

## АНАЛИЗ СВЯЗИ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ С ПАРАМЕТРАМИ ВОЗДУХА

*Приведена диаграмма равновесной влажности. Показано, что равновесная влажность древесины однозначно зависит от психрометрической влажности воздуха.*

Из специальной литературы по сушке древесины известны диаграммы, связывающие равновесную влажность древесины с параметрами окружающего воздуха [1,2,3]. Одна из часто используемых диаграмм приведена в учебнике [1] и изображена на рис. 1. На диаграмме по оси  $x$  показаны значения температуры, а по оси  $y$  – значения относительной влажности воздуха. На поле диаграммы приведен ряд линий постоянной равновесной влажности.

Для пользования названной диаграммой необходимо знать температуру сухого термометра и относительную влажность воздуха. Для этого по температуре сухого и мокрого термометра с помощью психрометрической таблицы определяется относительная влажность воздуха. Затем по диаграмме для известной температуры и относительной влажности воздуха графически определяются равновесная влажность древесины.

Пользоваться подобной диаграммой сложно, т. к. необходимо иметь дополнительно психрометрическую таблицу и трудно отыскивать необходимые параметры среди множества кривых. Кроме того, по данной диаграмме невозможно понять, какой параметр воздуха более влияет на равновесную влажность древесины.

Нами [4] с целью упрощения пользования произведено математическое описание диаграммы. При этом методом наименьших квадратов [5] получено уравнение

$$W_p = (30.8 - 0.137 * t_c) - (8.82 - 0.04977 * t_c) * \ln(t_c - t_m), \quad (1)$$

где  $(t_c - t_m) \neq 0$ ,  $W_p$  – равновесная влажность древесины,  $t_c$  и  $t_m$  – соответственно температура сухого и мокрого термометра.

Данное уравнение легко вводится в программируемый калькулятор или ПК и позволяет вычислить равновесную влажность древесины. Однако оно не позволяет оценивать равновесную влажность при  $(t_c - t_m) = 0$ , что соответствует пределу насыщения древесного волокна. Поэтому позднее методом наименьших квадратов данные той же диаграммы были описаны уравнением

$$W_p = 1 / ((t_c / (136,8 * t_c - 679)) * (t_c - t_m) + t_c / (21,77 * t_c + 345,7)) \quad (2).$$

и построена диаграмма равновесной влажности в координатах: психрометрическая разность – равновесная влажность древесины.

Диаграмма представлена на рисунке 2. Она не требует ничего дополнительного, кроме температуры сухого и мокрого термометра. Психрометрическая разность определяется простым вычитанием температуры мокрого термометра из температуры сухого термометра. Для психрометрической разности воздуха от 9 °С и выше все линии постоянной температуры практически сливаются в одну линию. При пользовании данной диаграммой возрастает точность графического отсчета показателей.

Главное достоинство разработанной диаграммы состоит в том, что она показала практически однозначную зависимость равновесной влажности от психрометрической разности. Это имеет большое значение для практики и теории сушки древесины.

Следует упомянуть уравнение для определения равновесной влажности древесины, предложенное ученым Шведского института исследования древесины Ларсом Мальмквистом [6]. Оно выглядит следующим образом:

$$W_p = 125 / (5 + (t_c - t_m)). \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что равновесная влажность зависит только от психрометрической разности. Данное уравнение до сих пор не нашло должного внимания и применения на практике.

На рисунке 3 представлена совмещенная диаграмма равновесной влажности. На ней изображены графически данные, рассчитанные по авторскому уравнению (2) и уравнению Л. Мальмквиста (3). Из рисунка 3 видно, что кривая, построенная по уравнению (2) для температуры  $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , практически полностью совпадает с кривой, построенной по уравнению (3). Такое совпадение не случайно. Оно подтверждает однозначную зависимость равновесной влажности древесины от психрометрической разности.

Возникает вопрос: чем объясняется несовпадение графиков для различных температур в области высоких влажностей воздуха (малых психрометрических разностей). Ответить на этот вопрос не зная техники и методики проведения исследований, предшествующих построению диаграммы (рис.1) сложно. Вероятно, это связано с техническими сложностями поддержания 100 % влажности воздуха, особенно при низких температурах воздуха.

