

УДК 674.047.3

Д. П. Бабич, аспирант (БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СУШИЛЬНЫХ КАМЕРАХ CHATHILD И SECEA

Исследован процесс сушки пиломатериалов в камерах Chathild и Secea по режимам, предложенным фирмами-производителями. Установлено, что по показателям отклонения влажности отдельных досок от средней влажности штабеля и перепада влажности по толщине высушенные пиломатериалы соответствуют I категории качества сушки. Однако условный показатель остаточных напряжений в древесине в 2,8–7,7 раза превышает нормативные требования.

Research of process of a converted timber drying in tunnels Chathild and Secea on conditions offered by firms-manufacturers. It is installed, that on deflection of humidity of separate boards from average humidity of a stack and humidity difference on a thickness dry saw-timbers correspond to I category of quality of a drying. However the conditional data of residual pressure in the wood in 2,8-7,7 exceeds standard requirements.

Введение. Сушка пиломатериалов – один из важнейших технологических процессов в деревообработке, причем качество высушенного материала зависит не только от конечного содержания влаги, но и от особенностей проведения процесса. Только после достаточной просушки древесина приобретает стойкость против гниения, способность сохранять форму и размеры, максимальную механическую прочность при наименьшей плотности, хорошо обрабатывается, имеет минимальную электропроводность. По мере просыхания пиломатериалов до сравнительно низкой влажности улучшаются их технологические свойства – чистота распиловки, строгания, шлифования, прочность склеивания и качество отделки.

Сушка пиломатериалов является одним из наиболее сложных, энергоемких и дорогих процессов переработки древесины. Применение устаревших технологии и оборудования при сушке приводит к значительному снижению качества высушиваемых пиломатериалов, излишнему расходу тепловой и электрической энергии и другим негативным последствиям. Поэтому все больше производителей продукции из древесины в нашей стране внедряют новые технологии сушки древесины и устанавливают на предприятиях сушильные камеры зарубежных фирм.

В таких камерах в подавляющем большинстве случаев в качестве теплоносителя используется горячая вода. Это влечет за собой изменения технологии и режимов сушки.

Применение в импортных камерах стандартных режимов невозможно, поскольку разрабатывались они для паровых камер. С другой стороны, режимы, разработанные фирмами-производителями этих камер, не адаптированы к отечественным породам древесины, что может приводить к значительному снижению качества сушки и увеличению расхода тепловой и электрической энергии.

Целью данной работы являлось определение качества сушки пиломатериалов, высушенных с использованием режимов, рекомендованных производителями сушильного оборудования. Также при выполнении работы ставилась задача определить характер развития внутренних напряжений в древесине при сушке.

Методика проведения исследований. Исследования проводились в сушильных камерах марок Secea и Chathild при сушке сосновых пиломатериалов толщиной до 35 мм.

При формировании сушильных штабелей в них были заложены контрольные образцы. Перед закладкой из контрольных образцов выпиливали секции для определения начальной влажности древесины. Начальную влажность определяли по ГОСТ 16483.7-71. Контрольные образцы закладывали в крайние сушильные штабеля, для того чтобы к ним был доступ в процессе проведения сушки. Места закладки выбирали таким образом, чтобы образцы находились в разных пакетах по высоте и длине сушильного пространства. Торцы контрольных образцов обрабатывали влагонепроницаемым материалом (масляной краской, полиуретановым клеем) для предотвращения испарения влаги через торцы.

В процессе проведения сушки через определенные промежутки времени из контрольных образцов производили отбор отрезков небольшой длины. При этом свежеспиленные торцы вновь обрабатывали влагонепроницаемым материалом. Из отрезков выпиливали секции влажности для определения текущей влажности и силовые секции для определения внутренних напряжений в древесине.

По окончании процесса сушки из разных мест сушильного штабеля отбирали образцы (не менее 9 шт.) для определения показателей качества сушки. Отбор производили следующим образом. От выбранных досок отпиливался отрезок длиной 1,0 м. Из каждого отрезка

со стороны внутреннего торца выпиливали секцию влажности для определения средней влажности пиломатериалов, секцию послойной влажности для определения ее распределения по толщине доски и силовую секцию для определения остаточных внутренних напряжений.

