

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ АНАЛОГИИ  
К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЦЕССА СУШКИ

В.А.Тарапон, А.Ф.Буляндра, Б.И.Вербицкий, Ле Чан Бинь

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Процессы внутреннего тепломассопереноса при гигротермической обработке коллоидных капиллярнопористых материалов, ввиду их сложности, до настоящего времени изучены еще недостаточно. Это затрудняет научно обоснованный выбор наиболее эффективных режимов сушки, рациональное проектирование и расчет теплообменных аппаратов.

Совместное использование методов физического и математического моделирования /метод электротепловой аналогии/ позволяет довольно простыми средствами и с достаточной точностью получать нестационарные поля температур и концентраций, а также информацию о кинетике эффективных теплофизических характеристик, тепловых потоках, поглощаемых материалом.

Получение этих сведений с помощью аналитических и экспериментальных методов вызывает большие, иногда непреодолимые трудности. Обусловлено это взаимным влиянием переноса тепла и массы, которое приводит к очень сложной молекулярной картине и появлению новых эффектов. Поэтому в некоторых случаях математическое моделирование является единственным источником информации, которую нельзя получить никакими другими методами исследования.

В данной работе описана методика определения послойных тепловых потоков и получены послойные тепловые потоки при инфракрасной сушке сдобных сухарей и сахара-песка.

Тепловые потоки, идущие на нагрев материала, реализуются эквивалентными токами в модели процесса и связь между величинами выражается следующей формулой

$$q(\tau) = \frac{\lambda_{эф} R \Delta T_{max} n}{\alpha}, \quad J = \frac{(y_1 - y_2) U}{R_n} \quad \text{тогда} \quad q(\tau) = \frac{(y_1 - y_2) R \Delta T_{max} n \lambda_{эф}}{R_n}$$

где  $\lambda_{эф}$  - эффективный коэффициент теплопроводности;  
 $R$  - сопротивление ячейки модели, моделирующее начальное  $\lambda_{эф}$  сухаря или сахара-песка;  
 $\Delta T_{max}$  - максимальная разность температур в процессе сушки;

$R_n$  - сопротивление, моделирующее  $\lambda_{\text{зр}}$  в данном слое;  
 - значения потенциалов в относительных единицах на данном сопротивлении.

Нами была рассчитана и составлена электрическая сеточная  $R-C$  модель, и решалась инверсная задача, т.е. определялись послойные  $\lambda_{\text{зр}}$  в процессе сушки сухарей. Затем по формуле рассчитывались послойные тепловые потоки, идущие на нагрев.

Учитывая симметричность задачи, приводим кинетику послойных тепловых потоков до центра объекта исследования.

В начале процесса сушки тепловой поток, воспринимаемый поверхностью, довольно большой /4215 Вт/м<sup>2</sup>/.

Объясняется это значительной поглощающей способностью сухарей при больших влагосодержаниях в начале сушки, а также значительной температурой поверхности. В процессе сушки поверхностные слои материала заметно теряют влагу и нагреваются, в связи с чем воспринимаемый ими тепловой поток уменьшается во времени до 700 Вт/м<sup>2</sup>.

Общая тенденция к уменьшению воспринимаемого теплового потока прослеживается и для внутренних слоев сухарей /с 1100 до 150 Вт/м<sup>2</sup>/.

Это можно объяснить более высоким влагосодержанием внутренних слоев.

Период прогрева материала оканчивается приблизительно на 5-6 минуте, так как после 6 минуты воспринимаемые послойные тепловые потоки увеличиваются со временем. Это свидетельствует о том, что среднеинтегральное влагосодержание материала значительно уменьшилось, и в сухарях осталась только наиболее прочно связанная влага, для удаления которой необходимо подводить значительную энергию.

Подобным образом определялись послойные эффективные коэффициенты теплопроводности и послойные тепловые потоки при инфракрасной сушке сахара-песка при различных величинах облученности и толщины насыпного слоя.