

УДК 697.7

## Дослідження сонячного опалювального приладу для пасивних систем використання сонячної енергії

В.О. Мілейковський<sup>1</sup>, О.Ю. Шуваєва<sup>2</sup>

<sup>1</sup>канд. техн. наук, доцент. Київський національний університет будівництва і архітектури, mileikovskiy@gmail.com

<sup>2</sup>аспірант. Київський національний університет будівництва і архітектури, shuvaeva\_@ukr.net

*Виконано експериментальні дослідження пасивного сонячного опалювального приладу підвищеного термічного опору, що складається з повітряного простору між прозорою стінкою та тепло-світловим абсорбером, поділеного нахиленими прозорими антиконвективними перегородками. Отримані результати дозволяють оцінити вплив геометричних параметрів опалювального приладу на його термічний опір.*

*Ключові слова: пасивне сонячне опалення, сонячний опалювальний прилад, антиконвективні поверхні.*

**Постановка проблеми.** Проблема ресурсозбереження пов'язана із екологічним аспектом, економічними проблемами, обмеженістю енергоресурсів і є на сьогоднішній день однією із найзагостреніших для України, як і для усього світу. Її можливо вирішити шляхом раціонального використання вторинних та поновлюваних джерел, при цьому суттєво зменшується споживання енергії та заощаджуються кошти і природні ресурси. Розповсюджений потужний поновлюваний енергоресурс на сьогоднішній день – це сонячна енергія.

Сонячна енергетика є недостатньо розвиненою на сьогодні в умовах України через високу вартість відповідного устаткування та тривалі хмарні періоди під час опалювального сезону. Ці аспекти обмежують використання сонячних систем і суттєво подовжують термін їхньої окупності. Доцільним рішенням цих проблем є комбінація активних систем використання сонячної енергії з пасивними сонячними системами та з опаленням на вичерпних енергоресурсах. При цьому основною умовою для ефективного впровадження пасивних систем використання сонячної енергії у більшості регіонів нашої країни з нестабільним надходженням сонячної радіації є непогіршення теплотехнічних властивостей огороджувальних конструкцій. Застосування пасивних систем використання сонячної енергії зменшує розмір теплоакумуляторів, покриває всю потребу в теплоті в періоди із достатнім надходженням сонячної енергії, дозволяє економити вичерпні енергоресурси, але

тепловтрати до зовнішнього середовища не повинні підвищуватися у хмарні періоди, які можуть тривати місяцями.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день достатньо велика кількість високоєфективних систем сонячного теплопостачання, в тому числі й пасивного, розроблені та впроваджені для будівель і споруд різного призначення [1-5]. Але сонячні опалювальні прилади для пасивних систем використання погіршують теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій і мають кілька суттєвих недоліків. Одним із основних їхніх недоліків є подовжений термін окупності за тривалих хмарних періодів в Україні, що можуть тривати місяцями, через високу собівартість.

Сезонна акумуляція теплоти використовується при тривалій кількості хмарних днів у холодний період року. Основною проблемою навіть твердотільних акумуляторів є їхні значні розміри, що займають об'єм, який можна прирівняти до кількох кімнат – це входить у вартість їхньої корисної площі.

**Формулювання цілей і завдання статті.** Метою даної роботи є аналіз результатів завершеної серії експериментальних досліджень пасивного сонячного опалювального приладу.

**Основна частина.** Нами розроблено та запропоновано сонячні пасивні опалювальні прилади, що мають високі теплозахисні властивості та підвищений термічний опір (рис. 1). Глибокий повітряний прошарок сонячного пасивного опалювального приладу обмежений прозорою стінкою та тепло-світловим абсорбером та поділений нахиленими або вертикальними прозорими антиконвективними перегородками. Нахилені перегородки можуть бути розташовані вгору до зовнішнього повітря – це зменшує поглинання світла. Але при цьому холодна стінка опиняється вище гарячої, що знижує термічний опір конструкції.

