

Использование персональных компьютеров для расчета продолжительности сушки пиломатериалов

Кондратьев Ю.Н.¹

Петрозаводский государственный университет

Приведены расчеты и построения графиков продолжительности сушки пиломатериалов с использованием математического пакета программ MathCAD на персональных компьютерах типа IBM PC с рассмотрением двух примеров.

Ключевые слова: продолжительность сушки пиломатериалов, график сушки пиломатериалов, микропроцессорная техника, автоматизация

ВВЕДЕНИЕ

Расчет продолжительности сушки пиломатериалов в производственных условиях связан с определенными трудностями. В то же время использование пакета программ MathCAD на персональном компьютере значительно сокращает время расчета, повышает его точность, позволяет выводить пошаговые значения и строить графики продолжительности сушки пиломатериалов. Значительным преимуществом данного пакета программ по сравнению с программами других алгоритмических языков является запись математических выражений в привычном виде для человека. Следует также отметить, что расчетные математические выражения набираются на экране один раз для первого расчета, а в дальнейших расчетах с другими данными меняются только значения исходных параметров.

Известно, что после собственно сушки в пиломатериалах всегда имеются внутренние остаточные напряжения. При этом величина этих напряжений влияет на продолжительность влаготеплообработки. Существующие в настоящее время способы определения остаточных напряжений в промышленных условиях имеют определенные недостатки. Так, например, способ определения напряжений по ГОСТ 11603-73 [1] является наиболее достоверным, однако требует значительного времени, высокой квалификации работников и является сложным и трудоемким в производственных условиях.

Рассмотрим расчет продолжительности сушки пиломатериалов на конкретных примерах.

Пример 1 [1, стр. 72]. Определить продолжительность сушки березовых досок сечением S1 x S2 (3,0 x 12,0 см) от начальной влажности Wn=70% до Wk=13% в воздухе с температурой 65°C и степенью насыщенности 0,67, при равновесной влажности Wp=10%, устойчи-

вой влажности Wy=Wp и коэффициенте $a=0,0000075 \cdot 3600$ см. кв/ч.

Решение. На экране дисплея в системе MathCAD задаются значения переменных:

S1 := 3.0 S2 := 12.0 Wn := 70 Wk := 13 Wp := 10
Wy := Wp a := 7.5 * 10⁻⁶ * 3600

Рассчитывается приведенная толщина материала в сантиметрах по формуле (1)

$$S := \frac{S_1 \cdot S_2}{S_1 + S_2}, \quad (1)$$

S = 2.4.

Выполняется расчет продолжительности сушки в часах по формуле (2)

$$t := \left(\frac{S^2}{3.14^2 \cdot a} \right) \cdot \ln \left(\frac{W_n - W_k}{W_k - W_y} \right), \quad (2)$$

t = 63.709.

Для получения пошаговых значений и построения графика зависимости влажности пиломатериала от продолжительности сушки зададим диапазон времени для t1 от 0 до t+5 с шагом 5 часов и преобразуем уравнение (2) в функцию (3) относительно W=Wk [2]:

$$t1 := 0,5..t+5 \quad -t1 \cdot \left(\frac{3.14^2 \cdot a}{S^2} \right) \\ W(t1) := (W_n - W_p) \cdot e^{-t1 \cdot \left(\frac{3.14^2 \cdot a}{S^2} \right)} + W_p. \quad (3)$$

Выводим пошаговые значения и строим график сушки материала (рис.1).

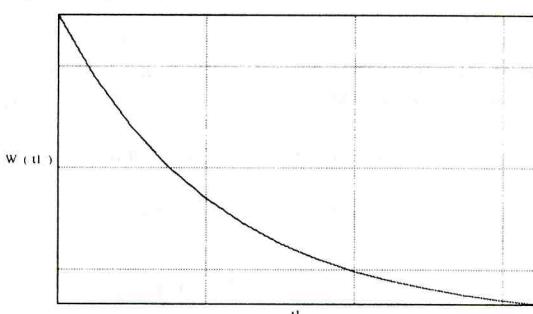


Рис. 1. График сушки

Пример 2 [1, с. 76]. Определить продолжительность сушки березовой доски сечением S1 x S2 (40 x 220 мм) от начальной влажности Wn = 70% до конечной влажности Wk = 7% в перегретом паре, имеющем температуру tc = 115°C и скорость 2 м/с, при условной плотности R = 500 кг/м куб., равновесной влажности Wp = 5,5%, устойчивой влажности Wy = Wp, переходной влажности Wreg = 20%, коэффициенте теплопроводности L = 0,27 * 3600 (Дж*ч)/(м²*°C), коэффициенте теплообмена a1 = 24 * 3600 (Дж*ч)/(м² кв.*°C), скрытой теплоте испарения воды go = 2,25 * 10⁶ Дж/кг.

