

## ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ГЕЛІОПАНЕЛЕЙ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Касинець М. Є., 2012

**Визначено залежність різниці температур теплоносія на вході та виході у теплову сонячну панель від інтенсивності сонячного випромінювання, діаметра трубок, кроку трубок і витрати теплоносія. Встановлено ефективність роботи геліопанелей різних конструкцій. Проведено аналіз переваг і недоліків існуючих геліопанелей.**

**Ключові слова:** сонячна енергія, геліопанель, енергоефективність, енергозбереження.

**It was defined the dependense of temperature difference between coolant inlet and outlet of thermal solar panel on the intensity of solar radiation, diameter tubes, step tubes and coolant flow. Advisability of using heat solar panels was proved. Analysis of advantages and disadvantages of existing heliopaneley was conducted.**

**Key words:** solar energy, heliopanel, energy efficiency, energy conservation.

**Вступ.** Сонячна радіація, що падає на стіни, вікна, дахи та інші поверхні, поглинається будівлею і зберігається у вигляді теплової маси. Потім це тепло випромінюється всередину будівлі. Теплова маса в сонячній системі теплопостачання виконує ту саму функцію, що й батареї у сонячній фотоелектричній системі: накопичення сонячної енергії для її подальшого використання. Теплова маса може бути інтегрована у пасивну сонячну систему різними способами: від покритої плиткою підлоги до заповнених водою ємкостей. До матеріалів, які поглинають і зберігають тепло, належать: бетонні плити, кам'яні стіни та інші важкі будівельні матеріали. Вони є основним елементом в будинках, що пасивно використовують сонячну енергію.

**Постановка проблеми.** Величина теплового потоку залежить від температурної відмінності між джерелом тепла і об'єктом, на який він направлений. Тепло переміщається трьома способами: завдяки провідності (передача тепла твердими матеріалами), конвекції (переміщення тепла завдяки руху рідин або газів) і випромінюванню. Поверхня будинку втрачає тепло також через ці три способи. Розробляючи пасивну сонячну систему, в процесі вибору будівельних матеріалів необхідно звернути увагу на їх здатність утримувати тепло. Ця величина називається об'ємною теплоємністю або іншими словами – це та кількість тепла, яка здатна поглинути і зберігати матеріал. Існують різні конструкції сонячних панелей та способи їх встановлення. Використання елементів споруд як складових сонячних панелей значно знижує вартість установки сонячного теплопостачання та спрощує їх монтаж. Отже, стоїть завдання знаходження простої, економічної та оптимальної конструкції сонячної панелі, в якій нове її виконання і менша кількість збірних деталей дають змогу знизити собівартість виробу, а також підвищити її ефективність.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Для розрахунку систем пасивного сонячного опалення будівель розроблені математичні моделі нестационарної теплопередачі за природної конвекції для забезпечення приміщень необхідними температурними умовами залежно від теплофізичних властивостей огорожувальних конструкцій, добової зміни сонячної радіації і температури зовнішнього повітря [1, 2]. Системи з пасивним використанням сонячної енергії є недорогими та екологічними, проте в них майже неможливо контролювати параметри внутрішнього повітря та здійснювати достатній повітрообмін у приміщенні. Для акумулювання достатньої кількості тепла і холоду необхідно встановлювати акумулятори великого розміру. Тому актуальним є використання комбінованих систем сонячного теплопостачання, а саме – геліопанелей, оскільки вони об'єднують у собі функції основного конструктивного призначення (елементи споруди), а також функції сприйняття і транспортування тепла та холоду.

Відомі різні конструкції геліопанелей, що містять захисне покриття, теплоізоляційний шар та розташований між ними теплопровідний шар. Недоліками таких геліопанелей є висока металомісткість конструкції, що значно підвищує собівартість панелі та знижує ефективність її використання [3, 4].

Найефективнішою є теплова сонячна панель, захисне покриття якої виконує функції гідроізоляційного шару та абсорбційного покриття, що дає можливість покриття дахів загалом та уможливує максимально використовувати матеріали, які переважно найвживаніші для покрівельних та гідроізоляційних покриттів дахів [5]. Тому існує необхідність дослідження геліопанелей з використанням сучасних будівельних матеріалів та різних конструктивних схем.

