



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.047

И.М. Меркушев

Московский государственный институт 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.: (8495) 512-75-92



ПСИХРОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Получена аналитическая зависимость психрометрической разности между температурой по сухому и смачиваемому термометрам от температуры сушильного агента и равновесной влажности древесины; построена рабочая психрометрическая диаграмма равновесной влажности – базовый инструмент для расчета рациональных режимов сушки пиломатериалов.

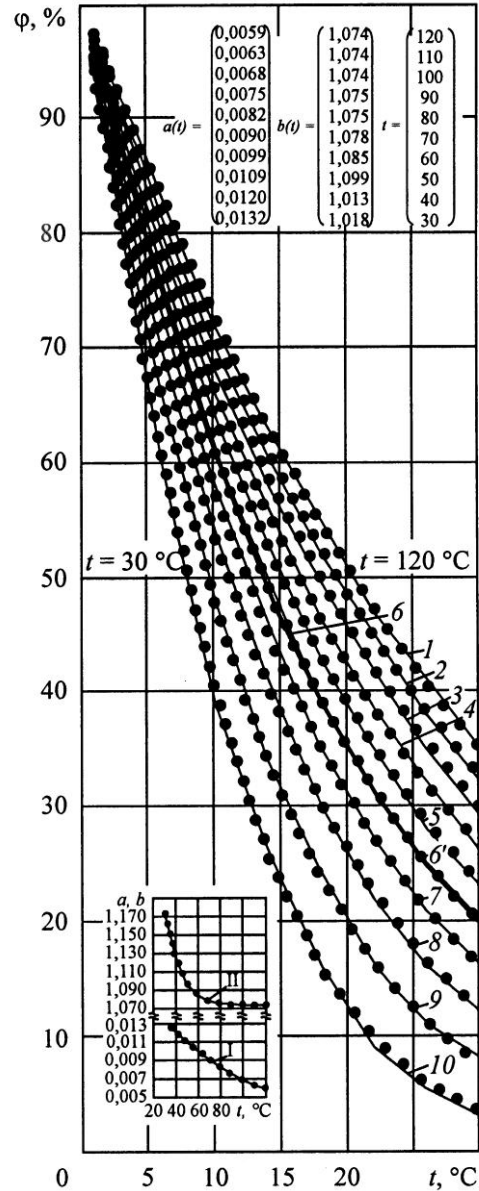
Ключевые слова: психрометрическая таблица, диаграмма равновесной влажности, конгруэнтное совмещение, аналитическая функция, безопасные режимы сушки.

Рациональные режимы сушки пиломатериалов направлены на обеспечение минимальной длительности процесса при сохранении высокого качества материала, соответствующего назначению. Для построения безопасных режимов сушки требуется точная зависимость психрометрической разности Δt и равновесной влажности древесины W_p от температуры t . Однако, определить зависимость $\Delta t(W_p, t)$ существующими методами по психрометрической таблице [2] в диапазоне относительной влажности воздуха $\phi = 97...100\%$ и по диаграмме равновесной влажности древесины [3] в диапазоне равновесной влажности $W_p = 25...30\%$ практически невозможно. Чтобы преодолеть затруднение, нами предложено решать эту задачу графо-аналитическим методом в три этапа.

Этап 1. Из психрометрической таблицы [2, с. 34–35, табл. 4.5] массив данных $\phi_i(\Delta t)$ по программе MathCAD [1] переводится в графическую форму (рис. 1). Путем конгруэнтного совмещения базовых кривых с кривыми трансцендентных уравнений типа $\phi = 100^{1-a(t)\Delta t^{b(t)}}$ по графикам подобраны показательные и степенные функции температуры $a(t)$ и $b(t)$ и получена общая аналитическая функциональная зависимость

$$\phi_t(\Delta t) = 100^{1-[0,006+10^{-5}(120-t)^{1,46}]\Delta t^{1,074+10^{-17}(146-t)^{7,77}}} \quad (1)$$

