

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

ЖУРАВЛІОВ МИХАЙЛО ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 697.329

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
ПРИВАТНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи 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, ст. викладач
Козак Катерина Миколаївна,
ст. викладача кафедри «Електричної інженерії»
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Рецензент кандидат фізико-математичних наук, доцент
Шелестовський Борис Григорович,
завідувач кафедри 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 ознайомитися 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. Різке загострення взаємопов'язаних енергетичних і екологічних проблем викликало значний інтерес щодо використання поновлюваних джерел енергії та технологій з низьким викидом парникових газів. Застосування систем сонячного теплопостачання, не пов'язаних з викидом парникових газів, дає змогу значно скоротити використання енергоресурсів, що є одним із найголовніших завдань XXI ст.

Клімат нашої планети визначає сонячна енергія (сонячне випромінювання). Потік її досить суттєво змінюється упродовж року залежно від географічної широти місцевості й обумовлює кліматичну зональність - різницю температур, відносну вологість, тиск і швидкість вітру на Землі. Найнадійнішим, найпростішим і економічно вигідним є використання сонячної енергії, яку отримує покриття будівлі, тобто застосування як покриття огорожуючої конструкції будівлі саме геліопанелей (ГП). ГП об'єднують у собі функції основного конструктивного призначення (елементи споруди), а також функції сприйняття і транспортування теплоти та холоду. Така система практично не потребує як додаткових затрат на установку та монтаж, так і значних експлуатаційних затрат, автоматично сприймає та акумулює сонячну енергію. Проте такі системи є стаціонарними, а для їх встановлення необхідно дотримуватися багатьох вимог, щоб не порушити несучої здатності елементів споруди та максимально забезпечити використання сонячної енергії. Низька ефективність їх роботи зумовлюється значними габаритами, вагою та доволі високою вартістю обладнання. Тому доцільним є пошук раціональних параметрів ГП, що дасть змогу отримати максимальний коефіцієнт корисної дії за мінімальних економічних затрат.

На сьогоднішній час актуальним є вдосконалення існуючих ГП та систем сонячного теплопостачання (СТ) для їх максимальної інтеграції в традиційні системи теплопостачання та широке застосування на практиці. Використання елементів споруд як конструктивних складових ГП значно знижує вартість установки сонячного теплопостачання та спрощує їх монтаж. Одним із способів вирішення цього завдання є застосування в конструкції ГП сучасних будівельних матеріалів для інтенсифікації теплопередачі та зниження ваги панелі.

Проте на сьогодні ще недостатньо вивчене питання простої, економічної та раціональної конструкції ГП для досягнення її максимальної ефективності залежно від інтенсивності сонячного випромінювання, діаметру трубок, кроку трубок, типу трубок та покриття ГП, а також витрати теплоносія. Відомі ГП не забезпечують ефективного використання сонячної енергії упродовж дня, оскільки не існує енергоефективних та водночас дешевих їх конструкцій.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є теоретичне обґрунтування й експериментальне підтвердження можливості одержання низькопотенціальної теплоти шляхом удосконалення геліопанелей періодичної дії, суміщених із покриттям будівель.

Для досягнення зазначеної мети у роботі вирішувались такі завдання:

- провести аналіз існуючих теоретичних та експериментальних даних, а також методів розрахунку систем сонячного теплопостачання із ГП;
- обґрунтувати доцільність застосування ГП для покращення мікроклімату в приміщенні;
- виконати теоретичні та експериментальні дослідження ГП різних конструкцій для визначення найефективнішої;
- проаналізувати вплив сучасних покрівельних матеріалів та типів трубок на зміну теплоакмуляційної здатності ГП;
- перевірити ефективність роботи системи сонячного теплопостачання із ГП в натурних умовах;
- розробити інженерну методику для розрахунку основних конструктивних параметрів ГП;
- виконати економічне обґрунтування доцільності використання ГП періодичної дії, суміщених із покриттям будівель.

Об'єктом дослідження є геліопанелі періодичної дії, суміщені із покриттям будівель.

Предметом дослідження є процес та технологія отримання сонячної енергії геліопанелями періодичної дії, суміщеними із покриттям будівель.

Методи досліджень: теоретичний аналіз та експериментальні дослідження; лабораторні та натурні дослідження системи СТ із ГП різних конструкцій; математичні методи оброблення експериментальних даних; застосування методів математичної статистики та положень обчислювальної математики.

Новизна проведеного дослідження.

