

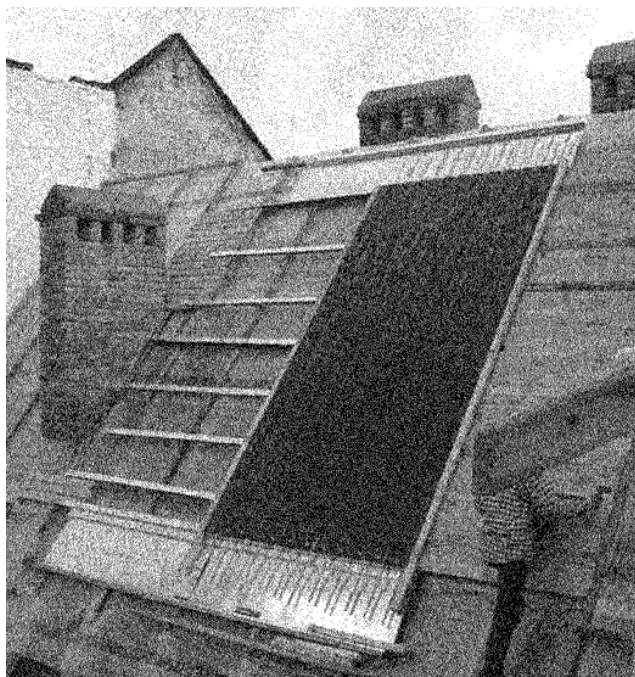
УДК 662.987:697.7

В.В. СТРАШКО (Товариство з обмеженою відповідальністю "Інсолар ЮСВ", Дніпропетровськ)

ГЕЛІОПРОФІЛЬ ТЕПС: ОЦІНКА ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГОАКТИВНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ (СТІН, ПОКРІВЕЛЬ)

Розглянуто загальний підхід до оцінки теплотехнічних характеристик енергоактивних огороджувальних конструкцій, зокрема, корисної теплової потужності та коефіцієнта використання сонячного випромінювання. Наведено приклад розрахунку для енергоактивної огороджувальної конструкції, побудованої з використанням геліопрофілю ТЕПС.

Підприємством "Інсолар ЮСВ" (м.Дніпропетровськ) розроблено, а наприкінці 2003 року освоєно виробництва та випущено на ринок новий вітчизняний продукт – геліопрофіль ТЕПС [1], який може використовуватися в будівельному та індустріальному напрямках. Геліопрофіль являє собою основний конструктивний елемент для спорудження енергоактивних огороджувальних конструкцій (ЕАОК), а простіше – стін, покрівель і поверхонь об'єктів різноманітного призначення. Закладені в геліопрофіль ТЕПС функціональні можливості дозволяють, в поєднанні з відповідно спроектованою системою енергозабезпечення об'єкта, утилізувати енергію навколишнього середовища, зокрема сонячне випромінювання і тепло зовнішнього та викидного повітря, на потреби технологічного теплозабезпечення, гарячого водопостачання, опалення, вентиляції та кондиціювання. ЕАОК, які виготовлено з геліопрофілю ТЕПС, можуть також виконувати функції пристроїв для відводу від об'єкта надлишків тепла і теплоакumuлюючої системи [2]. На фото зображено момент монтажу ЕАОК на даху будинку видавництва "Екоінформ" (м. Львів).



Зважаючи на те, що теорія та практика використання ЕАОК ще недостатньо досліджені та обґрунтовані, перед проектувальниками постає питання оцінки теплотехнічних характеристик ЕАОК хоча б для деяких, найбільш показових варіантів їх використання. Задля цього в НДІ Енергетики Дніпропетровського національного університету, на замовлення ТОВ "Інсолар ЮСВ", на спеціально розробленій установці було проведено комплекс лабораторних досліджень геліопрофілю ТЕПС. Обробка результатів досліджень дозволить розробити необхідний методичний інструментарій для проєктантів.

