

УДК 674.047

И.М. Меркушев

Московский государственный университет леса

Меркушев Иван Михайлович родился в 1932 г., окончил в 1957 г. Московский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии мебели и изделий из древесины Московского государственного университета леса. Имеет свыше 100 печатных работ в области деревообработки и развития лесосушильной техники и технологии сушки древесных материалов.
Тел.: 8(495) 512-75-92



СТАТИКА БЕЗДЕФЕКТНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Выявлены простые, оптимальные и форс-режимы сушки пиломатериалов. Предложены формулы, по которым рассчитаны и построены в графической форме безопасные режимы сушки пиломатериалов, координированные по текущей их влажности и рекомендуемые к использованию в производственных условиях.

Ключевые слова: простые, оптимальные и форс-режимы сушки, перепад влажности по толщине сортамента, безопасные режимы сушки по текущей влажности.

1. Схемы распределения влаги по толщине высушиваемых пиломатериалов

Метод расчета безопасных режимов сушки, координированных по текущей влажности пиломатериалов, основан на анализе схем распределения влаги по толщине пиломатериалов на разных этапах сушильного процесса. Влажность $W(x)$ высушиваемого сортамента толщиной S на расстоянии $0 < x \leq S/2$ от центра складывается из равновесной влажности W_p , перепада поверхностной влажности $\Delta W_v = 6/v$ и перепада влажности по толщине сортамента $\Delta W_s = 35,5 \pm 5,5$, распределенной в направлении x от оси к поверхности сортамента параболической функцией $f(x) = x^k$:

$$W(x) = W_p + \Delta W_v + \Delta W_s x^k. \quad (1)$$

Текущую влажность в начальной стадии процесса можно выразить формулой

$$W(x) = W_H - \Delta W_s x^k. \quad (2)$$

Показатель степени k в начальной фазе нерегулярного режима изменяется в пределах $\infty > k \geq 2$. После снижения влажности до средней переходной

$$W_{пер} = W_H - \int_0^1 \Delta W_s x^2 dx \quad (3)$$

показатель $k = 2$ при начальной допустимой равновесной влажности

$$W_{pн} = W_H - \Delta W_s - \Delta W_v. \quad (4)$$

Далее равновесная влажность снижается либо пропорционально уменьшению средней влажности W_c в так называемом простом режиме при постоянном соотношении $W_{pн}/W_{пер}$ по формуле:

$$W_{pн}(W_c) = W_c W_{pн} / W_{пер}, \quad (5)$$

либо параллельно ей в так называемом форс-режиме по формуле

$$W_{pф}(W_c) = W_{pн} - (W_{пер} - W_c), \quad (6)$$

либо по параболическому закону

$$W_p(W_c) = W_{pн} (W_c / W_{пер})^n, \quad (7)$$

где $n = 2,2$ – для форс-режима, $n = 1,5$ – для оптимального режима:

$$W_{pо}(W_c) = W_{pн} (W_c / W_{пер})^{1,5}. \quad (8)$$

На рис. 1 приведены кривые распределения влаги по толщине сортамента на разных этапах процесса, построенные по формулам (2)–(8) при следующих начальных условиях:

