

П.В.Любовицкий

СУШКА ДРЕВЕСИНЫ С ЦИКЛОВЫМ ПРОГРЕВОМ

*Опыт
работы
предприятий*

1056920



Москва
"Лесная промышленность"
1986

УДК 674.047.3: 66.047.3

Любовицкий П.В. Сушка древесины с цикловым прогревом (Опыт работы предприятий). — М.: Лесн. пром-сть, 1986. — 56 с.

Изложены оптимальные режимы сушки древесины с цикловым прогревом, основанные на законе термодиффузии. Дан метод расчета продолжительности циклов прогрева и охлаждения материала и количества их по ступеням режима. Оптимальность режимов проведена в производственных условиях.

Для мастеров и высококвалифицированных рабочих, обслуживающих сушильные камеры деревообрабатывающей промышленности.

Табл. 9, ил. 9, библиогр. — 7 назв.

Рекомендовано к изданию Техническим управлением Минлесбумпрома СССР.

Л 3002000000 — 066
----- 11-86
037(01) — 86

ВВЕДЕНИЕ

Сушка древесины — важное звено в технологическом процессе ее механической обработки, так как с понижением влажности увеличивается прочность древесины, уменьшается масса, следовательно, повышается транспортабельность, улучшаются биологические свойства — стойкость против загнивания, поражения дереворазрушающими грибами и насекомыми. Сухая древесина значительно лучше склеивается и отделяется, чем сырая.

В основу данной книги положены режимы с цикловым прогревом, разработанные на принципах закона термодиффузии (а.с. № 620766, СССР). Они являются самыми эффективными и оптимальными из всех существующих, учитывающими все факторы, влияющие на процесс сушки. Эти режимы проверены в производственных условиях на ряде предприятий (Экспериментальный мебельный комбинат "Интурист" производственного объединения "Севзапмебель", Приозерский ДОЗ филиала Ленинградского производственного мебельно-деревобработывающего объединения "Ладога", Одинцовский комбинат мебельных деталей, Дубровский ДОК и др.) и дали положительные результаты в отношении сокращения продолжительности сушки и повышения ее качества.

Кроме того, при данных режимах отпадает необходимость: частого захода в камеру при высоких температуре и влажности воздуха для взятия проб на текущую влажность материала в процессе сушки, что является немаловажным с точки зрения охраны труда; промежуточных и конечных термообработок и кондиционирования влажности древесины после ее сушки в целях удаления сверхдопустимых внутренних напряжений, так как последние не должны иметь места при этих режимах; постройки специальных камер для кондиционирования влажности материала.

Процесс сушки ведется по продолжительности циклов прогрева и охлаждения, предусмотренной в режимах, приведенных в приложениях 2 и 3. Сушильщик как основное лицо в проведении сушки должен хорошо знать свойства древесины и воздуха (агента сушки), конструкцию сушильного устройства, уметь правильно вести процесс сушки. Успех работы сушильной камеры зависит в основном от качества ее обслуживания.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ И АГЕНТЕ СУШКИ

Влажность древесины и ее определение. Под влажностью древесины понимается количество содержания в ней влаги, выраженное в процентах по отношению к массе абсолютно сухой древесины. Влажность

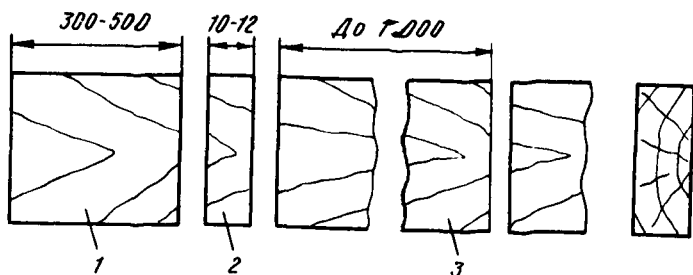


Рис. 1. Выпиливание секции влажности:
1 — торцовая часть; 2 — секция влажности; 3 — контрольный образец

определяется двумя способами — электрическим (при помощи электро-влажгомера) и весовым.

Первым способом влажность древесины определяется довольно быстро, а второй способ требует много времени — до 8 ч, но он более точен; влажность в этом случае определяется по формуле

$$W = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где m — начальная масса секции влажности в сыром состоянии; m_1 — масса той же секции в абсолютно сухом состоянии.

Секции влажности выпиливают из наиболее влажного во всей партии материала. Толщина секции должна быть 10–12 мм (рис. 1). Секция сушится в сушильном шкафу до абсолютно сухой массы при температуре не выше 105°C.

Влага в древесине находится в двух состояниях — свободном и гигроскопическом (связанном). Свободная влага содержится в полостях клеток древесины, гигроскопическая — в ее волокнах (стенках клеток).

При сушке в первую очередь испаряется свободная влага, а затем гигроскопическая, испаряемая труднее. В этот период происходит усушка древесины и изменение ряда других ее свойств.

Состояние древесины, при котором волокна клеток максимально насыщены влагой, а свободная влага удалена, называется точкой насыщения волокон. Она находится в пределах 25–30%. Влажность, к которой стремится древесина при высыхании или увлажнении в воздухе определенного состояния, называется равновесной W_p и определяется по диаграмме равновесной влажности (рис. 2). Устойчивая влажность W_y при сорбции равна равновесной минус 2,5%, т. е. $W_y = W_p - 2,5\%$.

Влажность воздуха и его влагоемкость. Сушка древесины осуществляется при помощи нагретого воздуха, поэтому необходимо знать свойства и способы определения его состояния.

Атмосферный воздух, как известно, состоит из смеси сухого возду-

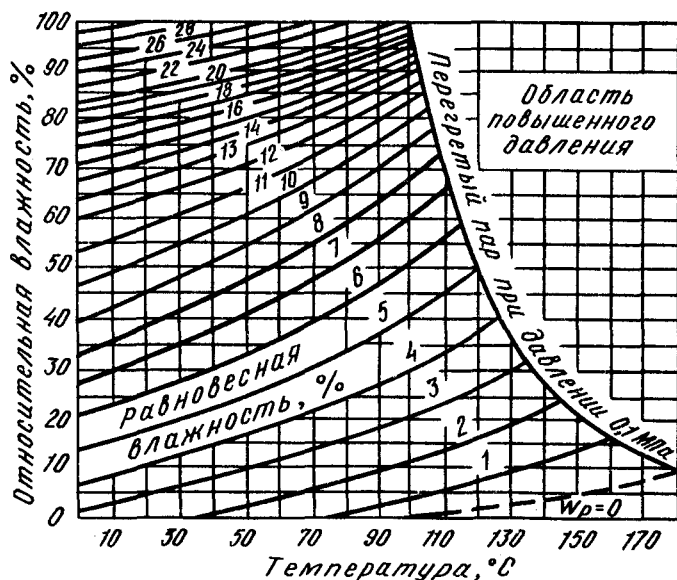


Рис. 2. Диаграмма равновесной влажности древесины

ха и водяного пара. Воздух, содержащий в себе при той же температуре наибольшее количество водяного пара, называется насыщенным.

Масса водяных паров в граммах, насыщающих 1 м^3 воздуха, называется влагоемкостью воздуха. Влагоемкость воздуха не постоянна, она резко увеличивается с повышением температуры.

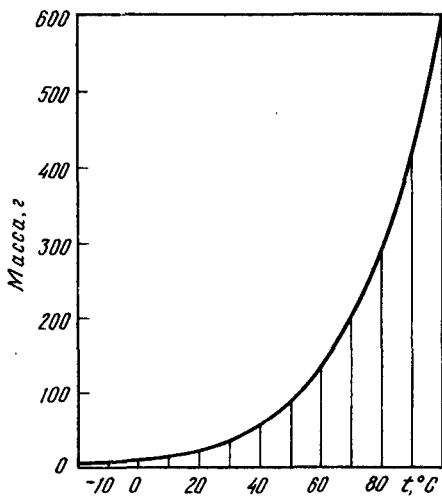


Рис. 3. Зависимость влагоемкости воздуха от температуры

На рис. 3 показана зависимость влагоемкости воздуха от температуры. Из рисунка видно, что с повышением температуры способность воздуха поглощать влагу быстро растет.

Масса водяных паров, $г/м^3$, воздуха называется абсолютной влажностью воздуха. Если абсолютная влажность воздуха равна его влагоемкости при данной температуре, то воздух насыщен.

Температура, при которой охлаждаемый воздух достигает состояния насыщения, называется температурой точки росы. При дальнейшем охлаждении часть водяных паров начнет конденсироваться.

Более удобно определять не абсолютную влажность воздуха, а отношение его абсолютной влажности к влагоемкости при той же температуре. Это отношение называется относительной влажностью воздуха и обозначается буквой φ , %:

$$\varphi = \frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $m_{\text{п}}$ — масса водяного пара в $1 м^3$ влажного воздуха (абсолютная влажность), $кг/м^3$; $m_{\text{н}}$ — масса водяного пара насыщенного воздуха (влагоемкость), $кг/м^3$, при той же температуре.

Основной прибор для определения температуры и влажности воздуха в сушильных камерах — психрометр, состоящий из двух ртутных технических термометров, один из которых увлажняется с помощью марли, опущенной в воду. Термометры должны быть хорошо согласованы в показаниях между собою и обладать достаточной точностью.

Психрометры устанавливают так, чтобы они показывали состояние воздуха, поступающего в штабель материала. Не следует устанавливать психрометр рядом с калорифером, на линии действия пропарочных труб и в местах подсоса свежего воздуха.

Для определения относительной влажности воздуха служит психрометрическая таблица (см. приложение 1).

Барометрическое давление, определяемое барометром, состоит из суммы парциальных давлений сухого воздуха и водяных паров:

$$P = P_{\text{в}} + P_{\text{п}}, \quad (3)$$

где P — барометрическое давление (в среднем $P = 745$ мм рт.ст.); $P_{\text{в}}$ — парциальное давление сухого воздуха; $P_{\text{п}}$ — парциальное давление водяного пара.

Чем больше масса пара в воздухе, тем больше его парциальное давление. С повышением температуры парциальное давление водяного пара, насыщающего пространство, сильно возрастает.

Плотность влажного воздуха, $кг/м^3$, складывается из плотности воздуха и водяного пара и определяется выражением

$$\rho = \rho_{\text{в}} + \rho_{\text{п}}; \quad (4)$$

где $\rho_{\text{в}}$ — плотность воздуха, кг/м^3 ; $\rho_{\text{п}}$ — плотность водяного пара, кг/м^3 .

Плотность воздуха значительно меняется при изменении его температуры и влажности. С повышением температуры при постоянной относительной влажности плотность воздуха уменьшается — воздух становится легче. Когда увеличивается относительная влажность воздуха при постоянной температуре, плотность уменьшается.

СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ И ОСНОВНОЕ ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

Классификация конвекционных сушильных камер. При сушке пиломатериалов применяются только конвекционные сушильные камеры, в которых подача тепла к материалу осуществляется конвекцией воздуха.

Сушильной камерой называется устройство для тепловой сушки древесины при помощи нагретого воздуха или газа.

Конвекционные сушильные камеры бывают периодического и непрерывного действия, подразделяющиеся на паровые и газовые, которые в свою очередь делятся на камеры с искусственной и естественной циркуляцией.

Камеры периодического действия паровые с искусственной циркуляцией: ВТИ, ВИАМ-II, ЦНИИМОД-23, ЦНИИМОД-30, ЛТА (скоростная), ЦНИИМОД (эжекционная), ЛТА (эжекционно-реверсивная), ТП (№ 411-2-46), СВП-62, СВП-62М, СПЛК-2, СПМ-2К, „Гипродрев-ЛТА”, „Урал-72”, ЦНИИМОД-39, ВНИИДМАШ, ВИАМ-40, КБ ММСК-1, ВПКТИМ, ЛатНИИЛХП, СПЛК-1, МТИ, ПАП-32.

Камеры периодического действия паровые с естественной циркуляцией: Пекар, Грум-Гржимайло.

Камеры периодического действия газовые с искусственной циркуляцией: ЦНИИМОД-53, ВТИ, Кречетова (эжекционная).

Камеры периодического действия газовые с естественной циркуляцией: с огневым калорифером.

Камеры непрерывного действия паровые с искусственной циркуляцией: ЦНИИМОД-25, ЦНИИМОД-26, ЦНИИМОД-32, ЦНИИМОД-34, ЦНИИМОД-49, ЦНИИМОД-56, ЦНИИМОД-ЛТА, ЦНИИМОД-24, НБ-2, НБ-1, ЛатНИИЛХП, СП-5КМ, „Валмет”, НС-4.

Камеры непрерывного действия паровые с естественной циркуляцией: Селюгина, Некар.

Камеры непрерывного действия газовые с искусственной циркуляцией: ЦНИИМОД — Кречетова, Кречетова.

Сушильные камеры отличаются друг от друга устройством и расположением калориферов, конструкцией вентиляторов, устройством

и размещением приборов внешнего воздухообмена, размерами и числом загружаемых штабелей.

Как видно из классификации, систем камер создано очень много, что объясняется стремлением к их усовершенствованию. В промышленности наряду с новыми эксплуатируются и сушильные камеры с естественной циркуляцией воздуха сравнительно устаревших конструкций, которые, однако, дают удовлетворительное качество сушки и ценны для сушки пиломатериалов крупных сечений из твердых лиственных и хвойных пород древесины.

Любая система камер с удовлетворительными показателями не даст хороших результатов, если отсутствуют оптимальные режимы.

Рассматривать технические характеристики сушильных камер в данной книге нет необходимости. Эти вопросы для работников сушильного хозяйства не являются основными, они достаточно освещены в соответствующей технической литературе.

Основное оборудование сушильных камер. Паровые к а л о р и ф е р ы. Калориферы служат для нагревания воздуха в камере и располагаются внутри камеры и вне ее. Они изготавливаются из ребристых или гладких газовых труб. Для возможности изменения величины рабочей поверхности калориферы изготавливаются из нескольких частей, каждая из которых может быть включена или выключена при необходимости. Применяют также пластинчатые калориферы.

