

*М. О. МАКСИМОВА*, канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ, Харків

## **МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИНУСОЇДАЛЬНИХ ВІДБИВАЧІВ ІНФРАЧЕРВОНИХ ОБІГРІВАЧІВ**

Запропоновано метод визначення раціональних параметрів форми та розміщення синусоїдальних відбивачів інфрачервоних променів із наперед заданими властивостями для обігріву технічних і технологічних об'єктів та створення алгоритмів моделювання перебігу відбитих променів для отримання можливості керування інтенсивністю променевого теплового потоку

**Ключові слова:** модель, теплове випромінювання, відбивач, інтенсивність теплового потоку.

**Вступ.** Конструктивні особливості промислових ІЧ-обігрівачів не дозволяють одержувати заданий тепловий потік на теплоприймачі, що обумовлює виникнення у приміщенні місць з підвищеною температурою. Це ускладнює можливість дотримання усіх вимог пожежної безпеки. Тому актуальною науково-прикладною задачею є розробка більш ефективного обладнання для теплового обігріву шляхом регулювання інтенсивності теплового потоку відповідно до наперед заданих параметрів.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Опис досліджень відбивальних властивостей поверхонь, який полягає у розв'язанні комплексу задач променевої природи на основі спеціальних моделей та інтерпретацій для моделювання перебігу променів у просторі конкретної відбивальної системи, можна знайти в роботах [1 – 4].

**Мета статті та постановка проблеми.** Створення комфортних умов праці в зимовий період у великих виробничих приміщеннях (цехах) здійснюється за допомогою інфрачервоної системи променевого опалення. Температурне поле в такій системі має бути таким, щоб на робочих місцях дотримувалася комфортна для працюючих температура, а нагрів обладнання був незначним. Потрібно уникнути концентрації променів тепла у локальних місцях цеху для попередження виникнення джерела запалювання.

**Матеріали досліджень.** Система складається з циліндричних труб – випромінювачів та відбивачів. Центральним питанням розрахунку відбивальних систем є вивчення впливу форми активної поверхні рефлектора на властивості фізичних полів, утворених відбитими променями (поля температур, щільності теплового потоку тощо). У більшості відбивальних систем промислових ІЧ-обігрівачів рефлекторам надають однієї з класичних форм – параболічної. Дія таких відбивачів базується на оптичній властивості параболи: якщо розмістити джерело випромінювання у фокусі, то відбиті від параболи промені будуть розповсюджуватися паралельно її осі. Однак, як показує практика, при використанні таких опалювальних систем часто ви-

никають місця з підвищеною температурою, що може привести до самозаймання. Відповідно актуальними є задачі моделювання відбивальних поверхонь із наперед заданими властивостями для обігріву технічних і технологічних об'єктів та створення алгоритмів моделювання перебігу відбитих променів для отримання можливості керування інтенсивністю променевого теплового потоку.

Для вирішення цієї задачі застосовано графоаналітичний метод проектування відбивальних систем. Можливість візуального контролю при комп'ютерній реалізації моделювання перебігу променів дозволяє забезпечити раціональне проектування відбивальних систем та оперативне усунення помилок.

Розглянемо метод визначення раціональних параметрів форми та розміщення синусоїдальних відбивачів. Такі системи є технологічно простими та низьковитратними. Якщо джерело променів розмістити в точці *квасифокуса синусоїди*  $y = 0,7072(1 - \cos x)$  таким чином, що ордината джерела променів буде на рівні кінців фрагмента синусоїди, то, у силу двоїстості, відбиті синусоїдою промені розташуються *майже паралельно* осі  $Oy$ . Форма відбивача задається шириною відбивача  $c$  та амплітудою  $k$  синусоїди, що його створює (рис. 1). Параметри  $c$ ,  $k$  та відстань між відбивачами  $d$  можуть легко варіюватися в реальних умовах. Треба визначити форму відбивачів та розмістити їх відносно один одного таким чином, щоб забезпечити рівномірний розподіл відбитих променів на теплоприймачі.