Показатель отклонения от средней конечной влажности пиломатериалов по объему штабеля ΔW , %, определяли по формуле

$$\Delta W = \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i - W_{cp})^2}{(n-1)}}, \quad (1)$$

где W_i – влажность i -й секции влажности, %; n – количество секций влажности.

Для определения перепада влажности по толщине пиломатериалов секции послойной влажности раскраивают таким образом как это показано на рис. 1.

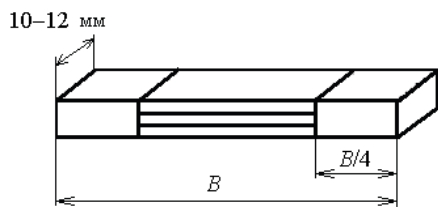


Рис. 1. Схема раскроя секций послойной влажности при толщине пиломатериала до 32 мм

Показатель перепада влажности по толщине δW , %, рассчитывали по формуле

$$\delta W = W_{ц} - W_{пов}, \quad (2)$$

где $W_{ц}$ – влажность центрального слоя, %; $W_{пов}$ – влажность поверхностного слоя, %.

Остаточные внутренние напряжения контролировали с помощью силовых секций, которые выпиливают из контрольных досок рядом с секциями влажности. Секции после их выпилки и выдержки в сушильном шкафу при температуре $103 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 2–3 ч раскраивали на двузубые гребенки по схеме, приведенной на рис. 2.

Условным показателем внутренних напряжений считается относительная деформация зубцов f , %, вычисляемая для каждой секции по формуле

$$f = \frac{100 \cdot (S - S_1)}{2 \cdot l}, \quad (3)$$

где S , S_1 – размеры секции, указанные на рис. 2, мм; l – длина зубца, мм.

Показатели качества, определенные по приведенным выше методикам, сравнивали с нормативными значениями, данными в технических документах в [1], в результате чего определяли категорию качества сушки.

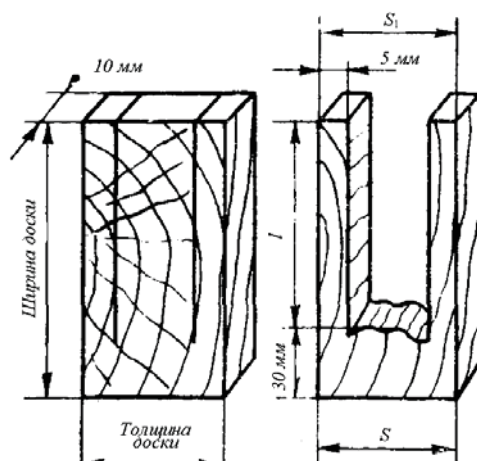


Рис. 2. Схема раскроя силовой секции при толщине доски до 40 мм

Результаты исследований. Режим сушки сосновых пиломатериалов толщиной 25 мм в сушильной камере фирмы Chathild приведен в табл. 1.

Таблица 1

Режим сушки пиломатериалов из древесины сосны толщиной до 35 мм в камерах Chathild

Стадия сушки	Влажность древесины, %	Температура агента сушки, °C	Равновесная влажность, %
Начальный нагрев	начальная	60	14,0
Прогрев	начальная	65	12,0
Сушка	>50	68	10,0
	50–40	70	9,1
	40–35	70	8,7
	35–30	70	7,9
	30–27	72	7,0
	27–24	72	6,3
	24–21	75	5,5
	21–18	75	4,9
Кондиционирование	18–15	75	4,3
	15–12	80	3,9
	12–8	80	3,4
Кондиционирование	конечная	73	–
Охлаждение	конечная	40	–

Результаты определения показателей качества сушки обобщены в табл. 2.

Сравнивая достигнутые при сушке показатели качества с нормативными значениями, отметим следующее. По показателям средней конечной влажности отклонения от средней влажности и перепада влажности по толщине высушенные пиломатериалы соответствуют I категории качества. Однако показатель остаточных внутренних

напряжений превышает нормативные требования: для II категории качества – в 5,8 раза, для I категории качества – в 7,7 раза.