К о н д е н с а т о о т в о д ч и к и. Конденсатоотводчики предназначены для автоматического отвода конденсата из калориферов. Конденсатоотводчик устанавливают в общую сеть камеры для спуска конденсата из калорифера. Кроме того, после конденсатоотводчика подключается контрольная трубка с вентилем для проверки исправности конденсатоотводчика.

У в л а ж н и т е л ь н ы е т р у б ы. Служат для пуска пара в камеру с целью повышения влажности воздуха. Их запорные вентили и отверстия в трубе должны быть в полной исправности для равномерности впуска пара по всей длине камеры.

В е н т и л ь т о р ы. Процесс сушки обеспечивается циркуляцией воздуха. Этот процесс осуществляется естественным путем или при помощи вентиляторов.

Вентиляторы подразделяются на два основных типа — осевые и центробежные. Первые устанавливаются внутри камеры, а вторые — вне ее, в коридоре управления.

Осевой вентилятор при соответствующем устройстве или установке лопастей может подавать воздух в обе стороны камеры. Центробежный вентилятор не обладает этим свойством. Привод осевых и центробежных вентиляторов может быть осуществлен либо от шкива через ременную передачу, либо непосредственно от электродвигателя.

П р и т о ч н ы е и в ы т ы ж н ы е к а н а л ы. Эти каналы служат

для удаления из камеры воздуха, более насыщенного влагой, и притока свежего воздуха взамен удаленного. Такой процесс называется воздухообменом.

Отверстие приточного канала выведено в подвальную часть коридора управления и снабжено заслонкой для регулирования подачи в камеру свежего воздуха. Вытяжные каналы выведены в сборочный канал, переходящий в вытяжную трубу, которая расположена в задней части камеры и поднимается за пределы кровли. Вытяжная труба снабжена шибером для регулирования выброса более влажного воздуха.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР

Ртутные термометры. Ртутные термометры подразделяются на технические и контрольные.

Технические термометры служат для контроля температуры воздуха (агента сушки) и относительной влажности его. Они бывают прямые (рис. 4, а) и угловые (рис. 4, б). Длина от 85 до 1000 мм. Действие их основано на тепловом расширении ртути или спирта в стеклянном баллоне. Контрольные термометры (рис. 4, в) служат для проверки технических термометров и отличаются повышенной точностью.

Психрометр. Психрометр состоит из двух технических термометров (рис. 5), один из которых увлажняется с помощью марли, опущенной в воду. Вода для увлажнения марли должна быть дистиллированной или конденсатной и отфильтрованной от механических примесей. Марлю обновляют регулярно не реже 1 раза в месяц. Психрометр служит для

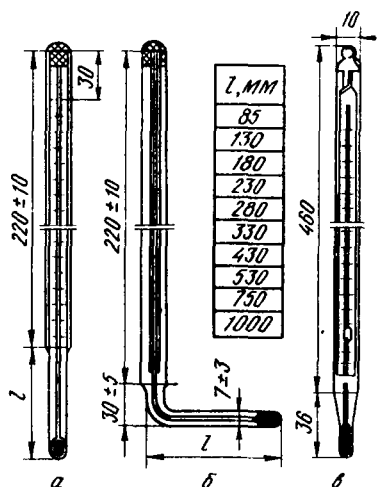


Рис. 4. Типы ртутных термометров: а — технический прямой; б — технический угловой; в — контрольный

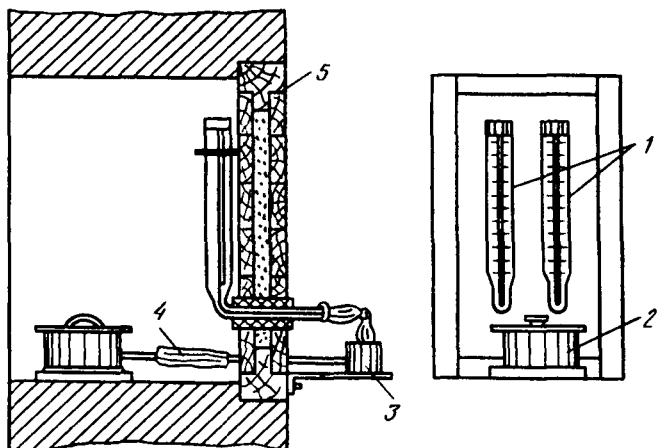


Рис. 5. Настенный психрометр из угловых термометров:

1 – угловые технические термометры; 2 – латунная ванночка; 3 – латунный сосуд для увлажнения марли; 4 – муфта; 5 – деревянная стенка с утеплением из асбеста

определения температуры и влажности воздуха в камере. Разность между показаниями сухого и смоченного термометров называется психрометрической. Для определения относительной влажности воздуха по показаниям психрометров служит психрометрическая таблица (приложение 1).

Электронный влагомер. Электровлагомер предназначен для определения абсолютной влажности материала в диапазоне от 6 до 100 %.

Дистанционные приборы. Дистанционные приборы применяются для контроля состояния воздуха в сушильных камерах на расстоянии от них. К ним относятся манометрические термометры.

Действие манометрического термометра основано на свойстве газа (азота), пара и жидкости (хлористого этила) изменять свое давление в зависимости от температуры. Прибор может записывать на специальном диаграммном бланке изменение температуры в камере. Такой прибор называется самопишущим термографом.

Дистанционный контроль режима с применением самопишущих приборов является первым этапом автоматизации процесса сушки.

Автоматические регуляторы процесса сушки. Автоматическим регулятором называется устройство, поддерживающее без вмешательства человека параметры режима сушки (температуру и относительную влажность сушильного агента). Этот метод контроля ведения процесса сушки является современным и прогрессивным, но для исполнения его нужны подготовленные кадры, хорошо знающие данный прибор.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

РЕЖИМЫ СУШКИ

Понятие о режимах и построении их. Режимы сушки называются расписания, определяющие постепенное изменение температуры в камере, влажности воздуха в ней в зависимости от влажности материала.

Приводимые в табл. 1–3 режимы построены на законе термодиффузии в виде циклового прогрева и охлаждения сушимого материала, осуществляемых по ступеням режима, с учетом факторов, влияющих на процесс сушки, и с увязкой их параметров с диаграммой равновесной влажности.

Весь процесс сушки разбит по влажности материала на две ступени — с диапазоном от начальной до 20 % и ниже 20 % и с диапазоном от начальной до 25 % и от 25 до 18 %, в зависимости от назначения материала. Каждая ступень имеет свои параметры режима.

Выбор режимов для пиломатериалов, подлежащих сушке, осуществляется в зависимости от толщины, породы древесины и назначения пиломатериалов (табл. 2).

Режимы сушки, приведенные в приложениях 2 и 3, обеспечивают необходимое качество сушки и оптимальную производительность су-

1. Режимы сушки пиломатериалов с цикловым прогревом в камере периодического действия

Опера- ция	W, %	Параметры режима								
		t_c^{**}	Δt^{***}	φ	t_c	Δt	φ	t_c	Δt	φ
		Режим 1			Режим 2			Режим 3		
НО		103	0/3*	100/91*	100	0/3*	100/90*	97	0/3*	100/90*
ЦО	> 20	93	7	76	90	7	75	87	6	78
ЦП		103	8	75	100	8	74	97	6	80
ЦО		93	7	76	90	7	75	87	6	78
ЦО	< 20	83	22	36	80	22	35	77	20	38
ЦП		93	24	36	90	24	35	87	22	37
ЦО		83	22	36	80	22	35	77	20	38
КО		80	0	100	80	0	100	77	0	100
		Режим 4			Режим 5			Режим 6		
НО		94	0/3*	100/90*	91	0/3*	100/89*	88	0/3*	100/89*
ЦО	> 20	82	6	77	79	5	80	76	5	80
ЦП		94	7	76	91	5	81	88	5	81
ЦО		82	6	77	79	5	80	76	5	80
ЦП	< 20	70	20	35	67	18	38	64	18	37
ЦП		82	22	36	79	19	40	76	20	38
ЦО		70	20	35	67	18	38	64	18	37
КО		70	0	100	67	0	100	64	0	100

Опера- ция	W, %	Параметры режима								
		t_c^{**}	Δt^{***}	φ	t_c	Δt	φ	t_c	Δt	φ
		Режим 7			Режим 8			Режим 9		
НО		85	0/3*	100/88*	82	0/3*	100/88*	79	0/3*	100/88*
ЦО	> 20	73	4	83	70	4	83	67	3	86
ЦП		85	4	84	82	4	84	79	3	88
ЦО		73	4	83	70	4	83	67	3	86
ЦО	< 20	61	16	40	58	16	39	55	14	43
ЦП		73	18	40	70	18	39	67	16	43
ЦО		61	16	40	58	16	39	55	14	43
КО		61	0	100	58	0	100	55	0	100
		Режим 10			Режим 11			Режим 12		
НО		76	0/3*	100/87*	73	0/3*	100/87*	70	0/3*	100/87*
ЦО	> 20	61	3	86	58	2	90	55	2	90
ЦП		76	3	87	73	2	91	70	2	91
ЦО		61	3	86	58	2	90	55	2	90
ЦО	< 20	46	14	38	43	12	42	40	12	40
ЦП		61	17	37	58	15	42	45	13	40
ЦО		46	14	38	43	12	42	40	12	40
КО		46	0	100	43	0	100	40	0	100
		Режим 13			Режим 14			Режим 15		
НО		92	0/3*	100/90*	89	0/3*	100/90*	86	0/3*	100/88*
ЦО	> 25	82	8	71	79	6	77	74	4	84
ЦП		92	9	70	89	6	78	86	4	84
ЦО		82	8	71	79	6	79	74	4	84
ЦО	25-18	72	10	62	69	8	68	62	6	74
ЦП		82	11	62	79	8	70	74	6	76
ЦО		72	10	62	69	8	68	62	6	74
КО		72	0	100	69	0	100	62	0	100
		Режим 16			Режим 17			Режим 18		
НО		83	0/3*	100/88*	130	30	35	125	26	41
ЦО	> 25	71	2	91	120	30	35	115	24	42
ЦП		83	2	92	130	30	35	125	26	41
ЦО		71	2	91	120	30	35	115	24	42
ЦО	25-18	59	4	81	110	30	32	105	24	39
ЦП		71	4	83	120	32	32	115	26	38
ЦО		59	4	81	110	30	32	105	24	39
КО		59	0	100	110	10	69	105	4	88

Опера- ция	W, %	Параметры режима								
		t_c^{**}	Δt^{***}	φ	t_c	Δt	φ	t_c	Δt	φ
		Режим 19			Режим 20			Режим 21		
НО		120	20	50	115	16	58	110	10	69
ЦО	> 25	108	18	51	103	13	62	95	9	70
ЦП		120	20	50	115	14	61	110	10	69
ЦО		108	18	51	103	13	62	95	9	70
ЦО	25-18	96	17	51	93	12	62	80	8	70
ЦП		108	18	51	103	13	62	95	9	70
ЦО		96	17	51	93	12	62	80	8	70
КО		96	6	81	93	2	93	80	1	96

* В знаменателе — при длительной атмосферной сухке. ** Температура по сухому термометру. *** Разность показаний между сухим (t_c) и смоченным (t_m) термометрами.

У слов н ы е о б о з н а ч е н и я: НО — начальная обработка, ЦО — цикло-вое охлаждение, ЦП — цикловой прогрев, КО — конечная обработка.

шильных камер. Кроме того, отпадает необходимость промежуточных и конечных влаготеплообработок в целях удаления сверхдопустимых внутренних напряжений. На эти операции в зависимости от толщины пиломатериалов и породы древесины тратится от 2 до 80 ч (П.С. Сер-говский "Гидротермическая обработка древесины", 1975, с.195, табл. 11).

При применении этих режимов отпадает также необходимость неод-нократных заходов в камеру во время проведения процесса сушки для взятия образцов на проверку влажности материала, что очень важ-но с точки зрения охраны труда.

СУЩНОСТЬ ЦИКЛОВОГО ПРОГРЕВА

Сущность этой операции заключается в том, что общее время сушки по ступеням режима делится на циклы прогрева материала и его охлаж-дения по нормативной их продолжительности из расчета 2 ч на 1 см толщины материала. Температурный разрыв между циклами прогрева и охлаждения принят в пределах 10–15°C. Циклы прогрева и охлажде-ния во время процесса сушки чередуются между собой.

Таким образом, при применении циклового прогрева создаются благоприятные условия непрерывного потока влаги от центра древесины к ее поверхности за счет парциального давления водяных паров, зави-сящего от двух факторов — разности влажности в центре древесины и на ее поверхности и разности температур в тех же точках, обуслов-ленной законом термодиффузии.

2. Выбор режимов для пиломатериалов

Порода древесины	Хвойные породы						Лиственные породы					
	Номер режима при толщине, мм											
	До 22	23–35	36–50	51–75	76–95	95	До 22	23–35	36–50	51–75	75	
Сосна, ель	13	14	15	Категория 0 – сушка до транспортной влажности								16
Сосна, ель, пихта, кедр	4	5	6	Категория 1 – высококачественная сушка								7
Дуб, орех, вишня	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Бук, ясень, клен, ильм, тополь, граб, береза, лиственница	–	–	–	–	–	–	5	6	7	8	9	
Сосна, ель, пихта, кедр	3	4	5	Категория II – повышенное качество сушки								6
Дуб, орех, вишня	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Бук, ясень, клен, ильм, тополь, граб, береза, лиственница	–	–	–	–	–	–	4	5	6	7	8	
Сосна, ель, пихта, кедр	2	3	4	Категория III – среднее качество сушки								5
Дуб, орех, вишня	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Бук, ясень, клен, ильм, тополь, граб, береза, лиственница	–	–	–	–	–	–	3	4	5	6	7	
Сосна, ель	1	2	3	Категория IV – сушка в камерах периодического действия								4
Береза, лиственница, осина	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Сосна, ель	17	18	19	Категория IV – сушка в высокотемпературных камерах								20
Береза, лиственница, осина	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

3. Режимы сушки пиломатериалов хвойных пород древесины в камерах непрерывного действия с применением циклового прогрева

№ режима	Толщина, мм	Операция	Параметры режима в сухом конце камеры		
			t_c	Δt	φ
1	До 22	ЦП	92	5	82
		ЦО	80	5	80
		ЦП	92	6	79
		ЦО	80	6	77
2	23–35	ЦП	88	4	85
		ЦО	76	4	84
		ЦП	88	5	81
		ЦО	76	5	80
3	36–50	ЦП	84	3	88
		ЦО	72	3	87
		ЦП	84	4	84
		ЦО	72	4	83
4	> 50	ЦП	80	2	92
		ЦО	68	2	91
		ЦП	80	3	88
		ЦО	68	3	87

Примечание. Начальная влажность $W_n = 30\%$, конечная $W_k = 18\%$. Относительная влажность воздуха в сыром конце камеры $\varphi_2 = 92\%$.