Рис. 1. Перевод графической интерпретации психрометрической таблицы $\phi_t(\Delta t)$ (тонкие линии) в аналитическую функцию $\phi(t, \Delta t) = 100^{1-a(t)-\Delta t^{bt}}$ (...): 1 – $t = 120$ °C; 2 – 110; 3 – 100; 4 – 90; 5 – 80; 6 – 70; 6' – $\phi_{r70}(\Delta t)$ – жирная линия; 7 – 60; 8 – 50; 9 – 40; 10 – 30 °C;
 I – $a(t) = 0,006 + \frac{(120-t)^{1,46}}{10^5}$;
 II – $b(t) = 1,074 + \frac{(146-t)^{7,77}}{10^{17}}$



Этап 2. Аналогичным образом база данных равновесной влажности $\phi_r(W_p)$ из диаграммы равновесной влажности [3, с. 30] переведена в графическую форму (рис. 2), из которой путем конгруэнтного совмещения кривых показательных-степенных функций с соответствующими базовыми кривыми $\phi(W_p, t)$ получена ее аналитическая зависимость, представленная в развернутом виде следующим выражением:

$$\phi(W_p, t) = 100^{1-(1,88-0,0025t)^{1,44-0,011t}-W_p^{0,66+10^{-6}t^{2,6}}} \quad (2)$$

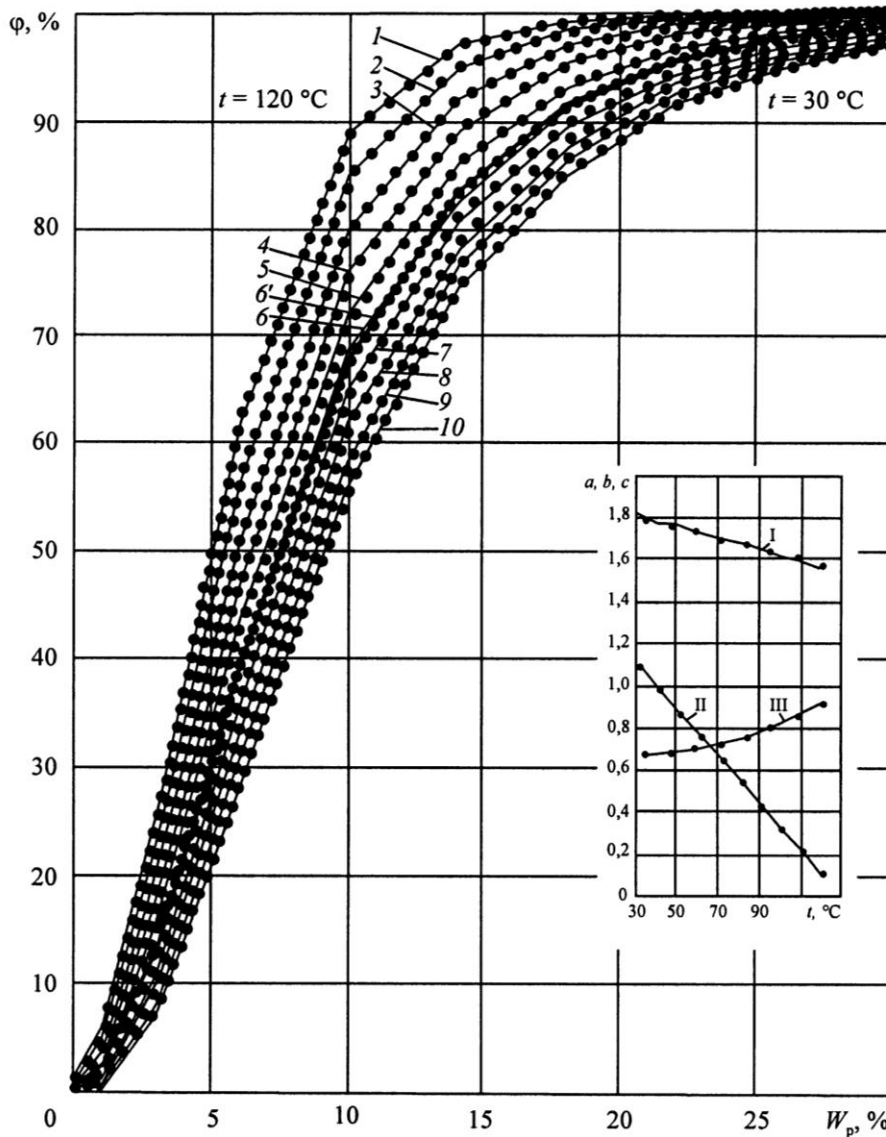
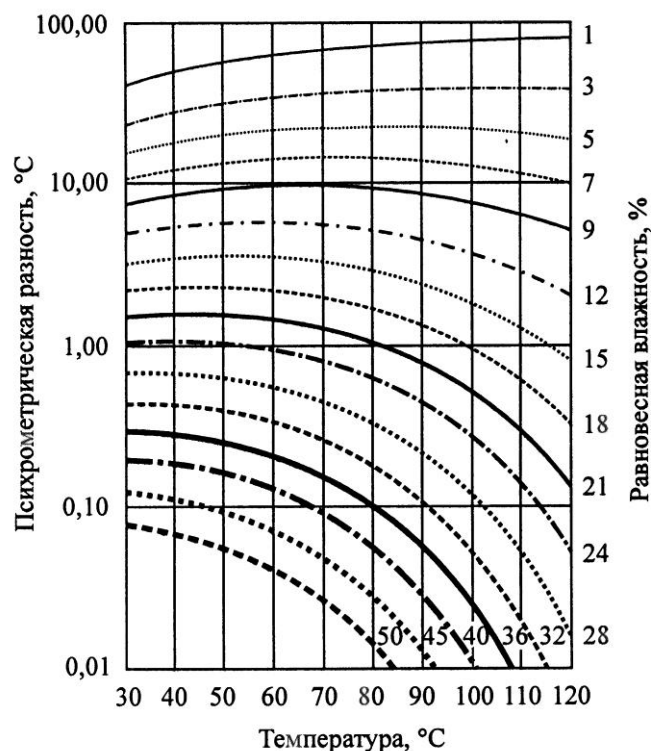