1. Запропоновано конструкцію теплогеліоприймача (геліопанелі) системи СТ, конструктивно поєднану з панеллю покриття будівлі, яка характеризується високими теплоакмуляційними властивостями;
2. Обґрунтовано можливість застосування ГП періодичної дії, суміщених із покриттям будівель для системи теплопостачання, що дало змогу знизити собівартість системи СТ.

Практичне значення одержаних результатів.

Практичне значення одержаних результатів. Удосконалена методика та розроблений алгоритм розрахунку дає змогу встановити основні параметри системи СТ із ГП, а також визначити раціональні геометричні розміри ГП.

Апробація результатів дослідження.

Основні положення та результати дипломної роботи магістра доповідалися на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені Івана Пулюя «Актуальні задачі сучасних технологій» (28-29 листопада 2018 року, м. Тернопіль).

Структура і обсяг роботи.

Дипломна робота магістра складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи 136 сторінок, 7 таблиць і 48 рисунків; список літератури з 53 найменувань на 6 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, показано зв'язок із науковими програмами, темами, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, публікації, апробацію та впровадження результатів роботи.

Перший розділ «Літературний огляд» присвячений аналізу існуючих систем СТ, а також аналізу відомих конструкцій ГП та їх особливостей.

Проаналізовано роботи вітчизняних і закордонних авторів, які присвячені дослідженню комбінованих систем сонячного теплопостачання в цілому. Встановлено, що актуальним є використання комбінованих систем СТ, оскільки системи з пасивним використанням сонячної енергії мають відносно невисоку вартість та є екологічними, проте в них складно контролювати параметри внутрішнього повітря та здійснювати необхідний повітрообмін у приміщенні, а системи з активним використанням сонячної енергії – високовартісні. Найпростішими є системи з використанням ГП, оскільки вони об'єднують в собі функції основного конструктивного призначення (елементи споруди), а також функції сприйняття сонячної енергії і транспортування теплоти. Проте недостатньо вивчено, які саме конструктивні особливості таких систем будуть раціональними для ефективного використання сонячної енергії.

Отже, дослідження ГП як екологічних систем з відносно невисокою вартістю становить економічний, науковий та соціально-технічний інтерес.

У другому розділі «Основна частина» наведено результати теоретичних досліджень акумуляційних властивостей ГП. Проведено математичне моделювання надходження сонячної енергії на ГП.

Енергія, що надходить на одиницю площі впродовж дня, є сумою миттєвих надходжень з моменту сходу Сонця до його заходу. Тому, денна кількість енергії Q_{di} виражається інтегралом від функції $I_c(\beta, \varphi, \delta, \gamma, s)$ змінної s в межах від $-s_k$ до s_k , де $-s_k$, s_k – часовий кут сходу та заходу Сонця:

$$Q_{di} = \int_{-s_k}^{s_k} I_c(\beta, \varphi, \delta, \gamma, s) ds. \quad (1)$$

де β – кут нахилу поверхні по відношенню до горизонтальної площини, град.; δ – схилення Сонця, град.; φ – географічна широта місцевості, град.; s – часовий кут Сонця, град.; γ – азимутальний кут площини.

Отримана залежність (рис. 1) може бути використана для досліджень поверхонь із довільною кількістю орієнтацій.

Для оцінки ефективності ГП (рис. 2) було проведено аналітичний розрахунок, метою якого є визначення кількості теплоти, яку здатна отримати ГП.

