

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ  
СОНЯЧНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЗА УМОВ СХІДНОЇ  
ОРІЄНТАЦІЇ В РЕЖИМІ «ГРАВІТАЦІЇ»**

**RESEARCH WORK COMBINED SOLAR HEATING  
SYSTEM UNDER CONDITIONS EASTERN ORIENTATION IN  
MODE OF 'GRAVITATION'**

**Юркевич Ю. С., к.т.н., доцент, доцент кафедри ТГВ (НУ «ЛП», м. Львів), Шаповал С. П., к.т.н., доцент (НУ «ЛП», м. Львів), Венгрин І.І., студентка 4 курсу (НУ «ЛП», м. Львів)**

**Yurkevych Yu. S., Ph.D., docent, docent of department of HGSV (National University "Lviv Polytechnic", Lviv), Shapoval S. P., Ph.D., docent (National University "Lviv Polytechnic", Lviv), Vengryn I. I., 4th year student (National University "Lviv Polytechnic", Lviv)**

У праці аналізуються результати досліджень ефективності будівлі з геліосистемою за умов її східної орієнтації, а також досліджень теплової ефективності експериментальної комбінованої геліосистеми.

In terms of increasing consumption society in the work studied the combined solar heating system under the conditions of the eastern orientation, as one of the construction of renewable energy. The feature of this system is that as the absorber material may be used for roofing buildings, thus reducing its value in the market. Also offered in this article has sufficient solar high efficiency for installation on the eastern side of the house.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, сонячна енергія, комбінована система сонячного теплопостачання, інтенсивність сонячної енергії, ефективність геліосистеми.

Keywords: renewable energy, solar energy, combined solar heating system, intensity of solar energy, solar efficiency.

Наслідком неконтрольованого використання традиційних джерел енергії є посилення негативного впливу на навколишнє середовище. [1] Згідно з Кіотським протоколом, Україна не має права викидати в атмосферу середньорічно більш ніж 925 млн т CO<sub>2</sub> – еквіваленту парникових газів або 260 млн т вуглецевого еквіваленту. [3]

Промислові та господарські галузі України потребують впровадження ресурсозберігаючих технологій, а темпи застосування нових екологічно чистих способів добування енергії є незначними, тому актуальним питанням сьогодення є впровадження нетрадиційних джерел енергії. Одним із таких джерел є енергія Сонця. [1] Вже в 2010 році середня річна кількість сумарної сонячної енергії на площу нашої держави (603 тис. км<sup>2</sup>) перевищувала енергоспоживання України в 8 млн раз. Якщо використати в Україні технічно доступний потенціал сонячної енергії, то до 2030 року можна заощаджувати 1,1 млн т умовного органічного викопного палива в рік. [2]

Актуальним питанням у 20 роках XXI століття, крім вибору альтернативних джерел енергії, на противагу традиційному паливу, є завдання трансформувати вже існуючі системи сонячного теплопостачання в простіші конструкції, при цьому не втративши набутої ефективності, але водночас і підвищивши її за рахунок максимального використання сонячної енергії. [4]

Завданнями даного дослідження є розробка та дослідження комбінованого сонячного колектора сумішеного з дахом будівлі; аналіз та експериментальні дослідження можливості використання сонячної енергії геліоустановками; натурні дослідження запропонованої комбінованої геліосистеми щодо теплової ефективності; здешевлення вартості конструкції, при цьому не втративши набутого коефіцієнта корисної дії для подібних установок.

Запропонована модель геліосистеми має покращену конструкцію, оскільки функцію абсорбера одночасно виконує покрівельний матеріал будівлі, що дозволяє знизити вартість, підвищити ефективність і спростити конструкцію сонячного колектора.

Комбінована система сонячного теплопостачання працює за наступною схемою. Сонячне випромінювання попадає на поглинач сонячної енергії та трубки для теплоносія. При цьому відбувається

їх нагрівання. При відкритті та налаштуванні запірно-регулювальної арматури вода надходить у геліоколектор. За рахунок різниці температур та відповідно різниці густин теплоносія, в зоні вхідного і вихідного патрубків створюється циркуляція теплоносія. Нагрітий теплоносій через подаючий трубопровід подається у бак-акумулятор гарячої води. Охолоджений теплоносій по зворотньому трубопроводу повертається у геліоколектор, і знову нагрівається. Для системи передбачено випуск повітря, теплоізоляційний матеріал, патрубки для спуску води із системи та подачі теплоносія до споживача. Також тут встановлено прозоре покриття, яке попереджує виникнення інтенсивних конвективних потоків повітря, які б значно понизили коефіцієнт корисної дії абсорбера.