Первый фактор в процессе сушки, как правило, всегда имеет место, но эффективность его зависит от второго фактора и способа построения температурных параметров режима по его ступеням.

Второй фактор во всех существующих режимах действует на всем протяжении процесса сушки отрицательно, так как температурные параметры режима по его ступеням построены неправильно — по восходящей. В силу этого температура на поверхности высушиваемой древесины всегда выше, чем в ее центре, а поэтому по закону термодиффузии влага в древесине будет стремиться от поверхности к центру. В этом случае продолжительность сушки увеличивается и качество ее снижается.

При применении в режимах циклового прогрева оба фактора удаления влаги из древесины будут действовать одновременно и в одном направлении с максимальной эффективностью. В этом случае продолжительность сушки сокращается и качество ее повышается за счет отсутствия сверхдопустимых внутренних напряжений.

В излагаемых режимах температурные параметры по ступеням построены по нисходящей закономерности. Это устраняет основные недостатки в существующих режимах, совершенствует их и сокращает количество циклов прогрева.

Определение продолжительности прогрева, охлаждения материала и количества циклов. Продолжительность прогрева $\tau_{\text{п}}$, ч, охлаждения $\tau_{\text{о}}$, ч, и количество циклов $n_{\text{ц}}$ определяются следующими расчетами. Продолжительность прогрева и охлаждения определяется по формуле

$$\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{о}} = Fo R^2/a, \quad (5)$$

где R – радиус тела (расстояние от поверхности материала до середины его толщины), м; a – коэффициент температуропроводности ($a = 0,0005$); Fo – безразмерный критерий Фурье; определяется по номограмме Д.В. Будрина (рис. 6) в зависимости от температурного критерия нагрева $\theta_{\text{п}}$, охлаждения материала $\theta_{\text{о}}$ и безразмерного критерия Био (Bi).

Значения $\theta_{\text{п}}$ и $\theta_{\text{о}}$ определяются по формулам:

$$\theta_{\text{п}} = \frac{(t_{\text{ср}} - t)}{t_{\text{ср}} - t_0}; \quad (6) \quad \theta_{\text{о}} = \frac{(t - t_{\text{ср}})}{(t_0 - t_{\text{ср}})}, \quad (7)$$

где $t_{\text{ср}}$ – температура среды (агента сушки); t_0 – начальная температура материала, от которой осуществляется нагрев или охлаждение материала; t – текущая температура, до которой следует нагреть или охладить материал.

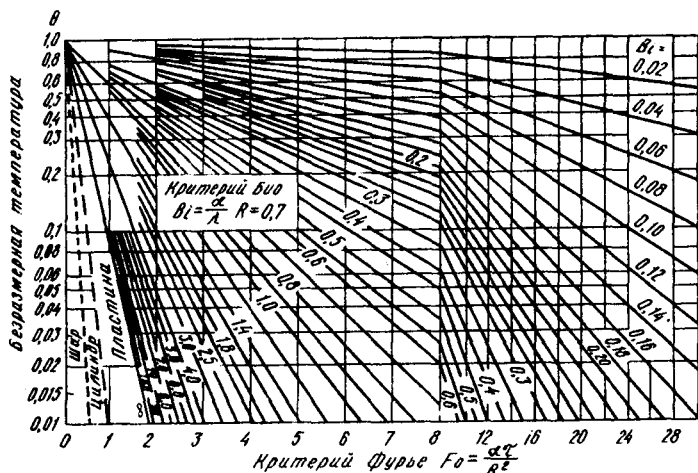


Рис. 6. Графическая зависимости Fo (θ , Bi) для середины неограниченной пластины, нагреваемой или охлаждаемой в газообразной среде

Как видно из рис. 6, величины $\theta_{\text{п}}$ и $\theta_{\text{о}}$ изменяются от 0 до 1. В наших условиях на каждой ступени режима $\theta_{\text{п}} = \theta_{\text{о}} = 0$.

Безразмерный критерий Bi определяется по формуле

$$Bi = a R/\lambda, \quad (8)$$

где a — коэффициент теплообмена; $a = 25,2 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$; λ — коэффициент теплопроводности ($\lambda = 0,18$); R — радиус тела (половина доски), м.

Как видно из формулы, величина Bi зависит от толщины материала. Количество циклов прогрева и охлаждения $n_{\text{ц}}$ определяется по формуле

$$n_{\text{ц}} = \tau_{\text{с}}/\tau_{\text{ц}}, \quad (9)$$

где $\tau_{\text{с}}$ — продолжительность сушки на соответствующей ступени режима; определяется по общеизвестной формуле $\tau_{\text{с}} = K_{\text{об}} 120$; здесь $K_{\text{об}}$ — общий поправочный коэффициент, 120 — продолжительность сушки условного материала в камерах принудительного действия, ч; $\tau_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла.

Поясним это на примере сушки обрезных сосновых пиломатериалов толщиной 50 мм с $W_{\text{н}} = 50\%$ и $W_{\text{к}} = 8\%$ на первой ступени режима № 5 (см. табл. 1) для производства мебели.

$$\theta_{\text{п}} = (t_{\text{ср}} - t)/(t_{\text{ср}} - t_0) = (91 - 91)/(91 - 79) = 0;$$

$$\theta_{\text{о}} = (t - t_{\text{ср}})/(t_0 - t_{\text{ср}}) = (91 - 91)/(79 - 91) = 0;$$

$$Bi = a R/\lambda = 6 \cdot 0,025/0,18 = 0,8.$$

Пользуясь значениями $\theta_{\text{п}}$, $\theta_{\text{о}}$, Bi и рис. 7, находим значение $Fo = 7,5$. Следовательно, продолжительность цикла нагрева или охлаждения будет

$$\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{о}} = Fo R^2/a = 7,5 \cdot 0,025^2/0,0005 = 9 \text{ ч.}$$

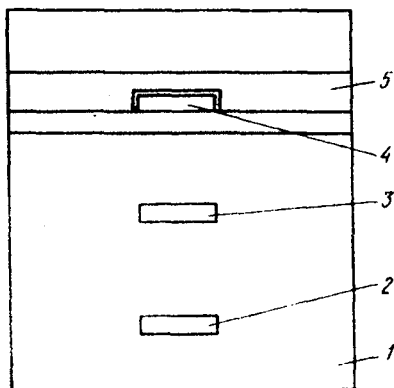
Отсюда количество циклов на первой ступени режима при $\tau_{\text{с}} = K_{\text{об}} \times 120 = 0,78 \cdot 120 = 94$ ч. Здесь $K_{\text{об}} = 0,78$ получается расчетным путем [см. формулу (11)]:

$$n_{\text{ц}} = \tau_{\text{с}}/\tau_{\text{ц}} = 94/9 = 9 \text{ циклов.}$$

Из них 4 цикла прогрева и 5 циклов охлаждения. Количество циклов необходимо рассчитывать так, чтобы их было нечетное количество.

Учитывая сложность данного расчета и большие затраты времени

Рис. 7. Схема закладки контрольных досок в штабель для определения текущей и конечной влажности материала: 1 — штабель; 2, 3, 4 — контрольные доски; 5 — прокладка с вырезом



на его выполнение, что в производственных условиях не всегда возможно, он произведен на все случаи и сведен в приложениях 2 и 3.

Укладка материала в сушильные штабеля и подготовка его к сушке. От правильной укладки материала в сушильные штабеля зависит качество и равномерность просыхания его по штабелю. Укладывать материал в штабеля следует только однородный — по породе, толщине и влажности его. Загрузка разных сортиментов допускается как исключение и только материала III категории качества сушки.

При данных предлагаемых режимах процесс сушки ведется по продолжительности циклов прогрева и охлаждения. В этом случае отпадает вопрос необходимости заготовки контрольных образцов и неоднократного захода в камеру при высоких температурах и высоких влажностях воздуха.

Готовность материала после сушки определяется по контрольным доскам или заготовкам, заложенным в штабель в трех местах по схеме (рис. 7). Доски или заготовки должны быть наиболее влажными из всей партии материала, подлежащего сушке. Чтобы они легко вынимались, над ними располагают прокладки с вырезом.

Подготовка сушильной камеры к работе. Перед пуском камеры в работу необходимо проверить состояние камеры и оборудования. Камера должна быть чистой. Двери ее должны плотно закрываться. Неудовлетворительное состояние их приводит к резкому увеличению расхода пара и нарушает процесс сушки.

Калориферы и паропроводы должны быть исправны. Для проверки их в систему при полностью открытых вентилях пускают пар. При выделении пара необходимо затянуть болты во фланцах или заменить прокладки. Пар следует пускать постепенно во избежание повреждения системы от гидравлических ударов. Исправные калориферы нагреваются в течение 10—12 мин. Вентили должны надежно перекрывать паровую систему. При полностью закрытых вентилях калориферы должны быть

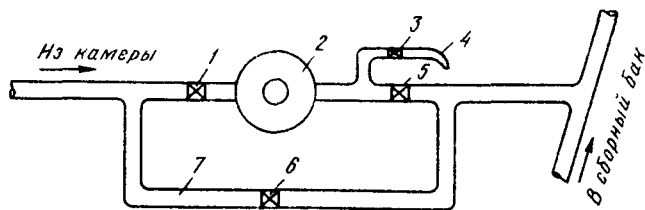


Рис. 8. Схема установки конденсатоотводчика

холодными. Перед пуском пара в систему необходимо предварительно включить в нее конденсатоотводчик.

Исправность конденсатоотводчика проверяют следующим образом (рис. 8). Вентиль 5 закрывают и открывают вентиль 3. При исправности конденсатоотводчика 2 конденсат выходит через контрольную трубку 4 толчками. Выход конденсата с паром указывает на его неисправность. В этом случае конденсатоотводчик отключают вентилями 1 и 5, а вентиль 6 на обходной трубе 7 приоткрывают. При таком положении камера может работать до замены конденсатоотводчика. В рабочем положении вентили 1 и 5 должны быть открыты, а вентили 3 и 6 полностью закрыты. Работа камер с неисправными конденсатоотводчиками не допускается.

Увлажнительную систему проверяют пуском в нее пара, который должен выходить из всех отверстий равномерно.

Вытяжные и приточные каналы должны быть исправны, их шиберы и заслонки должны плотно закрываться и удобно регулироваться. Если перекрытые приточные и вытяжные каналы парят, необходимо их отремонтировать или заменить закрывающие устройства.

Вентиляторы и моторы должны быть исправны и содержаться в чистоте.

Осматривают и подготавливают к работе психрометр. При необходимости сменяют марлю у смоченного термометра. Проверяют наличие чистой конденсационной воды в сосуде, питающей термометр.

Назначение режима сушки. Режим сушки назначается в соответствии с табл. 2 и приложениями 2 и 3 с учетом породы пиломатериала, подлежащего сушке, толщины, влажности, назначения и типа камеры, в которой должен осуществляться процесс сушки.

Пуск камеры в работу. Перед загрузкой материала в камеру следует продуть паровую систему при открытом вентиле на обходной трубе конденсатоотводчика, как это уже отмечалось выше. Пар в калорифер нужно пускать постепенным открытием парового вентиля. Спустя 5–10 мин после пуска пара в калорифер вентиль на обходной трубе конденсатоотводчика закрывают, и система начинает работать через него.

Начальная обработка материала. После загрузки камеры материал подвергается начальной обработке при полном открытии вентиля увлажнительной трубы и закрытых шиберов приточных и вытяжных каналов, так как начальная обработка должна проводиться в условиях, исключающих испарение влаги из древесины. Цель такой обработки — прогреть материал до температуры циклового прогрева первой ступени режима. Продолжительность начальной обработки и ее температурные параметры отражены в режимах. После этой операции переходят на цикловое охлаждение, так как начальная обработка является в то же время и цикловым прогревом, а после охлаждения переходят на цикловой прогрев. Таким образом, циклы прогрева и охлаждения должны чередоваться между собой на всех ступенях режима.

Наблюдение за процессом сушки и его регулирование. Наблюдение за параметрами режима в камере осуществляют с помощью психрометра

Ф о р м а 1

Контроль режима сушки
(пример)

Дата	Часы	Опера- ция	W, % по сту- пеням режи- ма	Параметры режима				Фактиче- ское дав- ление		
				задан- ные		фактиче- ские				
				t_c	Δt	t_c	Δt			
Доски сосновые обрезные толщиной 25 мм; $W_H = 50\%$, $W_K = 8\%$, П категория качества, режим № 4, заданное давление 0,35 МПа										
1.01.86	1	НО	> 20	94	0					
	2			94	0	20	0	0,3		
	3							—		
	4							50	1	0,3
	5							—		
	6							80	2	0,2
	7							—		
	8	ЦО		82	6	85	3	0,2		
	9			82	6	—				
	10					83	5	0,3		
	11					—				
	12					81	5	0,3		
	13					—				
	14	ЦП		94	7	83	6	0,3		
	15			94	7					

и т.д.

Подпись дежурного (дежурный сушильщик ставит подпись через каждый час).

Условные обозначения: НО — начальная обработка, ЦО — цикл охлаждения, ЦП — цикловой прогрев, КО — конечная обработка.

и производят через каждый час. Результаты наблюдений необходимо сразу же заносить в журнал контроля режима сушки по прилагаемой форме 1, предусмотренной для каждой камеры.

