

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА БУДІВЛЯ З КОМБІНОВАНОЮ  
ГЕЛІОСИСТЕМОЮ ЗА УМОВ ПІВНІЧНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ**

**ENERGY EFFICIENT BUILDINGS WITH COMBINED SOLAR  
SYSTEM UNDER CONDITIONS NORTHERN ORIENTATION**

**Шаповал С. П., к.т.н., доцент (НУ «ЛП», м. Львів)**

**Shapoval S.P., Ph.D., docent (National University "Lviv Polytechnic", Lviv)**

Проаналізовано результати досліджень використання сонячної енергії геліоустановками і проведено розрахунок теплової ефективності експериментальної комбінованої геліосистеми.

The article presents the results of experimental studies of combination solar heating system is combined with the roof of the house. The optimal use of solar energy by improving existing solar heating systems, with no loss of effectiveness of the acquired, the shortage of traditional energy resources in Ukraine. The system of solar heating combined with the roof of the building in mode of strait for the conditions of the northern orientation.

Ключові слова: сонячна енергія, геліосистема, ефективність, температура теплоносія, інтенсивність сонячної енергії, тепла енергія.

Keywords: solar energy, solar system, efficiency, the temperature of heat carrier, intensity of solar energy, heat energy.

Збільшення чисельності населення призводить до збільшення споживання енергії суспільством. Аналізуючи співвідношення між видобуванням і використанням традиційних видів палива, за умов сучасного рівня споживання, запасів газу вистачить лише на шістдесят років. Таким чином, виникає дисбаланс між видобутком та споживанням.

Сумарне енергозабезпечення планети традиційними видами палива в 130 разів перевищує сумарні відновлювані впроваджені в експлуатацію. Проте перші належать до вичерпних ресурсів, а тому

їхній обсяг буде суттєво зменшуватися з часом. В перспективі галузь традиційної енергетики буде поступово втрачати потенціал, тоді як нетрадиційної – зростатиме. [1, 2]

Зважаючи на постійне зростання вартості традиційних енергоносіїв та виснаження родовищ їхніх запасів необхідно шукати альтернативні джерела енергії. Перспективним є застосування відновлюваних джерел енергії.

Використання альтернативних джерел енергії раціональне лише в безпосередній близькості від споживача, тобто без передачі енергії на значну відстань.

До джерел відновлюваної енергії належать енергії сонячного випромінювання, вітру, геотермальна, біомаси, тощо.

За даними Інституту відновлюваної енергетики України, потужність сонячних теплових установок рівна потужності вітроустановок в Україні, і зростає на 1-2% щорічно відповідно до їхньої кількості.

Запропонована модель геліоколектора (рис. 1) є суміщена з покрівлею енергоефективної будівлі, в якій функцію поглинача виконує покрівельний матеріал пофарбований в чорний колір (наприклад, оцинкована сталь).

Ця система сонячного теплопостачання у режимі потоку може застосовуватись для сезонного попереднього підігріву води для басейнів та душових, в сонячно-паливних котельнях, для господарсько-побутових потреб, теплопостачання енергоефективних будівель тощо.

Ефективність конструкції сонячної системи залежить від багатьох факторів. Одним із важливих факторів є орієнтація системи відносно сторін горизонту.

Ця система досліджувалась у режимі потоку за орієнтації на північну сторону, що для споживача є досить важливим, оскільки встановлення таких систем, як рекомендують, на південну сторону є не завжди можливим, а також будівля може мати різну орієнтацію по сторонах світу.