**Формулювання цілі статті.** Необхідно дослідити різні конструкції геліопанелі для визначення найефективніших, а також провести науковий аналіз найоптимальніших режимів роботи у системі сонячного теплопостачання.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Для того, щоб знайти оптимальну конструкцію геліопанелі для найефективнішого використання сонячної енергії, було досліджено геліопанелі різних конструкцій з використанням найвживаніших та найсучасніших будівельних матеріалів (рис. 1).

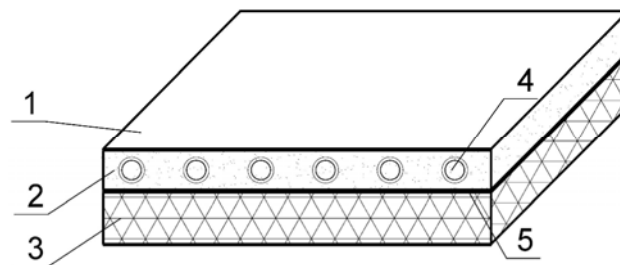


Рис. 1. Принципова схема геліопанелі:

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

Геліопанель працює так:

Сонячні промені проникають через захисне покриття 1 до теплопровідного шару 2, де нагрівають теплоносій, який рухається трубопроводом 4. Частково тепло акумулюється у теплопровідному шарі 2, що певний час забезпечує нагрівання теплоносія, за відсутності потрапляння сонячних променів на геліопанель. Теплоізоляційний шар 3 знижує тепловіддачу від теплопровідного шару 2 до плити перекриття, тим самим захищає її від перегрівання та завдяки тепловідбивальному екрану 5 збільшує теплопередачу від теплопровідного шару 2 до трубопроводів 4. При цьому за рахунок різниці температур води виникає термосифонний ефект, завдяки чому підігрітий теплоносій поступає до виходу з геліопанелі і використовується споживачем.

Ефективність геліопанелі визначається за формулою

$$\eta_{ск} = Q_{кор} / Q_{пром} , \quad (1)$$

де  $Q_{кор}$  – кількість тепла, яку отримала геліопанель за час  $t$ ;  $Q_{пром}$  – кількість променевого тепла, що випромінювалось джерелом на одиницю поверхні теплопоглинача геліопанелі за цей самий час:

$$Q_{пром} = F \cdot E, \quad (2)$$

де  $F$  – площа теплопоглинача геліопанелі;  $E$  – інтенсивність променевого теплового потоку, що випромінює джерело;

$$Q_{кор} = c \cdot m \cdot \Delta T, \quad (3)$$

де  $c$  – питома теплоємність теплоносія;  $m$  – маса теплоносія;  $\Delta T$  – зміна температури теплоносія.

Для дослідження геліопанелі була складена установка (рис. 2).

Експериментальні дослідження були виконані за таких умов та спрощень:

- геліопанель встановлювалась перпендикулярно до теплового випромінювання;
- густина випромінювання прийнята однаковою по усій поверхні геліопанелі;
- була прийнята довірча ймовірність результатів експерименту –  $\alpha = 0,95$ .

