

УДК 674.047

К вопросу прогнозирования конечной влажности сосновых пиломатериалов в процессе камерной сушки

В.Е. Карнаухов*, А.А. Орлов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, 660037, Российская Федерация

* E-mail: vkarnaukhov7777@gmail.com

Аннотация. В работе обосновывается метод прогнозирования своевременного окончания процесса конвективной сушки сосновых пиломатериалов. Приводятся результаты статистической обработки производственных сушек сосновых пиломатериалов в камерах Мюльбек - Ваничек. Установлено, что имеется статистически достоверная зависимость конечной влажности высушиваемой партии пиломатериалов от равновесной влажности в камере. По мере снижения средней влажности древесины разность между фактической влажностью пиломатериалов и равновесной влажностью уменьшается. По результатам статистической обработки архивов сушек построены графические зависимости $W_k = f(W_p)$ для сосновых пиломатериалов толщиной 32 и 50 мм. Графики предлагаются оператору камер как дополнительный инструмент для принятия решения об своевременном окончании процесса сушки.

Ключевые слова: камерная сушка, технология сушки, температура агента сушки, равновесная влажность древесины, продолжительность сушки

On the issue of predicting the final moisture content of pine lumber in the process of chamber drying

V.E. Karnaukhov*, A.A. Orlov

Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, avenue named after the newspaper «Krasnoyarsk worker», 31, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

* E-mail vkarnaukhov7777@gmail.com

Abstract. The article substantiates the method of predicting the timely end of the process of convective drying of pine lumber. The results of statistical processing of industrial drying of pine lumber in the Mulbeck - Vanichek chambers are presented. It is established that there is a statistically significant dependence of the final humidity of the dried batch of lumber on the equilibrium humidity in the chamber. As the average moisture content of the wood decreases, the difference between the actual moisture content of the lumber and the equilibrium moisture content decreases. Based on the results of statistical processing of the drying archives, graphical dependencies $W_r = (W_h)$ for pine lumber with a thickness of 32 and 50 mm are constructed. The graphs are offered to the camera operator as an additional tool for deciding on the timely completion of the drying process.

Keywords: chamber drying, drying technology, drying agent temperature, wood equilibrium humidity, drying duration

1. Введение

В настоящее время в мире сохраняется устойчивый спрос на мебель и другие изделия из массивной древесины. Это объясняется их высокими потребительскими свойствами. Наиболее подходящим материалом, отвечающим требованиям, предъявляемым к качеству таких изделий, является древесина светлохвойных пород. В сибирском регионе такой породой является сосна. Для древесины сосны характерны высокая прочность, твердость и ударная вязкость [1]. В виду повышенной плотности, склонности к короблению и поражению грибными окрасками сушка сосновых пиломатериалов является достаточно сложным и энергоемким процессом.

Известно, что повышение качества высушенного материала и в целом производительности сушильных установок связано с совершенствованием как конструкций камер, так и систем автоматического управления процессом сушки. Вопросы совершенствования систем автоматического регулирования сушильных камер проанализированы в работах [2, 3].

Процесс конвективной сушки сосновых пиломатериалов (п.м.) включает периоды возрастающей скорости и явно выраженный период падающей скорости при удалении связанной влаги. Второй период может составлять до 50 % от общей продолжительности процесса. Поэтому, во втором периоде особенно актуальным становится вопрос своевременного прогнозирования окончания процесса сушки при достижении средней влажности партии пиломатериалов заданной конечной W_k .

В настоящее время в сушильной технике наибольшее распространение получил электрический способ (с помощью дистанционного или ручного кондуктометрического влагомера). Однако он имеет ряд известных недостатков, снижающих точность определения влажности древесины. Поэтому, несмотря на наличие различных методик, определение как текущей, так и W_k пиломатериалов требуются дополнительные исследования и разработки.

В работе [4] предложен способ определения W_k древесины при импульсной сушке. Авторы отмечают, что данный метод с достаточной для производства точностью прогнозирует W_k пиломатериалов в диапазоне только от 6 до 11 %. Следует отметить, что на сегодняшний день импульсные режимы сушки пиломатериалов по ряду технических и организационных причин не получили широкого распространения на практике.

