

УДК 677.027.162

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУШКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

А.Н. Бизюк, Н.Н. Ясинская

УО «Витебский государственный технологический университет»

В данной работе рассматриваются процессы нагревания и сушки текстильных материалов. Процесс нагревания плоской пластины с известным коэффициентом теплообмена моделируется с использованием системы компьютерной математики Maple. Также с помощью Maple на основании экспериментальных данных и приближенного уравнения сушки строится теоретическая кривая сушки.

Так как длина и ширина нагреваемого материала значительно больше толщины, то можно рассматривать материал как неограниченную пластину. Толщина пластины равна  $2R$ . Начальное распределение температуры задается некоторой функцией  $T(x,0) = f(x)$ . В начальный момент времени пластина помещается в среду с постоянной температурой  $T_c > T(x,0)$ . Между ограничивающими поверхностями пластины и окружающей средой происходит теплообмен по закону Ньютона. Требуется найти распределение температуры по толщине пластины.

После решения дифференциального уравнения теплопроводности получено следующее уравнение для функции  $T(x,t)$  (Лыков А.В. "Теория теплопроводности") при равномерном распределении начальной температуры (при функции распределения начальной температуры равной const):

$$\theta = \frac{T(x, \tau) - T_0}{T_c - T_0} = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\mu_n \frac{x}{R}\right) e^{-\left(\mu_n^2 \frac{a\tau}{R^2}\right)},$$

где

$$A_n = \frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n}; \quad \mu_n = \frac{2n-1}{2} \pi.$$

Используя это уравнение, зная начальную температуру, температуру окружающей среды и коэффициент теплопроводности материала, можно построить теоретическое распределение температуры по толщине материала в зависимости от времени. Точность вычислений будет зависеть от числа слагаемых в сумме.

С использованием Maple была разработана программа, позволяющая найти температуру в любой точке среза пластины в любой момент времени, построить двумерный график изменения температуры в произвольной точке, а также построить трехмерный график изменения температуры пластины. Также программа позволяет построить таблицу значений температуры, распределенных по срезу пластины. Число точек измерения в срезе и шаг по времени можно задать любые.

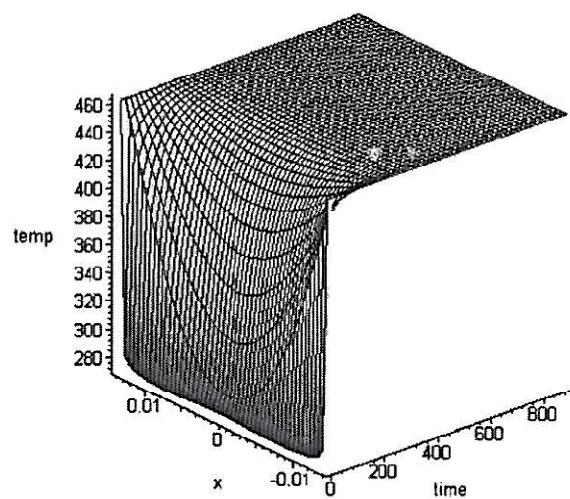


Рисунок 1 – Распределение температуры по толщине

Для построения кривой сушки использовлось приближенное уравнение влагосодержания следующего вида:

$$W = \frac{W_0 \left( 1 - e^{-m \left( \frac{1-\tau}{\tau_1} \right)} \right) - m W_k}{1 - e^{-m \left( \frac{1-\tau}{\tau_1} \right)} - m},$$

где

$$m = f \left( \frac{W_0}{W_k} \right).$$

Кривая сушки, рассчитанная с помощью Maple, имеет следующий вид:

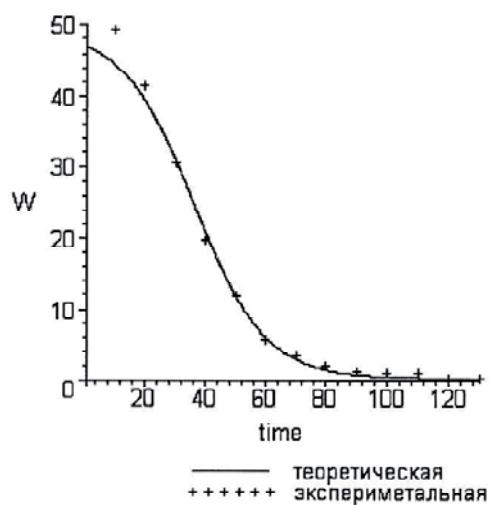


Рисунок 2 – Зависимость влагосодержания от времени

Коэффициент детерминации  $R^2$  для теоретической кривой равен 0,992, что свидетельствует об адекватности модели.