

С.Й. Мисак, к.т.н.,
НУ «Львівська політехніка», Львів

ІНТЕГРАЦІЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ І ТЕПЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРАХ: ПІДХІД ДО ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Анотація. Розроблено модель гібридного теплового фотоелектричного геліоколектора (ГТФГК) у SolidWorks для ефективного перетворення сонячної енергії. Досліджено теплову динаміку системи: температура теплоносія зростає до 38,5°C, миттєва питома теплова потужність стабілізується на рівні 706 Вт/м². Встановлено, що вдосконалення конструкції та застосування повітряних шарів зменшують теплові втрати. Визначено, що теплова ефективність ГТФГК досягає 0,78. Результати дослідження демонструють потенціал гібридних сонячних технологій для покращення енергетичної безпеки країни.

Ключові слова: Гібридний тепловий фотоелектричний геліоколектор; сонячна енергія; теплова ефективність.

Мета дослідження полягає в науковому обґрунтуванні теоретичних засад підвищення ефективності використання сонячної енергії шляхом розробки вдосконалених гібридних геліоколекторів, які поєднують в одній установці теплові та фотоелектричні перетворювачі сонячної радіації в енергію, з оптимізацією їхніх конструктивних і функціональних характеристик відповідно до сучасних вимог енергоефективності та екологічної безпеки.

Завдання дослідження полягало у вивченні теплових характеристик запропонованої конструкції гібридного теплового фотоелектричного геліоколектора на основі результатів комп'ютерного моделювання.

Об'єктом дослідження є процес трансформації сонячної енергії в теплову в системі з гібридним тепловим фотоелектричним геліоколектором, тоді як предметом дослідження виступають теплові характеристики цього інноваційного геліоколектора.

За допомогою модуля FlowSimulation програми SolidWorks було змодельовано систему теплопостачання, яка базується на інноваційному дизайні гібридного теплового фотоелектричного геліоколектора, представленого на рисунку 1.

Для моделювання були встановлені наступні вихідні дані: рівень деталізації розрахункової сітки – 3; часові інтервали отримання вхідних і вихідних даних встановлені з інтервалом в 1 секунду; загальна тривалість дослідження – 90 хвилин; оточуючим середовищем системи із ГТФГК є повітря з температурою 15°C; площину ГТФГК спрямовано перпендикулярно до напрямку сонячних променів з інтенсивністю 900 Вт/м²; витрата теплоносія в системі становить 30 г/с.

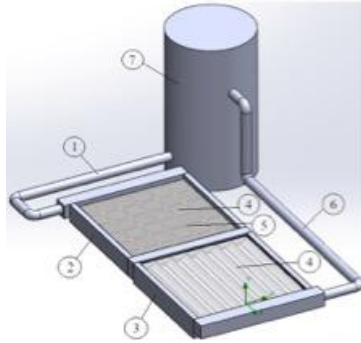


Рис.1 Модель гібридного теплового фотоелектричного геліоколектора (ГТФГК) в програмі SolidWorks для дослідження в модулі FlowSimulation.

1, 6 – трубопроводи на вході та виході з ГТФГК; 2 – частина ГТФГК із фотоелектричними панелями; 3 – теплова частина ГТФГК із концентраторами; 4 – світлопрозоре покриття; 5 – основа з фотоелементами ГТФГК; 7 – тепловий акумулятор.

Дослідження моделі проводилось моделюванням теплового стану ГТФГК під впливом постійного сонячного випромінювання тривалістю 90 хв задля встановлення квазістаціонарного теплового режиму системи, що є ключовим для аналізу її довготермінової теплової ефективності.

Згідно з експериментальними дослідженнями, зміни температур теплоносія в ГТФГК представлено на рис. 2.

Як видно з рис. 2, при постійній температурі навколишнього середовища θ_a , що дорівнює 15°C , температура теплоносія в трубопроводі на виході з ГТФГК θ_{out} стрімко піднялася до $26,3^{\circ}\text{C}$ протягом перших 10 хвилин експерименту. До 30 хвилини вона майже не змінювалася, а потім почала рівномірно і швидше зростати, досягнувши кінцевого значення $38,5^{\circ}\text{C}$. Температура теплоносія на вході в ГТФГК θ_{in} почала підвищуватися через 25 хвилин після початку дослідів і завдяки рівномірному зростанню з 40 хвилини досягла $27,3^{\circ}\text{C}$ наприкінці експерименту.

Використання програмного забезпечення SolidWorks та його модуля FlowSimulation дозволило провести детальний аналіз теплофізичних процесів в ГТФГК, демонструючи здатність системи ефективно перетворювати сонячну енергію на теплову. Результати експериментальних досліджень підтверджують високу ефективність запропонованої конструкції, вказуючи на її значний потенціал у вирішенні проблем енергетичної безпеки та декарбонізації економіки.

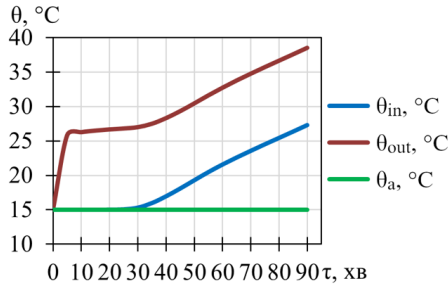


Рис. 2. Температури теплоносія у трубопроводі на вході θ_{in} , $^{\circ}\text{C}$, на виході θ_{out} , $^{\circ}\text{C}$, з ГТФГК та оточуючого середовища θ_a , $^{\circ}\text{C}$

Визначення теплофізичних процесів у геліоколекторі, дозволило оптимізувати робочі параметри для максимально ефективного використання сонячного випромінювання. Встановлено, що поєднання фотоелектричних панелей з тепловими колекторами в єдиній системі забезпечує стабільне підвищення температури теплоносія до $38,5^{\circ}\text{C}$. Встановлено, що миттєва питома теплова потужність геліоколектора сягає 706 Вт/м^2 . Визначено, що теплова ефективність ГТФГК складає $0,78$, що свідчить про високу ефективність акумулювання теплової енергії та її трансформації. Зроблено висновок, що впровадження гібридних теплових фотоелектричних геліоколекторів сприятиме зміцненню енергетичної безпеки та скороченню викидів вуглецю, що є важливим кроком на шляху до сталого розвитку та використання відновлюваних енергоресурсів.