Полученные результаты говорят о следующем. Во-первых, технические возможности камеры находятся на высоком уровне и с запасом гарантируют достижение требуемых значений зависящих от них показателей качества сушки. Во-вторых, используемый в камерах Chathild режим сушки не в состоянии обеспе-

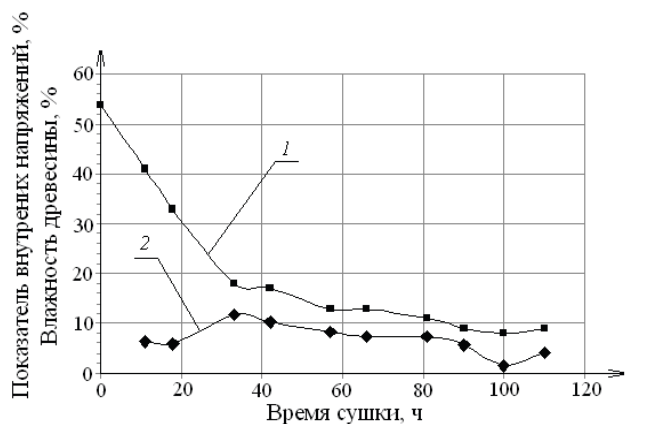
чить величину внутренних напряжений в древесине на допустимом уровне.

С учетом полученного результата представляло интерес рассмотреть динамику возникновения и развития внутренних напряжений в древесине при сушке пиломатериалов по режиму фирмы Chathild. Исследование проводили на двух параллельных образцах. Графические зависимости условного показателя внутренних напряжений и влажности древесины показаны на рис. 3.

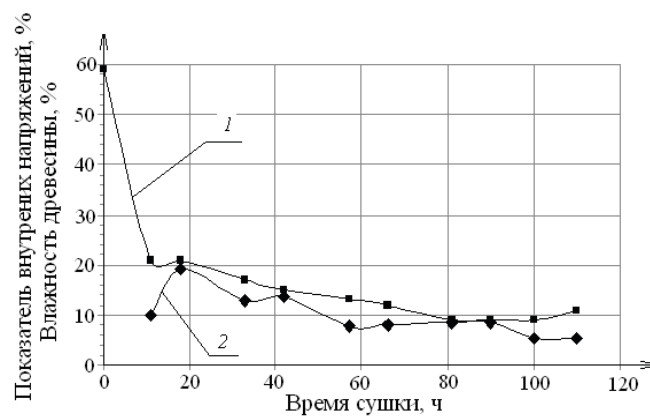
Таблица 2

Показатели качества сушки пиломатериалов, высушенных в камерах Chathild

Показатели качества	Значение показателей		Норматив для категории качества		
	Отдельных образцов	Среднее	I	II	III
1. Средняя конечная влажность, %	8,5; 8,8; 9,5; 7,5; 7,8; 7,8; 8,3; 9,1; 10,7	8,7	7–10	7–15	10–15
2. Отклонение влажности отдельных досок от средней влажности штабеля, %, не менее	–	1,9	2,0	3,0	4,0
3. Перепад влажности по толщине пиломатериалов, %, не более	0,11; 0,17; 0,22; 0,61; 0,00; 0,25	0,23	2,0	3,0	3,5
4. Условный показатель остаточных напряжений, %, не более	8,00; 13,30; 8,10; 14,40; 14,90; 9,70; 12,10; 11,50; 11,80	11,5	1,5	2,0	–



а



б

Рис. 3. Изменение средней влажности (1) и внутренних напряжений (2) при сушке древесины в камерах Chathild: а – контрольный образец А; б – контрольный образец Б

Анализируя приведенные графики, можно сделать следующие замечания. Несмотря на некоторые отличия, в общем характер кривых изменения средней влажности и внутренних напряжений для обоих образцов схож. Рассмотрев кривые изменения средней влажности древесины, можно выделить два этапа сушки. Во время первого происходит быстрое удаление свободной влаги из древесины, при этом к концу первого этапа наружные слои имели влажность около 20%, что значительно меньше предела насыщения клеточных стенок. Во время второго этапа происходит удаление связанной влаги, этот этап продолжается гораздо дольше первого.

Внутренние напряжения в пиломатериалах в начале сушки увеличиваются, достигают максимального значения, а затем уменьшаются. Увеличение внутренних напряжений происходит на первом этапе сушки, и к концу его достигается максимум напряжений. На втором этапе происходит постепенное уменьшение величины внутренних напряжений.

На приведенных графиках показано, что при кондиционировании внутренние напряжения не снимаются.

Режим сушки сосновых пиломатериалов толщиной 31 мм в сушильной камере фирмы Secsea приведен в табл. 3. Результаты определения показателей качества сушки обобщены в табл. 4.

