

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІДБИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КАМЕРИ ДЛЯ СУШІННЯ

Шляхом комп'ютерного моделювання доведено вірогідність теоретичної методики визначення профілю відбивача, який забезпечує рівномірне сумарне опромінення поверхні продукту.

Путем компьютерного моделирования доказана вероятность теоретической методики определения профиля отражателя, который обеспечивает равномерное суммарное облучение поверхности продукта.

By computer simulation proved the theoretical probability of methods for determining the profile of the reflector, which ensures even the total irradiation of the surface of the product.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Встановити методами комп'ютерного моделювання розподіл густини теплового потоку на поверхні в інфрачервоних (ІЧ) апаратах для сушіння. Оцінити вірогідність теоретичних способів визначення їх форм, що були запропоновані раніше.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У традиційному інфрачервоному обладнанні харчових виробництв та ресторанного господарства відбивачі променевого потоку зазвичай не використовуються або використовуються такі їх профілі, що не спроможні утворити рівномірний променевий потік на поверхні продукту [1]. Це частково зумовлено відсутністю теоретичного розв'язку відповідної задачі. Отже, розробка науково обґрунтованої методики профілювання рефлекторів, які позбавлені цього недоліку, є актуальною проблемою. У попередніх дослідженнях [2, 3] було отримано теоретичні розв'язки так званих «обернених задач» із визначення профілів відбивачів для обладнання із найрізноманітнішими формами поверхонь приймачів без урахування втрат теплоти на рефлекторі.

Мета та завдання статті. Метою роботи є доведення доцільності використання раціональних профілів відбивачів, а також вірогідності отриманої раніше методики визначення таких профілів шляхом комп'ютерного моделювання. Запропонована концепція шляхом розв'язку «оберненої задачі» в разі використання MathCAD надає профіль відбивача, що забезпечує рівномірне опромінення.

Прийнятність такого способу верифікації була доведена раніше [2].
Надалі втратами на відбивачі нехтуємо.

У роботі розглянемо два випадки теплотехнічних систем: перший із двома випромінювачами та двома відбивачами (рис. 1); другий із одним випромінювачем та одним відбивачем (рис. 2).

Розглянемо теплотехнічну систему, схему яку подано на рис. 1. Вона складається з лінійного випромінювача 1, циліндричних відбивача 2 та приймача тепла 3. У праці [3] наведено концепцію визначення форми перерізу відбивача.

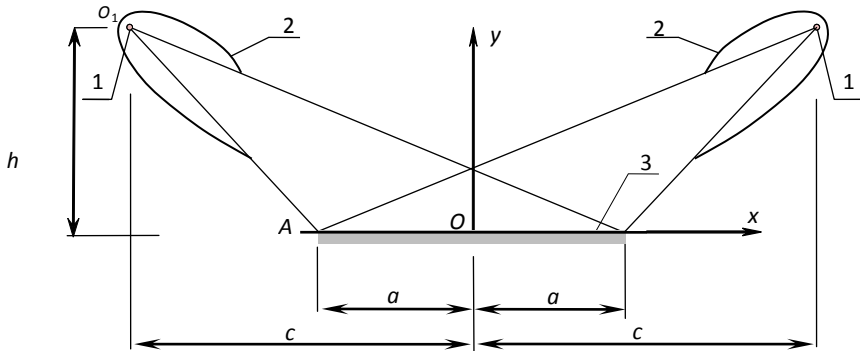


Рисунок 1 – Теплотехнічна система з двома відбивачами

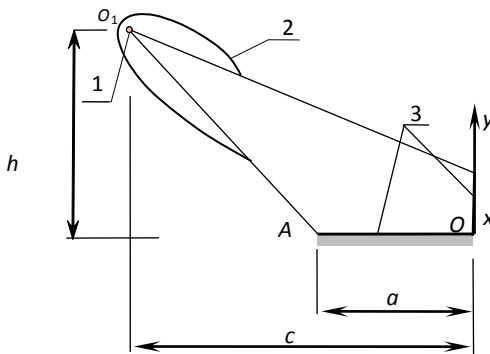


Рисунок 2 – Теплотехнічна система з одним відбивачем

Візьмемо випромінювач потужністю 1000 Вт із довжиною 500 мм. Довжина теплових хвиль складає 1,2 мкм, відповідно кути

падіння теплових променів на рефлектор дорівнюють кутам віддзеркалення.

Моделювання руху променів та розподілу теплоти на робочій поверхні будемо робити у програмі TracePro. Цю програму використовують для моделювання процесів, які описуються законами оптики, зокрема тих, що ґрунтуються на твердженні: кут падіння променя дорівнює куту віддзеркалення, а саме за цим законом розповсюджуються теплові промені. Для отримання достовірних результатів слід моделювати апарати, в яких використовуються інфрачервоні випромінювачі, оскільки для діапазону хвиль, що випромінюють ці джерела, конвективна складова зводиться до мінімуму [4].