Рис. 2. Перевод графической интерпретации диаграммы равновесной лажности $\phi_i(W_p)$ (тонкие линии) в аналитическую функцию $\phi(W_p, t) = 100^{1-ab-W_p^c} \dots$: $b' - \phi_{t70}(W_p)$ – жирная линия; I – $a(t) = 1,88 - 0,0025t$; II – $b(t) = 1,44 - 0,0111t$; $c(t) = 0,66 + 10^{-6} \cdot t^{2,6}$

Этап 3. Из равенства (1) и (2) выведено уравнение психрометрической разности сушильного агента $\Delta t(W_p, t)$, применимое во всех диапазонах относительной и равновесной влажности:

$$\Delta t(W_p, t) = \left[\frac{(1,92 - 0,003t)^{1,43 - 0,01t - W_p^{0,66 + 10^{-6}t^{2,6}}}}{0,006 + 10^{-5}(120 - t)^{1,46}} \right]^{(1,074 + 10^{-17} \cdot (146 - t)^{7,77})^{-1}} \quad (3)$$

Рис. 3. Психрометрическая диаграмма равновесной влажности древесины $\Delta t(W_p, t)$ (здесь ординаты $\Delta t_{w1(t)} \dots \Delta t_{w50(t)}$ соответствуют кривым равновесной влажности древесины $W_p = 1 \dots W_p = 50 \%$ как функции температуры t)



На основании этого уравнения построена полная психрометрическая диаграмма равновесной влажности $\Delta t(W_p, t)$, приведенная на рис. 3.

Полученная аналитическая зависимость (3) и психрометрическая диаграмма равновесной влажности древесины представляют собой теоретическую основу для расчета технологических режимов бездефектной сушки пиломатериалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кириянов, Д.В.* MathCAD -12 [Текст] / Д.В. Кириянов. – С.-Петербург: БХВ, 2005. – 566 с.
2. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов [Текст]. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. – 144 с.
3. *Серговский, П.С.* Гидротермическая обработка и консервирование древесины [Текст] / П.С. Серговский, А.И. Рассев. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 510 с.

Поступила 25.06.09

I.M. Merkushev
Moscow State Forest University

Psychrometric Diagram of Equilibrium Wood Humidity

The analytical dependence of psychrometric remainder between temperatures of the dry and wettable thermometers on the temperature of the drying agent and equilibrium wood humidity is received; the psychrometric diagram of equilibrium humidity as a basic tool for calculation of rational drying modes for sawn timber is built.

Keywords: psychrometric table, diagram of equilibrium humidity, congruent overlapping, analytical function, safe drying modes.