Как это практически осуществляется, покажем на примере сушки обрезных сосновых пиломатериалов для деталей мебели толщиной 25 мм с $W_n = 50\%$ и $W_k = 8\%$. Для сушки данного материала принимается режим № 4 по II категории качества сушки (приложение 2).

Отклонение влажности воздуха от заданной по режиму более вредно и опасно, чем отклонение температуры. Поэтому дежурный сушильщик должен внимательно следить за тем, чтобы независимо от колебания температуры влажность воздуха φ оставалась в камере постоянной. Допускается отклонение от заданной температуры $t = \pm 3^\circ\text{C}$, а отклонение психрометрической разности $\Delta t = \pm 1^\circ\text{C}$.

Температура воздуха в камере регулируется постепенным открытием или закрытием вентиля и шиберов.

Если камеры недостаточно герметичны, для поддержания в них влажности, заданной режимом, необходимо пускать пар через увлажнительные трубы. При этом приточно-вытяжная вентиляция должна быть тщательно закрыта.

Процесс сушки ведется при закрытых приточно-вытяжных трубах. Их открывают только для удаления избытка влаги и при закрытом вентиле увлажнительной трубы.

В случае аварийной остановки камеры или временного прекращения подачи пара вентиляционные каналы должны быть наглухо закрыты до восстановления параметров режима.

Промежуточная обработка материала. Промежуточная обработка материала применяется для уменьшения опасных внутренних напряжений в древесине, образовавшихся в процессе сушки. При режимах с цикловым прогревом и точном исполнении их эти дефекты не должны иметь места, поэтому эта операция исключается.

Операция промежуточной обработки очень ответственна и ее нужно проводить умело и осторожно, в противном случае материал может быть забракован.

Окончание процесса сушки и конечная обработка материала. Процесс сушки считается законченным, когда материал достигнет нормативной конечной влажности. Она определяется по секциям влажности, выпиленным из контрольных образцов, заложенных в штабель согласно схеме рис. 7, и (при необходимости) из других досок или заготовок из разных зон штабеля.

Количество контрольных проб на влажность от 3 до 6. Пробы берут перед началом последнего цикла прогрева последней ступени режима. Объясняется это тем, что сроки сушки фактически должны быть меньше расчетных.

При достижении конечной нормативной влажности материал под-

вергается конечной обработке. Температурные параметры и продолжительность конечной обработки отражены в режимах. При точном исполнении режима никаких других обработок не требуется.

После конечной обработки материал остается в камере для остывания. Во время остывания вентиляционные каналы должны быть открыты. Продолжительность остывания 2–10 ч, в зависимости от времени года, толщины, породы материала и утепления остывочного помещения. Категорически запрещается выкатывать из камеры наружу горячий материал, так как это может вызвать его растрескивание.

КАЧЕСТВО СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Качество сушки пиломатериалов определяется: 1) наличием видимых дефектов (трещин и коробления), возникающих в основном по причине неправильной укладки пиломатериалов в сушильные штабеля; 2) соответствием влажности, высушенной партии пиломатериала с конечной нормативной; 3) неравномерностью конечной влажности по сушильному штабелю; 4) перепадом влажности по толщине материала (рис. 9); 5) наличием внутренних напряжений в материале.

Несоответствие конечной влажности высушенного материала заданной приводит к изменению размеров деталей изделий, затрудняет их обработку, сборку и отделку собранных изделий. Готовые изделия при эксплуатации выходят из строя из-за их усыхания или разбухания. Материал после сушки должен иметь влажность, предусмотренную существующими нормативами или техническими условиями на изготовление изделий.

Конечная влажность материала после сушки должна быть на 1–2 % ниже предусмотренной нормативами или техническими условиями. Объясняется это наличием перепада влажности по толщине материала и снятием наиболее сухих поверхностных слоев при механической обработке. В этом случае средняя влажность материала в готовых деталях повышается. Допускаемые перепады влажности материала по толщине после сушки в зависимости от категории качества ее приведены в табл. 4.

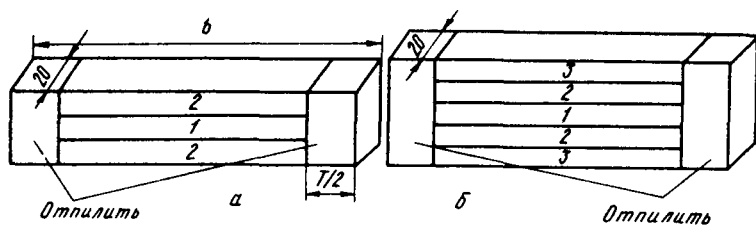


Рис. 9. Секции полойной влажности:
 $a < 50$ мм; $b > 50$ мм; b – ширина доски

4. Требования к качеству сушки материала

Категория качества сушки	Средняя конечная влажность, %	Допускаемые отклонения влажности, %	Допускаемые перепады влажности, %, при толщине материала, мм			
			13-22	23-40	41-60	61-90
0	19	± 3-4		Не контролируется		
I	6	± 1,5	1,5	2,0	2,5	3,0
	8	± 2,0	2,0	3,0	3,5	4,0
II	6	± 2,0		Не контролируется		
	8	± 2,5		Не контролируется		
	10	± 3,0		Не контролируется		
III	8	± 3,0	2,5	3,5	4,0	5,0
	10	± 4,0				
	12	± 5,0				
	15	± 5,0				
1У				Не контролируется		

Перепад влажности определяют по секциям послойной влажности (рис. 9). Кромочные части образцов, равные примерно половине толщины доски, отпиливают. Влажность полосок определяют весовым способом или электровлагомером, иглы которого вводят в разные участки торцового среза доски.

Перепадом влажности для досок толщиной до 50 мм (рис. 9, а) будет разница во влажности крайних полосок 2 (определяется вместе) и средней полоски 1. Перепад влажности досок толщиной более 50 мм (рис. 9, б) — это разность между влажностью крайних боковых полосок 3 и влажностью центральной 1.

Для оценки качества сушки по перепаду влажности берут: для I категории сушки 3 образца; для II и III — 2 образца.

Перепад влажности досок по их толщине характеризует в свою очередь и наличие напряжения в материале после сушки.

Дефекты сушки древесины. Дефекты сушки древесины зависят от качества сушки, поэтому необходимо остановиться на них и установить причины их возникновения и меры предупреждения.

Поверхностное затвердение. Причины: 1) слишком быстрая поверхностная усушка из-за высокой температуры в камере или низкой влажности, не соответствующей режиму; 2) неравномерная усушка по штабелю в силу неравномерной циркуляции воздуха или больших колебаний температуры и влажности.

Поверхностные трещины. Причины: 1) поверхность высыхает быстрее, чем внутренняя часть доски, во время первой стадии сушки; 2) неравномерная сушка, вызванная несовершенной и неравномерной циркуляцией воздуха в камере и неправильной укладкой материала в сушильные штабеля; 3) капанье воды с потолка; 4) трещины, образовавшиеся во время воздушной сушки.

Неравномерная просушка. Причины: 1) температура и влажность воздуха сильно колеблются (недостаток контроля за режимом); 2) циркуляция воздуха несовершенна и не выверена (имеются короткие токи, минующие штабель); 3) материал в штабеле неправильно уложен (слишком сжато, без зазоров, доски выступают из штабеля); 4) утечка воздуха через двери, капанье воды с потолка; 5) парение труб калорифера.

Коробление досок. Причины: 1) неправильная укладка материала в сушильные штабеля — различные по толщине прокладки, недостаток их, неправильное расположение пиломатериалов, концы досок выступают из штабеля; 2) невыверенная циркуляция воздуха — слишком плотная штабелевка, нет достаточных зазоров между досками, недостаточная вентиляция, имеется утечка воздуха через двери; 3) чрезвычайно сильные внутренние напряжения.

Внутренние трещины. Причины: поверхностное затверждение, следующее за поверхностным растрескиванием, — слишком жесткий режим, недостаточное и неправильное увлажнение после появления наружных трещин.

Растрескивание торцов досок. Причины: 1) слишком быстрая сушка концов и медленная — в середине штабеля; 2) выступающие из штабеля концы досок; 3) слишком сильная циркуляция воздуха у концов штабеля и слабач внутри его; 4) утечка воздуха через двери камер; 5) трещины имели место до сушки.

Плесень и грибные заболевания. Причины: 1) слабая циркуляция воздуха в камере; 2) влажность в камере слишком высокая, а температура низкая.

Появление упомянутых выше дефектов сушки можно объяснить следующими причинами: 1) применением несовершенных режимов сушки; 2) несовершенством конструкции сушильных камер; 3) некачественным проведением процесса сушки.

Причины дефектов сушки, зависящих от режимов, не должны иметь место при правильно выбранных режимах и точном их исполнении. Причины, не зависящие от режимов, должны своевременно устраняться в организационном порядке.

Хранение материала после сушки. Высушенный материал должен храниться в крытых складах при температуре не ниже 5°C и при влажности воздуха 35–60 %.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Работники сушильного хозяйства должны знать, как определяется продолжительность сушки пиломатериалов, так как это связано с учетом работы сушильных камер для сравнения их по фактической производительности за прошедший месяц или год.

Производительность сушки определяется кубическими метрами условного материала. За условный материал приняты сосновые обрезные пиломатериалы толщиной 50 мм, шириной 150 мм, длиной 6,5 м, с начальной влажностью 60 %, конечной 12 % и назначением для мебельного производства.

Продолжительность сушки зависит от толщины, ширины, длины, породы, влажности (начальной и конечной), назначения пиломатериалов, конструкции камер и определяется по формуле

$$\tau = 5 K_{об}, \quad (10)$$

где 5 — продолжительность сушки условного материала, сут; $K_{об}$ — общий поправочный коэффициент.

Общий поправочный коэффициент состоит из произведения отдельных поправочных коэффициентов¹, приведенных ниже (в табл. 5, 6 и выводах):

$$K_{об} = K_T K_C K_{II} K_{III} K_{IV} K_V K_{VI} K_{VII}. \quad (11)$$

5. Значения K_T — коэффициента по толщине

Толщина, мм	K_T	Толщина, мм	K_T	Толщина, мм	K_T
16	0,32	35	0,70	75	1,73
18	0,36	40	0,80	80	2,01
20	0,40	45	0,90	85	2,21
23	0,44	50	1,00	90	2,40
25	0,50	55	1,15	95	2,61
28	0,56	60	1,31	100	2,81
30	0,60	65	1,48		
32	0,64	70	1,65		

Материал	Значения K_C — коэффициента по сечению			Необрезные
	Заготовки	Доски обычной ширины	Широкие	
K_C	8,0	1,0	1,1	1,16

Порода	Значения K_{II} — коэффициента по породе					
	Сосна, ель, Бук пихта	Лиственница	Ясень	Береза	Дуб, орех	
K_{II}	1,0	2,33	1,67	2,33	1,83	4,67

¹ Отдельные из них требуют уточнения в связи с появлением режимов с цикловым прогревом.

Значения K_H — коэффициента по назначению

Для строгания	0,83
Для столярных изделий	0,92
Для мебели	1,00
Для спецназначения	1,33
Для авиастроения	1,65

Значения K_D — коэффициента по длине материала

Длина материала, м:	
До 1	0,8
Свыше 1	1,0

Значения K_K — коэффициента в зависимости от конструкции камер

Камеры с реверсивными вентиляторами	0,83
Прочие камеры	1,00

Поправочный коэффициент K_W в зависимости от влажности определяется по формуле

$$K_W = 0,625 \lg (W_1/W_2) = 0,625 \lg W_1 - 0,625 \lg W_2, \quad (12)$$

где W_1 — начальная влажность материала, %; W_2 — конечная влажность материала, %.

6. Значения K_W — коэффициента в зависимости от начальной и конечной влажности

$W, \%$	$0,625 \lg W$	$W, \%$	$0,625 \lg W$	$W, \%$	$0,625 \lg W$	$W, \%$	$0,625 \lg W$
6	1,120	28	2,083	50	2,445	72	2,673
7	1,210	29	2,104	51	2,457	73	2,681
8	1,300	30	2,126	52	2,470	74	2,690
9	1,369	31	2,146	53	2,481	75	2,698
10	1,439	32	2,166	54	2,493	76	2,707
11	1,496	33	2,185	55	2,504	77	2,715
12	1,553	34	2,204	56	2,516	78	2,723
13	1,601	35	2,220	57	2,527	79	2,731
14	1,649	36	2,240	58	2,539	80	2,739
15	1,691	37	2,257	59	2,549	81	2,746
16	1,733	38	2,274	60	2,559	82	2,754
17	1,768	39	2,290	61	2,569	83	2,761
18	1,806	40	2,306	62	2,579	84	2,769
19	1,839	41	2,321	63	2,589	85	2,776
20	1,873	42	2,336	64	2,599	86	2,784
21	1,902	43	2,350	65	2,609	87	2,791
22	1,932	44	2,365	66	2,619	88	2,798
23	1,956	45	2,379	67	2,628	89	2,805
24	1,986	46	2,393	68	2,638	90	2,813
25	2,011	47	2,406	69	2,647	91	2,820
26	2,036	48	2,419	70	2,656		
27	2,059	49	2,432	71	2,664		

7. Месячное задание сушильному цеху на сушку пиломатериалов в условных кубических метрах для производства мебели

Порода пиломатериалов	Толщина, мм	Фактические кубические метры	$K_{об}$	Условные кубические метры
Сосновые обрезные	25	60,0	0,8	48,0
То же	32	100,0	0,8	80,0
Сосновые необрезные	50	75,0	1,4	105,0
Сосновые заготовки	32	45,0	0,6	27,0
Итого		280,0		260,0
Буковые необрезные	50	45,0	2,8	126,0
Буковые заготовки	32	60,0	1,2	72,0
То же	25	50,0	1,2	60,0
Итого		155,0		258,0
Всего:		430,0		518,0

Примечания: 1. Пиломатериалы высушиваются от $W_H = 50\%$ до $W_K = 8\%$.
2. Условные кубические метры получены умножением фактических кубических метров на $K_{об}$.