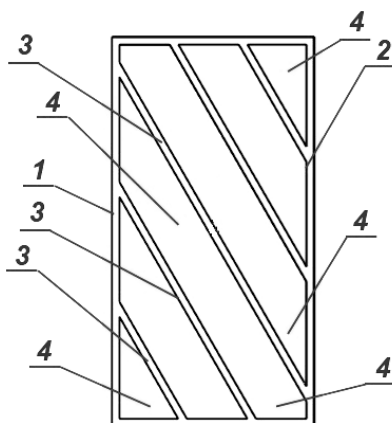


Рис.1. Сонячний пасивний опалювальний прилад, де: 1-стінка зовнішня; 2-тепловітловий абсорбер темного кольору; 3-прозорі або частково прозорі піддатливі перегородки; 4-повітряні прошарки

Було проведено серію фізичних експериментальних досліджень пасивного сонячного опалювального приладу для пасивних систем опалення. Основною метою серії є знаходження коефіцієнта теплопередачі.

За методикою [8] була створена установка для дослідження моделей пасивних сонячних опалювальних приладів - кліматична камера з приставним калориметром. Визначення опору теплопередачі моделей полягає у вимірюванні температури поверхонь ділянок моделей і повітря, створенні сталого за часом перепаду температури на обох сторонах моделі, а також теплового потоку, який проходить через модель при стаціонарних умовах досліду, та з подальшими розрахунками значень термічного опору та опору теплопередачі [9].

Завершено серію експериментальних досліджень для оптимізації форми та геометричних розмірів даних сонячних опалювальних приладів для пасивних систем опалення. Результати фізичних експериментів наведено на рис. 2.

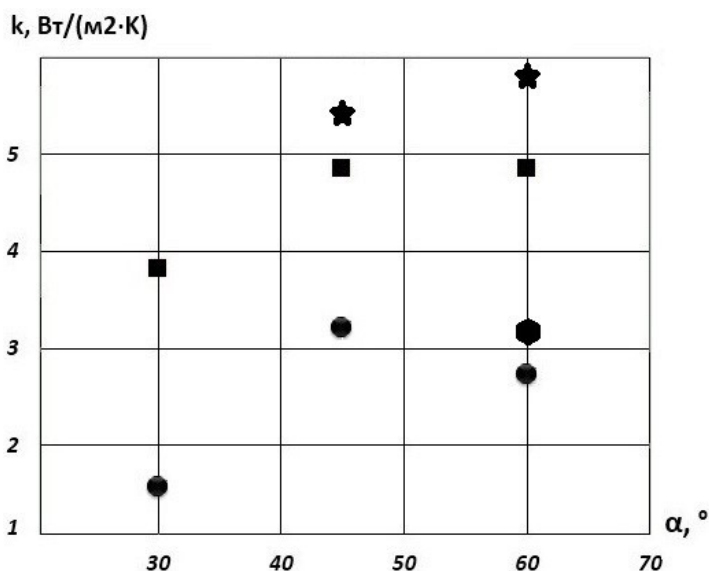


Рис.2. Результати фізичних експериментів:

- круг* – антиконвективні поверхні розташовані вниз до холодної поверхні, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/6 висоти моделі;
- квадрат* – антиконвективні поверхні розташовані вниз до гарячої поверхні, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/6 висоти моделі;
- п'ятикутна зірка* – антиконвективні поверхні розташовані вниз до гарячої поверхні, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/3 висоти моделі;
- шестикутник* – антиконвективні поверхні розташовані вниз до холодного відділення камери, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/3 висоти моделі.

Результати експериментального визначення коефіцієнта теплопередачі показали, що більш ефективними серед випробуваних моделей з точки зору теплозахисту є моделі з вертикальною відстанню між перегородками 1/6 висоти.

Зменшення кута нахилу та відстані між перегородками знижує коефіцієнт теплопередачі, але при цьому збільшується кількість перегородок. Це робить

конструкцію пасивного сонячного опалювального приладу важчою та значно її здорожчує.

Коефіцієнт теплопередачі зростає на 10...16 % при переході від вертикальної відстані між антиконвективними поверхнями 1/6 висоти простору між ними до 1/3. При зміні кута нахилу від 60° до 30° коефіцієнт теплопередачі зменшується на 22...46 %, від 45 до 30 градусів коефіцієнт теплопередачі зменшується на 22...53 %.

