

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

д.т.н., профессора Исакова А.Д., эксперта Диссертационного совета Д 05.23.682 при КНАУ им. К. Скрябина и ОШТУ им. М. Адышева по диссертационной работе Кунелбаева Мурата Меркебековича на тему «Система управления двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.20.02 – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Рассмотрев представленную соискателем Кунелбаева М. М. диссертацию, эксперт пришел к следующему заключению.

**1. Соответствие работы специальности 05.20.02, по которой дано право Диссертационному совету принимать диссертации к защите.**

Представленная диссертация соответствует профилю Диссертационного совета Д 05.23. 628. В работе приведены результаты решения нескольких важных задач математического анализа двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией. Предложена система уравнений теплопереноса в элементах конструкции гелиоколлектора совместно с уравнениями краевых условий – начальных и граничных между элементами конструкции.

Диссертация полностью соответствует паспорту специальности 05.20.02 - электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве. По пунктам 1,3 и 4.

**2. Целью исследований, представленных в диссертации, является:**

Разработка и установление закономерностей функционирования двухконтурной гелиоустановки с тепловым насосом, обоснование основных параметров автоматизированного контроля и испытания системы «гелиоколлектор + тепловой насос» для повышения эффективности работы такой установки за счет совершенствования методов математического и компьютерного моделирования, организационнотехнологических систем режимов работы и конструкций. В соответствии с поставленной целью в диссертационной работе решаются следующие задачи:

1. Провести анализ современных установок контроля и испытаний систем теплоснабжения на базе гелиоустановок, тепловых насосов и обосновать конструктивно-технологическую, функциональную и структурную схемы двухконтурной гелиоустановки с тепловым насосом.

2. Провести теоретические основы функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизацию, установить закономерности

функционирования двухконтурной гелиоустановки с тепловым насосом, вывести основные расчетные формулы, определить резервы повышения тепловой производительности в системе солнечного теплоснабжения.

3. Изготовить экспериментальный образец двухконтурной гелиоустановки, провести его хозяйственные и предварительные испытания.

4. Изготовить автоматизированный контроллер управления гелиосистемы.

5. Выполнить расчеты технико-экономической эффективности, разработанной двухконтурной гелиоустановки.

Приведенные задачи полностью отражают основные цели диссертации. Для реализации цели и задачи применены современные вычислительные методы и алгоритмы, эксперименты и сравнение полученных результатов с данными измерениями.

Актуальность темы диссертации обусловлена наличием крупного резерва энергосбережения в животноводческой отрасли и необходимостью его реализации.

**3. Основные научные результаты.** В работе представлены новые, научно-обоснованные результаты, имеющие как теоретическое, так и прикладное значение:

1. 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.
2. Усовершенствована теоретическая основа и метод математического моделирования функционирования гелиоустановки с тепловым насосом. Учтен переменный характер коэффициента преобразования теплового насоса и теплопроизводительности установки в процессе работы, связанный с изменением температур теплоносителей в гелиоколлекторе и бакеаккумуляторе.
3. Представлены численные расчеты, которые показывают, что температура возле змеевидной трубки намного ниже между соседними параллельными частями трубки. Тепловые КПД коллектора змеевидных трубок на 4 % выше, чем у других типов антифризных коллекторов. При исследовании численным моделированием тепловой КПД плоского солнечного коллектора будет выше на 7–10 %, чем при экспериментальных данных.



Диссертация Кунелбаева М.М. соответствует основным квалификационным признакам кандидатской диссертации ( п. 8,10, 11, 20, 28, 30 « Положения о порядке присуждения ученых степеней» в редакции постановления Правительства КР от 30.07.2014 г. №425, 30.07.2015 г. №542, 28.02.2017 г. №125).

#### **4. Практическая значимость полученных результатов.**

Определенная часть работы выполнена в рамках научно-исследовательского проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2018–2020 гг. № BR 05236693 «Математические и компьютерные модели, программно-аппаратные инструментарий и опытноэкспериментальные разработки по созданию сети комбинированных эффективных автоматизированных двухконтурных гелиоколлектора с термосифонной циркуляцией и мониторинг их функционировании».

Результаты данной работы вносят определенный вклад в метод математического и компьютерного моделирования двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией. Особо следует подчеркнуть о разработке новой конструкции плоского солнечного коллектора и контроллера управления для всей системы. Результаты можно использовать в учебном процессе спецкурса для студентов старших курсов, магистрантов и аспирантов.

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

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, основные цели и задачи проведенного исследования.

#### **6. Полнота публикации по теме диссертации.**

Основные результаты исследований опубликованы в более чем 20 научных работ, из них восемь работ в изданиях, рекомендуемых ВАК, двенадцать работ, индексируемых в WoS и/или Scopus. Получено два патента на изобретение.

#### **7. Замечания**

Существенных замечаний по диссертации нет.

#### **8. Предложения**

В качестве первого официального оппонента предлагается: Исаков Абдусаид Джалелович, д.т.н., профессор, декан энергетического факультета, Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

В качестве второго официального оппонента предлагается: Сапаков Аскар Заманбекович, кандидат технических наук, ассоциированный профессор

кафедры «Электросбережения и автоматика» Казахского национального аграрного исследовательского университета.

В качестве ведущей организации предлагается назначить Алматинский университет энергетики и связи (050013, г. Алматы, ул. Байтурсынова 126/1).

#### **9. Рекомендации**

Значимых рекомендации не имеется.

#### **10. Заключение**

По результатам проведенной экспертизы можно сделать следующие выводы. Тему диссертации отличает актуальность, имеется связь с государственными программами. В работе представлены результаты математического обоснования основных параметров термосифонного эффекта для системы солнечного теплоснабжения. Решена система уравнений теплопереноса в элементах конструкции гелиоколлектора совместно с уравнениями краевых условий – начальных и граничных между элементами конструкции. Усовершенствована теоретическая основа и метод математического моделирования функционирования гелиоустановки с тепловым насосом. Учен переменный характер коэффициента преобразования теплового насоса и теплопроизводительности установки в процессе работы, связанный с изменением температур теплоносителей в гелиоколлекторе и бакеаккумуляторе. Экспериментальные исследования подтвердили, что новое решение ТН в зависимости от условий работы обеспечивает повышение теплопроизводительности ДГУ до 10 %. 21 3. Представлены численные расчеты, которые показывают, что температура возле змеевидной трубки намного ниже между соседними параллельными частями трубки. Тепловые КПД коллектора змеевидных трубок на 4 % выше, чем у других типов антифризных коллекторов. При исследовании численным моделированием тепловой КПД плоского солнечного коллектора будет выше на 7–10 %, чем при экспериментальных данных. Разработан и исследован новый контроллер управления двухконтурного гелиоколлектора с термосифонной циркуляцией. Представлена разработка 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. Демонстрируются аппаратные и программные результаты реализации реальных кейсов в промышленных и бытовых помещениях в течение длительного периода времени.



Таким образом, можно заключить, что представленная диссертация полностью соответствует всем требованиям НАК ПКР, которые предъявляются к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Эксперт Диссертационного совета, рассмотрев представленные документы, рекомендует Диссертационному совету 05.23.682 при КНАУ им. К. Скрябина и ОШТУ им. М. Адышева *принять к защите* диссертацию на тему «Система управления двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Эксперт:  
д.т.н., профессор

А.Д. Исаков



05.05.2024

*Подпись эксперта диссертационного совета заверяю:*

Ученый секретарь диссертационного совета

Токтоналиев Б.С.