

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ІВАСЬКІВ РОМАН МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 620.97

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ
ПОТРІЙНО ОРІЄНТОВАНИХ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник

доктор технічних наук, професор
Андрійчук Володимир Андрійович,
професор кафедри електричної інженерії
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Рецензент

кандидат фізико-математичних наук, доцент
Габрусев Григорій Валерійович,
доцент кафедри вищої математики
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2018 р. о 17:00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів ступеня вищої освіти магістр спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

Секретар

екзаменаційної комісії № 38

Коцорко Р.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сьогодні енергетика України вимагає значного споживання традиційних джерел енергії (нафти, газу, вугілля, атомної енергії). Проте їх використання пов'язане із виникненням ряду труднощів, серед яких теплове, хімічне, радіоактивне забруднення навколишнього середовища та вичерпність їх запасів. Рівень забруднення атмосфери невпинно зростає, що призводить до руйнування біосфери. І хоча є багато сучасних технологій, що дадуть змогу ще багато років забезпечити людство атомною енергією, однак це не вирішить таких проблем, як зберігання відходів, наслідки від аварій та теплового і радіаційного забруднення.

Європейська Спільнота вимагає від країн, які прагнуть до неї вступити, збільшення частки відновлювальних джерел енергії в національному виробництві енергії до 6 %, а до 2030 року – до 20 %. В Україні показник використання альтернативних видів енергії знаходиться на рівні 0,7 %. Все це спонукає до інтенсифікації використання сонячної енергії, оскільки вона може ефективно трансформуватись в теплову та електричну і використовуватись для потреб опалення та гарячого водопостачання.

Впродовж останніх десятиліть було сконструйовано та досліджено різноманітні сонячні колектори. Головною метою цих досліджень було підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) сонячного колектора та зниження його вартості, оскільки підвищення ефективності, зазвичай, супроводжується зростанням ціни сонячних колекторів. Тому доцільним є пошук оптимальних параметрів сонячного колектора, що дасть змогу отримати максимальний коефіцієнт корисної дії за мінімальних економічних затрат.

Сьогодні актуальним є вдосконалення існуючих сонячних колекторів та систем сонячного теплопостачання (СТ) для їх максимальної інтеграції в традиційні системи теплопостачання та широке застосування на практиці. Одним із способів вирішення цього питання є застосування систем СТ із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами, а також комбінованих геліонагрівників із потрійно-орієнтованим теплопоглиначем. Проте на сьогодні ще не достатньо вивчене питання ефективної взаємоорієнтації системи потрійно-орієнтованих сонячних колекторів, а також питання впливу відхилення азимутального кута та кута нахилу сонячного колектора відносно падаючого випромінювання та його інтенсивності. Відомі комбіновані геліонагрівники не забезпечують ефективного використання сонячної енергії впродовж дня, оскільки не існує енергоефективних та порівняно дешевих їх конструкцій.

Мета роботи – обґрунтування й розробка удосконалених комбінованих систем теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та термоакумуляцією і створення методу їх розрахунку.

Завдання дослідження:

- провести аналіз існуючих теоретичних положень, експериментальних даних та методів розрахунку систем сонячного теплопостачання (ССТ);
- технічно удосконалити та теоретично й експериментально дослідити комбінований геліонагрівник;

- оптимізувати математичну модель, що прогнозує надходження сонячної енергії на систему потрійно-орієнтованих сонячних колекторів;
- експериментально дослідити вплив кутів надходження випромінювання на ефективність сонячного колектора та системи із потрійною орієнтацією сонячних колекторів й термоакумуляцією.

Об’єкт дослідження – система сонячного теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та термоакумуляцією.

Предмет дослідження – процес та технологія отримання сонячної енергії системою потрійно-орієнтованих СК із термоакумуляцією.

Методи дослідження – теоретичний аналіз та експериментальні дослідження: лабораторні та натурні дослідження системи СТ із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та комбінованих геліонагрівників; математичні методи обробки експериментальних даних; застосування методів математичної статистики.

Достовірність отриманих результатів, висновків та рекомендацій підтверджена тим, що отримані результати не суперечать висновкам відомих наукових положень. Висновки та рекомендації, сформульовані в дипломній роботі, підтверджені експериментальними дослідженнями шляхом аналізу, узагальнення і систематизації.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено комбіновану систему теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та конструкцію комбінованого геліонагрівника. Теоретично та експериментально підтверджено ефективність застосування системи стаціонарних потрійно-орієнтованих сонячних колекторів та комбінованих геліонагрівників. Удосконалено метод розрахунку, який дозволяє встановити основні параметри системи СТ із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами, а також визначити оптимальні геометричні розміри комбінованого геліонагрівника.