Використання систем сонячного теплопостачання залежить від багатьох факторів. Однак, хотілось би відзначити встановлення геліоколектора за орієнтацією до горизонту. Обрана орієнтація експериментальної комбінованої системи теплопостачання в режимі гравітації на східну сторону.

Для аналізу кількості надходження теплової енергії в площині геліоколектора за допомогою піранометра замірювалась інтенсивність сонячної радіації впродовж експерименту. Максимальна інтенсивність сонячної радіації протягом доби становила  $905 \text{ Вт/м}^2$ , а середня –  $730 \text{ Вт/м}^2$ . Наведена на рис. 1 крива вимірів інтенсивності має змінний параболічний характер й досягає свого максимуму в ранковий період доби.

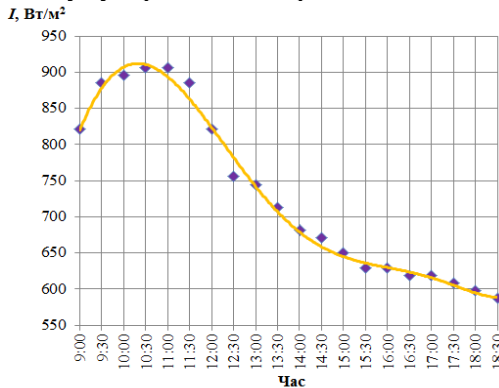


Рис. 1. Інтенсивність сонячної енергії  $I, \text{Вт/м}^2$  впродовж експерименту в площині геліоколектора за умов східної орієнтації

Температура теплоносія замірювалась за допомогою ртутних термометрів. Результати експериментальних досліджень температури теплоносія наведені на рис. 2. Досліджено, що температура теплоносія геліосистеми в режимі гравітації досягнула 42 °С в обідню пору доби, що на 26 °С більше ніж вхідна температура теплоносія.

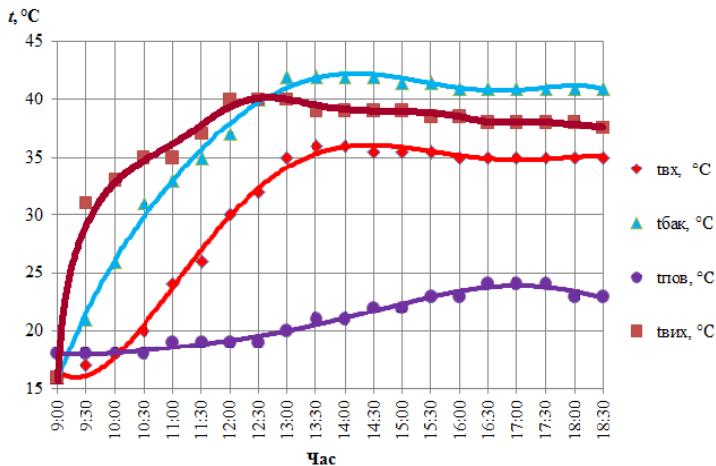


Рис. 2. Зміна температури теплоносія в баці-акумуляторі  $t_{\text{бак}}, ^\circ\text{C}$  у вхідному патрубку геліоколектора  $t_{\text{вх}}, ^\circ\text{C}$ , у вихідному патрубку геліоколектора  $t_{\text{вих}}, ^\circ\text{C}$ , та температура оточуючого середовища  $t_{\text{пов}}, ^\circ\text{C}$ , впродовж експерименту за умов східної орієнтації

При аналізі кількості надходження теплової енергії сонячного випромінювання на сонячний колектор рис. 3, яка надходила від випромінювання за умов східної орієнтації відмічено те, що зміна кількості питомої теплової енергії  $Q, \text{кДж}/\text{м}^2$  відбувається із зростанням упродовж експерименту. Така тенденція пов'язана, насамперед, з параболічним характером інтенсивності сонячного випромінювання за умов східної орієнтації.