¹ Автор-доцент кафедры технологии металлов и ремонта

© Ю.Н. Кондратьев, 1996

Решение. На экране дисплея задаются значения переменных:

$$\begin{aligned} S1 := 40 & \quad S2 := 220 \quad Wn := 70 \quad Wp := 5.5 \quad Wy := Wp \\ Wper := 20 & \quad tc := 115 \quad tcen := 100 \quad R := 500 \quad L := 0.27 * \\ 3600 & \quad a1 := 24 * 3600 \quad ro := 2.25 * 10^6 \end{aligned}$$

По формуле (4) рассчитывается приведенная толщина доски в метрах:

$$S := \frac{S1 \cdot S2}{\sqrt{S1^2 + S2^2 \cdot 10^3}}, \quad (4)$$

$$S = 0.039.$$

Выполняется расчет продолжительности первого периода сушки в часах по формуле (5) [3]:

$$\begin{aligned} t1 := \left[\frac{S \cdot R \cdot ro \cdot (Wn - Wper)}{200 \cdot (tc - tcen)} \right] \cdot \left(\frac{1}{a1} + \frac{S}{4 \cdot L} \right), \\ t1 = 16.01. \end{aligned} \quad (5)$$

Выполняется расчет продолжительности второго периода сушки в часах по формуле (6) [3]:

$$t2 := \left[\frac{S \cdot R \cdot ro \cdot (Wper - Wy)}{200 \cdot (tc - tcen)} \right] \cdot \left(\frac{1}{a1} + \frac{S}{4 \cdot L} \right) \cdot \ln \left(\frac{Wper - Wy}{Wk - Wy} \right), \quad (6)$$

$$t2 = 10.533.$$

Определяется общая продолжительность сушки в часах по формуле (7):

$$\begin{aligned} t := t1 + t2, \\ t = 26.543. \end{aligned} \quad (7)$$

Для получения пошаговых значений и построения графиков зададим время в виде диапазона переменных:

$t3$ - для первого периода сушки от нуля до $t1$ с шагом в два часа;

$t4$ - для второго периода сушки от нуля до $t2$ с шагом в один шаг:

$$t3 \quad 0, 2..t1, \quad t4 \quad 0, 1..t2.$$

Присвоим переменной y (8) часть выражения из формул (5) и (6):

$$y = \frac{1}{a1} + \frac{S}{4 \cdot L}. \quad (8)$$

Для получения пошаговых значений и построения графика первого периода сушки (рис.2) преобразуем уравнение (5) в функцию (9) относительно $W1=Wper$, т.е.

$$W1(t3) = \frac{200 \cdot (tc - tcen) \cdot t3}{S \cdot R \cdot ro \cdot y} + Wn. \quad (9)$$

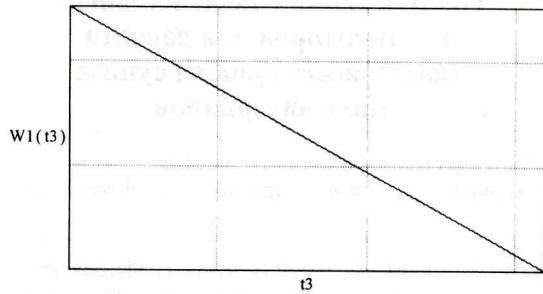


Рис. 2. График первого периода сушки

Для получения пошаговых значений и построения графика второго периода сушки (рис.3) преобразуем уравнение (6) в функцию (10) относительно $W2=Wk$:

$$W2(t4) = \frac{200 \cdot (tc - tcen)}{S \cdot R \cdot ro \cdot (Wper - Wy) \cdot y} + Wy. \quad (10)$$

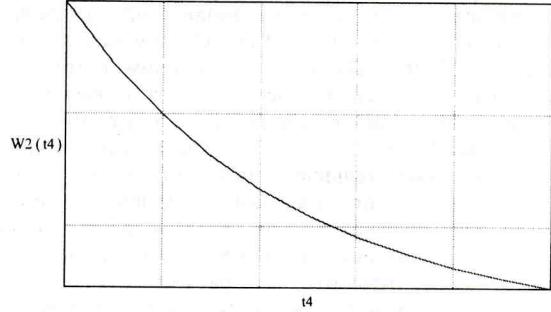


Рис. 3. График второго периода сушки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, формулы (1-10) можно использовать в микропроцессорной технике при автоматическом регулировании процессов сушки пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 11603-73. Древесина. Методы определения остаточных напряжений. М.: Изд-во стандартов, 1973.
2. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины. Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. 144 с.
3. Уголев Б.Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 176 с.
4. Кондратьев Ю.Н. Влияние кондиционирующей обработки на внутренние остаточные напряжения в высушенных пиломатериалах // ИВУЗ: Лесной журнал. 1974. N1. С. 83-84.
5. Селигин Н.С. Сушка древесины. М.: Гостехлесиздат, 1936.