Коефіцієнт теплопередачі моделей, в яких перегородки розташовані вниз до гарячої поверхні, більший у 1,5...2,6 рази за коефіцієнт теплопередачі при протилежному розташуванні перегородок.

У ході подальшої роботи планується широке впровадження отриманих систем пасивного використання сонячної енергії на більшості території нашої країни та за її межами для будівель і споруд різного призначення.

**Висновки.** Запропоновано пасивний сонячний опалювальний прилад для комбінації пасивного сонячного опалення та опалення на вичерпних енергоресурсах. Це є доцільним для регіонів України з тривалими хмарними періодами та недостатньою кількістю сонячних днів для повноцінного пасивного опалення будівель і споруд різного призначення. В основу покладено принцип ділення простору між прозорою стінкою та тепло-світловим абсорбером нахиленими антиконвективними поверхнями. Коефіцієнт теплопередачі зростає на 10...16 % при переході від вертикальної відстані між антиконвективними поверхнями 1/6 до 1/3 висоти простору між ними, при зміні кута від 60° до 30° коефіцієнт теплопередачі зменшується на 22...46 %, від 45 до 30 градусів коефіцієнт теплопередачі зменшується на 22...53 %. Коефіцієнт теплопередачі моделей, в яких перегородки розташовані вниз до гарячої поверхні, більший у 1,5...2,6 рази за коефіцієнт теплопередачі при протилежному розташуванні перегородок. Зменшення кута нахилу та відстані між перегородками знижує коефіцієнт теплопередачі, але при цьому збільшується кількість перегородок. Це робить конструкцію пасивного сонячного опалювального приладу важчою та значно її здорожчує.

### **Література**

1. *Афанасьєва О. К.* Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / О. К. Афанасьєва. – М.: МАРХИ, 2009 г. – 20 с.
2. *Гужулев Э. П.* Основы современной малой энергетики. Том 3. Учеб. пособие: в 3 т. / Э. П. Гужулев, В. В. Шалай, А. Н. Лямин, А. Б. Калистратов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – Т.3. – 528 с.
3. *Габриель И., Ладенер Х.* Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома / И. Габриель, Х. Ладенер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 480 с.: ил.
4. *Виссарионов В. И.* Солнечная энергетика / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина. – Москва, Издательский дом МЭИ, 2008, 276 с.

5. Казаченко С. В. Солнечная энергетика в Крыму. Методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии / С. В. Казаченко, С. А. Кибовский и др. – Киев-Симферополь, 2008. – 201 с.

6. Патент № 100523 UA МПК (2013.01) F 24 J 2/04 (2006.01) F 04 В 23/00. Сонячний колектор (Варіанти). / Любарець О. П., Мілейковський В. О., Шуваєва О. Ю.

7. Патент № 98800 UA МПК (2013.01) F 24 J 2/24 (2006.01). Сонячний колектор. / Любарець О. П., Мілейковський В. О., Шуваєва О. Ю.

8. ГОСТ 26602.1-99. Межгосударственный стандарт. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче. / НИИ строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук. – взамен ГОСТ 26602-85, СТ СЭВ 4183-83. – Введ. 01.01.2000. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 29 с.

## **Исследования солнечного отопительного прибора для пассивных систем использования солнечной энергии**

В.А. Милейковский, О.Ю. Шуваева

*Выполнены экспериментальные исследования пассивного солнечного отопительного прибора повышенного термического сопротивления, который состоит из воздушного пространства между прозрачной стенкой и тепло-световым абсорбером, разделённого наклонными прозрачными антиконвективными перегородками. Полученные результаты позволяют оценить влияние геометрических параметров отопительного прибора на его термическое сопротивление.*

## **Researches of solar heater for the passive solar energy systems**

V. Mileikovskiy, O. Shuvaieva

*Experimental researches of passive solar heater of high thermal resistance, which consists of an air space between the transparent wall and the heat-light absorber, where the space is divided by inclined anti-convection transparent surfaces. These results allow us to estimate the influence of the geometric parameters of the heater on its thermal resistance.*

Надійшла до редакції 25.05.2016