Крім того, програма дозволяє моделювати рух променів у робочій камері, задавати спектр потоку, призначати потужність випромінювача, призначати різним поверхням різні фізичні властивості, задавати ступінь поглинання енергії тощо.

Для моделювання розподілу теплоти та руху променів необхідно побудувати тривимірну модель установки. Для цього використаємо AutoCAD. Для моделювання рефлектора в AutoCAD скористаємось програмою в MathCAD, яка дає низку координат точок рефлектора. Використовуючи команду побудови сплайна, побудуємо сплайн, що відповідає формі рефлектора. Наприкінці отримуємо твердотільну тривимірну модель, яку можна ввести до програми Trace Pro.

Щоб отримати числовий розв'язок у Trace Pro, треба задати кількість теплових променів, що виходять із джерела. Комп'ютерна програма випадковим чином вибирає точки на випромінювачі та напрямки руху променів, що виходять із них, і автоматично обчислює їх траєкторії.

Просторовий розподіл густини потоку випромінювання моделюється шляхом розрахунку траєкторій окремих випадкових променів, і точність розв'язку відповідає їх кількості. Розподіл променів у робочій камері для випадку з одним випромінювачем (рис. 2) наведено на рис. 3.

Очевидно, що геометрія руху променів збігається з теоретичною. Виявилось, що для отримання реалістичної картини розподілу променевого потоку, треба брати кількість променів не менше мільйона [4]. Опромінювання приймача показано на рисунку 4. Зміна інтенсивності опромінювання подається як зміна кольорів поверхні, але навіть монохромне зображення дозволяє констатувати, що густина теплового потоку на поверхні робочого тіла є сталою

величиною (наявність на рисунках місць із незначною зміною кольорів пояснюється похибками методу комп'ютерного обчислення).

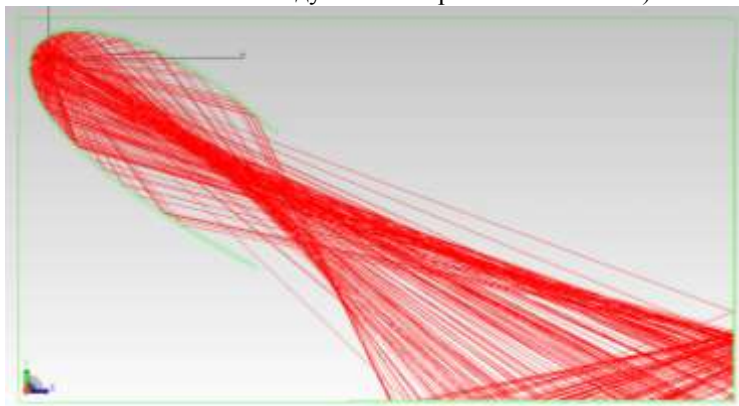


Рисунок 3 – Розподіл променів у робочій камері

На рис. 4 та на рис. 5 показано розподіл густини теплового потоку на робочій поверхні для схеми наведеної на рис. 2.