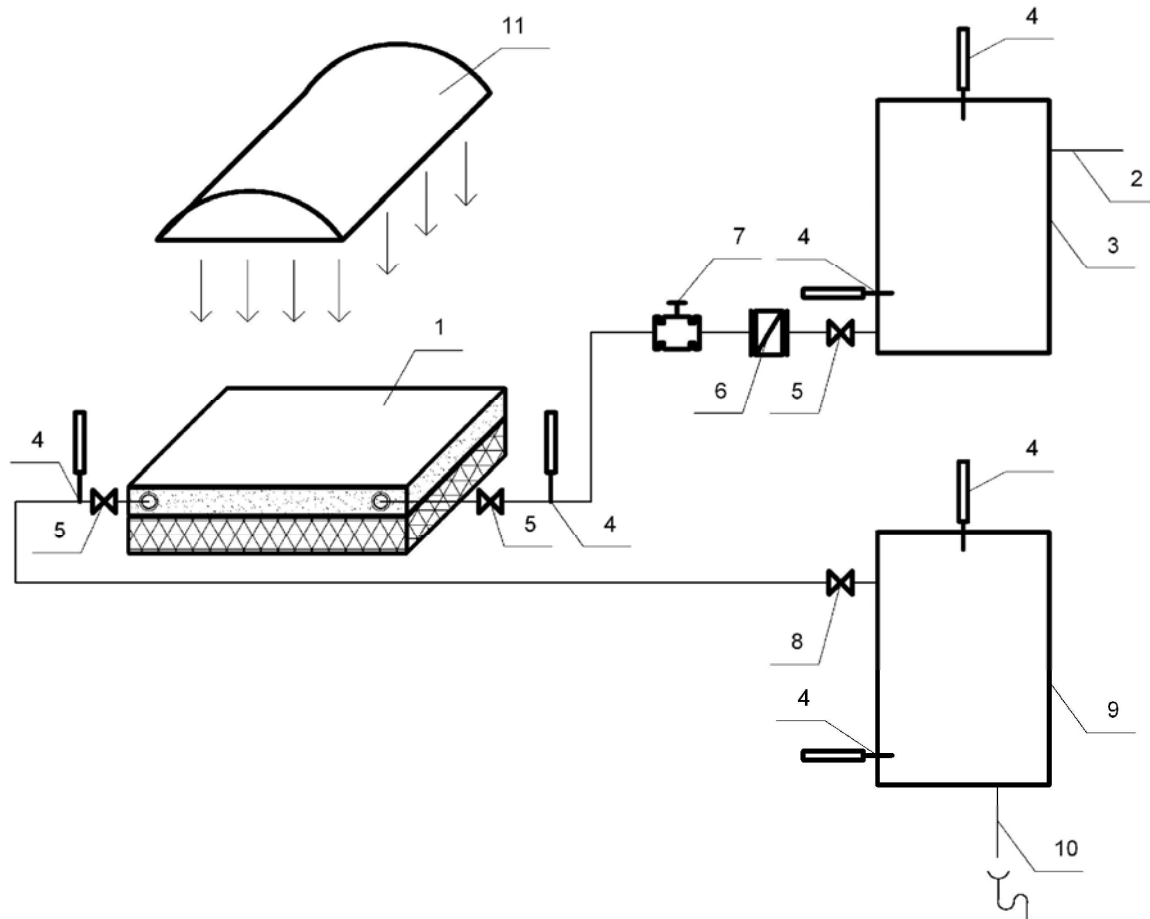


Рис. 2. Принципова схема дослідної установки:

1 – сонячна панель; 2 – трубопровід холодного теплоносія; 3 – бак холодного теплоносія; 4 – ртутний термометр; 5 – запірні арматури; 6 – витратомір; 7 – балансувальний вентиль; 8 – трубопровід нагрітого теплоносія; 9 – бак нагрітого теплоносія; 10 – зливний трубопровід; 11 – тепловий випромінювач

Для досліджень використовувались геліопанелі, виконані з найвживаніших та найсучасніших покрівельних матеріалів (руберойд та бітумна мастика) та з різними видами трубок (для традиційної системи опалення – TOPTERM MULTILAYER PIPE PEX/AL/PEX та для підлогового опалення – PRANDELLI/TUBORAMA 02 STOP).

Дослідження проводились так.

Після монтажу необхідної геліопанелі 1 та встановлення її в потрібне положення трубопроводом холодного теплоносія 2 бак холодного теплоносія 3 наповнюється холодною водопровідною водою. Балансувальним вентилем 7 встановлюється необхідна витрата теплоносія у контурі, яка контролюється витратоміром 6. Під час проведення дослідів з певним проміжком в часі фіксувались температури теплоносія на вході та виході з геліопанелі, температура теплоносія в баці холодного та нагрітого теплоносія, і температура повітря біля геліопанелі. Після закінчення дослідів вода з бака нагрітого теплоносія зливалась трубопроводом 10. Для наступного дослідів знову використовували холодну водопровідну воду.

За результатами експериментальних досліджень були побудовані номограми залежності різниці температур теплоносія (до та після входу в геліопанель) від сонячного випромінювання, діаметра трубок, кроку трубок, типу трубок, покриття геліопанелі та витрати теплоносія (рис. 3, 4).

Номограми на рис. 3 і 4 показують, що на ефективність роботи геліопанелі дуже впливає її конструкція. Геліопанелі з сучасних будівельних матеріалів ефективніші на 8%. Середня ефективність геліопанелі – 47% і може досягати 62%.

