

УДК 620.9:662.61.004.1

І.Р. ОЛІЙНИЧЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

## **ЕКОНОМІЯ ПРИ ОПАЛЕННІ ПРИМІЩЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВІДБИВАЮТЬ ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ**

*У статті розглянуто практичний метод економії теплоенергії за рахунок кращого утримання теплового випромінювання всередині приміщення. З цією метою пропонується використання поверхні стін, яка краще відбиває теплове випромінювання. Наведено приклади таких поверхонь, проведено для них розрахунки, вичислена потенційна економія за рахунок їх використання.*

**Ключові слова:** теплове випромінювання, утеплення, випромінювальні властивості, економія.

Сьогодні, через зростання вартості енергоресурсів як ніколи гостро стоїть питання економії теплоенергії. В сучасному будівництві це питання вирішується досить просто: в стіни закладається утеплювач, тим самим збільшується термічний опір. В старих будівлях питання вирішити складніше.

Існує два способи утеплення таких будівель:

1. Зовнішня обробка теплоізоляційними панелями. Однак, через необхідність утеплення всієї будівлі, ціна такого проекту висока, цей спосіб більш вигідний для приватних будинків.

2. Утеплення будівлі зсередини.

Теплоізоляція будівлі безумовно важлива, однак виміри показують, що (при нормальній теплоізоляції) до 70% втрат тепла виникають через теплове випромінювання [1]. Через те, що тепло всередині приміщення передається, в основному, через випромінювання теплових хвиль, важливо враховувати цей вид передачі тепла. Тепловий потік через випромінювання при температурах 4-100 °С становить 50-80% загального теплового потоку [2].

**Об'єкт та методи дослідження.** Об'єктом дослідження є процес теплового випромінювання та його відбиття різними матеріалами для зменшення витрат на опалення.

**Постановка завдання.** Метою роботи є оцінка економії за рахунок покриття стін приміщення матеріалом, що відбиває теплове випромінювання, а також визначення оптимального відбиваючого матеріалу.

**Результати та обговорення.** Щоб зекономити кошти на опалення, потрібно зменшити сумарний потік тепла з приміщення. Тепловий потік з будь-якої системи складається з трьох складових – конвекції, теплопередачі та випромінювання:

$$Q_{\text{заг.}} = Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{тепл.}} + Q_{\text{випром.}}$$

Зменшуючи кожен із складових, ми зменшуємо і сумарний потік тепла. Перші дві складові теплового потоку зменшують за рахунок теплоізоляції, на останню ж теплоізоляція впливає мало. Ми будемо розглянути останню складову, а саме потік тепла за рахунок випромінювання. Так для системи двох сірих тіл, що представляють собою необмежені паралельні площини, тепловий потік через випромінювання визначається за законом Стефана-Больцмана.

$$Q_{\text{випром.}} = \sigma \epsilon_{12} (T_1^4 - T_2^4),$$

$$\epsilon_{12} = (1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2 - 1)^{-1},$$

де  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$  – стала Больцмана,  $\epsilon_{12}$  – приведені випромінювальні властивості,  $T_1$  – температура гарячої та  $T_2$  – температура холодної поверхні.  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  випромінювальні властивості теплої та холодної поверхні.

Нижче наведена таблиця випромінювальної здатності різних речовин. Довжина хвилі  $\lambda = 8\text{-}14 \text{ мкм}$ , що відповідає типовій довжині хвилі теплового випромінювання при кімнатних температурах [3].

Таблиця 1. **Випромінювальна здатність матеріалів**

Матеріал	Випромінювальна здатність	Матеріал	Випромінювальна здатність
Алюмінієва фольга	0,02-0,1	Фарба(біла)	0,80-0,91
Срібло	0,02	Фарба(чорна)	0,80-0,91
Хром	0,02-0,2	Папір	0,92
Золото	0,01-0,1	Штукатурка	0,91
Сталь(тонка)	0,12	Асфальт	0,90-0,98
Залізо(поліроване)	0,06	Мідь	0,05
Залізо(з іржею)	0,85	Дерево	0,90
Скло	0,95	Цегла	0,93
Бетон	0,85-0,95	Пластик	0,95
Вапно	0,36-0,90	Азбест	0,95
Мармур	0,93	Кераміка	0,95

Як видно з табл. 1. найбільшу відбиваючу (або найменшу випромінювальну) властивість мають метали. Слід зауважити, що випромінювальні властивості  $\epsilon$ , наводяться для оптично гладкої поверхні з відношенням до навколишнього середовища з показником заломлення  $n = 1$  (вакуум, газ). Наявність товстих(більших за природні) шарів окису та мікро-нерівностей на поверхні металів може значно

впливати на оптичні константи. Саме через це, вибір поверхні та товщини металевих плівок визначається, перш за все їхніми термомеханічними властивостями: механічною міцністю, шорсткістю, стійкістю до корозії.