При полной насыщенности воздуха влагой малейшие колебания температуры приводят к существованию в воздухе влаги, как в газообразной фазе, так и жидкой фазе. Это может привести к методическим ошибкам определения равновесной влажности древесины. При температуре  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  выдержать 100 % влажность проще. Поэтому, вероятно, график, построенный расчетом по уравнению (2) для температуры  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , и по уравнению (3) практически совпали. Само совпадение графиков говорит о высоком уровне исследований, проведенных двумя независимыми школами исследователей древесины.

Подводя итоги сделанному анализу можно сделать следующий важный вывод. Управляя сушкой древесины, следует особо строго соблюдать психрометрическую разность воздуха, т. к. она определяет равновесную влажность и, следовательно, при данной влажности древесины скорость сушки и соответственно внутренние напряжения в ней.

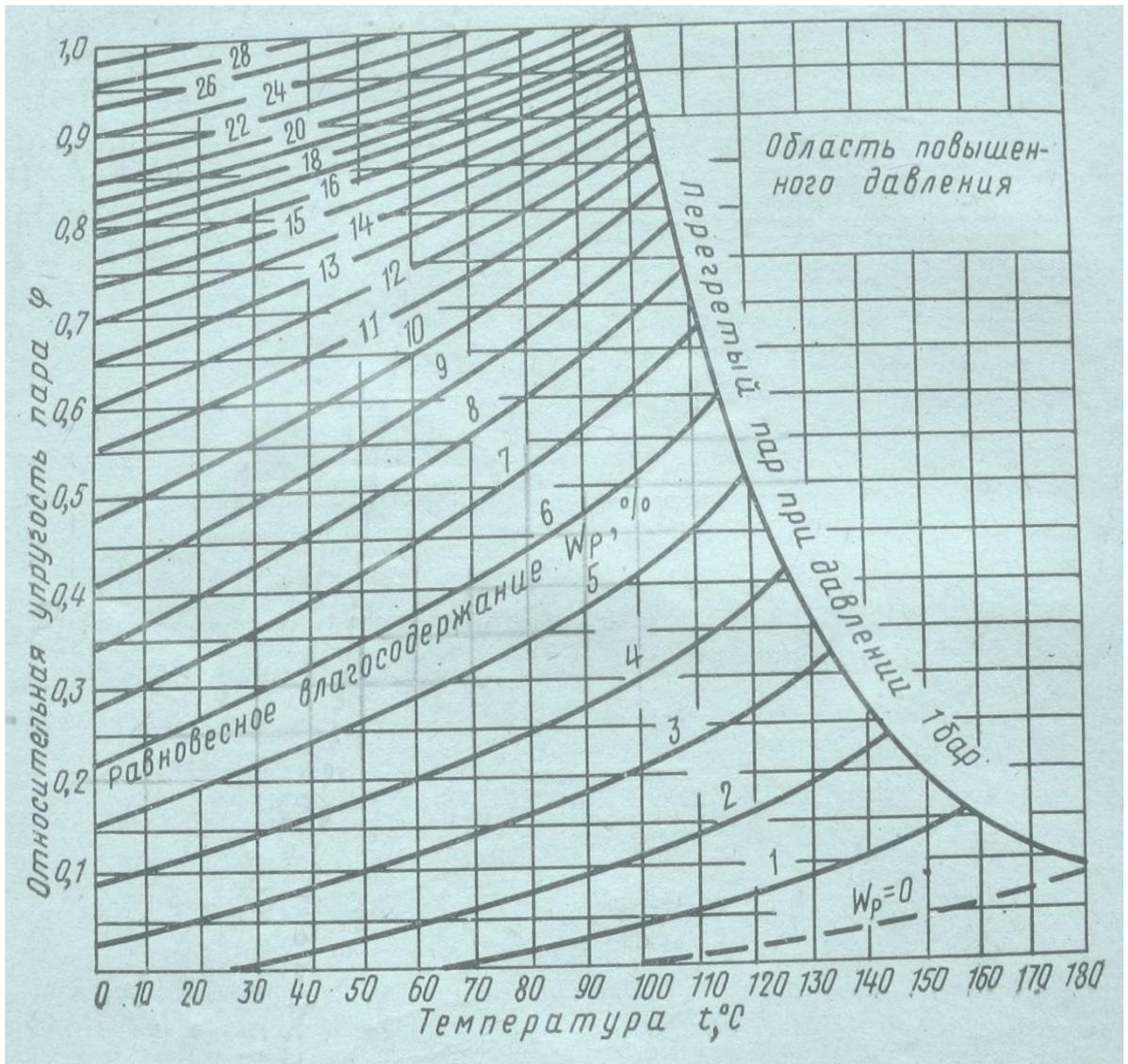


Рис. 1. Исходная диаграмма равновесной влажности древесины.