Разом із тим, для деяких припущень і як перше осмислення результатів, пропонується методика попередньої оцінки теплотехнічних характеристик ЕАОК. Такими припущеннями є:

- оціночними параметрами є корисна теплова потужність ЕАОК і коефіцієнт використання сонячної енергії;
- використовується лише рідинний теплоносій (апріорі вважаємо, що сумісне використання рідинного і повітряного теплоносіїв поліпшує оціночні параметри);
- оцінка проводиться для миттєвих значень інтенсивності сонячної радіації на поверхні ЕАОК, температури зовнішнього повітря, температур теплоносія на вході та виході з ЕАОК;
- температура всередині об'єкта дорівнює температурі зовнішнього повітря (так званий "холодний дах").

Слід зазначити, що запропонована методика багато в чому базується на аналітичних підходах, застосовуваних у [1].

Корисна теплова потужність ЕАОК розраховується відповідно [3] за формулою:

$$Q = K \cdot F \cdot \xi \cdot \frac{t_{vix} - t_{vx}}{\ln \frac{t_p - t_{vx}}{t_p - t_{vix}}} \quad (3)$$

де Q – корисна теплова потужність, Вт; K – коефіцієнт тепловтрат ЕАОК, Вт/(м²·К); F – площа огороджувальної конструкції, м²; ξ – конструктивний коефіцієнт; t_p , t_{vx} , t_{vix} – відповідно рівно-

важна температура тепло поглинаючої поверхні геліопрофілю ТЕПС, температур рідинного теплоносія на вході та виході з ЕАОК, °С.

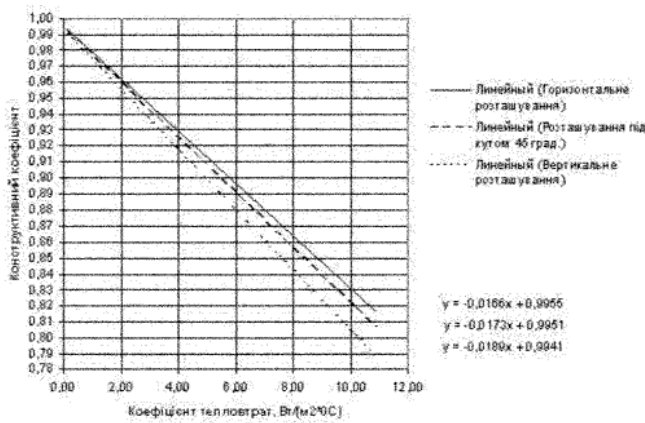


Рис. 2. Залежність конструктивного коефіцієнту від коефіцієнту тепловтрат та кута нахилу ЕАОК

Значення ξ визначається з графіка на рис. 1 або за формулами, отриманими при обробці результатів досліджень.

Коефіцієнт використання сонячної енергії ЕАОК розраховується відповідно до [3] за формулою:

$$\eta = \frac{K \cdot \xi}{E} \cdot \frac{t_{vnx} - t_{vx}}{\ln \frac{t_p - t_{vx}}{t_p - t_{vnx}}} \quad (2)$$

де η – коефіцієнт використання сонячної енергії; E – інтенсивність сонячної енергії, Вт/м².

Інтенсивність сонячної радіації визначається розрахунковим шляхом або вважається приблизно до [4].

Рівноважна температура теплопоглинаючої поверхні геліопрофілю ТЕПС для випадку однаковості температур зовнішнього та внутрішнього повітря розраховується за формулою

$$t_p = \frac{\alpha \cdot \tau}{K} \cdot E + t_{oc}, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт поглинання сонячної радіації геліопрофілем ТЕПС; τ – коефіцієнт пропускання сонячного випромінювання прозорою теплоізоляцією; t_{oc} – температура навколишнього середовища, °С.

Значення α і τ приймаються відповідно до довідкових даних, виходячи з обраних матеріалів і покриття.