Підставимо дані в рівняння Стефана-Больцмана, для фольги  $\varepsilon_1 = 0.05$ ,  $\varepsilon_2$  приймаємо рівним 0.9,  $T_1 = 60^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 15^\circ\text{C}$  і отримаємо результати.

Таблиця 2. Втрати теплового випромінювання

Матеріал	Випромінююча здатність	Втрати через теплове випромінювання (Вт/м <sup>2</sup> )
Алюмінієва фольга	0,05	15
Сталь(тонка)	0,12	36
Скло	0,95	264
Бетон	0,85-0,95	251
Мармур	0,93	259
Фарба	0,80-0,91	239
Папір	0,92	256
Штукатурка	0,91	254
Дерево	0,90	251
Цегла	0,93	259

З Табл. 2. випливає, що найменші втрати теплового випромінювання при використанні алюмінієвої фольги, тобто вона на 95% ефективніше відбиває теплове випромінювання ніж цегла. Товщина плівки алюмінію, при якій відбувається повне поглинання ІЧ випромінювання з довжиною хвилі  $\lambda = 10$  мкм, дорівнює 0,12 мкм, також ціна 1 м<sup>2</sup> є відносно невисокою в порівнянні з іншими металами (золото, срібло), а отже затрати є меншими. Саме тому для ізоляції всередині приміщення доцільно використовувати алюмінієву фольгу. При використанні фольги за стінками радіаторів, труб, холодильників, комп'ютерів, будь-яких приладів що випромінюють тепло, можна зекономити. Особливо корисно використовувати відбиваючі властивості матеріалів при ізоляції стін які безпосередньо контактують з навколишнім середовищем.

Оцінимо економію коштів при покритті стін відбиваючим матеріалом. Для цього будемо порівнювати теплові втрати з покриттям алюмінієвою фольгою і без покриття. Як видно з табл. 2. втрати теплового випромінювання на м<sup>2</sup> нагрівача для цегли становлять 259 Вт/м<sup>2</sup>, для фольги – 15 Вт/м<sup>2</sup>. Нехай вартість 1 кВт/год = 0,5 грн, тоді втрати на тепловому випромінюванні в місяць для цегли 93 грн, фольги – 5 грн. В результаті отримуємо економію 88 грн на 1 м<sup>2</sup> нагрівної площі за місяць. Так як відбиваючі властивості брались для оптично гладкої поверхні то отримані кошти можна для оцінки розділити на три, отримаємо приблизно 30 грн економії за місяць на

м<sup>2</sup> нагрівної площі. Вартість 1 м<sup>2</sup> фольги складає порядка 10 грн/м<sup>2</sup>, це значить, що час окупання покриття фольгою – менше місяця.

Алюмінієва фольга не єдиний ефективний матеріал, що дозволяє економити відбиваючи теплове випромінювання, відносно недавно на ринку з'явилися теплозберігаючі фарби. Фарба являє собою полімерну матрицю та спеціальний наповнювач (мікро-сфери). Мікро-сфери представляють собою порошок, що складається з мікро частинок – пустотілих сфер, які можуть мати діаметр від 10 до 200 мкм та товщину стінок 0,5–2 мкм. Від розміру частинок, матеріалу, з яких вони зроблені, та їх кількості в фарбі і будуть залежати характеристики в цілому [4].

Енергозберігаючі властивості покриття досягаються за рахунок полімеризації складу, який після висихання перетворюється на щільну і пружну мембрану. В мембрані знаходяться мікросфери, що відбивають і розсівають поступаючий потік тепла, вони здатні відбивати близько 90% інфрачервоного випромінювання і більше 80% видимого сонячного світла. Іншими словами, енергозберігаюча фарба виконує функції «клімат-контролю», вона не пропускає влітку гаряче повітря в приміщення, а взимку утримує тепло всередині будівлі і перешкоджає потраплянню холоду [4].

**Висновки.** При опаленні приміщення втрати тепла через вивітнювання можуть бути значними. Згідно з нашою оцінкою, їх можна суттєво знизити, якщо покрити стіни навпроти обігрівача поверхнею, що відбиває теплове випромінювання. Такою поверхнею може бути, наприклад, алюмінієва фольга. Економія становить приблизно 30 грн/місяць на 1 м<sup>2</sup> опалювальної площі. Час окупання становить менше місяця.

#### Список використаної літератури

1. Теплове випромінювання.- Доступний з: URL: <http://penofol.in.ua/index.php/дельта-лит-%7C-тепловое-излучение.html>
2. Статті.- Доступний з: URL: <http://penofol.in.ua/index.php/дельта-лит-%7C-статьи.html>
3. Таблиця випромінювальної здатності для різних матеріалів. –Доступний з: URL: <http://www.astena.ru/izl.html>
4. Енергозберігаючі фарби. – Доступний з: URL: <http://www.diy.ru/>
5. Відбиваюча теплоізоляція. – Доступний з: URL: <http://penofol.in.ua/>

Стаття надійшла до редакції 22.09.2013