8. Выполнение месячного задания сушильным цехом по сушке пиломатериалов в условных кубических метрах для производства мебели

Порода пиломатериалов	Толщина, мм	W_H	W_K	Фактические кубические метры	$K_{об}^*$	Условные кубические метры
Сосновые обрезные	25	80	8	45,0	0,8	36,0
То же	32	65	8	78,0	0,8	62,4
Сосновые необрезные	50	45	8	35,0	0,9	31,5
Сосновые заготовки	60	55	8	48,0	1,7	33,6
То же	50	57	8	35,0	1,0	35,0
Итого				241,0		198,5
Буковые необрезные	60	62	8	25,0	4,8	120,0
То же	32	70	8	90,0	1,8	162,0
Буковые заготовки	50	48	8	75,0	1,4	105,0
Лиственные заготовки	45	55	8	30,0	2,4	60,0
Берзовые необрезные	25	35	8	40,0	1,4	56,0
Итого				260,0		503,0
Всего:				501,0		701,0

* $K_{об}$ выбирают по табл. 7.

9. Поправочные коэффициенты $K_{об}$ для перевода фактических пиломатериалов в условные, м³

Толщина, мм	Сосна, ель, кедр, пихта						Дуб, орех, вишня				Бук, ясень, береза, лиственница, осина			
	Обрезные		Необрезные		Заготовки		Необрезные		Заготовки		Необрезные		Заготовки	
	W_H		W_H		W_H		$W_{ц}$		W_H		W_H		W_H	
	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
0 категория качества сушки $W = 18 \dots 20 \%$														
До 22	0,5	0,3	0,6	0,4	0,4	0,2	1,8	1,2	1,2	0,6	1,2	0,8	0,8	0,4
23-35	0,7	0,5	0,8	0,6	0,6	0,4	2,4	1,8	1,8	1,2	1,6	1,2	1,2	0,8
36-50	1,1	0,7	1,3	0,8	0,9	0,6	3,9	2,4	2,7	1,8	2,6	1,6	1,8	1,2
51-75	1,9	1,2	2,2	1,4	1,5	1,0	6,6	4,2	4,5	3,0	4,4	2,8	3,0	2,0
76	2,6	1,7	3,0	2,0	2,1	1,4	9,0	6,0	6,3	4,2	6,0	4,0	4,2	2,8
1 категория качества сушки, $W = 6 \dots 9 \%$														
До 22	0,5	0,34	0,6	0,4	0,4	0,3	1,8	1,2	1,2	0,9	1,2	0,8	0,8	0,6
23-35	0,7	0,5	0,8	0,6	0,6	0,4	2,4	1,8	1,8	1,2	1,6	1,2	1,2	0,8
36-50	1,1	0,8	1,3	0,9	0,9	0,6	3,9	2,7	2,7	1,8	2,6	1,8	1,8	1,2
51-75	1,9	1,4	2,2	1,6	1,5	0,9	6,6	4,8	4,5	2,7	4,4	3,2	3,0	1,8
75	2,6	1,9	3,0	3,2	2,1	1,5	9,0	6,6	6,3	4,5	6,0	4,4	4,2	3,0
II категория качества сушки, $W = 8 \dots 10 \%$														
До 22	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	1,8	1,5	1,2	0,9	1,2	1,5	0,8	0,6
23-35	0,8	0,6	0,9	0,7	0,6	0,5	2,7	2,1	1,8	1,5	1,8	1,4	1,2	1,0
36-50	1,2	0,9	1,4	1,0	1,0	0,7	4,2	3,0	3,0	2,1	2,8	2,0	2,0	1,4
51-75	2,1	1,6	2,4	1,8	1,7	1,3	7,2	5,4	5,1	3,9	4,8	3,6	3,4	2,6
75	3,0	2,2	3,4	2,5	1,4	1,8	10,0	7,5	7,2	5,4	7,0	5,0	4,8	3,6
III категория качества сушки														
До 22	0,42	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	1,5	1,2	1,2	1,6	1,0	0,8	0,8	0,4
23-35	1,00	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	2,1	1,8	1,5	1,2	1,4	1,2	1,0	0,8
36-50	1,73	0,8	1,2	0,9	0,8	0,6	3,6	2,7	2,4	1,8	2,4	1,8	1,6	1,2

Толщина, мм	Сосна, ель, кедр, пихта						Дуб, орех, вишня				Бук, ясень, береза, лиственница, осина			
	Обрезные		Необрезные		Заготовки		Необрезные		Заготовки		Необрезные		Заготовки	
	W_H		W_H		W_H		W_H		W_H		W_H		W_H	
	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
51-75	2,40	1,4	2,0	1,6	1,3	1,1	6,0	4,8	3,9	3,3	4,0	3,2	2,6	2,2
75	3,00	1,9	2,8	2,2	1,9	1,5	8,4	6,6	5,7	4,5	5,6	4,4	3,8	3,0
1У категория качества при сушке в обычных камерах														
1. Хвойные породы														
До 22	0,4	0,3	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,8	-
23-35	0,6	0,4	0,7	0,5	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,0	-
36-50	0,9	0,6	1,0	0,7	-	-	-	-	-	-	-	2,0	1,4	-
50	1,6	1,4	1,9	1,6	-	-	-	-	-	-	-	3,8	3,2	-
2. Лиственные породы														
До 22	0,8	0,5	0,9	0,6	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,2	-
23-35	1,2	0,7	1,4	0,8	-	-	-	-	-	-	-	4,2	2,6	-
50	3,0	1,9	3,5	2,2	-	-	-	-	-	-	-	7,0	4,4	-
1У категория качества при сушке в высокотемпературных камерах														
1. Хвойные породы														
До 22	0,3	0,2	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,6	-
23-35	0,4	0,3	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,7	-
36-50	0,6	0,4	0,7	0,5	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,0	-
50	1,1	1,0	1,3	1,1	-	-	-	-	-	-	-	2,7	1,9	-
2. Лиственные породы														
До 22	0,6	0,4	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	1,3	0,8	-
23-35	0,8	0,5	1,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	2,0	1,1	-
36-50	1,3	0,8	1,5	0,9	-	-	-	-	-	-	-	2,9	1,8	-
50	2,1	1,5	2,5	1,6	-	-	-	-	-	-	-	5,0	3,1	-

ДОКУМЕНТАЦИЯ УЧЕТА РАБОТЫ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР

Правильная и полная документация работы сушильных камер имеет большое значение в сушильном хозяйстве, так как по ней судят об эффективности работы камер. Эта документация общеизвестна и на деревообрабатывающих предприятиях применяется. Формы ее приведены в соответствующей технической литературе, поэтому излагать ее в данной книге нет необходимости. Следует только к существующей документации дополнительно предусмотреть две формы: месячное задание сушильному цеху с переводом фактических кубических метров в условные (табл. 7) и фактическое выполнение месячного задания (табл. 8). Последняя должна быть заведена на каждую камеру в отдельности.

Эти две формы документации на предприятиях не применяются в силу сложности расчета перевода фактических кубических метров в условные и судить об эффективности работы сушильных камер не представляется возможным. Поэтому автором рассчитаны общие поправочные коэффициенты $K_{\delta 6}$ для перевода фактических кубических метров в условные и приведены в табл. 9.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Лаборатория и ее оборудование. Помещение лаборатории должно обеспечивать нормальную работу. В ней должны помещаться один или два рабочих стола, шкаф для хранения приборов и соответствующей документации, станок для выпиливания секций влажности. В лаборатории должен быть установлен внутризаводской телефон для связи с механической мастерской и котельной.

Лаборатория должна иметь следующее основное оборудование и приборы: 1) сушильный электрический шкаф; 2) технические весы для взвешивания секций влажности; 3) две одноручные пилы; 4) стенные часы; 5) аптечку; 6) психрометры.

Штаты сушильных камер. Штат сушильной камеры должен состоять как минимум из мастера и трех дежурных сушильщиков. Мастер должен иметь не ниже среднего технического специального образования и стаж работы не менее 2 лет. Он непосредственно подчиняется начальнику цеха или его заместителю.

Мастер должен выполнять следующие обязанности: 1) руководить работой подчиненных ему дежурных сушильщиков и бригадой рабочих по погрузке и давать в процессе работы необходимые технические и организационные указания; 2) проверять правильность применения режимов и ведения записей в журналах режима сушки дежурными сушильщиками; 3) следить за правильной погрузкой материала в камеру и своевременной выгрузкой ее, не допуская простоев; 4) своевременно брать пробы из камеры на проверку влажности материала; 5) не допус-

катель передержки материала в камерах; 6) следить за рациональным использованием пара и обеспечением со стороны котельной необходимым давлением; 7) выполнять точно и своевременно распоряжения начальника цеха; 8) систематически повышать гехнический уровень подчиненного ему персонала; 9) всецело отвечать за своевременное проведение работ по технике безопасности и противопожарным мероприятиям среди работников сушил; 10) добиваться удешевления стоимости и повышения качества сушки материала.

Мастер имеет право: 1) отводить работников, которые, по его мнению, не соответствуют работе; 2) представлять установленным порядком виновных в нарушении к наложению на них взыскания; 3) представлять подчиненных ему лучших работников к поощрению; 4) требовать исполнения подчиненными ему работниками всех его распоряжений в области производственной деятельности сушильного хозяйства, а в случае невыполнения отстранять виновных от работы, впредь до выявления причины невыполнения распоряжений.

Все указания и распоряжения мастера обязательны для дежурных сушильщиков.

Дежурный сушильщик должен иметь среднее образование и стаж работы по специальности не менее 6 мес.

Обязанности дежурного сушильщика следующие:

1. Следить за показаниями психрометра, поддерживая установленную режимом разницу между сухим и смоченным термометрами, показания которых фиксировать в журнале через 1 ч. Одновременно с температурой фиксировать показания манометра, не допуская падения давления пара ниже 0,3 МПа.

2. Следить за правильной циркуляцией воздуха в камерах, регулируя ее шиберами, расположенными в вытяжных шахтах.

3. Следить за правильной работой конденсатоотводчиков и исправностью паропровода. Во всех случаях неисправности ставить в известность мастера или начальника цеха.

4. Своевременно брать пробы на влажность перед загрузкой, в процессе сушки (по необходимости) и в конце процесса. Время взятия проб устанавливается мастером.

5. Следить за противопожарным состоянием сушильных камер во время своей смены. В случае возникновения пожара прекратить обмен воздуха (циркуляцию) и принять первоочередные меры к ликвидации пожара с последующим вызовом ПК по необходимости.

6. В зимний период в случае продолжительного прекращения подачи пара из котельной перекрывать обмен воздуха и открывать обводные вентили конденсатоотводчиков всех камер.

7. В случае поломки или порчи какого-либо механизма дежурный сушильщик должен немедленно поставить в известность об этом сменного слесаря или мастера.

8. Все записи процесса сушки заносить в журналы своевременно и записывать точно и без всяких поправок.

9. Поддерживать связь между сменными сушильщиками в письменном виде путем сменной переписки в специально заведенной книге, в которой необходимо отмечать сдачу и приемку смены с отметкой обо всех неполадках, происшедших за смену.

Правила техники безопасности. 1. Во время наблюдения за материалом освещение производить шахтерской лампочкой или электрическим фонарем с питанием от аккумуляторной сухой батареи. Переносными лампами со шнуром пользоваться при напряжении тока не более 30 Вт. Лампами высокого напряжения пользоваться категорически запрещается. 2. При входе в камеру вывешивать на ее двери табличку "Не закрывать". 3. При необходимости пребывания в камере свыше 3 мин обязательно присутствие у камеры другого человека для оказания помощи в случае необходимости. 4. При входе в камеру при температуре свыше 70°C следует надевать специальный костюм.

Особые указания. 1. Сушка древесины — сложный и ответственный процесс, требующий к себе внимательного отношения и жесткой производственной дисциплины. 2. Не допускается отвлекать сменного сушильщика во время его дежурства на выполнение посторонних работ. 3. Заходить в сушильные камеры и коридор управления посторонним лицам, не имеющим отношение к их обслуживанию, строго воспрещается.