$Q_{di}, \text{ГДж/м}^2$

 10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

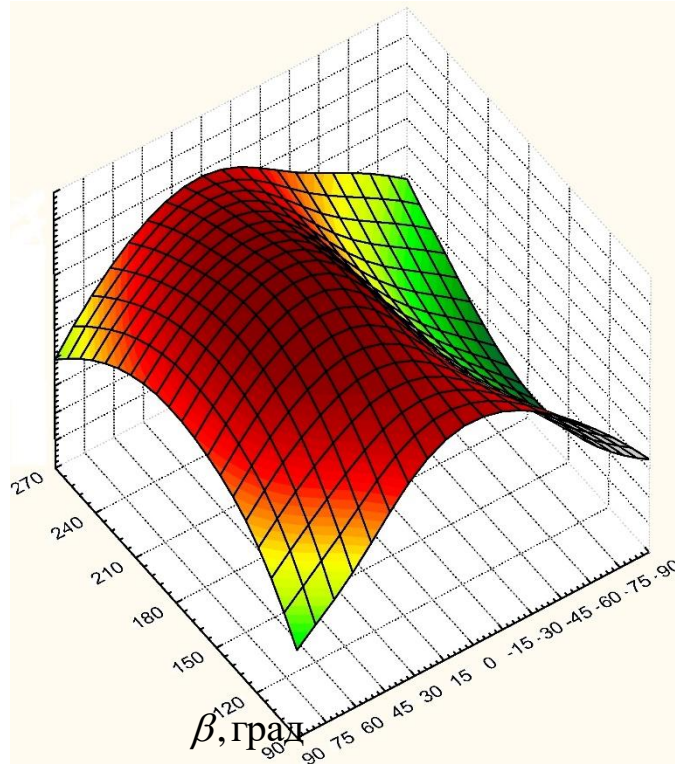
 $\gamma, \text{град}$


Рис. 1. Залежність річного надходження сонячної радіації на геліопанель від азимутального кута γ і кута нахилу поверхні β ($Q_{di}=f(\beta, \gamma)$) для $44^\circ 57' 0''$ пн. ш.

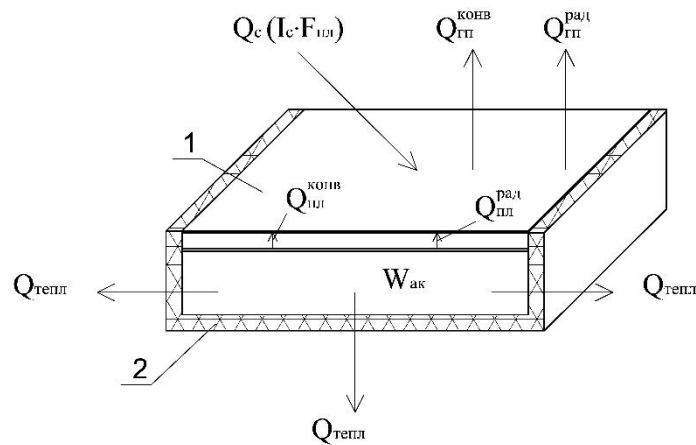


Рис. 2. Схема теплового балансу геліопанелі:
1 – покриття геліопанелі; 2 – теплоізоляція геліопанелі

При аналітичному описі акумуляційних властивостей ГП було прийнято такі припущення і спрощення: - температура кожного елемента в досліджуваному проміжку часу вважалась постійною;

- потік сонячної енергії по поверхні теплопоглинача розподілений рівномірно;

- довжина хвилі не впливає на випромінювальні властивості поверхонь;

- теплота віддається в навколишнє середовище від зовнішнього покриття шляхом випромінювання і конвекції з теплопоглинача;

Тепловий баланс для даної ГП за певний проміжок часу Δs :

$$W_{ак} + Q_{ГП}^{конв} \Delta s + Q_{i3} \Delta s + Q_{ГП}^{рад} \Delta s - Q_c \Delta s = 0, \quad (2)$$

де $W_{ак}$ – кількість тепла закумуляованого впродовж періоду часу Δs , Дж; $Q_{ГП}^{конв}$ – конвективні втрати із поверхні покриття, Вт; Q_{i3} – втрати через теплоізоляцію, Вт; $Q_{ГП}^{рад}$ – втрати із поверхні покриття випромінюванням, Вт; Q_c – кількість сонячної енергії, що надходить на геліопанель, Вт.

Кінцеве значення температури теплоносія в геліопанелі:

$$t_m = t_1 + \frac{Q_c \cdot \Delta s - Q_{ГП}^{конв} \cdot \Delta s - Q_{i3} \cdot \Delta s - Q_{ГП}^{рад} \cdot \Delta s}{cm} = t_1 + \frac{\Delta s}{cm} \cdot (A \cdot F_{пл} \cdot I_c - \alpha_{ГП} \cdot F_{ГП} \cdot (t_{ГП} - t_{o.c.}) - \alpha_{i3} \cdot F_{i3} \cdot (t_{i3} - t_{o.c.}) - \varepsilon_{np}^{ГП} \cdot c_0 \cdot F_{пл} \cdot \left[\left(\frac{t_{ГП}}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_n}{100} \right)^4 \right]). \quad (3)$$

де c – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К); m – маса теплоносія, кг; t_1 , t_m – температури теплоносія на початку і в кінці термоаккумуляції, К; A – коефіцієнт поглинання сонячної енергії теплопоглиначем; $F_{пл}$ – площа теплопоглинача, м²; I_c – інтенсивність сонячної енергії, що надходить на теплопоглинач, Вт/м²; $\alpha_{ГП}$ – коефіцієнт тепловіддачі від покриття до зовнішнього оточуючого середовища, Вт/(м²·К); $F_{ГП}$ – площа покриття, м²; $t_{ГП}$, $t_{o.c.}$ – відповідно температури покриття та оточуючого середовища, К; α_{i3} – коефіцієнт тепловіддачі від теплоізоляції до внутрішнього середовища, Вт/(м²·К); F_{i3} – площа теплоізоляції, м²; t_{i3} – температура теплоізоляції, К; $\varepsilon_{np}^{ГП}$ – приведений відносний коефіцієнт теплового випромінювання покриття; c_0 – випромінювальна здатність абсолютно чорного тіла, Вт/(м²·К⁴); t_n – температура небозводу, К.