Публікації. Основні положення та результати дипломної роботи магістра доповідалися на XI Міжнародній студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (26-27 квітня 2018 року, м. Тернопіль).

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 9 розділів, висновків та списку використаних джерел. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 128 аркушів формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, публікації, апробацію та впровадження результатів роботи.

В першому розділі проведено літературний огляд за напрямком магістерської роботи, зокрема, подано: аналіз існуючих установок для отримання сонячної енергії, аналіз існуючих систем сонячного теплопостачання із термоакумуляцією та методів

їх розрахунку.

В основній частині приведено дослідження надходження сонячної енергії на потрійно-орієнтовану систему сонячних колекторів та експериментальні дослідження ефективності системи теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами.

В спеціальній частині розглянуто використання ЕОМ та САПР при проектуванні та побудові нових систем теплопостачання на базі потрійно-орієнтованих сонячних колекторів.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» виконано оцінку економічної ефективності комбінованої системи теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та термоаккумуляцією.

В частині «Охорона праці» описано державне управління охороною праці та заходи безпеки при експлуатації систем теплопостачання.

В частині «Безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто класифікацію чинників, що впливають на безпеку людини, та виконано дослідження стійкості роботи об'єктів теплоенергетики в надзвичайних ситуаціях.

В частині «Екологія» подано оцінку екологічного життєвого циклу сонячних колекторів та аналіз результатів, отриманих за методикою оцінки впливу циклу життя виробу.

У загальних висновках описано прийняті в роботі технічні рішення та організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення, що можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В графічній частині приведено креслення, ілюстрації, графіки, діаграми та таблиці, що доповнюють пояснювальну записку дипломної роботи магістра.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу літературних джерел виявлено, що системи теплопостачання із стаціонарними плоскими сонячними колекторами неефективно використовують сонячну енергію в ранішні та вечірні години. Цю проблему дає змогу вирішити застосування потрійно-орієнтованих сонячних колекторів або потрійно-орієнтованих теплопоглиначів.

2. Удосконалено математичну модель надходження сонячної енергії на потрійно-орієнтовану поверхню, що дало змогу здійснити математичне моделювання надходження сонячної енергії для різних широт і азимутальних відхилень та її термоаккумуляції комбінованим геліонагрівником.

3. Експериментально підтверджено, що азимутальне відхилення $\gamma = 15^\circ$ бічних сонячних колекторів системи СТ дає змогу збільшити їх середню теплову потужність за день до 26 %, а із секційним баком-аккумулятором для термоаккумуляції можна отримати на 11 % більше теплової енергії та розширити час ефективної роботи на 40 хвилин.

4. Показано, що поєднання СК і бака-аккумулятора дає змогу значно спростити систему СТ. Виконання комбінованого геліонагрівника із потрійно-орієнтованим

теплопоглиначем та із внутрішньою перегородкою для циркуляції теплоносія дає змогу отримати на 13 % більше теплової енергії, порівняно із плоским теплопоглиначем.

5. Удосконалено метод розрахунку системи СТ із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та термоаккумуляцією, що дало змогу визначити оптимальні параметри системи СТ із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами та комбінованими геліонагрівниками при забезпеченні її економічної ефективності.

6. Розроблено конструкції комбінованих геліонагрівників із потрійно-орієнтованим теплопоглиначем і перегородкою для циркуляції теплоносія та схемні рішення систем СТ із використанням потрійно-орієнтованих сонячних колекторів та термоаккумуляції в секційному бакові-аккумуляторів, що дало можливість підвищити ефективність системи СТ.

7. При використанні комбінованої системи теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами вартість отримуваної теплової енергії порівняно з традиційними джерелами теплопостачання (від тепломережі) нижча на 14 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

Іваськів Р.М. Аналіз установок для отримання сонячної енергії [Текст] // Тези доповіді на XI Міжнародній студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (26-27 квітня 2018 року, м. Тернопіль). – Тернопіль, ТНТУ, 2018. – С. 113-114.

АНОТАЦІЯ

У магістерській роботі розроблено комбіновану систему теплопостачання із потрійно-орієнтованими сонячними колекторами, теоретично та експериментально підтверджено ефективність застосування такої системи та удосконалено метод її розрахунку.

Ключові слова: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ПОТРІЙНО-ОРІЄНТОВАНИЙ СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР, ТЕРМОАКУМУЛЯЦІЯ

ANNOTATION

In the master's work the combined heat supply system with triple-oriented solar collectors has been developed, the efficiency and effectiveness of the application of such a system have been theoretically and experimentally confirmed, and the method of its calculation has been improved.

Key words: ENERGY SAVING, ENERGY EFFICIENCY, HEAT SUPPLY, TRIPLE-ORIENTED SOLAR COLLECTOR, THERMAL ACCUMULATION