

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Андрушко Євген Миколайович

УДК 621.32

Підвищення енергоефективності сонячних колекторів

141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи магістра на здобуття вищої освіти
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 кандидат технічних наук, доцент
Коваль Вадим Петрович,
доцент кафедри електричної інженерії
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Рецензент кандидат технічних наук, доцент
Шелестовський Борис Григорович
зав.кафедрою вищої математики
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться "24" грудня 2018 р. о 17 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр 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

Коцюрко Р.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи.

Вибір території для розгортання на них сільськогосподарських підприємств з метою подальшого забезпечення продовольством йде в розріз з раціональним їх розташуванням, так як орієнтиром при цьому в першу чергу виступає можливість підключення до існуючих енергомереж, що порівняно з вартістю установок, що працюють на основі відновлюваних джерел енергії. Але при цьому виникають труднощі з раціональним підбором обладнання, яке бере участь в енергозабезпеченні і місця його розміщення, так як підключення до існуючих енергомереж може привести до збою енергозабезпечення. На зміну централізованому енергопостачанню можуть прийти комбіновані системи з відновлюваними джерелами енергії, зокрема, сонячної енергії, за рахунок якої можна отримувати теплову та електричну енергію. Що стосується підприємств, які вже працюють з установками використовують ВДЕ, то їм також незабаром буде потрібно якісна модернізація, яка додатково зможе підвищити їх енергетичні характеристики.

Однак недостатня вивченість закономірностей розподілу сонячної енергії на розвиненій теплосприймаючій поверхні з подальшим поглинанням з огляду на появу багаторазових відбивань, робить дослідження в цьому напрямку особливо актуальними. Питання автоматизації процесу геліоводопідігрівання, що розглядаються представленими більшістю авторів, були зведені переважно до управління відбором води, що не дозволяє в повній мірі судити про якість роботи установки, накопиченні і передачі отриманих в ході роботи даних для їх подальшого аналізу і удосконалення засобів автоматизації та конструктивних особливостей геліоколектора.

Мета роботи: підвищення ефективності систем гарячого водопостачання віддалених від електромережі об'єктів, за рахунок більш повного використання сонячної енергії.

Об'єкт дослідження: технічні і технологічні процеси у геліоколекторі з системою контролю і управління його роботою зі збором, збереженням і передачею інформації, для віддалених від електромережі об'єктів.

Предмет дослідження: закономірності розподілу енергетичних потоків на теплосприймаючій поверхні геліоколектора, а також їх перетворення і вплив на роботу геліоколектора з метою підвищення його ККД.

Методи досліджень: в роботі використані методи системного аналізу, елементи математичної статистики, теорії планування експериментальних досліджень і регресійного аналізу, методи енергетичних і світлотехнічних розрахунків. Обробка експериментальних даних проведена із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отриманні математичної моделі поглинання оптичної енергії розгалуженою поверхнею приймача геліоколектора при багаторазових відбиваннях;

- отриманні енергетичні характеристики елементів геліоколектора в підвищенні енергоефективності поверхні абсорбера по діаметру і щільності нанесення на його поверхню півсфер.

Практичне значення отриманих результатів:

- здійснено опис характеру і енергетичної складової розподілу відбитих сонячних променів на теплосприймаючу частину геліоколектора;
- запропонована методика визначення оптимального співвідношення кількості і форми нанесених на теплосприймаючу частину абсорбера криволінійних поверхонь для найкращого збору енергії;
- розроблена система автоматизованого управління геліоелектропідігрівом води.

Апробація результатів роботи. Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. ТНТУ, 2018 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків та переліку посилань. Об'єм роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 130 арк. формату А4, графічна частина – 21 аркуш презентації

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, апробацію та впровадження результатів роботи.

Перший розділ «Літературний огляд» носить оглядово-аналітичний характер і містить результати роботи по аналізу існуючої у світі інформації щодо тематики дипломної роботи. Розглянуто: природу розгалуженої поверхні і різних геліоустановок для нагріву води, використання розвиненої поверхні і різних матеріалів в як приймач сонячного випромінювання, шляхи підвищення ККД сонячних установок, автоматизація процесу геліоводопідігріву.

Аналіз літературних джерел показав перспективи використання розвиненої поверхні, заснованої на принципах живої природи (лист рослини). Взято за основу частину конструктивних особливостей листка, що вимагає виконання вдосконалення параметрів поверхні абсорбера в геліоколектора.