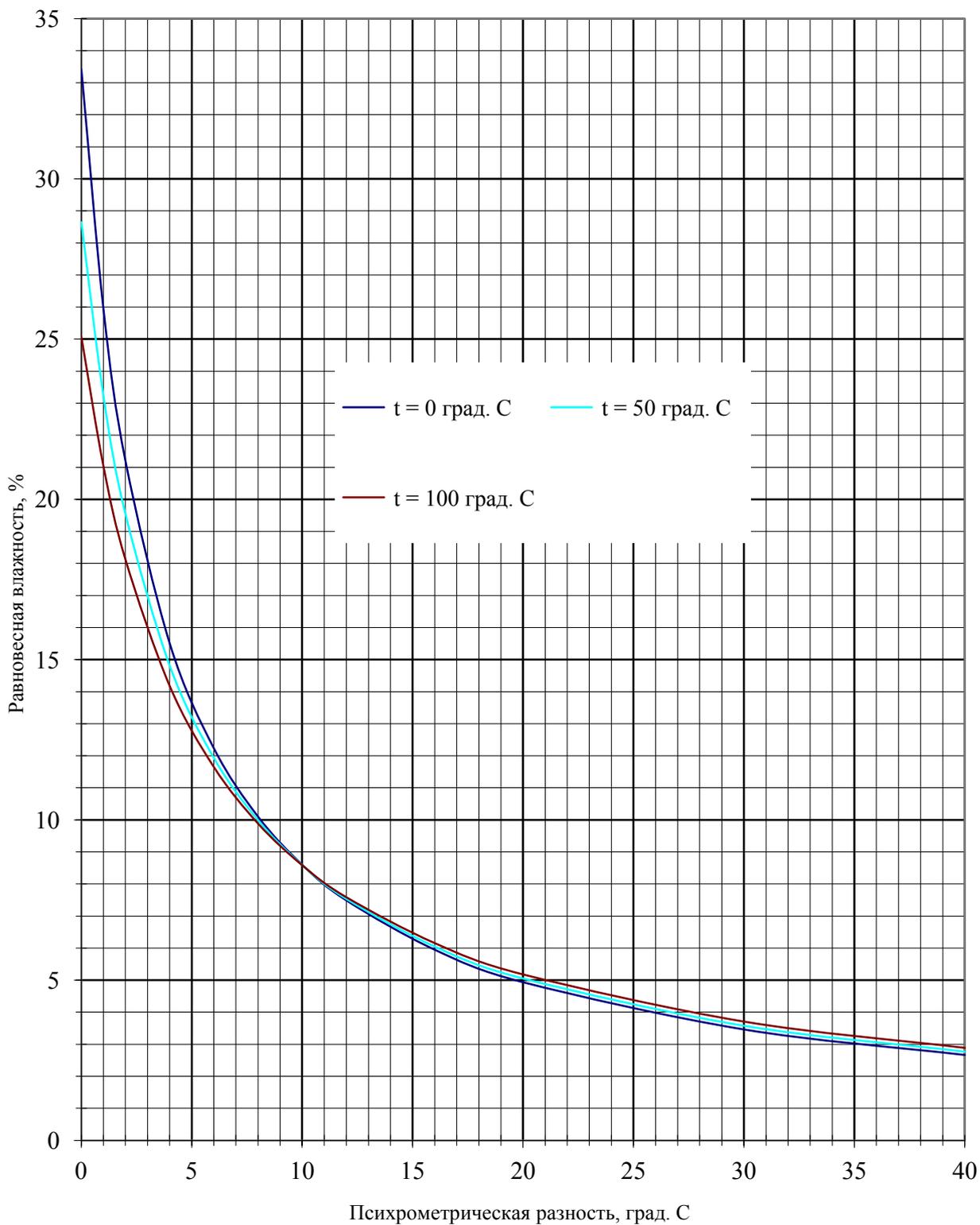


Рис. 2. Диаграмма равновесной влажности древесины, построенная по уравнению 2.