Геліопанель (рис. 3) складалась із захисного покриття, теплопровідного шару, трубопроводів, тепловідбиваючого екрану та теплоізоляції із пінополістиролу товщиною 50 мм по периметру і 100 мм за тепловідбиваючим екраном. Захисне покриття виконано у вигляді гідроізоляційного шару. Використовувалось покриття 2 типів: з руберойду товщиною в 2 шари та каучуко-графітовий склад Графпласт КПК. Теплопровідний шар виконаний з цементно-піщаного розчину з додаванням пластифікатора SANPOL (Склад розчину був таким: пісок - 400 кг, цемент М400-200 кг, вода - 30 л, пластифікатор Sanpol - 4 кг). В теплопровідному шарі розташовувались трубопроводи 2 типів: металопластикові - TOPTERM MULTILAYER PIPE PEX/AL/PEX та пластикові - PRANDELLI/TUBORAMA 02 STOP. Під теплопровідним шаром і по периметру над пінополістеролом влаштовано тепловідбиваючий шар (алюмінієва фольга).

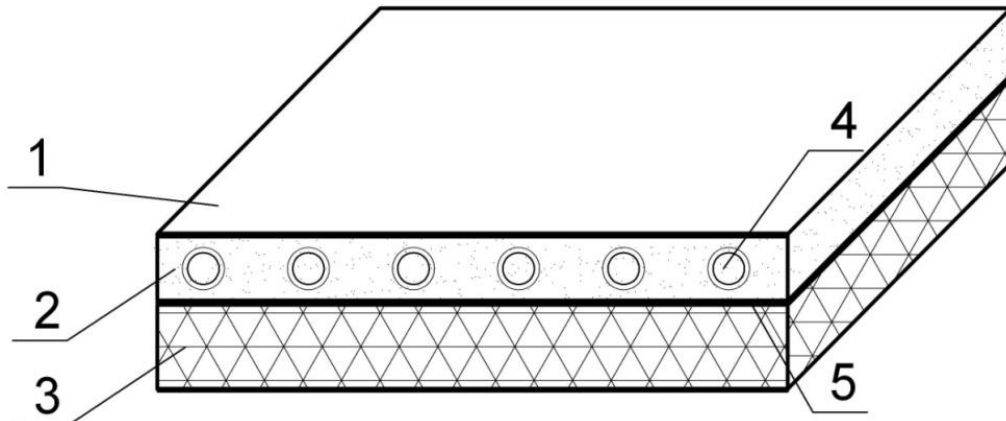


Рис. 3. Схема геліопанелі:

1- захисне покриття; 2- теплопровідний шар; 3- теплоізоляційний шар; 4- трубопроводи для підведення і відведення теплоносія; 5- тепловідбиваючий екран.

Під час проведення досліджень ГП встановлювалась у необхідне положення, а саме перпендикулярно до падіння теплового потоку. Було встановлено необхідну витрату теплоносія, яка підтримувалась сталою впродовж експерименту. Вимірювались такі величини: інтенсивність потоку енергії, що випромінює джерело; температура теплоносія на вході та виході із ГП; температура теплоносія в бакові-акумуляторі; температура та швидкість оточуючого повітря біля ГП; витрата теплоносія. Досліди проводились у довільній послідовності, щоб уникнути впливу систематичних похибок, викликаних зовнішніми чинниками.

Результати досліджень зображені в графічній формі на рис. 4 і рис. 5 вони показують надходження сонячної енергії на системи геліопанелей впродовж дня. Такі дані отримувались для кожного дня досліджень.

На основі досліджень системи сонячного теплопостачання із геліопанелями можна зробити висновки, а саме що геліопанелі можна використовувати як в новому будівництві, так і при реконструкції покрівель. Якщо в будівлі запроектована дахова котельня, то геліопанелі приєднують до системи теплопостачання через основний бак-акумулятор, що з'єднаний з додатковим, який нагрівається за допомогою теплогенеруючої установки. Система такого сонячного теплопостачання показана рис 6.

