

Л.В. Кіпгела, д-р техн. наук, проф. (ХДУХТ, Харків)
А.М. Загорулько, асп. (ХДУХТ, Харків)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ІЧ-СУШАРКА ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

За умов погіршеного екологічного становища України та інших Європейських країн, головною метою харчової промисловості є розробка нових технологій, що дозволяють максимальне збереження біологічно - активних речовин (БАР) при переробці плодово-ягідної сировини. Одним з актуальних напрямків переробки плодово-ягідної сировини є застосування процесу сушіння з використанням ІЧ-випромінювання, що дозволяє значною мірою інтенсифікувати процес обробки сировини.

Під час проектування сушарних установок виникає потреба в експериментальних дослідженнях рівномірності розподілу теплоти в камері. У більшості випадків це робиться на макетах або експериментальних установках. У разі використання інфрачервоних випромінювачів у сушарних апаратах харчової промисловості існує одна вагома проблема – нерівномірність розподілу теплового потоку, що веде до неоднорідного висушування продукту. Рівномірність розподілу випромінювання значною мірою залежить від геометричної форми рефлектора.

Для визначення щільності опромінення приймальної поверхні сушарних установок необхідно визначити картину розповсюдження теплових променів у робочій камері залежно від застосування циліндричної форми рефлектора. Звичайно, це складна проблема: промені від кожної точки випромінювача поширюються у всіх вільних напрямках. Частина з них потрапляє на приймач безпосередньо, а частина після відбиття від рефлектора.

Для проведення аналізу процесу ІЧ-сушіння застосовували експериментальну установку, яка складалася з робочої камери, циліндричного відбивача, направляючі для лотків, патрубку для відведення конденсату, ІЧ-випромінювача, лотка для продукту, термопари, регулятора температури ТРМ1 та монтажної шпильки. Досліди проводились з використанням плодово-ягідної сировини, а саме калини. Було визначено початкову вологість експериментального зразка, яка становила 85,8 %. Сировину сушили при температурі 60...65 °С під кварцовим випромінювачем потужністю 1 кВт, товщина шару продукту складала 7 мм. Сушіння проводилось під циліндричним відбивачем, відстань від вершини відбивача до лотка з продуктом мала

значення 175, 225 і 275 мм, за розташування випромінювача 75 мм від вершини відбивача.

Проведено повний факторний експеримент для 3-х рівнів. Функцією відгуку було обрано остаточну вологість продукту, яка стабілізувалася у процесі сушіння. У результаті обробки експериментальних даних було отримано рівняння регресії (1), яке накладає зв'язок між чинниками експерименту та відгуком.

$$Y = 45,0866 + 0,0441 x_1 - 0,0347 x_2 - 0,2825 x_3 + 8,3972 x_4 \quad (1)$$

Аналіз експерименту показав, які з параметрів та припущень мають істотний вплив на показники роботи.

Для спрощення моделювання теплотехнічних установок пропонуємо застосовувати програму 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 ІЧ-випромінювачі, визначеного діапазону хвиль при яких конвективна складова зводиться до мінімуму.

Перед моделюванням у TracePro спочатку задаємо довжину хвилі теплових променів джерела ІЧ-випромінювання, що моделюється, вона складає 1...1,5 мкм (візьмемо 1,2 мкм), оскільки потужність досліджуваного випромінювача експериментальної установки 1 кВт.

За цієї довжини хвилі закон випромінювання Ламберта виявляється справедливим, а кут падіння променів на будь-яку відбивальну поверхню дорівнює куту його віддзеркалення. Теоретичні результати збігаються з числовими, що отримані за допомогою комп'ютерної програми TracePro.

Запропонована форма робочої камери дозволяє використовувати відбивачі різної форми, для визначення рівномірності розповсюдження теплового потоку на плоский приймальний поверхні.

В апаратах для сушіння харчових продуктів, зокрема плодово-ягідної сировини, часто використовують відбивачі з перерізом параболічної або синусоїдальної форми.