Таблица для определения степени насыщенности φ , %, сушильного агента при скорости его движения 1,5–2,5 м/с по показаниям ртутных и электрических психрометров

Температура сушильного агента t , °C	Психрометрическая разность Δt , °C																																				Температура сушильного агента t , °C
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38							
30	100	93	87	79	73	66	60	55	50	44	39	34	30	25	20	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30			
32	100	94	97	80	73	67	62	57	52	46	41	36	32	28	23	19	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32			
34	100	94	87	81	74	68	63	58	54	48	43	38	34	30	26	22	19	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34			
36	100	94	88	81	75	69	64	59	55	50	45	40	36	32	28	25	21	18	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36			
38	100	94	88	82	76	70	65	60	56	51	46	42	38	34	30	27	24	20	17	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38			
40	100	94	88	82	76	71	66	61	57	53	48	44	40	36	32	29	26	23	20	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40			
42	100	94	89	83	77	72	67	62	58	54	49	46	42	38	34	31	28	25	22	19	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42			
44	100	94	89	83	78	73	68	63	59	55	50	47	43	40	36	33	30	27	24	21	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44			
46	100	94	89	84	79	74	69	64	60	56	51	48	44	41	38	34	31	28	25	22	20	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46			
48	100	95	90	84	79	74	70	65	61	57	52	49	46	42	39	36	33	30	27	24	22	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48			
50	100	95	90	84	79	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41	37	34	31	29	26	24	19	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50			
52	100	95	90	84	80	75	71	67	63	59	55	51	48	45	42	38	36	33	30	27	25	20	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52			
54	100	95	90	84	80	76	72	68	64	60	56	52	49	46	43	39	37	34	32	29	27	22	18	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54			
56	100	95	90	85	81	76	72	68	64	60	57	53	50	47	44	41	38	35	33	30	28	23	19	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56			
58	100	95	90	85	81	77	73	69	65	61	58	54	51	48	45	42	39	36	34	31	29	25	20	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58			
60	100	95	90	86	81	77	73	69	65	61	58	55	52	49	46	43	40	37	35	32	30	26	22	18	14	—	—	—	—	—	—	—	—	60			
62	100	95	91	86	82	78	74	70	66	62	59	56	53	50	47	44	41	38	36	33	31	27	23	19	16	—	—	—	—	—	—	—	—	62			
64	100	95	91	86	82	78	74	70	67	63	60	57	54	51	48	45	42	39	37	34	32	28	24	20	17	—	—	—	—	—	—	—	—	64			
66	100	95	91	86	82	78	75	71	67	63	60	57	54	51	49	46	43	40	38	35	33	29	25	22	18	15	—	—	—	—	—	—	—	66			
68	100	95	91	87	82	78	75	71	68	64	61	58	55	52	49	46	44	41	39	36	34	30	26	23	19	16	—	—	—	—	—	—	—	68			

1353

70	100	96	91	87	83	79	76	72	68	64	61	58	55	52	50	47	44	41	39	37	35	31	27	24	20	17	—	—	—	—	—	—	70			
72	100	96	91	87	83	79	76	72	69	65	62	59	56	53	50	47	45	42	40	38	36	32	28	25	21	18	—	—	—	—	—	—	—	72		
74	100	96	92	87	84	80	76	72	69	65	63	60	56	53	51	48	46	43	41	39	37	33	29	26	22	19	14	—	—	—	—	—	—	74		
76	100	96	92	87	84	80	77	73	70	66	64	61	57	54	52	49	47	44	42	40	38	34	30	27	23	20	15	—	—	—	—	—	—	76		
78	100	96	92	88	84	80	77	73	70	66	64	61	58	55	53	50	48	45	42	40	38	34	31	27	24	21	16	—	—	—	—	—	—	78		
80	100	96	92	88	84	80	77	73	70	66	64	61	58	55	53	50	48	45	43	41	39	35	31	28	25	22	17	—	—	—	—	—	—	80		
82	100	96	92	88	84	80	77	74	71	67	65	62	59	56	54	51	49	46	44	42	40	36	32	29	26	23	18	—	—	—	—	—	—	82		
84	100	96	92	88	84	80	77	74	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	42	40	36	32	29	26	23	19	14	—	—	—	—	—	84		
86	100	96	92	88	84	80	78	75	72	69	66	63	60	57	55	52	50	47	45	43	41	37	33	30	27	24	20	15	—	—	—	—	—	86		
88	100	96	92	89	85	81	78	75	72	69	66	63	60	57	55	52	50	48	46	44	42	38	34	31	28	25	21	16	—	—	—	—	—	88		
90	100	97	93	89	85	81	79	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	49	47	45	43	39	35	32	29	26	22	18	—	—	—	—	—	90		
92	100	97	93	90	86	82	79	76	73	70	67	64	62	59	57	54	52	50	47	45	43	39	36	33	30	26	22	19	16	—	—	—	—	92		
94	100	97	93	90	86	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	54	52	50	48	46	44	40	37	33	30	27	23	20	17	—	—	—	—	94		
96	100	97	93	90	87	83	80	76	73	70	68	65	62	60	58	55	53	51	48	46	44	41	37	34	31	28	24	21	18	—	—	—	—	96		
98	100	97	93	90	87	83	80	77	74	71	68	65	63	60	58	55	53	51	49	47	45	41	38	34	31	28	25	22	19	16	98	—	—	98		
100	100	97	93	90	87	83	80	77	74	71	68	66	63	61	59	56	54	52	49	47	45	42	38	35	32	29	26	23	20	17	100	—	—	100		
102	—	—	94	91	88	84	81	78	75	72	69	67	64	62	59	56	54	52	50	48	46	42	38	35	32	29	26	23	21	18	102	—	—	102		
104	—	—	—	—	88	84	81	78	75	72	69	67	64	62	60	57	55	53	50	48	46	42	39	35	32	30	27	24	22	19	104	—	—	104		
106	—	—	—	—	—	81	78	75	72	69	67	64	62	60	57	55	53	50	48	46	43	39	36	33	30	27	24	22	20	106	—	—	—	106		
108	—	—	—	—	—	—	75	72	69	67	64	62	60	57	55	54	51	49	46	43	40	36	33	31	28	25	23	21	108	—	—	—	—	108		
110	—	—	—	—	—	—	—	—	69	67	65	63	61	58	56	54	51	49	46	43	41	37	34	32	29	26	24	21	110	—	—	—	—	110		
112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	63	61	58	56	54	52	50	47	44	42	38	35	33	30	27	24	22	112	—	—	—	—	—	112		
114	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	58	56	54	52	50	48	45	42	38	35	33	30	27	25	22	114	—	—	—	114		
116	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	55	53	51	49	46	43	39	36	34	31	28	25	23	116	—	—	—	—	116		
118	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	51	49	46	43	40	36	34	32	29	26	23	118	—	—	—	—	118	
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	47	44	41	38	35	32	29	26	24	120	—	—	—	—	120	
125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	38	35	33	30	27	25	125	—	—	—	—	125
130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	33	31	28	26	130	—	—	—	—	130

Режимы сушки с расчетом продолжительности циклов прогрева и охлаждения пиломатериалов и количества их по ступеням режима для практического применения

№ режима	Толщина, мм	Оп-ра-ция	W, %	Параметры режима				t _ц	Обрезные		Необрезные		Заготовки
				t _c	Δt	φ	Количество		циклов	л _ц	при W, %		
												> 50	

Категория 0 – сушка до транспортной влажности

Сосна, ель

13	До 22	НО	> 25	92	0/3	100/90	3/4	1	1	1	1	1	1	
				82	8	71	4	1	1	1	1	1	1	
		ЦП	25-18	92	9	70	4	5	3	6	4	4	4	2
				82	8	71	4	5	3	6	4	4	4	2
				82	10	62	4	1	1	1	1	1	1	1
				72	11	62	4	1	1	1	1	1	1	1
				72	10	62	4	1	1	1	1	1	1	1
				72	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1
14	23-35	НО	> 25	89	0/3	100/89	5/7	1	1	1	1	1	1	
				79	6	77	6	1	1	1	1	1	1	
		ЦП	25-18	89	6	78	6	5	3	6	4	4	4	3
				79	6	79	6	5	3	6	4	4	4	3
				69	8	68	6	1	1	1	1	1	1	1
				79	8	70	6	1	1	1	1	1	1	1
				69	8	68	6	1	1	1	1	1	1	1
				69	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1
15	36-50	НО	> 25	86	0/3	100/88	7/10	1	1	1	1	1	1	
				74	4	84	10	1	1	1	1	1	1	
		ЦП	25-18	86	4	84	10	6	3	5	4	4	4	2
				74	4	84	10	5	3	5	4	4	4	2
				62	6	74	10	1	1	1	1	1	1	1
				74	6	76	10	1	1	1	1	1	1	1
				62	6	74	10	1	1	1	1	1	1	1
				62	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1
16	51-75	НО	> 25	83	0/3	100/88	11/15	1	1	1	1	1	1	
				71	2	91	15	1	1	1	1	1	1	
		ЦП	25-18	83	2	92	15	6	4	7	4	4	4	3
				71	2	91	15	6	4	7	4	4	4	3
				59	4	81	15	1	1	1	1	1	1	1
				71	4	83	15	1	1	2	2	1	1	1
				59	4	81	15	1	1	2	2	1	1	1
				59	0	100	1,0	1	1	1	1	1	1	1

Категория 1 – высококачественная сушка

1. Сосна, ель, пихта, кедр

4	До 22	НО		94	0/3	100/90	3/4	1	1	1	1	1	1
---	-------	----	--	----	-----	--------	-----	---	---	---	---	---	---

№ режи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима				$t_{ц}$	Обрезные		Необрез- ные		Заготов- ки	
				t_c	Δt	φ								
							Количество		циклов	$n_{ц}$	при W, %	> 50	< 50	> 50
5	23-35	ЦО	> 20	82	6	77	4	1	1	1	1	1	1	1
		ЦП		94	7	76	4	6	4	7	5	5	5	3
		ЦО		82	6	77	4	6	4	7	5	5	5	3
		ЦО	< 20	70	20	35	4	1	1	1	1	1	1	1
		ЦП		82	22	36	4	4	4	5	5	3	3	3
		ЦО		70	20	35	4	4	4	5	5	3	3	3
		КО		70	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1
		НО		91	0/3	100/89	5/7	1	1	1	1	1	1	1
	ЦО	> 20	79	5	80	6	1	1	1	1	1	1	1	
	ЦП		91	5	81	6	6	4	7	5	5	5	3	
	ЦО		79	5	80	6	6	4	7	5	5	5	3	
	ЦО	< 20	67	18	38	6	1	1	1	1	1	1	1	
	ЦП		79	19	40	6	4	4	5	5	3	3	3	
	ЦО		67	18	38	6	4	4	5	5	3	3	3	
КО		67	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1		
6	36-50	НО		88	0/3	100/89	7/10	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	76	5	80	10	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		88	5	81	10	6	4	6	5	4	3	
		ЦО		76	5	80	10	6	4	6	5	4	3	
		ЦО	< 20	64	18	37	10	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		76	20	38	10	4	4	5	5	3	3	
		ЦО		64	18	37	10	4	4	5	5	3	3	
		КО		64	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	
		НО		85	0/3	100/88	11/15	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	73	4	83	15	1	1	1	1	1	1	
ЦП		85	4	84	15	7	5	8	6	5	4			
ЦО		73	4	83	15	7	5	8	6	5	4			
ЦО	< 20	61	16	40	15	1	1	1	1	1	1			
ЦП		73	18	40	15	5	5	6	6	4	4			
ЦО		61	16	40	15	5	5	6	6	4	4			
КО		61	0	100	1,0	1	1	1	1	1	1			
8	76-95	НО		82	0/3	100/88	13/18	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	70	4	83	19	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		82	4	84	19	8	6	9	7	7	5	
		ЦО		70	4	83	19	8	6	9	7	7	5	
		ЦО	< 20	58	16	39	19	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		70	18	39	19	6	6	7	7	5	5	
		ЦО		58	16	39	19	6	6	7	7	5	5	
		КО		58	0	100	1,0	1	1	1	1	1	1	
		НО		79	0/3	100/88	15/20	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	67	3	86	20	1	1	1	1	1	1	
ЦП		79	3	88	20	8	6	10	7	7	5			

№ режи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима			t _ц	Обрезные		Необрез- ные		Заготов- ки	
				t _c	Δ t	φ		Количество циклов n _ц при W, %					
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
		ЦО		67	3	86	20	8	6	10	7	7	5
		ЦО	< 20	55	14	43	20	1	1	1	1	1	1
		ЦП		67	16	43	20	6	6	7	7	5	5
		ЦО		55	14	43	20	6	6	7	7	5	5
		КО		55	0	100	1,0	1	1	1	1	1	1
2. Бук, ясень, клен, ильм, береза, лиственница													
5	Цо 22	НО		91	0/3	100/89	4/5	-	-	1	1	1	1
		ЦО	> 20	79	5	80	4	-	-	1	1	1	1
		ЦП		91	5	81	4	-	-	15	11	10	7
		ЦО		79	5	80	4	-	-	15	11	10	7
		ЦО	< 20	67	18	38	4	-	-	1	1	1	1
		ЦП		79	19	40	4	-	-	11	11	7	7
		ЦО		67	18	38	4	-	-	11	11	7	7
		КО		67	0	100	1,0	-	-	1	1	1	1
6	23-35	НО		88	0/3	100/89	6/8	-	-	1	1	1	1
		ЦО	> 20	76	5	80	6	-	-	1	1	1	1
		ЦП		88	5	81	6	-	-	15	11	10	7
		ЦО		76	5	80	6	-	-	15	11	10	7
		ЦО	< 20	64	18	37	6	-	-	1	1	1	1
		ЦП		76	20	38	6	-	-	11	11	7	7
		ЦО		64	18	37	6	-	-	11	11	7	7
		КО		64	0	100	1,0	-	-	1	1	1	1
7	36-50	НО		85	0/3	100/88	10/12	-	-	1	1	1	1
		ЦО	> 20	73	4	83	10	-	-	1	1	1	1
		ЦП		85	4	84	10	-	-	14	10	10	7
		ЦО	< 20	61	16	40	10	-	-	1	1	1	1
		ЦО		73	4	83	10	-	-	14	10	10	7
		ЦП		73	18	40	10	-	-	10	10	7	7
		ЦО		61	16	40	10	-	-	10	10	7	7
		КО		61	0	100	1,0	-	-	1	1	1	1
8	51-75	НО		82	0/3	100/88	15/19	-	-	1	1	1	1
		ЦО	> 20	70	4	83	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП		82	4	84	15	-	-	16	12	11	8
		ЦО		70	4	83	15	-	-	16	12	11	8
		ЦО	< 20	58	16	39	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП		70	18	39	15	-	-	12	12	8	8
		НО		58	16	39	15	-	-	12	12	8	8
		КО		58	0	100	2,0	-	-	1	1	1	1
9	75	НО		79	0/3	100/88	18/22	-	-	1	1	1	1
		ЦО	> 20	67	3	86	20	-	-	1	1	1	1
		ЦП		79	3	88	20	-	-	20	14	13	10