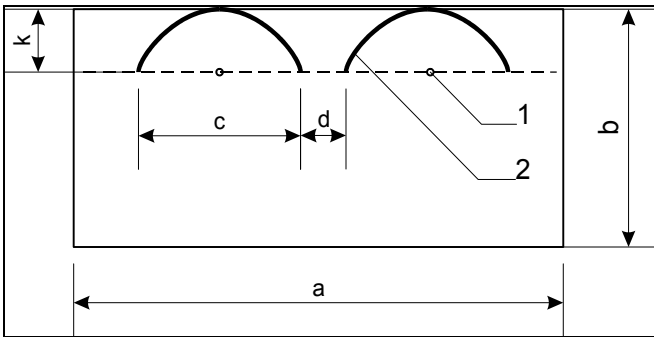


Рис. 1 – Схема системи обігріву приміщення.

Наведемо алгоритм знаходження кращого варіанта розповсюдження тепла по поверхні теплоприймача.

Спочатку визначаємо місця зустрічі відбитого та прямого променів із поверхнею теплоприймача. Далі знаходимо розподіл щільності енергії по поверхні теплоприймача. Для цього ділимо поверхню на елементарні площадки. Потім обчислюємо енергію, що падає на кожен елементарну площадку:

$$E_n = \sum_{i=k}^l E_t^* \cos \beta, \quad (1)$$

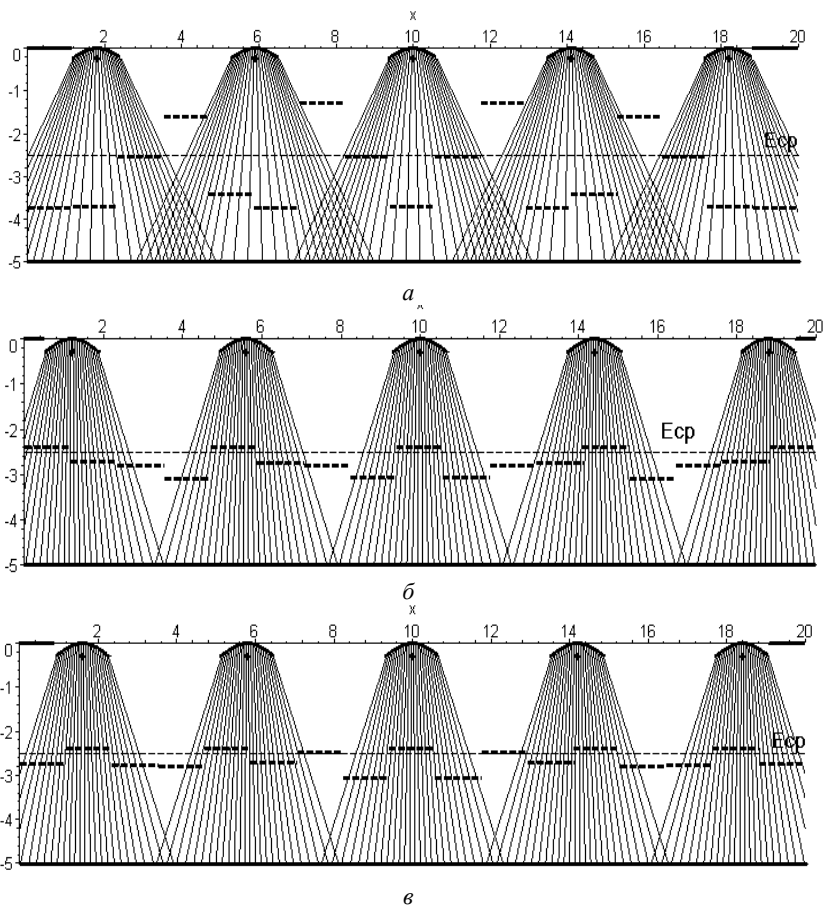


Рис. 2 – Варіанти рівномірного обігріву теплоприймача:  $a - c = 1,3$  м;  $d = 2,8$  м;  $k = 0,24$ ;  $K_p = 44,6$ ;  $b - c = 1,4$  м;  $d = 3$  м;  $k = 0,3$ ;  $K_p = 15,1$ ;  $в - c = 1,4$  м;  $d = 2,8$  м;  $k = 0,3$ ;  $K_p = 11,3$ .

