствует паспорту специальности 05.20.02 - электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

#### **Оценка внутреннего единства полученных результатов**

Диссертация представляет собой комплексное исследование процессов двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией, обладает внутренним единством.

Полученные результаты взаимосвязаны. На основе патентных исследований обоснована базовая схема установки, теоретические исследования описывают термодинамические процессы новой установки, экспериментальные исследования вытекают из теоретических результатов, а практические рекомендации построены на выведенных теоретических экспериментальных положениях.

Диссертация содержит ряд новых научных результатов и положений, которые существенно влияют на повышение эффективности гелиоустановок подобного типа, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку и практику. Предложенные новые способы и технико-технологические решения аргументированы, и подтверждаются актами внедрения и патентами Республики Казахстан.

### **Заключение ведущей организации по диссертационной работе Кунелбаева М.М**

Диссертационная работа представляет собой научно-исследовательскую работу по актуальным вопросам электротехнологии и электрооборудования в сельском хозяйстве и имеют существенное теоретико-методологическое значение для последующего изучения вопросов систем солнечного теплоснабжения.

Значимость диссертации определяется в осмыслении проблем возобновляемой энергетики в Казахстане, которая позволит органам государственной власти и местного самоуправления совершенствовать работу по поддержке ВИЭ на местах. Основные положения, выводы и рекомендации научно аргументированы и достоверны, апробировались в разных международных и республиканских научно-практических конференциях, и семинарах, в научных статьях соискателя.

Для обоснования выводов, научных положений диссертант использовал научные парадигмы и методы современной науки, что позволило получить определенные результаты. Выводы диссертационного исследования приведены в систему, содержат предложения, научно-практические рекомендации и сведены в логически целое в виде заключения, соответствующего содержанию работы.

Теоретические и методологические подходы, рассмотренные в диссертации весьма значимы в научном и практическом плане, вносят вклад в комплексное исследование и развитие солнечной энергетики, его структуры, механизмов развития в современном обществе.

Результаты диссертации приемлемы для формирования новых направлений в преподавании отдельных разделов энергетических дисциплин, в проведении тренингов в ВУЗах, организации курсов и лекций по следующим направлениям: «Возобновляемые источники энергии», «Электротехнологии и электрооборудования в сельском хозяйстве», «Солнечная энергия», «Методы изучения цифровых технологии в ВИЭ» и т.д.

#### **Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования, имеет идентичное резюме на кыргызском, русском и английском языках.

#### **Недостатки по оформлению и содержанию диссертации.**

Отмечая достоинства диссертационной работы, ее практическую значимость и научную новизну, следует указать на некоторые спорные положения и высказать замечания. Как недостаток отмечаем, что в работе эффективность установки была бы выше, если бы в модели использовался гофрированный теплоприемник и экономический эффект рассчитан не по принятым положениям.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Считаем целесообразным продолжить работу в направлении внедрения предложенных автором систем солнечного теплоснабжения с новыми конструктивными параметрами плоского солнечного коллектора. Основные по-

ложения диссертации нашли отражение в публикациях автора, в том числе в докладах на научно-практических конференциях. Основные положения диссертации отражены в 20 публикациях.

**Соответствие содержания диссертации предъявляемым требованиям «Положения о порядке присуждения ученой степени».**

В целом диссертационная работа на тему: «Система управления двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией» является завершенной научно-исследовательской работой. По содержанию, новизне исследований, практической значимости, а также структуре и объему отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» НАК Кыргызской Республики, а работа автора Кунелбаева Мурата Меркебековича рекомендована для рассмотрения в Диссертационном совете Д 05.23.682 при Кыргызском национальном аграрном университете имени К.И. Скрябина и Ошском технологическом университете им. М. Адышева для присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Отзыв на диссертационную работу и автореферат обсужден на расширенном заседании кафедры «Электроснабжение» Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова (протокол №2 от 12 сентября 2024 г.)

Председатель заседания:

кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Электроснабжения»  
КГТУ им. И. Раззакова

Секретарь заседания:



к.т.н. доц. Куржумбаева Р.Б.

ст.преп. Джумаева А.И.

