

ДУЩЕНКО В. П., БУЛЯНДРА А. Ф., КУЧЕРУК И. М.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ИНФРАКРАСНЫМИ ЛУЧАМИ НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

(Киевский технологический институт
пищевой промышленности)

1. Научно обоснованный выбор оптимальных условий термообработки инфракрасными (ИК) лучами в первую очередь требует согласования спектральных характеристик ИК — излучателей и оптических свойств обрабатываемых материалов.

2. Аналитическое описание процесса внутреннего тепло- и массопереноса в коллоидных капиллярнопористых материалах наиболее удобно провести в граничных условиях второго рода. При симметричном ИК — нагреве неограниченной по толщине пластины толщиной $2R$, математическая формулировка задачи для зонального расчета нестационарных полей температуры и влагосодержаний следующая:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} - \frac{c\tau}{c} \frac{\partial u}{\partial \tau} \quad (-R < x < R, \tau > 0) \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a_m \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - a_m \delta \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (-R \leq x \leq R, \tau > 0) \quad (2)$$

при начальных условиях: $t(x, 0) = t_0 = \text{const}$;

$$u(x, 0) = u_0 = \text{const}; \quad (3)$$

граничных условиях: $E(1 - \rho) - \lambda \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} =$

$$- \sigma [t_n(R, \tau) - t_c(\tau)] = 0, \quad (4)$$

$$J_m(R, \tau) - \mu_m \frac{\partial u(R, \tau)}{\partial x} = 0,$$

и условию симметрии полей:

$$\frac{\partial u(0, \tau)}{\partial x} = \frac{\partial u(0, \tau)}{\partial x} = 0, \quad (6)$$

где:

J_m — удельная скорость влагоотдачи, E — облученность (вт/м²),

ρ — коэффициент отражения ИК-лучей, остальные обозначения в (1) — (5) общеприняты.

Решение данной задачи проведено методом Генри-Крапка-Смирнова, с помощью которого система взаимосвязанных дифференциальных уравнений переноса сводится к системе двух несвязанных дифференциальных уравнений типа теплопроводности. Решение последних проведено с помощью конечных интегральных \cos — преобразований Фурье. Решение поставленной задачи дается уравнениями (7; 8).

$$t(x, \tau) = \frac{1 - \nu_1^2 x}{n(\nu_1^2 - \nu_2^2)} \left[Z_1(x, \tau) - \frac{1 - \nu_1^2 x}{b} Z_2(x, \tau) \right] \quad (7)$$

$$u_1(x, \tau) = \frac{1 - \nu_1^2 x}{n(\nu_1^2 - \nu_2^2)} \left[\frac{b}{1 - \nu_1^2 x} Z_1(x, \tau) - Z_2(x, \tau) \right], \quad (8)$$

где $Z_1(x, \tau)$ и $Z_2(x, \tau)$ — линейные комбинации локальных температур и влагосодержаний; ν_1^2 и ν_2^2 определяется из (9)

$$\nu_1^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{n_m} + \frac{b \epsilon r}{nc} + \frac{1}{n} \right) + (-1)^i \sqrt{\left(\frac{1}{n_m} + \frac{b \epsilon r}{nc} + \frac{1}{n} \right)^2 - \frac{1}{n n_m}} \quad (i = 1, 2) \quad (9)$$

3. Исследованием спектральных характеристик промышленных ИК-излучателей установлено, что $\lambda_{max} = 1,31 - 1,36$ мкм для «светлых» и $\lambda_{max} = 2,6 - 3,8$ мкм для «темных» излучателей при номинальных напряжениях питания. Наилучшая равномерность полей облученности системы «светлых» и «темных» ИК-излучателей достигается при выполнении соответственно следующих соотношений: $h = 1,75L$, и $h = 1,4L$, где h — расстояние между излучателями и поверхностью материала, L — определяющие расстояния между ИК-излучателями.

4. Методом зеркальной полусферы исследованы спектры диффузного отражения картофельного крахмала, печени и теста печени «Чапное», пшеничной муки и др.

5 Сушка некоторых пищевых продуктов производилась в специально сконструированной лабораторной установке. Регистрация убыли веса и температурных полей обрабатываемых продуктов производилась на диаграммной ленте ЭИИ-09. На основе проведенного исследования установлена принципиальная возможность и целесообразность использования «светлых» ИК-источников для сушки сдобных сухарей при значительной интенсификации процесса сушки. Также показана принципиальная возможность применения «светлых» ИК-излучателей для сушки картофельного крахмала.