У вищенаведеній схемі холодна вода трубопроводом 2 подається в геліопанелі 1, де під дією сонячної енергії нагрівається. При включенні водорозбірних приладів (душ 5 або умивальника 4) гаряча вода подається споживачу, а на її місце з мережі 2 надходить холодна.

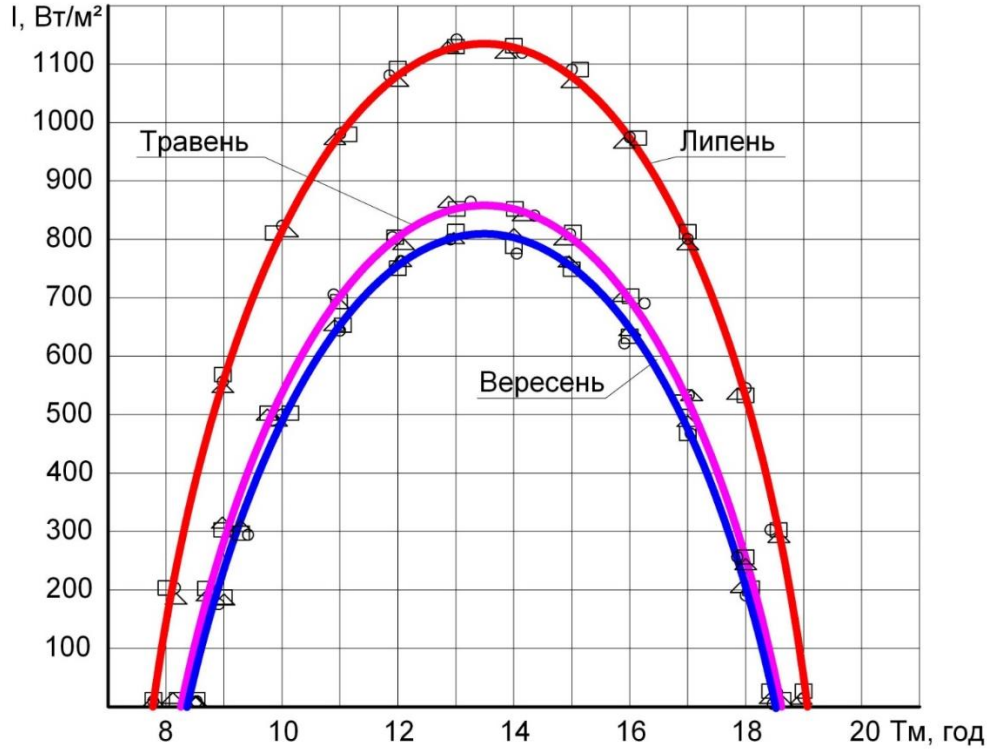


Рис. 4. Зміна інтенсивності потоку сонячної енергії I впродовж дня при її надходженні на систему геліопанелей протягом дослідного періоду