З аналізу літератури випливає, що досить повно розглянуто питання щодо конструкцій існуючих геліоколекторів з розвиненою поверхнею абсорбера. Однак відсутні теоретичні викладки, математичні моделі поглинання сонячної енергії, що падає на розвинену (розгалужену) поверхню приймача

У **другому розділі «Основна частина»** наведено основні результати дипломної роботи. Виведено рівняння для розрахунку потоку випромінювання, що встановився в результаті багаторазових відбивань на ϕ -й поверхні колектора. Проведено теоретичне дослідження ефективності поглинання енергії сонячного випромінювання поверхнею геліоколектора як об'єктом з

багаторазовими відбиваннями. Дана поверхня має вигляд вгнутих півсфер. Виведено рівняння світлового потоку від відбивача. Аналіз результатів комп'ютерного розрахунку за даним рівнянням показав, що варіація значень коефіцієнта відбивань елементів системи з багаторазовими відбиваннями призводить до збільшення коефіцієнта відбиття до 27 раз.

Запропонована система геліоводопідігріву з блоками системи управління і контролю (рис.1). У цій системі холодна вода через регулюючий клапан 1 надходить в нагрівач (геліоколектор) 3, де її температура збільшується за рахунок надходження сонячної енергії. Нагріта вода надходить в накопичувальний бак 6, де при необхідності її температура доводиться до необхідної шляхом підігріву. Основна функція системи автоматики в блоці нагрівання полягає в тому, щоб забезпечити на виході блоку відповідну температуру води.

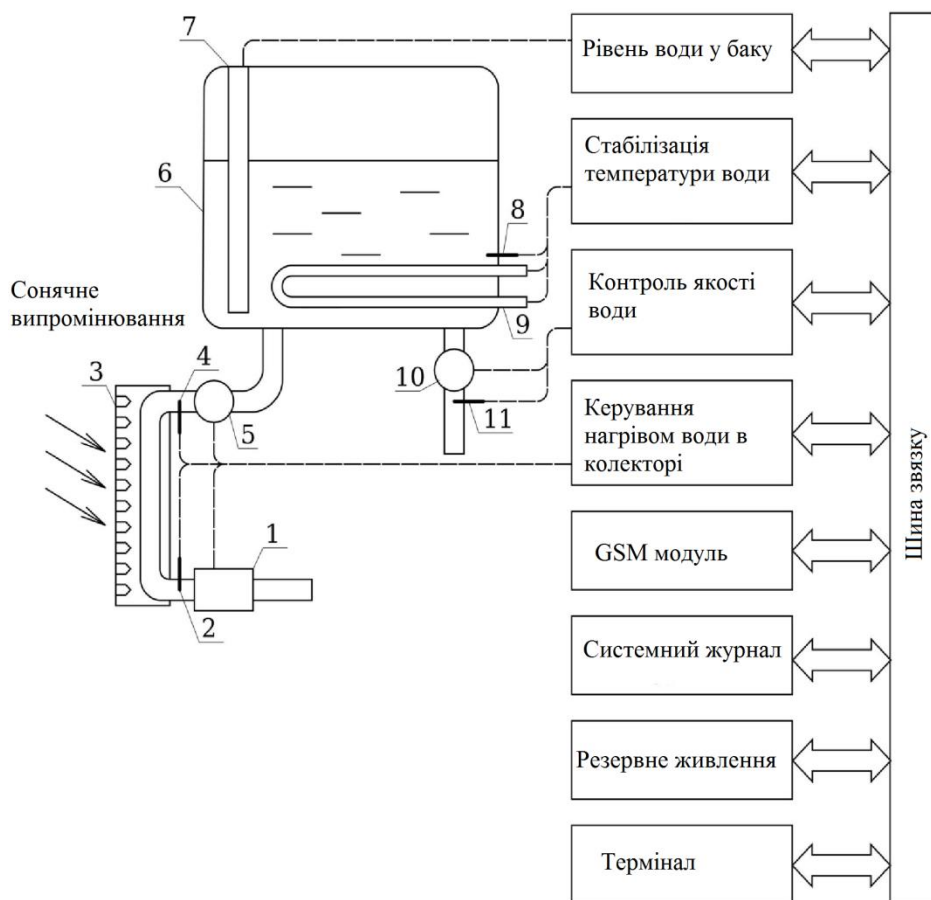


Рис. 1. Схема руху води в системі геліоводопідігріву

Дослідження по нагріванню води сонячною енергією здійснювалися контролером Arduino board model uno R3. Вимірювальні датчики розташовувалися по всьому вимірюваному периметру дослідних зразків, після вимірювання виводилося його середнє значення, яке заносилося в спеціальну програму. Розроблено пристрій, що дозволяє виключити вплив зовнішніх факторів на якість проведення досліду.

Було проведено дослідження в реальних умовах трьох зразків. З них чітко видно перевагу комірково-увігнутої поверхні.

Запропонована принципову електричну схему пристрою автоматизації геліоводопідігріву.