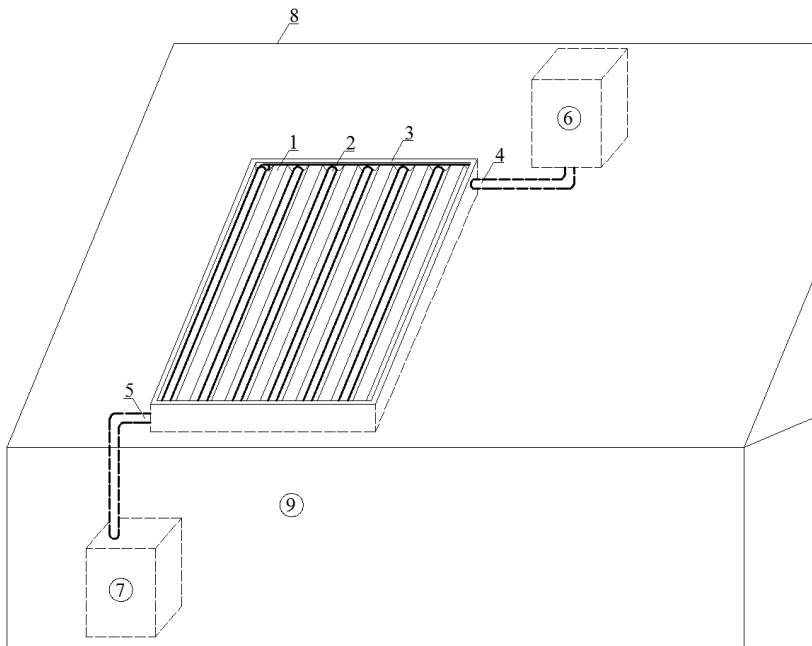


Рис. 1. Конструктивна схема розміщення геліоколектора у енергоефективній будівлі: 1 – покрівельний матеріал; 2 – трубки для теплоносія; 3 – геліоколектора; 4 – вхідний патрубков; 5 – вихідний патрубков; 6 – бак холодної води; 7 – бак-акумулятор для підігрітої води; 8 – покрівля будівлі; 9 – внутрішнє приміщення

Теплова енергія, що акумулювалась в баку підігрітої води визначалась за формулою:

$$Q_{\text{бак}} = G \cdot c \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}) \quad (1)$$

де  $G$  – витрата теплоносія, л/с;  $c$  – питома теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К);  $t_{\text{вих}}$ ,  $t_{\text{вх}}$  – відповідно температури теплоносія на вході та виході ємнісних баків, К.

Інтенсивність сонячної енергії, що досягає поверхні Землі має змінний характер впродовж дня, місяця і року, тому під час експерименту замірювалась інтенсивність сонячної радіації в площині сонячного колектора за допомогою піранометра (рис. 2).

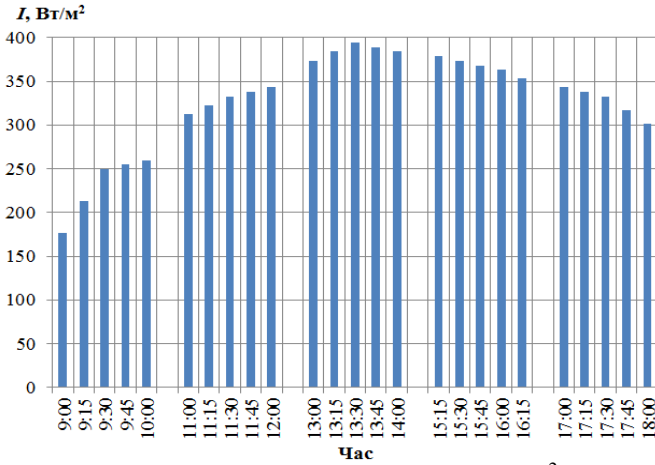


Рис. 2. Інтенсивність сонячної радіації  $I$ , Вт/м<sup>2</sup> впродовж експерименту в площині геліоколектора за умов північної орієнтації

На рис. 3 наведені дані зміни температури теплоносія, під час експериментальних досліджень. Бачимо, що температура теплоносія геліосистеми в режимі протоку досягнула 24.5°C, що на 53% є більше ніж вхідна температура теплоносія.