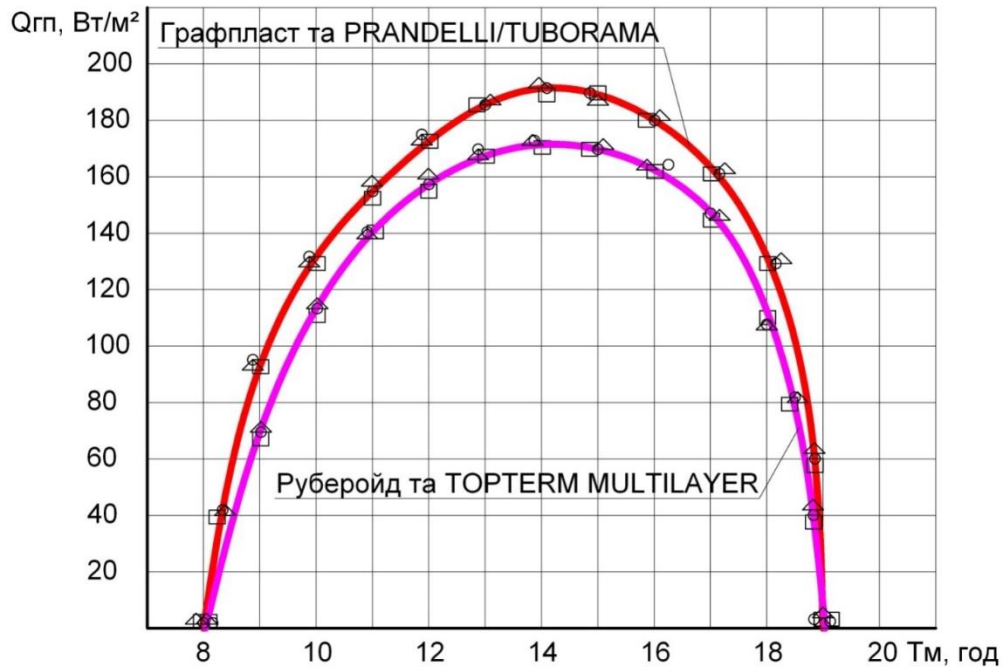


Рис. 5. Зміна питомої миттєвої теплової потужності Q_{tp} геліопанелей різних конструкцій впродовж дня

У вищенаведеній схемі холодна вода трубопроводом 2 подається в геліопанелі 1, де під дією сонячної енергії нагрівається. При включенні водорозбірних приладів (душ 5 або умивальника 4) гаряча вода подається споживачу, а на її місце з мережі 2 надходить холодна.

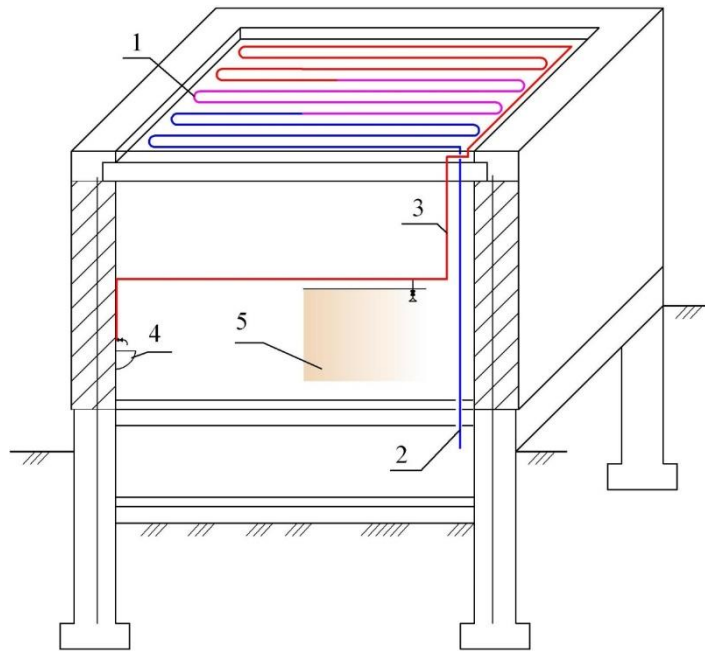


Рис. 6. Схема системи сонячного гарячого водопостачання із геліопанелями

В схемі, зображеній на рис. 7 холодна вода подається в геліопанель і попередньо підігривається на горіщі за допомогою теплообмінника 4, згодом, нагрівшись, вона подається споживачу 10. За необхідності вода може бути догріта в проміжному баці 2 від електроенергії або від енергії теплогенеруючої установки.

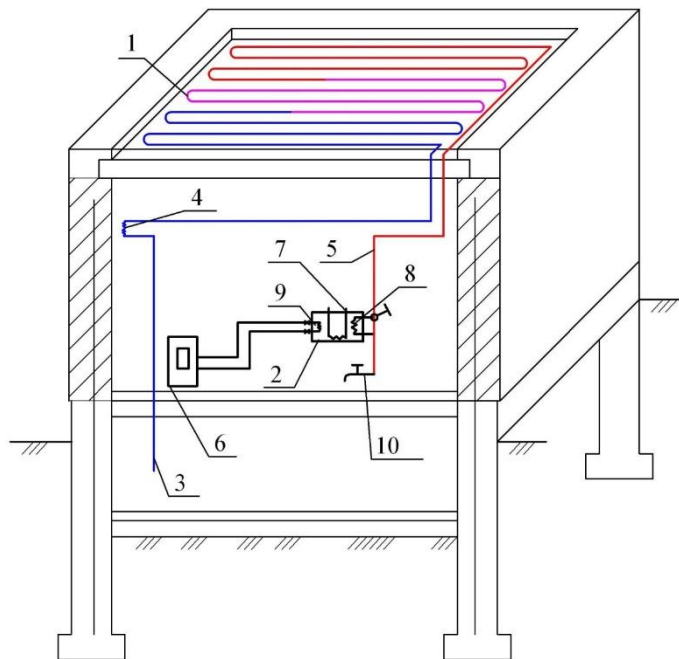


Рис. 7. Схема використання комбінованого геліонагрівника в ССТ

1 – геліопанель; 2 – бак-акумулятор; 3 – подача холодної води; 4,8,9 – теплообмінники; 5 – подача гарячої води; 6 – додаткове джерело тепла (ТГУ); 7 – ТЕН; 10 – СГВ

Можливе поєднання системи сонячного теплопостачання із геліопанелями і термоаккумуляцією із пасивними системами сонячного теплопостачання. Дана схема може також використовуватись в системі теплопостачання із пасивною системою сонячного теплопостачання і тепловим насосом рис.8.