№	Толщина, мм	Оп-режи-ра-ция	W, %	Параметры ре-жима			t_c	Обрезные		Необрез-ные		Заготов-ки	
				t_c	Δt	φ		Количество циклов		$n_{ц}$ при W, %			
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
		ЦО		67	3	86	20	—	—	20	14	13	10
		ЦО	< 20	55	14	43	20	—	—	1	1	1	1
		ЦП		67	16	43	20	—	—	14	14	10	10
		ЦО		55	14	43	20	—	—	14	14	10	10
		КО		55	0	100	2,0	—	—	1	1	1	1
				3. Дуб, орех, вишня									
7	До 22	НО		85	0/3	100/88	4/5	—	—	1	1	1	1
		ЦО	> 20	73	4	83	4	—	—	1	1	1	1
		ЦП		85	4	84	4	—	—	22	16	15	10
		ЦО		73	4	83	4	—	—	22	16	15	10
		ЦО	< 20	61	16	40	4	—	—	1	1	1	1
		ЦП		73	18	40	4	—	—	16	16	10	10
		ЦО		61	16	40	4	—	—	16	16	10	10
		КО		61	0	100	1,0	—	—	1	1	1	1
8	23-35	НО		82	0/3	100/88	6/8	—	—	1	1	1	1
		ЦО	> 20	70	4	83	6	—	—	1	1	1	1
		ЦП		82	4	84	6	—	—	22	17	16	11
		МО		70	4	83	6	—	—	22	17	16	11
		ЦО	< 20	58	16	39	6	—	—	1	1	1	1
		ЦП		70	18	39	6	—	—	17	17	11	11
		ЦО		58	16	39	6	—	—	17	17	11	11
		КО		58	0	100	1,0	—	—	1	1	1	1
9	36-50	НО		79	0/3	100/88	10/12	—	—	1	1	1	1
		ЦО	> 20	67	3	86	10	—	—	1	1	1	1
		ЦП		79	3	88	10	—	—	20	15	14	11
		ЦО		67	3	86	10	—	—	20	15	14	11
		ЦО	< 20	55	14	43	10	—	—	1	1	1	1
		ЦП		67	16	43	10	—	—	15	15	11	11
		ЦО		55	14	43	10	—	—	15	15	11	11
		КО		55	0	100	1,0	—	—	1	1	1	1
10	51-75	НО		76	0/3	100/87	15/19	—	—	1	1	1	1
		ЦО	> 20	61	3	86	15	—	—	1	1	1	1
		ЦП		76	3	87	15	—	—	23	18	16	12
		ЦО		61	3	86	15	—	—	23	18	16	12
		ЦО	< 20	46	14	38	15	—	—	1	1	1	1
		ЦП		61	17	37	15	—	—	18	18	12	12
		ЦО		46	14	38	15	—	—	18	18	12	12
		КО		46	0	100	2,0	—	—	1	1	1	1
11	75	НО		73	0/3	100/87	18/22	—	—	1	1	1	1
		ЦО	> 20	58	2	90	20	—	—	1	1	1	1
		ЦП		73	2	91	20	—	—	30	22	22	15

№ ре- жи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима			$t_{\text{ц}}$	Обрезные		Необрез- ные		Заготов- ки	
				$t_{\text{с}}$	Δt	φ		Количество		$n_{\text{ц}}$		при W, %	
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
		ЦО		58	2	90	20	-	-	30	22	22	15
		ЦО	< 20	43	12	42	20	-	-	1	1	1	1
		ЦП		58	15	42	20	-	-	22	22	15	15
		ЦО		43	12	42	20	-	-	22	22	15	15
		КО		43	0	100	2	-	-	1	1	1	1

Категория П – ювышенное качество сушки

1. Сосна, ель, пихта, кедр

3	До 22	НО		97	0/3	100/90	3/4	1	1	1	1	1	1
		ЦО	> 20	87	6	78	4	1	1	1	1	1	1
		ЦП		97	6	80	4	4	3	5	4	4	2
		ЦО		87	6	78	4	4	3	5	4	4	2
		ЦО	< 20	77	20	38	4	1	1	1	1	1	1
		ЦП		87	22	37	4	3	3	4	4	2	2
		ЦО		77	20	38	4	3	3	4	4	2	2
4	23–35	КО		77	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1
		НО		94	0/3	100/90	5/7	1	1	1	1	1	1
		ЦО	> 20	82	6	77	6	1	1	1	1	1	1
		ЦП		94	7	76	6	4	3	5	4	3	2
		ЦО		82	6	77	6	4	3	5	4	3	2
		ЦО	< 20	70	20	35	6	1	1	1	1	1	1
		ЦП		82	22	26	6	3	3	4	4	2	2
5	36–50	ЦО		70	20	35	6	3	3	4	4	2	2
		КО		70	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1
		НО		91	0/3	100/89	7/10	1	1	1	1	1	1
		ЦО	> 20	79	5	80	10	1	1	1	1	1	1
		ЦП		91	5	81	10	4	3	5	4	3	2
		ЦО		79	5	80	10	4	3	5	4	3	2
		ЦО	< 20	67	18	38	10	1	1	1	1	1	1
6	51–75	ЦП		79	19	40	10	3	3	4	4	2	2
		ЦО		67	18	38	10	3	3	4	4	2	2
		КО		67	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1
		НО		88	0/3	100/89	11/15	1	1	1	1	1	1
		ЦО	> 20	76	5	80	15	1	1	1	1	1	1
		ЦП		88	5	81	15	5	4	6	4	4	3
		ЦО		76	5	80	15	5	4	6	4	4	3
7	76–95	ЦО	< 20	64	18	37	15	1	1	1	1	1	1
		ЦП		76	20	38	15	4	4	4	4	3	3
		ЦО		64	18	37	15	4	4	4	4	3	3
		КО		64	0	100	1	1	1	1	1	1	1
		НО		85	0/3	100/88	13/18	1	1	1	1	1	1
		ЦО		85	0/3	100/88	13/18	1	1	1	1	1	1
		ЦО		85	0/3	100/88	13/18	1	1	1	1	1	1

№ реж-ма	Толщи-на, мм	Опе-рация	W, %	Параметры ре-жима				f _ц	Обрезные Необрез- Заготов- ки					
				t _c	Δt	φ	f _ц		Количество циклов η _ц при W, %					
									> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
		ЦО	> 20	73	4	83	18	1	1	1	1	1	1	1
		ЦП		85	4	84	18	6	4	7	5	5	3	
		ЦО		73	4	83	18	6	4	7	5	5	3	
		ЦО	< 20	61	16	40	18	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		73	18	40	18	4	4	5	5	3	3	
		ЦО		61	16	40	18	4	4	5	5	3	3	
		КО		61	0	100	1	1	1	1	1	1	1	
8	95	НО		82	0/3	100/88	15/20	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	70	4	83	20	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		82	4	84	20	6	4	7	5	5	3	
		ЦО		70	4	83	20	6	4	7	5	5	3	
		ЦО	< 20	58	16	39	20	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		70	18	39	20	4	4	5	5	3	3	
		ЦО		58	16	39	20	4	4	5	5	3	3	
		КО		58	0	100	1	1	1	1	1	1	1	
2. Бук, ясень, граб, клен, ильм, береза, лиственница														
4	До 22	НО		94	0/3	100/90	4/5	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	82	6	77	4	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		94	7	76	4	-	-	11	8	8	5	
		ЦО		82	6	77	4	-	-	11	8	8	5	
		ЦО	< 20	70	20	35	4	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		82	22	36	4	-	-	8	8	5	5	
		ЦО		70	20	35	4	-	-	8	8	5	5	
		КО		70	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
5	23-35	НО		91	0/3	100/89	6/8	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	79	5	80	6	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		91	5	81	6	-	-	11	8	7	5	
		ЦО		79	5	80	6	-	-	11	8	7	5	
		ЦО	< 20	67	18	38	6	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		79	19	40	6	-	-	8	8	5	5	
		ЦО		67	18	38	6	-	-	8	8	5	5	
		КО		67	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
6	36-50	НО		88	0/3	100/89	10/12	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	76	5	80	10	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		86	5	81	10	-	-	10	7	7	5	
		ЦО		76	5	80	10	-	-	10	7	7	5	
		ЦО	< 20	64	18	37	10	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		76	20	38	10	-	-	7	7	5	5	
		ЦО		67	18	37	10	-	-	7	7	5	5	
		КО		67	0	100	1	-	-	1	1	1	1	

№ режи-ма	Толщи-на, мм	Опе-ра-ция	W, %	Параметры ре-жима			$t_{ц}$	Обрезные		Необрез-ные		Заготов-ки	
				t_c	Δt	φ		Количество циклов $n_{ц}$ при W, %					
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
7	51-75	НО	> 20	85	0/3	100/88	15/19	-	-	1	1	1	1
		ЦО		73	4	83	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП		85	4	84	15	-	-	12	9	8	6
		ЦО	73	4	83	15	-	-	12	9	8	6	
		ЦО	< 20	61	16	40	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП		73	18	40	15	-	-	9	9	6	6
		ЦО		61	16	40	15	-	-	9	9	6	6
		КО	61	0	100	2	-	-	1	1	1	1	
8	75	НО	> 20	82	0/3	100/88	15/19	-	-	1	1	1	1
		ЦО		70	4	83	18	-	-	1	1	1	1
		ЦП		82	4	84	18	-	-	14	10	9	7
		ЦО	70	4	83	18	-	-	14	10	9	7	
		ЦО	< 20	58	16	39	18	-	-	11	1	1	1
		ЦП		70	18	39	18	-	-	10	10	7	7
		ЦО		58	16	39	18	-	-	10	10	7	7
		КО	58	0	100	2	-	-	1	1	1	1	
3. Дуб, орех, вишня													
6	До 22	НО	> 20	88	0/3	100/89	4/5	-	-	1	1	1	1
		ЦО		76	5	80	4	-	-	1	1	1	1
		ЦП		88	5	81	4	-	-	17	12	11	8
		ЦО	76	5	80	4	-	-	17	12	11	8	
		ЦО	< 20	64	18	37	4	-	-	1	1	1	1
		ЦП		76	20	38	4	-	-	12	12	8	8
		ЦО		64	18	37	4	-	-	12	12	8	8
		КО	64	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
7	23-35	НО	> 20	85	0/3	100/88	6/8	-	-	1	1	1	1
		ЦО		73	4	83	6	-	-	1	1	1	1
		ЦП		85	4	84	6	-	-	17	11	11	8
		ЦО	73	4	83	6	-	-	17	11	11	8	
		ЦО	< 20	61	16	40	6	-	-	1	1	1	1
		ЦП		73	18	40	6	-	-	11	11	8	8
		ЦО		61	16	40	6	-	-	11	11	8	8
		КО	61	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
8	36-50	НО	> 20	82	0/3	100/88	10/12	-	-	1	1	1	1
		ЦО		70	4	83	10	-	-	1	1	1	1
		ЦП		82	4	84	10	-	-	15	11	11	8
		ЦО	70	4	83	10	-	-	15	11	11	8	
		ЦО	< 20	58	16	39	10	-	-	1	1	1	1
		ЦП		70	18	39	10	-	-	11	11	8	8

№ режи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима				Обрезные		Необрез- ные		Заготов- ки	
				t_c	Δt	φ	$t_{ц}$	Количество циклов		$n_{ц}$ при W, %			
								> 50	< 50	> 50	< 50		
9	51-75	ЦО	58	16	39	10	-	-	11	11	8	8	
		КО	58	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
		НО	79	0/3	100/88	15/19	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	67	3	86	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП	79	3	88	15	-	-	18	13	12	9	
		ЦО	67	3	86	15	-	-	18	13	12	9	
		ЦО	< 20	55	14	43	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП	67	16	43	15	-	-	13	13	9	9	
10	75	НО	76	0/3	100/87	18/20	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	61	3	86	18	-	-	1	1	1	1
		ЦП	76	3	87	18	-	-	21	15	14	11	
		ЦО	61	3	86	18	-	-	21	15	14	11	
		ЦО	< 20	46	14	38	18	-	-	1	1	1	1
		ЦП	61	17	37	18	-	-	15	15	11	11	
		ЦО	46	14	38	18	-	-	15	15	11	11	
		КО	46	0	100	2	-	-	1	1	1	1	

Категория III — среднее качество сушки

1. Сосна, ель, пихта, кедр

2	До 22	НО	100	0/3	100/90	3/4	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	90	7	75	4	1	1	1	1	1	1
		ЦП	100	8	74	4	4	3	5	4	3	2	
		ЦО	90	7	75	4	4	3	5	4	3	2	
		ЦО	< 20	80	22	35	4	1	1	1	1	1	1
		ЦП	90	24	35	4	3	3	4	4	2	2	
		ЦО	80	22	35	4	3	3	4	4	2	2	
		КО	80	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1
3	23-35	НО	97	0/3	100/90	5/7	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	87	6	78	6	1	1	1	1	1	1
		ЦП	97	6	80	6	4	3	5	4	3	2	
		ЦО	87	6	78	6	4	3	5	4	3	2	
		ЦО	< 20	77	20	38	6	1	1	1	1	1	1
		ЦП	87	22	37	6	3	3	4	4	2	2	
		ЦО	77	20	38	6	3	3	4	4	2	2	
		КО	77	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1
4	36-50	НО	94	0/3	100/90	7/10	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	82	6	77	10	1	1	1	1	1	1
		ЦП	94	7	76	10	4	3	5	3	3	2	

№ режи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима			$t_{\text{ц}}$	Обрезные		Необрез- ные		Заготов- ки		
				$t_{\text{с}}$	Δt	φ		Количество		$n_{\text{ц}}$		при W, %		
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	
5	51-75	ПО	< 20	82	6	77	10	4	3	5	3	3	2	
		ЦО		70	20	35	10	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		82	22	36	10	3	3	4	3	2	2	
		ЦО		70	20	35	10	3	3	4	3	2	2	
		КО	70	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1	
		НО	> 20	91	0/3	100/89	11/15	1	1	1	1	1	1	1
		ЦО		79	5	80	15	1	1	1	1	1	1	1
		ЦП		91	5	81	15	4	3	5	4	3	2	2
		ЦО		79	5	80	15	4	3	5	4	3	2	2
		ЦО	< 20	67	18	38	15	1	1	1	1	1	1	1
		ЦП		79	19	40	15	3	3	4	4	2	2	2
		ЦО		67	18	38	15	3	3	4	4	2	2	2
		КО		67	0	100	1	1	1	1	1	1	1	1
		6	76-90	НО	> 20	88	0/3	100/89	13/18	1	1	1	1	1
ЦО	76			5		80	18	1	1	1	1	1	1	
ЦП	88			5		81	18	5	4	6	5	4	3	
ЦО	76			5		80	18	5	4	6	5	4	3	
ЦО	< 20			64	18	37	18	1	1	1	1	1	1	
ЦП				76	20	38	18	4	4	5	5	3	3	
ЦО				64	18	37	18	4	4	5	5	3	3	
КО				64	0	100	1	1	1	1	1	1	1	
7	90	НО	> 20	85	0/3	100/88	15/20	1	1	1	1	1	1	
		ЦО		73	4	83	20	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		85	4	84	20	5	4	6	5	4	3	
		ЦО		73	4	83	20	5	4	6	5	4	3	
		ЦО	< 20	61	16	40	20	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		73	18	40	20	4	4	5	5	3	3	
		ЦО		61	16	40	20	4	4	5	5	3	3	
		КО		61	0	100	1	1	1	1	1	1	1	
2. Бук, ясень, граб, клен, ильм, береза, лиственница														
3	До 22	НО	> 20	97	0/3	100/90	4/5	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		87	6	78	4	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		97	6	80	4	-	-	10	7	7	4	
		ЦО		87	6	78	4	-	-	10	7	7	4	
		ЦО	< 20	77	20	38	4	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		87	22	37	4	-	-	7	7	4	4	
		ЦО		77	20	38	4	-	-	7	7	4	4	
КО	77	0	100	1	-	-	1	1	1	1	1			
4	23-35	НО	> 20	94	0/3	100/90	6/8	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		82	6	77	6	-	-	1	1	1	1	