де  $n - n$ -на елементарна площадка;  $k, l$  – порядкові номери променів, які попадають на  $n$ -у елементарну площадку;  $E_l$  – масштабний коефіцієнт, який приймаємо рівним  $b/2$ ;  $\beta$  – кут, який будують вісь  $Oy$  та відбитий промінь.

І нарешті, здійснюємо вибір параметрів, при яких рівномірність нагрівання теплоприймача є кращою. Критерієм рівномірності обрана сума модулів різниць між енергією, що падає на елементарні площадки, та середньою енергією  $E_{cp}$ :

$$K_p = \sum_{n=1}^m |E_n - E_{cp}|, \quad (2)$$

де  $K_p$  – критерій рівномірності;  $E_n$  – енергія, що падає на елементарні площад-  
ки;  $E_{cp}$  – середня енергія;  $m$  – кількість площинок.

Зауважимо, що середня енергія обчислюється за формулою

$$E_{cp} = NE_{\perp} / m, \quad (3)$$

де  $N$  – кількість теплових променів, за умови, що усі промені падають на теплоприймач рівномірно під прямим кутом.

**Результати досліджень.** Розрахунок оптимальних параметрів відбивача зроблено у такий спосіб. З певним дискретним кроком призначався діапазон зміни параметрів, усередині якого знаходилися декілька екстремумів критерію рівномірності. Далі діапазон варіацій зменшувався й усередині нового діапазону знаходився новий екстремум. Порівняння коефіцієнта нерівномірності для варіантів  $a$  та  $b$  (рис.2) показує, що розташуванням відбивачів можна домогтися підвищення рівномірності у декілька разів. Запропонований спосіб дозволяє вибирати розташування та форму відбивачів ще на стадії проектування.

Вводячи вихідні незалежні та керовані дані з врахуванням заданих обмежень до програми оптимізації, отримуємо різні варіанти конструкцій опалювальної системи (рис. 2).

**Висновки.** Очевидно, що розроблена методика може бути застосована для одержання розподілу температурного поля, характер якого з одного боку обумовлений вимогами конкретного технологічного процесу, а з другого – обмеженнями, що накладають вимоги протипожежної безпеки.

**Список літератури:** 1. *Виноградов И.С.* Универсальный метод расчёта сложных отражающих концентрирующих систем / *И. Виноградов, В. Юдин* – М. : МВТУ, 1988. – 58 с. – (Вопросы теплообмена и тепловых испытаний конструкций) (Труды / МВТУ № 495). 2. *Дворецкий А. Т.* О моделировании одного вида поверхностей отраженных лучей / *А. Т. Дворецкий*. – К. : Будівельник, 2000. – 146 с. – (Прикладная геометрия и инженерная графика) / (Труды / Будівельник; в. 49). 3. *Тормосов Ю.М.* Про циліндричний відбивач, який забезпечить рівномірне нагрівання смуги площини / *Ю.М. Тормосов* – Мелітополь. ТГАТА, 2001. – 74 с. – (Прикладна геометрія та інженерна графіка) / (Труды / Таврическая гос. агрох. академ; в. 4, т. 12). 4. *Тормосов Ю.М.* Метод визначення форми профілю циліндричного рефлектора / *Ю. М. Тормосов* – К. КНУБА, 2003. – 77 с. – (Прикладна геометрія та інженерна графіка) / (Труды / КНУБА; в.4).

*Надійшла до редколегії 15.01.2013*

---

УДК 614.84

**Метод визначення параметрів синусоїдальних відбивачів інфрачервоних обігрівачів / М. О. Максимова** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – №5 (979). – С. 163-166. Бібліогр.: 4 назви.

Получен метод определения рациональных параметров формы и размещения синусоидальных отражателей инфракрасных лучей с заранее заданными свойствами для обогрева технических и технологических объектов. Созданы алгоритмы моделирования хода отраженных лучей для получения возможности управлять интенсивностью теплового потока.

**Ключевые слова:** модель, тепловое излучение, отражатель, интенсивность теплового потока.

The method of determining of rational parameters of the form and location of sinusoidal infra-red reflectors with the beforehand set properties for heating technical and technological objects are obtained. The algorithms of modeling of motion of reflected rays are created to be able to control the intensity of thermal stream.

**Keywords:** model, caloradiance, reflector, intensity of thermal stream.