

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Выпущено Институтом математики АН УССР, Киев, 1972

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ КОЭФ- ФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕСТА-ХЛЕБА В ПРОЦЕССЕ ВЫПЕЧКИ

В.М.ДУШЕНКО, В.А.ТАРАПОН, А.Ф.БУЛЯНДРА

Вскрытие механизма внутреннего теплопереноса в технологических процессах пищевой промышленности требует знания кинетики коэффициента теплопроводности.

Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности в реальных условиях выпечки представляет большие теплофизические и метрологические трудности.

Удобным в этом случае является метод математического моделирования, который применим как для решения прямых так и обратных задач.

Непосредственно для расчета кинетики последних изменений коэффициента теплопроводности нами была использована дискретная ΔC модель с измерительными и питающим устройствами интегратора ЭИИП 3/66.

Рассматривалась следующая задача: заданная температурное поле при выпечке хлеба (рис. 1) [2]. Опытные данные по замерам температур использовались для задания граничных и начальных условий. Задача рассматривалась как одномерная.

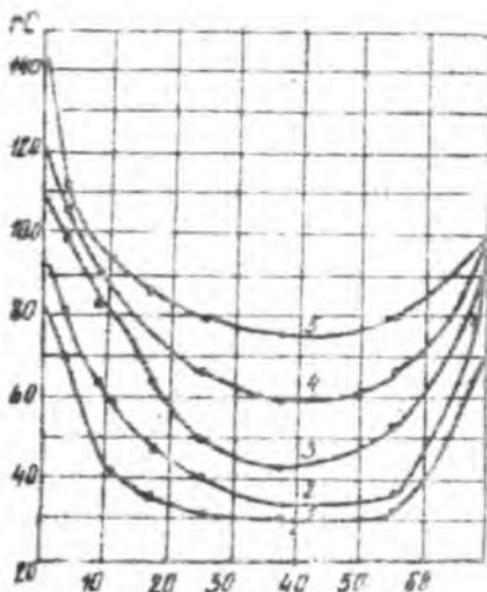


Рис. 1

Для определения коэффициентов $\lambda_{эф}$ использовалась сеточная РС модель. Модель состоит из магистралей сопротивлений типа Р -38 и конденсаторов марки МПГТ. Так как удельная теплоемкость теста-

плотность C в процессе выпечки немного возрастает, а плотность γ уменьшается, то практически величину $C\gamma$ можно принять постоянной. В связи с этим все конденсаторы брались одинаковой емкости 0,25 мкф каждый.

Изменение потенциала на границе во времени осуществлялось с помощью $R-C$ ячейки.

Задача решалась с той же дискретностью по времени, что и в эксперименте ($\tau = 8$ мин).

Методика решения обратной задачи следующая. Для начального момента времени $t = 0$ с помощью делителей напряжения на электроемкостях модели устанавливаются потенциалы $\varphi = 0$, что соответствует температуре $t = 30^\circ\text{C}$. Величины сопротивления устанавливаются одинаковыми и рассчитываются по формуле (2):

$$R = \frac{c\gamma l^2}{\alpha\tau\lambda_{эф}C_M n^2}, \quad (1)$$

где $c\gamma$ — объемная теплоемкость теста, $\lambda_{эф}$ — коэффициент теплопроводности теста, C_M — удельная емкость модели, n — количество узлов на условную единицу длины модели (в нашем случае $n = 2$), l — условная единица длины натуре, $\alpha\tau$ — масштаб времени.

Затем на декаде и реохорде интегратора, поочередно устанавливаются безразмерные значения потенциалов, соответствующие температурам слоев для третьей минуты. Изменяя сопротивления, моделирующей теплопроводность, добиваемся равенства потенциалов на декаде и реохорде с потенциалами в соответствующих точках модели при достижении времени модели равно-го 8 мин. в натуре.

Следующим шагом является определение $\lambda_{эф}$ при $\tau = 8$ мин. Для этого с помощью делителей напряжения на емкостях модели устанавливаются значения потенциалов, соответствующие температурам для $\tau = 8$ мин в каждой точке области. Затем на реохорде и декаде устанавливаются поочередно относи-

тельные значения потенциалов для $\tau = 8$ мин. Меняя сопротивления, добиваемся равенства потенциалов на декаде и реохорде с потенциалами на соответствующих моделирующих ячейках. Аналогично решается каждый следующий шаг.

Зная величины сопротивлений для каждого шага, по формуле (1) рассчитывались эффективные коэффициенты теплопроводности. Результаты представлены на рис. 2.

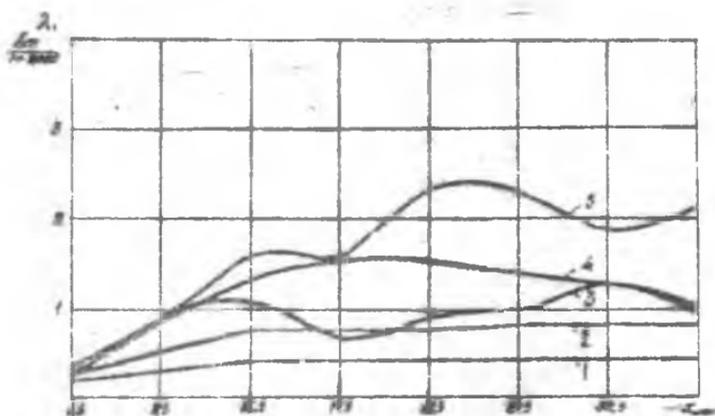


Рис. 2

Л и т е р а т у р а

1. Таралов А.Г., Сборник "Некоторые вопросы прикладной математики и аналоговой техники, выд. 2, Наукова думва, К., 1966.
2. Лисовенко А.Т., Исследование кинетики процесса выпечки при различных условиях обогрвания теста-хлеба, канд.диссертация, КТИП, 1961.