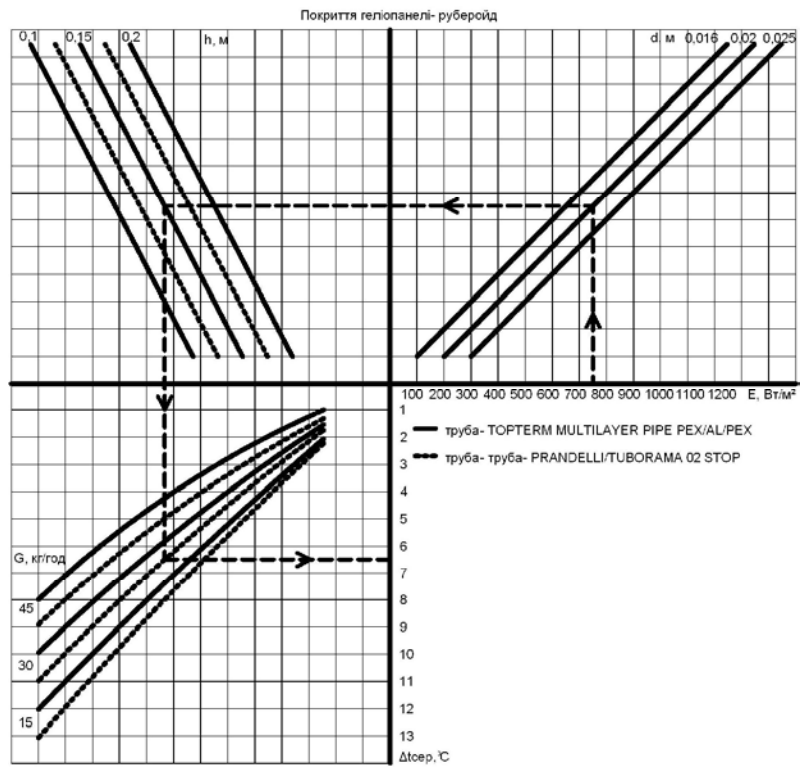


Рис. 3. Номограма залежності різниці температур теплоносія  $\Delta t_{сер}$  (до та після входу в геліопанель) від інтенсивності сонячного випромінювання  $Q_s$ , діаметра трубок  $d$ , кроку трубок  $h$ , виду трубок та витрати теплоносія  $G$  під час покриття геліопанелі руберойдом