Коефіцієнт теплових втрат ЕАОК розраховується згідно з формулою:

$$K = \frac{1}{R_{pti}} + \frac{1}{R_{iz}} + Kn, \quad (4)$$

де R_{pti} – термічний опір від зовнішньої поверхні прозорої теплоізоляції до поглинаючої поверхні

геліопрофілю ТЕПС, (м²·К)/Вт; R_{iz} – термічний опір від поглинаючої поверхні геліопрофілю ТЕПС до внутрішньої поверхні ЕАОК, (м²·К)/Вт; Kn – коефіцієнт тепловтрат через торцеві ділянки периметру ЕАОК (елементи каркасу і т.і.), осереднені до загальної площі її поверхні, Вт/(м²·К).

Значення R_{pti} та R_{iz} розраховуються відповідно до [5] для визначених проектних рішень щодо матеріалів та конструкцій. Значення Kn визначають розрахунком, також виходячи з проектних рішень щодо матеріалів та конструкцій; при цьому зі збільшенням розмірів ЕАОК його значення зменшується порівняно з іншими двома складовими.

Приклад розрахунку

1. Поверхня ЕАОК розташована під кутом 45° до горизонту. В конструкції ЕАОК в якості прозорої теплоізоляції використовується сотовий полікарбонат товщиною 6 мм. Теплопоглинаюча поверхня геліопрофілю ТЕПС пофарбована чорною поліефірною порошковою фарбою. Внутрішня теплоізоляція виконана за типовим рішенням із використанням теплоізоляційних волоконних плит. Коефіцієнт тепловтрат через торцеві ділянки периметру ЕАОК вважається таким, що дорівнює 20% суми інших тепловтрат. Припускалась відсутність вітру.

2. Розрахунковий коефіцієнт тепловтрат у цьому випадку становить:

$$K = 1,2 \cdot \left(\frac{1}{0,52} + \frac{1}{3,2} \right) = 2,68 \frac{Bm}{m^2 \cdot K} \quad (5)$$

3. Конструктивний коефіцієнт дорівнює:

$$\xi = 1 - 0,0173 K = 1 - 0,0137 \cdot 2,68 = 0,95 \quad (6)$$

4. Для подальших розрахунків прийнято такі дані:

– інтенсивність сумарної сонячної радіації, яка надходить на ЕАОК, E , (Вт/м²) – 100; 250; 600; 1000;

– температура зовнішнього повітря, t_{oc} , (°С) – 5; 10; 25;

– значення t_{vx} і t_{vnx} теплоносія (вода), (°С) – (15/55); (15/35); (35/55).

5. Результати розрахунку корисної теплової потужності ЕАОК наведено на рис. 3

6. Результати розрахунку коефіцієнта використання сонячної енергії за різних сполучень температур теплоносія (t_{vx}/t_{vnx}) наведено на рис. 4

7. Кількість сонячної енергії, яка утилізується ЕАОК, визначається множенням кількості сонячного випромінювання, що надходить на ЕАОК, на

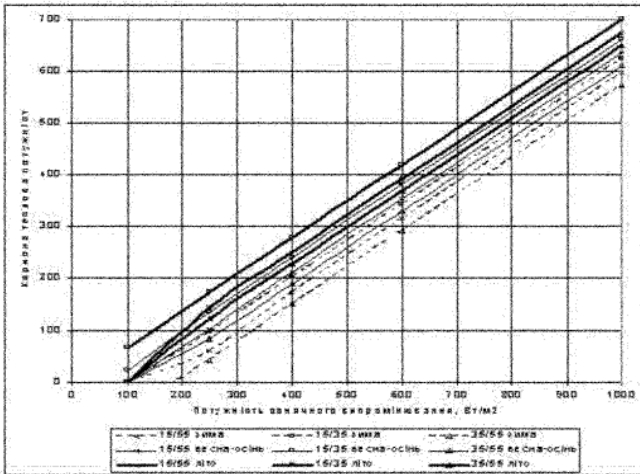


Рис. 3. Залежність конструктивного коефіцієнту від коефіцієнту тепловтрат та кута нахилу ЕАОК