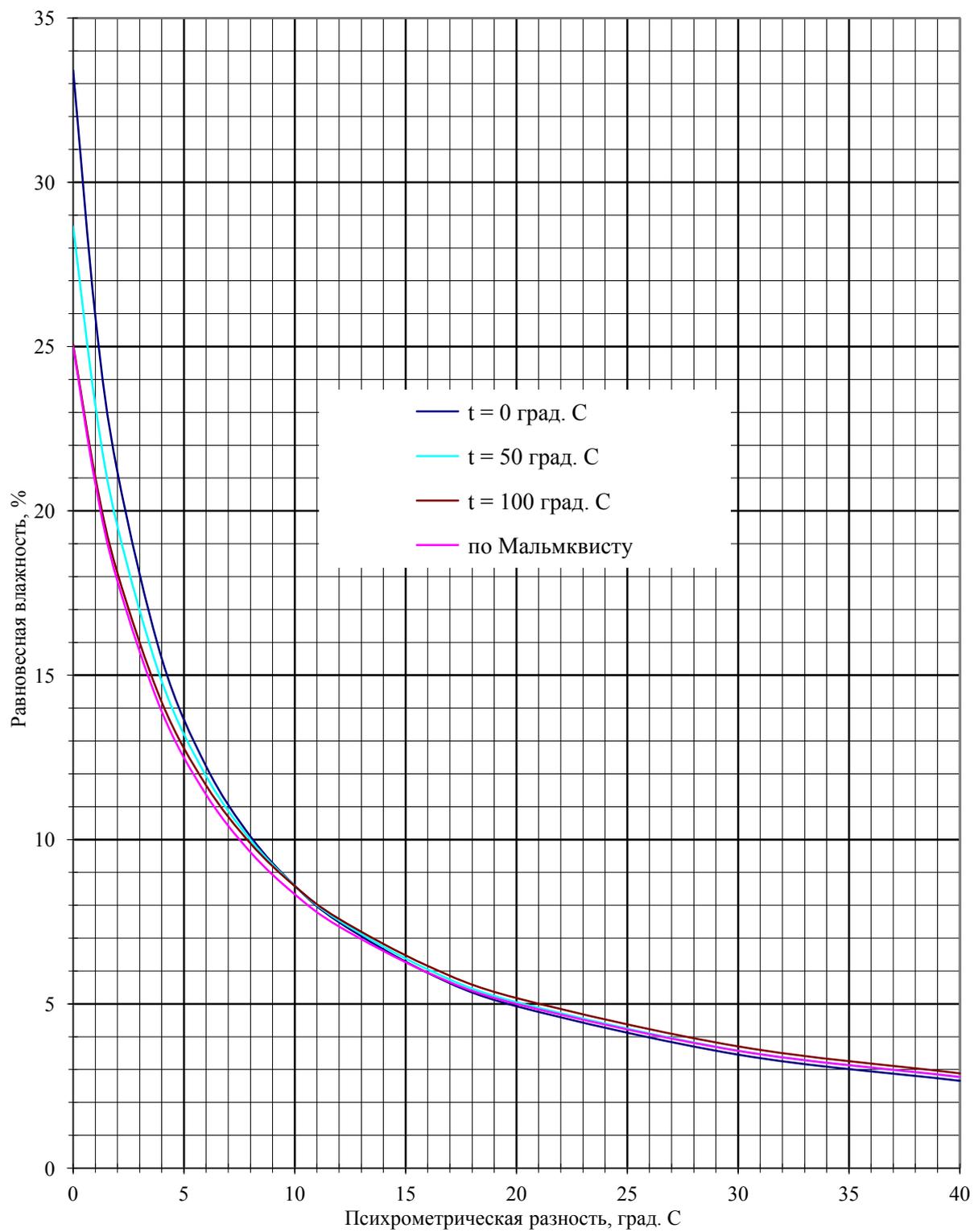


Рис.3. Совмещенная диаграмма равновесной влажности древесины

Библиографический список.

1. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная промышленность. 1975. 400 с.
2. Селюгин Н. С. Сушка древесины. Ленинград: Гослестехиздат. 1940. 547 с.
3. Кречетов И. В. Сушка древесины. М.: Лесная промышленность. 1972. 439 с.
4. Агапов В. П. Изготовить экспериментальный образец программного регулятора процесса сушки древесины по ее текущей влажности «Прогресс» и провести экспериментальные исследования. Отчет СвердловНИИПДрев по теме № 27. IV.27.81. Свердловск. 1981. 35 с.
5. Коротков В. П., Тайц В. А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств. М.: Издательство стандартов. 1978.
6. Мальмквист Л. Шведский институт исследования древесины. Анализ современной сушки древесины, Часть 1. Доклад на международной выставке в Москве «Лесдремаш-68». 33 с.