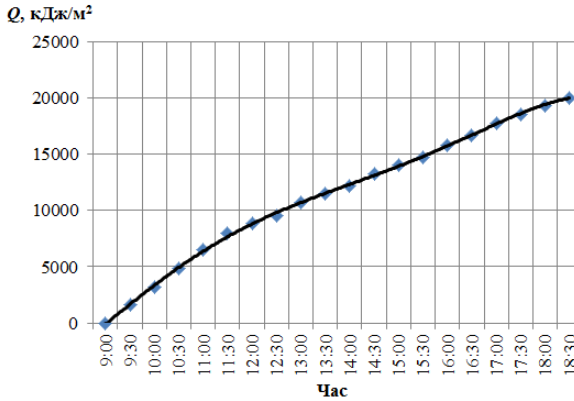


Рис. 3. Кількість питомої теплової енергії від сонячного випромінювання  $Q$ , кДж/м<sup>2</sup>, що надходила на комбінований геліоколектор за умов східної орієнтації, впродовж експерименту

Графічно зображена на рис. 4 динаміка у часі теплової енергії накопиченої в баці-акумуляторі комбінованої системи сонячного тепlopостачання протягом експерименту має чіткий зростаючий характер із незначним спаданням у вечірні години доби.

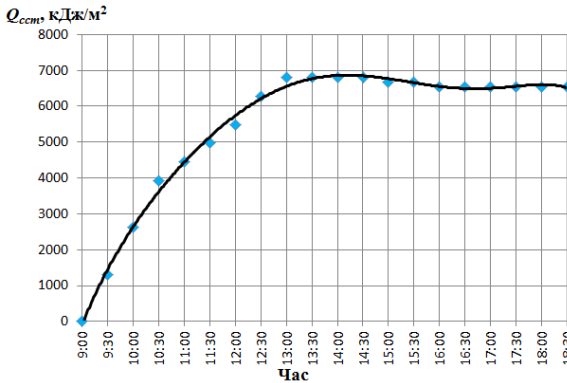


Рис. 4. Кількість питомої теплової енергії накопиченої в баці-акумуляторі комбінованої системи сонячного тепlopостачання  $Q_{cst}$ , кДж/м<sup>2</sup> за умов східної орієнтації

Досліджено ефективність системи сонячного тепlopостачання за накопиченням теплової енергії в баку акумуляторі за умов обраної орієнтації (рис. 5) та встановлено, що в ранковий період коефіцієнт

корисної дії такої системи перевищував 80%. Зміна ефективності приймає спадаючу тенденцію. В цей проміжок часу спостерігається пік надходження інтенсивності сонячної енергії на площину геліоколектора, за відносно стабільної температури зовнішнього повітря.

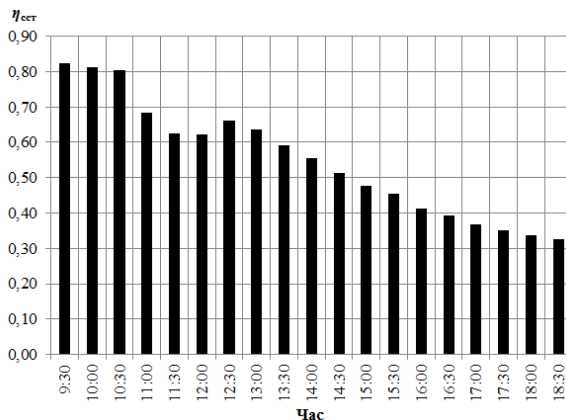


Рис. 5. Зміна ефективності комбінованої системи сонячного тепlopостачання  $\eta_{сст}$  у режимі гравітації за умов східної орієнтації

Отже, комбінована система тепlopостачання досягла 80% ефективності в умовах східної орієнтації. Це дає змогу підтвердити гіпотетичні уявлення про можливість широкого використання сонячного колектора суміщеного із покрівлю будівлі в системах сонячного тепlopостачання за орієнтації на східну сторону горизонту.

1. Желих В.М. «Потенціал сонячної енергії в Україні для використання низькотемпературними геліопанелями» / В.М. Желих, С.П. Шаповал, І.І. Венгрин // зб. тез 3-го міжнародного конгресу "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування".-Львів.-17-19 вересня 2014.-НУ "ЛП".- с.80.

2. Shapoval S.P. Aspects of the use of traditional and alternative energy sources in Ukraine / Shapoval S.P., Vengryn I.I. // Scientific and technical collection "Modern technologies, materials and constructions in building"/ Energy efficiency in construction. – 2014.- P. 155-160.

3. А.О. Благута, А.А. Благута, І.А. Благута. Дніпропетровський обласний благодійний фонд «Екологія-Геос» / «Теплоагенти Благуті» / «Ринок інсталяцій». - №11. -2007. – с. 28-30.

4. Мисак Й.С. Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія / Й.С. Мисак, О.Т. Возняк, О.С. Дацько, С.П. Шаповал. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 340 с.