По показателям средней конечной влажности высушенные пиломатериалы соответствуют II категории качества, отклонения от средней влажности и перепада влажности по толщине – I категории качества. Показатель остаточных внутренних напряжений превышает нормативные требования: для II категории качества – в 2,8 раза, для I категории качества – в 3,7 раза.

На рис. 4 приведена графическая зависимость внутренних напряжений и влажности древесины в процессе сушки.

При анализе приведенного графика можно сделать вывод, что влажность и внутренние напряжения в древесине развиваются также, как на втором этапе сушки в камере Chathild.

Таблица 3

Режим сушки пиломатериалов из древесины сосны толщиной до 35 мм в камерах Secsea

Стадия сушки	Влажность древесины, %	Температура агента сушки, °С	Равновесная влажность, %
Начальный нагрев	начальная	45	18,0
Прогрев	начальная	45	16,0
Сушка	>70	45	15,6
	70–60	45	14,7
	60–50	48	14,0
	50–40	50	13,3
	40–30	50	12,7
	30–25	55	10,9
	25–20	55	8,3
	20–15	60	6,0
	15–12	60	3,8
	12–8	65	3,0
Кондиционирование	конечная	65	–
Охлаждение	конечная	40	–

Таблица 4

Показатели качества сушки пиломатериалов, высушенных в камерах Secsea

Показатели качества	Значение показателей		Норматив для категории качества		
	Отдельных образцов	Среднее	I	II	III
1. Средняя конечная влажность, %	9,8; 10,4; 12,4; 11,8; 11,5; 12,1; 10,6; 10,9; 11,6	11,2	7–10	7–15	10–15
2. Отклонение влажности отдельных досок от средней влажности штабеля, %, не менее	–	1,7	2,0	3,0	4,0
3. Перепад влажности по толщине пиломатериалов, %, не более	0,38; 0,30; 0,46; 0,60; 0,20; 0,10	0,34	2,0	3,0	3,5
4. Условный показатель остаточных напряжений, %, не более	5,60; 8,55; 6,58; 1,95; 8,33; 7,06; 5,10; 5,19; 1,29	5,5	1,5	2,0	–

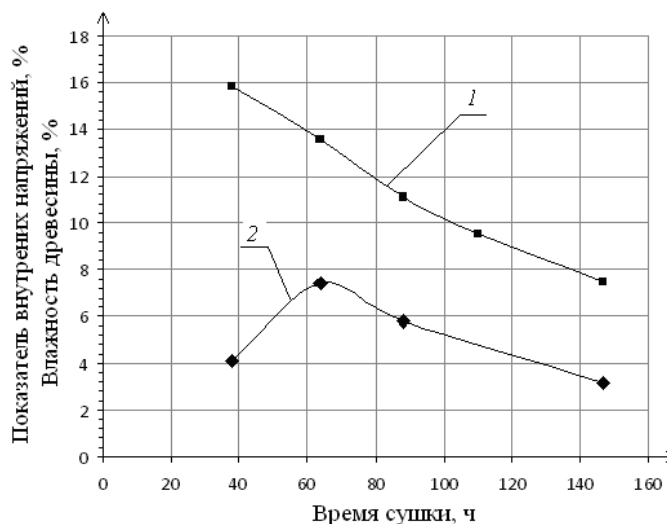


Рис. 4. Изменение средней влажности (1) и внутренних напряжений (2) при сушке древесины в камере Secea

Заключение. Исследован процесс сушки пиломатериалов в сушильных камерах Chathild и Secea по режимам, предложенным фирмами-производителями. Установлено, что по показателям средней конечной влажности, отклонениям конечной влажности отдельных досок от средней влажности штабеля и перепада влажности по толщине высушенные пиломатериалы соответствуют I категории качества сушки. Однако условный показатель остаточных напряжений в древесине, высушенной в камере Chathild, составил 11,5%, а в камере Secea – 5,5%, что в 2,8–7,7 раза превышает норматив-

ные требования. Изучена динамика возникновения и развития внутренних напряжений в древесине во время сушки. Показано, что технологическая операция кондиционирования не устраняет остаточные внутренние напряжения в высушенном материале.

Литература

1. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины / ЦНИИМОД. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. – 140 с.

Поступила 01.04.2010