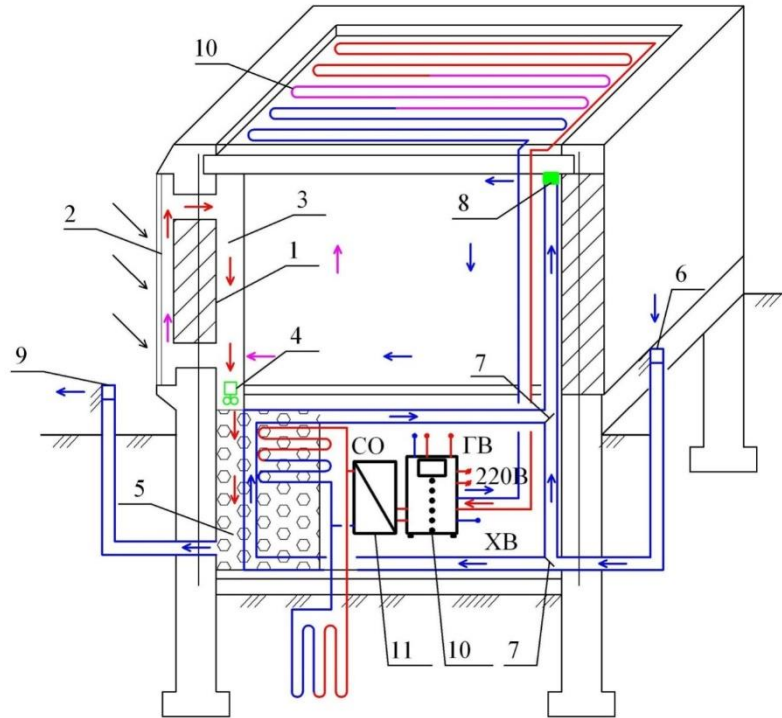


Рис. 8. Схема комплексної системи сонячного теплопостачання із тепловим насосом та геліопанелями

1 – прозоре покриття; 2 – теплопоглинач; 3 – вентилятор циркуляції повітря пасивної системи СТ; 4 – сонячне випромінювання; 5 – акумулятор пасивної системи СТ; 6 – приплив повітря; 7 – видалення повітря; 8 – тепловий насос; 9 – бак-акумулятор активної системи СТ; 10 – геліопанель; 11 – подача холодної води

В холодний період року, коли енергії Сонця не вистачає для повного нагрівання води на систему теплопостачання доцільним є встановлення додаткового джерела тепла, наприклад газового котла чи теплового насосу, які догривають воду до заданої температури. Використання таких комбінованих систем є конкурентним порівняно з традиційними системами теплопостачання.

У третьому розділі «Спеціальна частина» наведена методика розрахунку та подано лістинг програми розрахунку параметрів системи сонячного теплопостачання з геліопокрівлею

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено техніко-економічний аналіз ефективності застосування геліопокрівлі здійснено економічне порівняння звичайного сонячного колектора та геліопокрівлі.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» описано основні вимоги безпеки при будівництві та експлуатації систем опалення. Запропоновані заходи з зменшення факторів ризику при експлуатації систем сонячного теплопостачання та заходи з пожежної безпеки.

У шостому розділі «Екологія» розглянуто вплив систем сонячного теплопостачання на навколишнє середовище запропоновано заходи, щодо Забезпечення екологічної безпеки систем сонячного теплопостачання

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу літературних джерел виявлено, що застосування геліопанелей, суміщених із покриттям плоского даху будівлі, дозволить об'єднати переваги систем з активним та пасивним використанням сонячної енергії, а разом з тим усунути їх недоліки.