$$W_H = 70 \% ; \Delta W_s = 35 \% ; \Delta W_v = 10 \% .$$

В начале процесса перепад влажности по толщине сортамента

$$\Delta W_s = W_H - W_{65n}$$

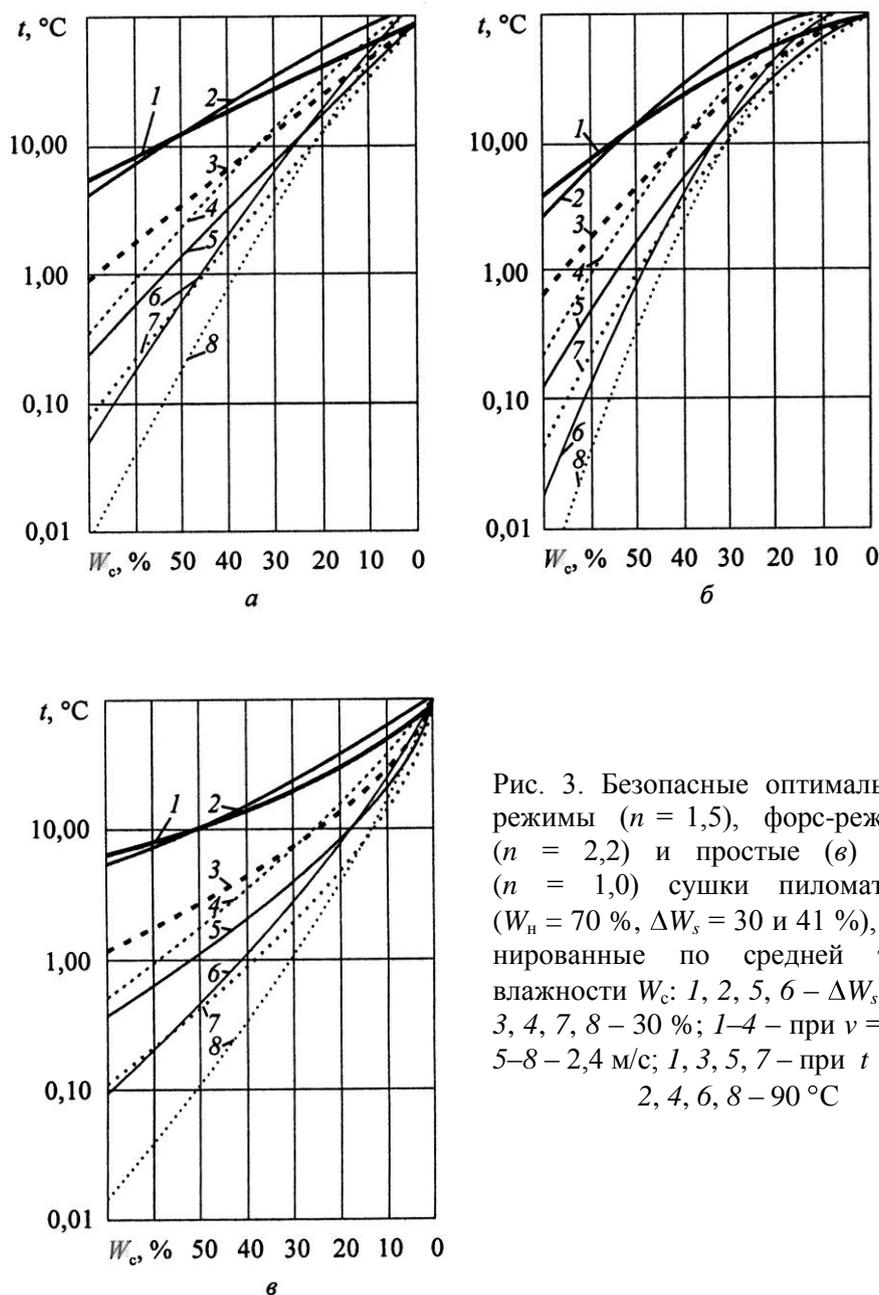


Рис. 3. Безопасные оптимальные (а) режимы ($n = 1,5$), форс-режимы (б) ($n = 2,2$) и простые (в) режимы ($n = 1,0$) сушки пиломатериалов ($W_n = 70\%$, $\Delta W_s = 30$ и 41%), координированные по средней текущей влажности W_c : 1, 2, 5, 6 – $\Delta W_s = 41\%$; 3, 4, 7, 8 – 30% ; 1–4 – при $v = 0,3$ м/с, 5–8 – $2,4$ м/с; 1, 3, 5, 7 – при $t = 45^\circ\text{C}$, 2, 4, 6, 8 – 90°C

2. Метод расчета и построение безопасных режимов сушки, координированных по влажности пиломатериалов

При расчете психрометрической разности Δt безопасных режимов сушки используются уравнения ее зависимости от равновесной влажности W_p и температуры t , представленные по [1, 2] формулой (10):

Подстановкой выражений (3), (4) и (8) в формулу (10) получено уравнение (11) для расчета психрометрической разности Δt по текущей W_c и начальной W_n влажности пиломатериалов, температуре t , перепаду влажности по толщине сортамента ΔW_s и скорости циркуляции v :

$$\Delta t(W_p, t) = \left[\frac{(1,88 - 0,0025t)^{1,44 - 0,01t - W_p^{0,66 + 10^{-6}t^{2,6}}}}{0,006 + 0,00001(120 - t)^{1,46}} \right]^{[0,074 + 10^{-17}(146 - t)^{7,77}]} \quad (10)$$

$$\Delta t(t, W_n, \Delta W_s, v, W_c, n) := \frac{\left(1,88 - \frac{t}{400}\right)^{\left[1,44 - \frac{t}{91} \left[\frac{W_n - \Delta W_s - 6 \cdot v^{-1}}{\left(\frac{\int_0^1 x dx}{W_n - \frac{\Delta W_s^{-1}}{W_c}} \right)^n} \right]^{0,66 + \frac{t^{2,6}}{10^6}} \right]}{0,006 + 0,00001 \cdot (120 - t)^{1,46}} \cdot \frac{1}{1,074 + \frac{(146 - t)^{7,77}}{10^{17}}} \quad (11)$$

Безопасные режимы сушки пиломатериалов рассчитаны по уравнению (11) при $W_n = 70\%$; $v = 0,3$ и $2,4$ м/с; $t = 45$ и 90 °С; $\Delta W_s = 31$ и 41% и представлены на рис. 3 (в логарифмической координатной сетке).

Оптимальные режимы сушки прошли производственную проверку и были рекомендованы к внедрению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркушев И.М. К вопросу построения режимов конвективной сушки пиломатериалов // Технология и оборудование для переработки древесины: Сб. науч. тр. Вып. 335. М.: МГУЛ, 2006.

2. Меркушев И.М. Психрометрическая диаграмма равновесной влажности древесины // Лесн. журн. 2010. № 2. С. 83–87. (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 25.06.09

I.M. Merkushev
Moscow State Forest University

Statics of Defect-free Drying of Sawn Timber

Simple, optimal and force-modes of sawn timber drying are revealed. The formulae are offered based on which the safe modes of sawn timber drying are built in the graphic form coordinated according to their current moisture content and recommended for their use in the production environment.

Keywords: simple, optimal and force-modes of drying, moisture content change according to assortment thickness, safe modes of drying according to current moisture content.