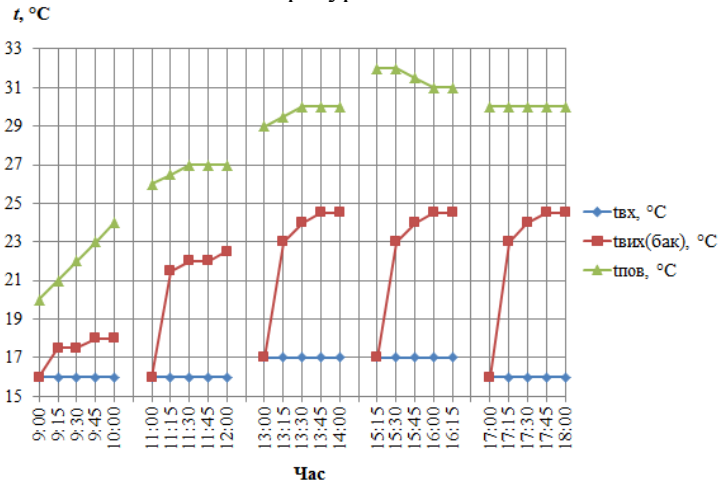


Рис. 3. Зміна температури теплоносія в баці-акумуляторі  $t_{вих(бак)}$ , °C, у вхідному патрубку геліоколектора  $t_{вх}$ , °C та температура оточуючого середовища  $t_{нов}$ , °C, впродовж експерименту за умов північної орієнтації

Зміна усередненої температури теплоносія в баці-акумуляторі приймає параболічну форму в режимі потоку за умов північної орієнтації, та досягає свого максимуму в обідню пору доби (рис. 4).

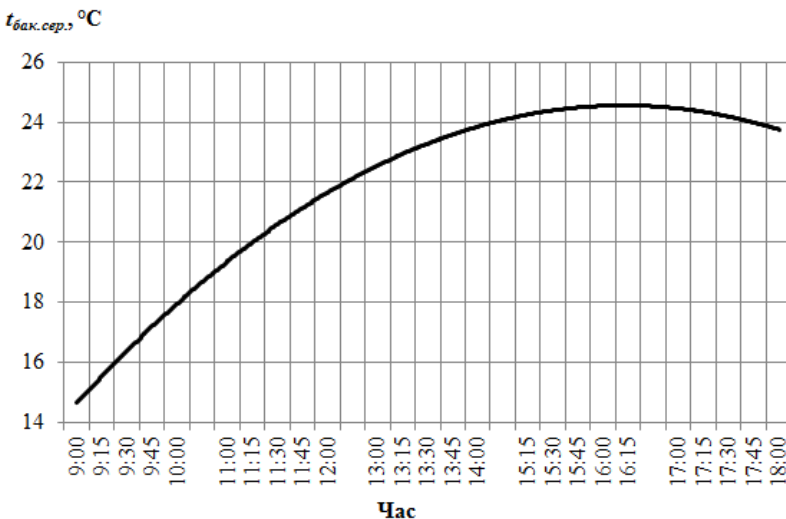


Рис. 4. Зміна усередненої температури  $t_{\text{бак.сер.}}, \text{ }^\circ\text{C}$  в баці-акумуляторі впродовж експерименту за умов північної орієнтації

Кількість теплової енергії від сонячного випромінювання, що надходила на геліоколектор є функцією від інтенсивності та часу (2):

$$Q = f(I, \tau) \quad (2)$$

де  $Q$  – кількість теплової енергії від сонячного випромінювання, що надходила на геліоколектор,  $\text{кДж/м}^2$ ;  $I$  – інтенсивність сонячної енергії, що надходить на площину геліоколектора,  $\text{Вт/м}^2$ ;  $\tau$  – час проведення експерименту, с.

Максимальні значення кількості теплової енергії, що надходила від сонячного випромінювання (рис. 5) на геліоколектор, має співвідносні зміни до інтенсивності сонячного випромінювання впродовж експерименту. Найбільшого значення кількість теплової енергії досягала в обідню пору доби й становила  $1382 \text{ кДж/м}^2$ , а середнє значення впродовж експерименту дорівнювало  $744.2 \text{ кДж/м}^2$ .