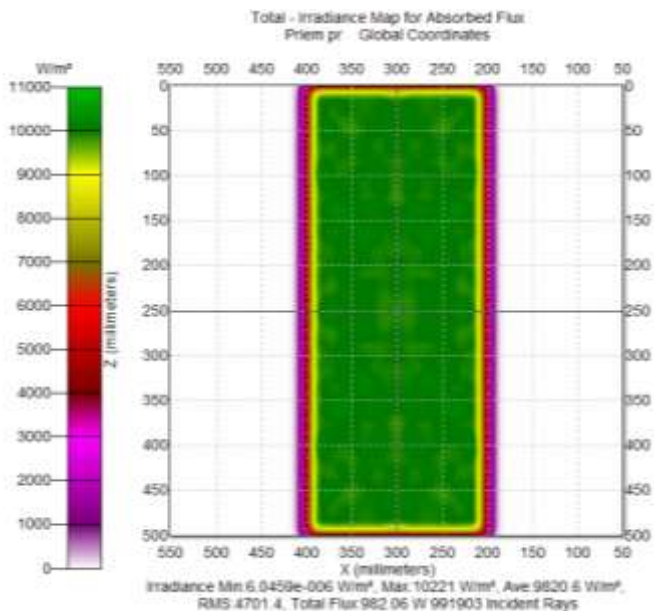


Рисунок 4 – Картина опромінення поверхні

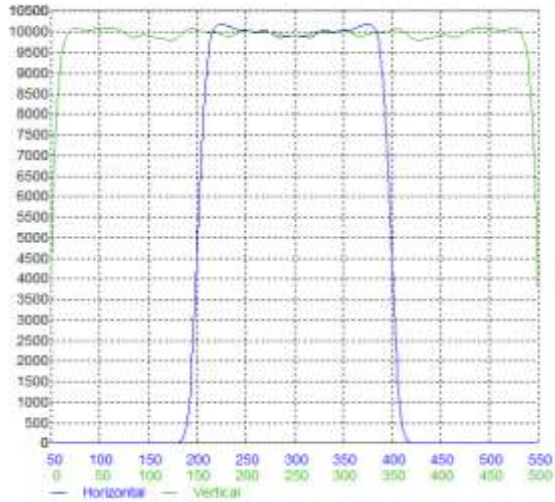


Рисунок 5 – Значення теплового потоку по горизонталі та вертикалі

Розподіл теплового потоку на поверхні від системи зображеної на рис. 1, наведено на рис. 6 та рис 7.

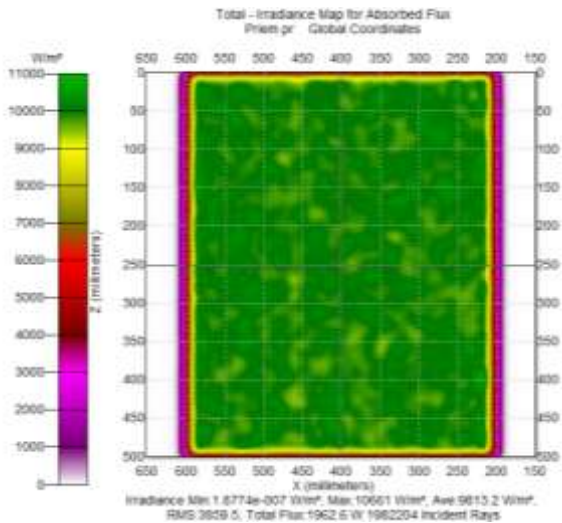


Рисунок 6 – Картина опромінення поверхні

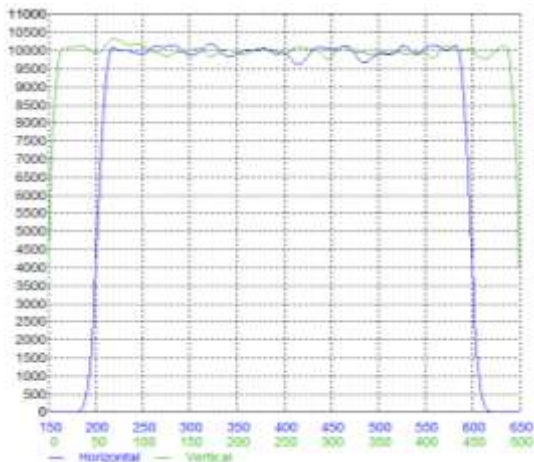


Рисунок 7 – Значення теплового потоку по горизонталі та вертикалі

Висновки. Шляхом комп'ютерного моделювання за умови використання програми TracePro доведено вірогідність теорії складання форми рефлектора, що розглянуто у праці [2]. На рисунках бачимо, що додавання перпендикулярної стінки до системи не вплинуло на рівномірність теплового потоку на приймачу, а це дає змогу конструювати сушильні шафи з опромінюванням продукту з одного боку, що впливає на енергозбереження процесу сушіння й на зменшення вартості кінцевого продукту.

Список літератури

1. Червко О. І. Процеси та апарати жаріння харчових продуктів. Навч. посібник / О. І. Червко, В. М. Михайлов, І. В. Бабкіна. – Х. : ХДАТОХ, 2000. – 332 с.
2. Саєнко С. Ю. Визначення раціональних форм рефлекторів сушарок / С. Ю. Саєнко, В. П. Плевако, І. П. Педорич // Прикладна геометрія та інженерна графіка / Таврійський держ. агротехнол. ун-т. – Мелітополь., 2012. – Т. 54, №4 – С. 117–125.
3. Плевако В. П. Визначення форм рефлекторів теплотехнічних установок, які забезпечують заданий розподіл тепла на приймачах довільних перерізів / В. П. Плевако, С. Ю. Саєнко // Геометричне та комп'ютерне моделювання / Харк. держ. ун-т харч. та тор. – Х., 2007. – № 17. – С. 75–90.
4. Саєнко С. Ю. Моделювання розповсюдження теплових променів у ПЧ-апаратах харчової промисловості засобами TracePro / С. Ю. Саєнко, В. П. Плевако // Геометричне та комп'ютерне моделювання / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2009. – № 25. – С. 57–62.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.
© С.Ю. Саєнко, 2013.