У третьому розділі «Спеціальна частина» представлено сучасні підходи до візуального моделювання складних систем та опис ліцензійного програмного забезпечення, яке використано для проведення розрахунків та представлення їх результатів.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» наведено розрахунок вартості розробки і виготовлення енергозберігаючої геліоелектричної системи гарячого водопостачання тваринницьких об'єктів, розрахунок експлуатаційних витрат на обслуговування енергозберігаючої геліоелектричної системи гарячого водопостачання, розрахунок економічної ефективності впровадження енергозберігаючої геліоелектричної системи гарячого водопостачання.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» описано основні вимоги безпеки до улаштування та експлуатації технологічного обладнання, сигнально-попереджувальні пристрої і фарбування обладнання, особливості проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при ліквідації наслідків великих виробничих аварій і катастроф.

У шостому розділі «Екологія» наведено аналіз екологічних аспектів нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та методів прогнозування стану навколишнього природного середовища.

ВИСНОВКИ

1. З проведеного аналізу поверхонь встановлено, що багаторазові відбивання в комірково-увігнутій поверхні сонячного колектора збільшують густину опромінення поверхні абсорбера в γ_{SA} раз.

2. Аналіз результатів комп'ютерного розрахунку показав, що варіація значень коефіцієнта відбивань елементів системи з багаторазовими відбиваннями призводить до збільшення коефіцієнта багаторазових відбивань до 27. Зростання густини потоку опромінення пояснюється надлишком енергії, одержуваної системою, в порівнянні з тою, що віддається нею за межі й поглинається усередині системи. Додаткові втрати на поглинання в системі, що виникають в результаті багаторазових відбивань приводять до балансу потоків, що визначається законом збереження енергії.

3. В результаті проведених досліджень отримано рівняння регресії другого порядку (2.43). Його використання дозволяє визначати температуру нагрівання (T) дослідних зразків з різним діаметром (D) і густину нанесення комірок (шт/м²) виражену в загальній площі дослідного зразка (S) при постійному часі T_{sd} .

4. Проведено порівняння середніх абсолютних значень часу нагрівання дослідних зразків, що мають плоску і комірково-увігнуту теплоприймаючу

поверхню до температури 55 °С, і аналогічне порівняння середніх величин часу нагрівання дослідних зразків в відносних одиницях. Отримано вибірккову середню, для абсолютних величин вона дорівнювала $C_{sa} = 3,47\%$ (комірково-увігнута поверхня) і $C_{sa} = 4,23\%$ (плоска поверхня). Точність визначення середніх значень часу нагріву для дослідних зразків задовільна, а вибірккові середні значення ефективності нагріву дослідних зразків, вираженої в часі, відрізняються статистично значимо.

5. Реалізована система управління і автоматизації геліоводопідігріву. Розроблено електричну принципову схему пристрою автоматичного управління геліоводопідігрівом, що дозволяє контролювати якість роботи установки.

6. Розроблена конструкція енергозберігаючої геліоелектричної системи гарячого водопостачання тваринницьких об'єктів ефективніша за існуючі через більш повне поглинання сонячної енергії (підвищення, енергоефективності, ККД). Кількість води, що нагрівається, в рівних природно-кліматичних умовах, стає більшою, а собівартість нагріву 1 літра меншою. Термін окупності складає від 2,9 до 3,15 років.

7. Результати проведеного дослідження можуть бути використані в якості елементної бази з метою створення і модернізації геліоводонагрівачів, а також брати участь в розробці рекомендацій для подальшого проектування сонячних установок з метою підвищення енергоефективності поглинання сонячної енергії.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

1. Андрушко Є. Енергоефективність системи геліоводопідігріву / Андрушко Є. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 102. — (Електротехніка, електроніка та світлотехніка).

АНОТАЦІЯ

Андрушко Є.М. Підвищення енергоефективності сонячних колекторів. – **Рукопис.**

Дипломна робота магістра за спеціальністю 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У роботі отримані математичні моделі поглинання оптичної енергії розгалуженою поверхнею приймача геліоколектора при багаторазових відбиваннях, енергетичні характеристики елементів геліоколектора, в оптимізації поверхні абсорбера по діаметру і щільності нанесення на його поверхню півсфер, розроблена система автоматизованого управління геліоелектропідігрівом води.

Ключові слова: сонце, енергоефективність, геліоколектор, система автоматизованого управління.

ANNOTATION

Andrushko Ye.M. Increasing the energy efficiency of solar collectors. - **Manuscript.**

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 141 Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics . – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2018.

The mathematical models of absorption of optical energy by the ramified surface of the receiver of the solar collector during multiple reflections, the energy characteristics of the elements of the solar collector, optimization of the absorber surface along the diameter and the density of application on its surface of the hemisphere are obtained, the system of automated control of solar water helium are developed.

Key words: sun, energy efficiency, solar collector, automated control system.