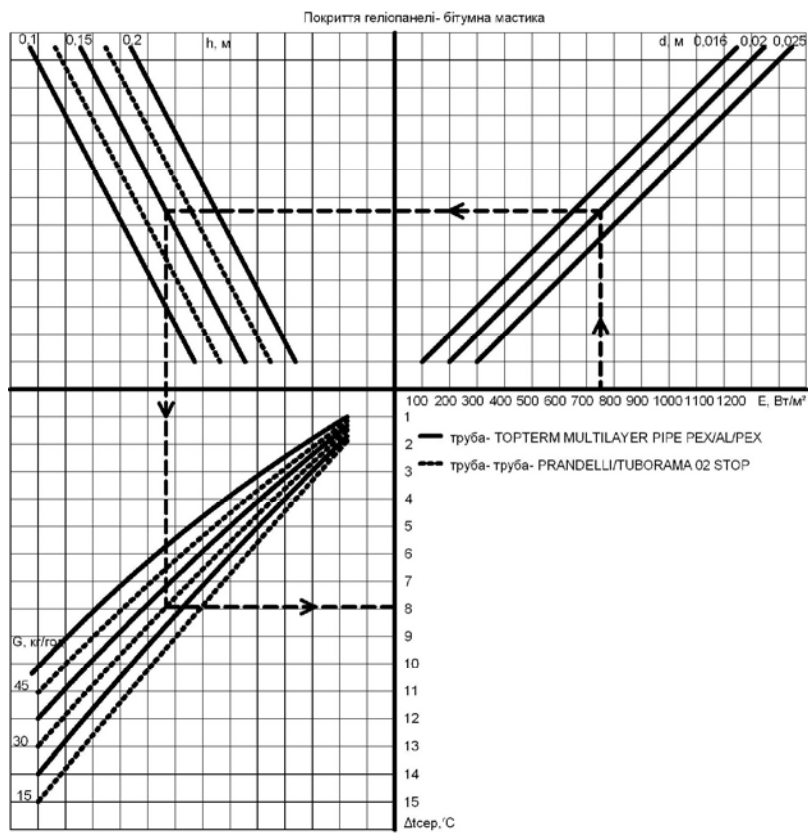


Рис. 4. Номограма залежності різниці температур теплоносія  $\Delta t_{сер}$  (до та після входу в геліопанель) від інтенсивності сонячного випромінювання  $Q_s$ , діаметра трубок  $d$ , кроку трубок  $h$ , виду трубок та витрати теплоносія  $G$  під час покриття геліопанелі бітумною мастикою

**Висновки.** На ефективність роботи геліопанелі дуже впливає її конструкція. Середня ефективність геліопанелі – 47 %. Геліопанелі з сучасних будівельних матеріалів ефективніші на 8 %. Усі дослідження показують, що використання геліопанелей є доцільним та потребує подальших досліджень з використанням сучасних будівельних матеріалів для підвищення ефективності їх роботи та зниження навантаження на покрівлю, оскільки вони прості в конструкціях, монтажі, експлуатації та дають можливість знизити енергоспоживання традиційних ресурсів.

1. Zhao Jinling, Chen Bin, Liu Jingjun, Wang Yongxun *Dynamic thermal performance simulation of an improved passive solar house with trombe wall ISES Solar word Congress, 2007, Beijing China, Vols 1-V: 2234–2237.* 2. Zhao Jinling, Chen Bin, Chen Cuiying, Sun Yuanyuan *Study on dynamic thermal response of the passive solar heating systems. Journal of Harbin Institute of Technology (New Series). 2007. Vol. 14: 352–355.* 3. *Heliothermal flat collector module having a sandwich structure: Пат. 7610911 США / Frank Neumann, Markus Patschke, Marianne Schoennenbeck; Eckert Seamans Cherin & Mellott, LLP. – N 10/530384; Оубл. 11.03.2009.* 4. *Solar cell panel and solar energy collecting device: Пат. 6513518 В1 США / Stéphane Girerd; Greer, Burns & Crain, Ltd. – N 09/674030; Оубл. 02.04.2003.* 5. *Solar energy absorbing roof : Пат. 4201193 США /Michel Ronc; Bacon & Thomas. – N 05/887,938; Оубл. 6.05.1980.*

УДК 624.004:0125

**В.Г. Кваша, Т.П. Ковальчик, В.М. Полець, Л.В. Салійчук.**  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра мостів і будівельної механіки

## **РЕКОНСТРУКЦІЯ МОСТІВ ПІД ЧАС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ АВТОДОРОГИ ЛЬВІВ–КРАКОВЕЦЬ ЗА ПРОГРАМОЮ ПІДГОТОВКИ ДО ЄВРО-2012**

© Кваша В.Г., Ковальчик Т.П., Полець В.М., Салійчук Л.В., 2012

**Описано конструкцію існуючих мостів, їх технічний стан та конструктивні рішення реконструкції з розширенням і одночасним підсиленням прольотних будов залізобетонною накладною плитою та зміною статичної схеми з балкової розрівної на рамну.**

**Ключові слова:** мости, технічний стан, реконструкція, розширення і підсилення прольотних будов.

**The construction of existent bridges, them technical state and structural decisions of reconstruction with expansion and strengthening of span structures by the reinforced-concrete superimposed flag with change of static scheme from a beam on a frame are described.**

**Key words:** bridges, technical state, reconstruction, expansion and strengthening of span structures.

**Вступ.** Постановка питання. Ділянка автодороги Краковець–Львів у напрямку Броди є одним з перспективних Транс’європейських транспортних коридорів і одночасно одним з найкоротших напрямків від митного кордону в Кракові до Львова, де передбачене проведення футбольних матчів фінальної частини чемпіонату Євро-2012 та пов’язаний з цією подією наплив автотуристів з Європи. Тому за програмою заходів з підготовки до проведення частини чемпіонату в Україні передбачений капітальний ремонт ділянки дороги Львів–Краковець з доведенням її експлуатаційних параметрів до нормативів другої технічної категорії як першої черги облаштування майбутнього Європейського транспортного коридору в напрямку на Київ.