2. Основная часть

На одном из предприятий Красноярского края за последние 5 лет нами собран и статистически обработан архив сушек в камерах Мюльбек - Ваничек вместимостью 100 м³ п.м. На рисунке 1 в качестве примера приведены результаты производственных сушек сосновых пиломатериалов толщиной 32 мм.

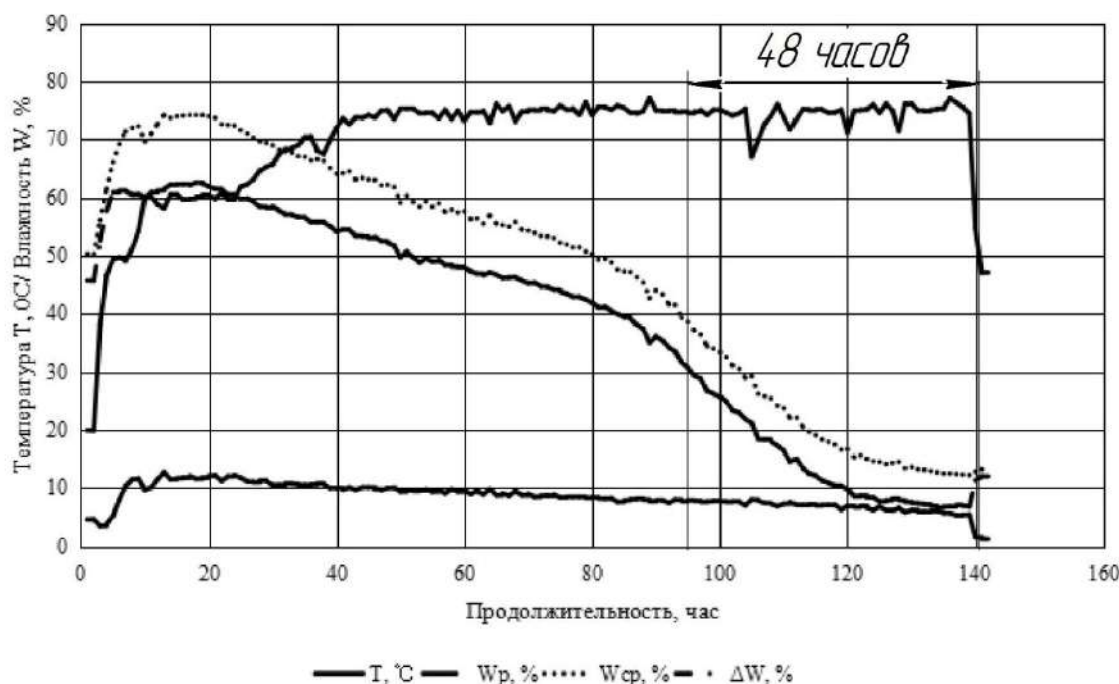


Рисунок 1. График сушки сосновых пиломатериалов толщиной 32 мм.

Разность между средней конечной влажностью пиломатериалов и равновесной влажностью, как и предполагалось ранее, существенно снижается по мере высыхания древесины.

Таблица 1. Результаты статистической обработки данных промышленных сушек сосновых пиломатериалов толщиной 32 мм при конечной влажности 12 %.

S, мм	W _к , %	Кол-во измерений, n, шт.	\bar{W}_p , %	S, %	V, %	S _x , %	t _a ·S _x , %	$\bar{W}_p - (t_a \cdot S_x)$, %	$\bar{W}_p - (t_a \cdot S_x)$, %
32	12±1,5	2348	4,84	1,65	34,15	0,03	0,07	4,78	4,91

На основании результатов статистической обработки экспериментальных данных построены графики (рисунок 2) зависимости конечной влажности W_к сосновых пиломатериалов от равновесной влажности W_р (с учетом среднеквадратического отклонения S±1,5 %) в камерах периодического действия.