2. Встановлено вплив визначальних факторів на ефективність геліопокрівлі та отримано залежності зміни ефективності ССТ з використанням різних конструкцій геліопокрівлі від кутів падіння теплового потоку α , β та його інтенсивності. Встановлено, що ефективність геліопокрівлі при зміні кутів падіння теплового потоку α та β від 90° до 30° та інтенсивності теплового потоку від 900 Вт до 300 Вт зменшується в середньому на 40%, тоді як ефективність звичайного плоского сонячного колектора зменшується на 60%.

3. Розроблено конструкцію геліопанелі та схему системи сонячного теплопостачання, що дало можливість підвищити ефективність традиційної системи теплопостачання

4. Встановлено, що на ефективність геліопокрівлі при дії на неї повітряного потоку більший вплив має швидкість повітряного потоку, а його напрям впливає в меншій мірі. При вітровому впливі із збільшенням швидкості повітряного потоку до 6 м/с ККД ССТ з геліопокрівлею зменшується на 16-19%.

5. Отримано розрахункові залежності ефективності ГП та системи СТ в цілому, залежно від кроку та діаметру трубок, витрати теплоносія та інтенсивності падіння теплового потоку, які показали, що ефективність геліопанелі збільшується при зменшенні кроку трубок від 0,15м до 0,1м на 5% та при зміні діаметру трубок з $d = 0,020$ м на $d = 0,016$ м ефективність 7. На основі рекомендацій по визначенню економічної ефективності використання нової техніки та винаходів у будівництві і комунальному господарстві проведені техніко-економічні розрахунки виробництва біогазу із біомаси синьо-зелених водоростей, в результаті яких економічний ефект від впровадження запропонованої технології очищення водосховищ від ціано-бактерій складе 1530 тис. грн., окупність 0,42 року, при капітальних витратах – 800 тис. грн.

6. Розроблено методику і комп'ютерну програму інженерного розрахунку параметрів ССТ з геліопокрівлею, а також способи її ефективного використання для комбінованого теплопостачання.

7. Визначено, що при застосуванні системи теплопостачання із геліопанелями на потреби гарячого водопостачання, вартість отримуваної теплової енергії, порівняно з традиційними джерелами теплопостачання (від тепломережі), знижується на 40%.

8. Визначено, що питомі затрати на 1ГДж теплоти у випадку використання системи з геліопанелями, для потреб гарячого водопостачання, є меншими порівняно із застосуванням активної системи сонячного теплопостачання із колекторами.

9. Проведено техніко-економічне порівняння геліопокрівлі та сонячних колекторів у ССТ. Приведені затрати системи сонячного теплопостачання з використанням геліопокрівлі становлять 12,34 тис. грн. що є на 33% менше, ніж витрати на систему гарячого водопостачання з використанням сучасних сонячних колекторів. Ці дані свідчать про високу ефективність геліопокрівлі та можливість її широкого застосування у системах сонячного теплопостачання. Термін окупності системи теплопостачання з геліопокрівлею є майже в двічі меншим, ніж термін окупності геліосистеми з традиційними геліоколекторами і складає 5,9 року.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

Журавльов М.В. Система електропостачання та водопостачання шляхом використання фотоелектричних модулів. // В.Б. Русин, М.В. Журавльов // Збірник тез доповідей. Матеріали VII міжнародної науково - технічної конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 28 - 29 листопада 2018р.) / М-во освіти і науки України, Тернопільський нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя – Т.: ТНТУ, 2018. – С. 75.

АНОТАЦІЯ

Журавльов М.В. Ефективність застосування систем теплопостачання приватного будинку на базі геліоколекторів. – **Рукопис.**

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

Дипломна робота присвячена ефективності застосування системи теплопостачання із геліопанелями для приватного будинку що дало можливість знизити вартість отримуваної енергії для системи сонячного теплопостачання.

В роботі вперше запропоновано конструкцію геліопанелі системи сонячного теплопостачання, конструктивно поєднану з панеллю покриття будівлі, яка характеризується високими теплоакумуляційними властивостями.

Ключові слова: сонячна енергія, теплопостачання, система теплопостачання, сонячний колектор, геліопокрівля, ефективність геліопокрівлі.

ANNOTATION

Zhuravlov Mykhailo. System efficiency of the private house heat supply systems based on solar collectors. – **Manuscript.**

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2018.

The thesis is devoted to the efficiency of the heat supply system with heliop panels for a private house, which made it possible to reduce the cost of the energy received for the solar heating system.

In the work for the first time the solar panel solar panel construction, constructively connected with the panel covering the building, which is characterized by high heat accumulation properties, was proposed for the first time.

Keywords: solar energy, heat supply, heat supply system, solar collector, solar collector, efficiency of helioproovile.