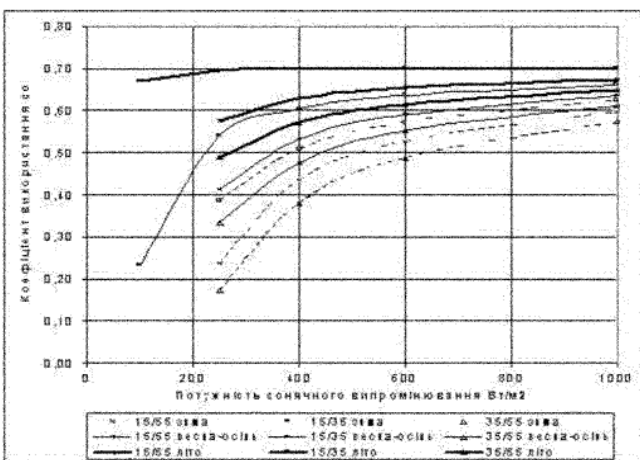


Рис. 4. Залежність конструктивного коефіцієнту від коефіцієнту тепловтрат та кута нахилу ЕАОК

відповідний коефіцієнт використання сонячної енергії. Кількість сонячного випромінювання визначається орієнтацією в просторі ЕАОК, географічними і кліматичними умовами. Розрахунок може здійснюватися:

- за однією з відомих методик,

- за СНіП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат, 1986.-136с [4].

- з використанням програми "Інсоляція – Україна" [6].

Зважаючи на перспективність даного напрямку, постає необхідність розробки теоретичних засад створення і широкомасштабного застосування в умовах України систем енергозабезпечення об'єктів з використанням енергоактивних огорожувальних конструкцій та поновлюваних джерел енергії, перед усім сонячного випромінювання і тепла навколишнього повітря, для локального забезпечення споживачів тепловою та електричною енергією.

При цьому слід вирішити такі основні завдання:

- дослідити особливості комбінування енергоактивних огорожувальних конструкцій, теплових pomp, акумулюючих систем різних типів з метою побудови систем енергозабезпечення з використанням поновлюваних джерел енергії;

- розробити варіанти схемних рішень та алгоритми функціонування таких систем енергозабезпечення для різних об'єктів з урахуванням їх специфіки (мало- і багатоповерхових житлових будинків, об'єктів адміністративного та соціально-культурного призначення, сільськогосподарських, промислових і комунальних підприємств, медичних, рекреаційних, навчальних закладів тощо);

- оцінити ефективність застосування систем енергозабезпечення об'єктів з використанням енергоактивних огорожувальних конструкцій та поновлюваних джерел енергії.

Залучення до вирішення цих питань державних наукових установ і приватних інвесторів дозволить Україні отримати власний досвід для підкріплення своїх євроінтеграційних сподівань.

1. Пат. 65474А Україна, МКІ F24J2/24, E04D1/24, E04D1/30, E04D13/18, E04E04C2/30, F16S1/12, F28F3/12. Сонячний колектор / В.В.Страшко (Україна), В.Ю.Подлепич (Росія), Д.В.Безнощенко (Україна)/ Заявл. 05.08.2003; Опубл. 15.03.2004; Бюл. № 3.

2. V. Podlepich, D. Beznoshchenko, V. Strashko, I. Stacenko, A. Denisova. Modern architectural and innovative building solution – "TEPS" // Proc. International Conference World Sustainable Energy Day 2005. – Wels (Austria), 3 – 5 March, 2005. – С. 275.

3. Теплові розрахунки геліосистем / Сиворакиша В.Ю., Марков В.Л., Петров Б.Є. та ін. Моногр. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2003. – 123 с.

4. СНіП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат, 1986.-136с.

5. СНіП ІІ-3-79. Строительная теплотехника. – М.: Стройиздат, 1986.-32с.

6. "Інсоляція – Україна". Програма для расчёта суммарной солнечной радиации, поступающей на произвольно-ориентированную наклонную поверхность в условиях Украины. /© Страшко В.В. 2004 – 2005