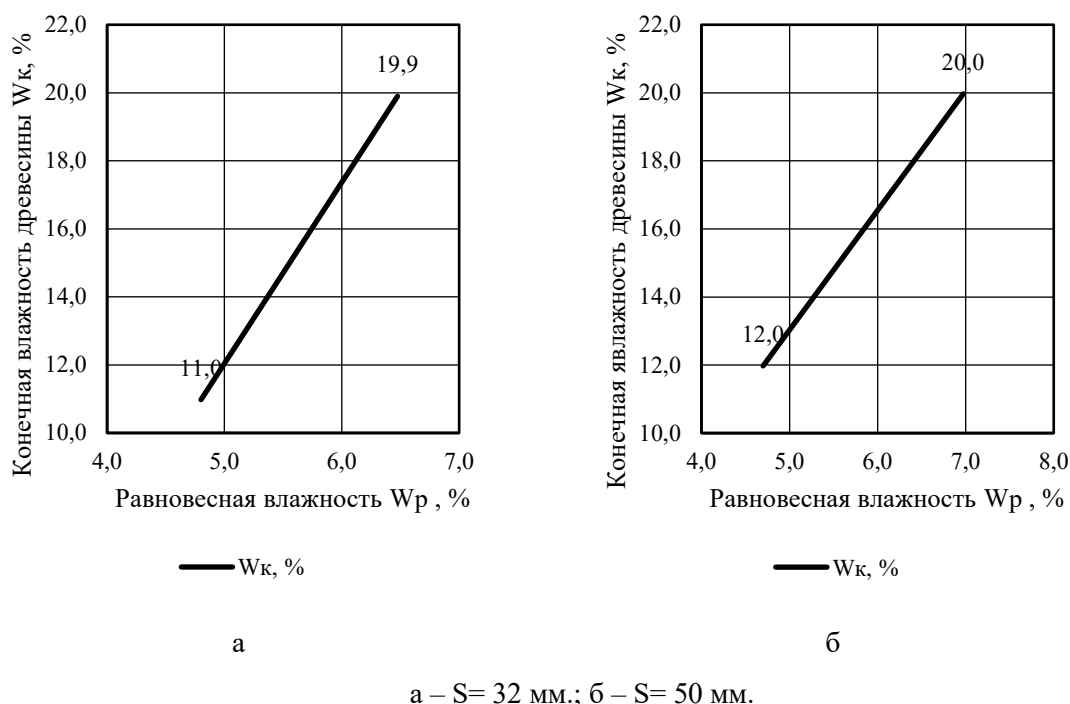


Рисунок 2. График зависимости $W_k=f(\Delta W_p)$ сосновых пиломатериалов.

3. Выводы

Установлено, что для более тонких п.м толщиной 32 мм разность между W_k и W_p несколько ниже, чем для п.м больших сечений. Так для п.м толщиной 32 мм W_k от 10,5 % до 13,5 % разность $\Delta W=W_k-W_p$ составляет 6,27 %. Для п.м толщиной 50 мм конечной влажности от 10,5 % до 13,5 % разность $\Delta W=W_k-W_p$ составляет 7,77 %. Показатели W_p для п.м толщиной 32 мм конечной влажности от 10,5 % до 13,5 % и п.м толщиной 50 мм конечной влажности от 10,5 % до 13,5 % W_p составляют 4,84 % и 4,70 % соответственно. Это обстоятельство связано с меньшей интенсивностью сушки п.м больших сечений.

Анализ графических зависимостей $W_k=f(W_p)$ подтвердил гипотезу возможности своевременно завершать процесс конвективной сушки сосновых п.м. в камерах периодического действия. Оператор камер ориентируясь на показания дистанционного влагомера переводит процесс сушки на фазу «пауза» продолжительностью 2 ч. Далее он по значениям W_p в камере принимает решение об окончании процесса сушки.

Список литературы

1. Боровиков, А.М. Справочник по древесине / А.М., Боровиков, Б.Н. Уголев, // Справочник [Текст]/Под. ред. Б.Н. Уголева. – М: Лесн. пром., 1989. – 296 с.

2. Applications of Soft Computing in Solar Drying Systems / O. Prakash, S. Ranjan, A. Kumar, P.P. Tripathy // Solar Drying Technology. Ed. by O. Prakash, A. Kumar. Singapore, Springer. – 2016. – С. 419-430. DOI: 10.1007/978-981-10-3833-4_14.
3. Situmorang, Z. Intelligent Fuzzy Controller for a Solar Energy Wood Dry Kiln Process / Z. Situmorang, J.A. Situmorang // International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (TIME-E), September 7-9, 2015. Samosir, Indonesia. – 2015. – С. 152-157. DOI: 10.1109/TIME-E.2015.7389765.
4. Косарин, А.А. О способе определения конечной влажности древесины при импульсной сушке / А.А. Косарин, А.И. Расев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2012. – № 3. – С. 100-104.