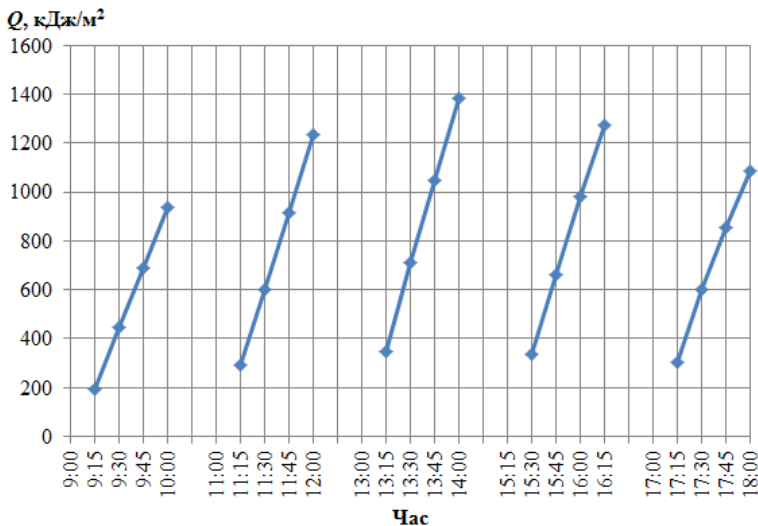


Рис. 5. Кількість теплової енергії, що надходила від сонячного випромінювання  $Q_{csm}$ , кДж/м<sup>2</sup> на комбінований геліоколектор за умов північної орієнтації

Динаміка питомої теплової енергії, яка була накопичена протягом експерименту кількісно відображена в табл. 1 і має чіткий зростаючий характер з поступовим виходом на плато. Тоді як, кількість теплової енергії, що надходила на площину сонячного колектора виконує умови параболоїдного розподілу величин впродовж експерименту (рис. 5).

Таблиця 1

Кількість теплової енергії накопиченої в баці-акумуляторі комбінованої системи сонячного тепlopостачання  $Q_{csm}$ , кДж/м<sup>2</sup> за умов північної орієнтації

9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:15	16:15	17:00	18:00
131		262		393		393		393	

Досліджено ефективність комбінованої геліосистеми в енергоефективній будівлі за накопиченням теплової енергії в баку акумуляторі за умов північної орієнтації (рис. 6). Бачимо, що коефіцієнт корисної дії такої системи перевищував 35%. Зміна ефективності приймає зростаючу динаміку.

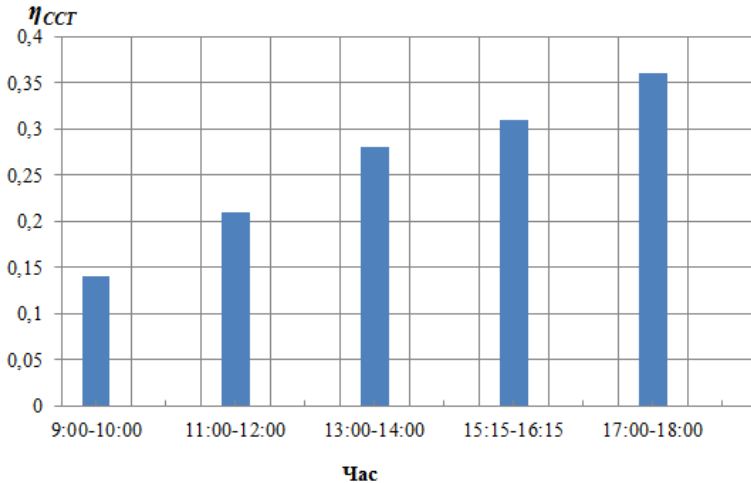


Рис. 6. Зміна коефіцієнта корисної дії в комбінованій геліосистемі  $\eta_{cst}$  у режимі потоку за умов північної орієнтації

Отже, експериментальна модель комбінованої системи сонячного теплопостачання в режимі потоку є ефективною для забезпечення будівлі низькотемпературним теплоносієм. Нагрів теплоносія протягом години відбувається в середньому на  $7.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  і досягав  $24.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

1. V. Petruk. Energy potential of alternative energy in Ukraine / V. Petruk, S. Kotsiubynska, D. Matsiuk // Vinnitsa Politechnic Institute Bulletin. - 2007. - N 4. - P. 90-93.

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. H. Heletukha. Ukraine: non-traditional and renewable sources of energy / H. Heletukha, S. Kudria // Green energy.- 2005. - №2. - P. 8-10.

4. Y. Mysak. Solar energy: theory and practice: monography / Y. Mysak, O. Vozniak, O. Datsko, S. Shapoval. – L: Lviv Politechnic Publishing House. - 2014. – 340 pp.