№ режи-ма	Толщи-на, мм	Опе-ра-ция	W, %	Параметры ре-жима			$t_{\text{ц}}$	Обрезные		Необрез-ные		Заготов-ки		
				t_c	Δt	φ		Количество циклов		$n_{\text{ц}}$ при W, %				
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	
5	35-50	ЦП	< 20	94	7	76	6	-	-	9	7	6	5	
		ЦО		82	6	77	6	-	-	9	7	6	5	
		ЦП		70	20	35	6	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		82	22	36	6	-	-	7	7	5	5	
		ЦО		70	20	35	6	-	-	7	7	5	5	
		КО		70	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
		НО		> 20	91	0/3	100/89	10/12	-	-	1	1	1	1
		ЦО			79	5	80	10	-	-	1	1	1	1
	ЦП	< 20	91	5	81	10	-	-	9	6	6	4		
	ЦО		79	5	80	10	-	-	9	6	6	4		
	ЦО		67	18	38	10	-	-	1	1	1	1		
	ЦП		79	19	40	10	-	-	6	6	4	4		
	ЦО		67	18	38	10	-	-	6	6	4	4		
	КО		67	0	100	1	-	-	1	1	1	1		
6	51-75	НО	> 20	88	0/3	100/89	15/19	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		76	5	80	15	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		88	5	81	15	-	-	11	8	7	5	
		ЦО		76	5	80	15	-	-	11	8	7	5	
		ЦО		< 20	64	18	37	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП			76	20	38	15	-	-	8	8	5	5
		ЦО			64	18	37	15	-	-	8	8	5	5
		КО		64	0	100	2	-	-	1	1	1	1	
7	75	НО	> 20	85	0/3	100/88	18/22	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		73	4	83	18	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		85	4	84	18	-	-	13	9	8	6	
		ЦО		73	4	83	18	-	-	13	9	8	6	
		ЦО		< 20	61	16	40	18	-	-	1	1	1	1
		ЦП			73	18	40	18	-	-	9	9	6	6
		ЦО			61	16	40	18	-	-	9	9	6	6
		КО		61	0	100	2	-	-	1	1	1	1	
3. Дуб, орех, вишня														
5	До 22	НО	> 20	91	0/3	100/89	4/5	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		79	4	80	4	-	-	1	1	1	1	
		ЦП		91	5	81	4	-	-	15	11	11	8	
		ЦО		79	5	80	4	-	-	15	11	11	8	
		ЦО		< 20	67	18	38	4	-	-	1	1	1	1
		ЦП			79	19	40	4	-	-	11	11	8	8
		ЦО			67	18	38	4	-	-	11	11	8	8
		КО		67	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
6	23-35	НО	> 20	88	0/3	100/89	6/8	-	-	1	1	1	1	
		ЦО		76	5	80	6	-	-	1	1	1	1	

№ режи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима				Обрезные		Необрез- ные		Заготов- ки	
				t_c	Δt	φ	$t_{\text{ц}}$	Количество циклов $n_{\text{ц}}$		при W, %			
								> 50	< 50	> 50	< 50		
7	36-50	ЦП	88	5	81	6	-	-	16	11	11	8	
		ЦО	76	5	80	6	-	-	16	11	11	8	
		ЦО	< 20	64	18	37	6	-	-	1	1	1	1
		ЦП	76	20	38	6	-	-	11	11	8	8	
		ЦО	64	18	37	6	-	-	11	11	8	8	
		КО	64	0	100	1	-	-	1	1	1	1	
		НО	> 20	85	0/3	100/88	10/12	-	-	1	1	1	1
	ЦО	> 20	73	4	83	10	-	-	1	1	1	1	
	ЦП	85	4	84	10	-	-	15	11	10	7		
	ЦО	73	4	83	10	-	-	15	11	10	7		
	ЦО	< 20	61	16	40	10	-	-	1	1	1	1	
	ЦП	73	18	40	10	-	-	11	11	7	7		
	ЦО	67	16	40	10	-	-	11	11	7	7		
	КО	67	0	100	1	-	-	1	1	1	1		
8	51-75	НО	82	0/3	100/88	15/19	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	70	4	83	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП	82	4	84	15	-	-	17	12	11	8	
		ЦО	70	4	83	15	-	-	17	12	11	8	
		ЦО	< 20	58	16	39	15	-	-	1	1	1	1
		ЦП	70	18	39	15	-	-	12	12	8	8	
		ЦО	58	16	39	15	-	-	12	12	8	8	
		КО	58	0	100	2	-	-	1	1	1	1	
9	75	НО	79	0/3	100/88	18/22	-	-	1	1	1	1	
		ЦО	> 20	67	3	86	18	-	-	1	1	1	1
		ЦП	79	3	88	18	-	-	20	14	13	10	
		ЦО	67	3	86	18	-	-	20	14	13	10	
		ЦО	< 20	55	14	43	18	-	-	1	1	1	1
		ЦП	67	16	43	18	-	-	14	14	10	10	
		ЦО	55	14	43	18	-	-	14	14	10	10	
		КО	55	0	100	2	-	-	1	1	1	1	

Категория 1У – рядовая сушка (в камерах периодического действия)

1. Сосна, ель

1	До 22	НО	103	0/3	100/91	3/4	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	> 25	93	7	76	4	1	1	1	1	1	1
		ЦП	103	8	75	4	3	2	4	2	2	1	
		ЦО	93	7	76	4	3	2	4	2	2	1	
		ЦО	25-18	83	22	36	4	1	1	1	1	1	1
		ЦП	93	24	36	4	1	1	1	1	1	1	
		ЦО	83	22	36	4	1	1	1	1	1	1	
		КО	83	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1

№ режима	Толщина, мм	Оп-ра-ция	W, %	Параметры ре-жима			Обрезные				Необрез-ные				Заготов-ки					
							f _ц	Количество циклов n _ц при W, %												
				r _c	Δt	φ		> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	
2	23-35	НО	> 25	100	0/3	100/90	5/7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		ЦО		90	7	75	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		ЦП		100	8	74	6	3	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
		ЦО		90	7	75	6	3	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
		ЦО		25-18	80	22	35	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		ЦП			90	24	35	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		ЦО			80	22	35	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		КО			80	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	36-50	НО	> 25	97	0/3	100/90	7/10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		ЦО		87	6	78	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		ЦП		97	6	80	10	3	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1		
		ЦО		87	6	78	10	3	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1		
		ЦО		25-18	77	20	38	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		ЦП			87	22	37	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		ЦО			77	20	38	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		КО			77	0	100	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	50	НО	> 25	94	0/3	100/90	11/15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		ЦО		82	6	77	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		ЦП		94	7	76	15	3	2	4	3	3	2	1	1	1	1			
		ЦО		82	6	77	15	3	2	4	3	3	2	1	1	1	1			
		ЦО		25-18	70	20	35	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		ЦП			82	22	36	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		ЦО			70	20	35	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		КО			70	0	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
2. Береза, лиственница, осина																				
2	До 22	НО	> 25	100	0/3	100/90	4/5	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		ЦО		90	7	75	4	-	-	1	1	1	1	1	1	1				
		ЦП		100	8	74	4	-	-	8	5	5	3	1	1	1				
		ЦО		90	7	75	4	-	-	8	5	5	3	1	1	1				
		ЦО		25-18	80	22	35	4	-	-	1	1	1	1	1	1				
		ЦП			90	24	35	4	-	-	2	2	1	1	1					
		ЦО			80	22	35	4	-	-	2	2	1	1	1					
		КО			80	0	100	1	-	-	1	1	1	1	1					
3	23-35	НО	> 25	97	0/3	100/90	6/8	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1			
		ЦО		87	6	78	6	-	-	1	1	1	1	1						
		ЦП		97	6	80	6	-	-	8	5	6	3	1	1					
		ЦО		87	6	78	6	-	-	8	5	6	3	1	1					
		ЦО		25-18	77	20	38	6	-	-	1	1	1	1	1					
		ЦП			87	22	37	6	-	-	2	2	1	1	1					
		ЦО			77	20	38	6	-	-	2	2	1	1	1					
		КО			77	0	100	1	-	-	1	1	1	1	1					

№ режи- ма	Толщи- на, мм	Опе- ра- ция	W, %	Параметры ре- жима			t _ц	Обрезные Необрез- Заготов- ные ки					
				t _c	Δt	φ		Количество циклов n _ц при W, %					
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50
4	36-50	НО	> 25	94	0/3	100/90	10/12	-	-	1	1	1	1
				82	6	77	10	-	-	1	1	1	1
		ЦО	25-18	94	7	76	10	-	-	8	5	5	3
				82	6	77	10	-	-	8	5	5	3
				70	20	35	10	-	-	1	1	1	1
				82	22	36	10	-	-	2	2	1	1
				77	20	35	10	-	-	2	2	1	1
				77	0	100	1	-	-	1	1	1	1
5	50	НО	> 25	91	0/3	100/89	15/19	-	-	1	1	1	1
				79	5	80	15	-	-	1	1	1	1
		ЦО	25-18	91	5	81	15	-	-	9	6	6	4
				79	5	80	15	-	-	9	6	6	4
				67	18	38	15	-	-	1	1	1	1
				79	19	40	15	-	-	2	2	2	2
				67	18	38	15	-	-	2	2	2	2
				67	0	100	-	-	-	1	1	1	1

Категория 1У – рядовая сушка (в высокотемпературных камерах)

1. Сосна, ель

17	До 22	НО	> 25	130	30	35	3/4	1	1	1	1	1	1
				120	30	35	2	1	1	1	1	1	1
		ЦО	25-18	130	30	35	2	5	3	6	4	4	2
				120	30	35	2	5	3	6	4	4	2
				110	30	32	2	1	1	1	1	1	1
				120	32	32	2	1	1	2	2	1	1
				110	30	32	2	1	1	2	2	1	1
				110	10	69	0,5	1	1	1	1	1	1
18	23-35	НО	> 25	125	26	41	5/7	1	1	1	1	1	1
				115	24	42	3	1	1	1	1	1	1
		ЦО	25-18	125	26	41	3	5	3	6	3	4	2
				115	24	42	3	5	3	6	3	4	2
				105	24	39	3	1	1	1	1	1	1
				115	26	38	3	1	1	1	1	1	1
				105	24	39	3	1	1	1	1	1	1
				105	4	88	0,5	1	1	1	1	1	1
19	36-50	НО	> 25	120	20	50	7/10	1	1	1	1	1	1
				108	18	51	5	1	1	1	1	1	1
		ЦО	25-18	120	20	50	5	5	3	6	4	4	2
				108	18	51	5	5	3	6	4	4	2
				96	17	51	5	1	1	1	1	1	1
				108	18	51	5	1	1	2	2	1	1
				96	17	51	5	1	1	2	2	1	1
				96	6	81	0,5	1	1	1	1	1	1

№ режима	Толщина, мм	Опекания	W, %	Параметры режима			t _ц	Обрезные				Необрезные				Заготовки					
				t _c	Δt	φ		Количество		циклов		n _ц		при W, %							
								> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50	> 50	< 50				
20	50	НО ЦО ЦП ЦО ЦО ЦП ЦО КО	> 25	115	16	58	11/15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				102	13	62	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				115	14	61	7	5	4	6	5	4	3								
				103	13	62	7	5	4	6	5	4	3								
				93	12	62	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				103	13	62	7	1	1	2	2	1	1								
				93	12	62	7	1	1	2	2	1	1								
				93	2	93	1	1	1	1	1	1	1								
2. Береза, лиственница, осина																					
18	До 22	НО ЦО ЦП ЦО ЦО ЦП ЦО КО	> 25	125	26	41	4/5	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				115	24	42	2	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				125	26	41	2	—	—	11	8	8	5								
				115	24	42	2	—	—	11	8	8	5								
				105	24	39	2	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				115	26	38	2	—	—	3	3	5	5								
				105	24	39	2	—	—	3	3	5	5								
				105	4	88	1	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	23-35	НО ЦО ЦП ЦО ЦО ЦП ЦО КО	> 25	120	20	50	6/8	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				108	18	51	3	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				120	20	50	3	—	—	12	8	8	5								
				108	18	51	3	—	—	12	8	8	5								
				86	17	51	3	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				108	18	51	3	—	—	4	4	2	2								
				96	17	51	3	—	—	4	4	2	2								
				96	6	81	1	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20	36-50	НО ЦО ЦП ЦО ЦО ЦП ЦО КО	> 25	115	16	58	10/12	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				103	13	62	5	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				115	14	61	5	—	—	11	7	7	5								
				103	13	62	5	—	—	11	7	7	5								
				93	12	62	5	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				103	13	62	5	—	—	3	3	2	2								
				93	12	62	5	—	—	3	3	2	2								
				93	2	93	1	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
21	50	НО ЦО ЦП ЦО ЦО ЦП ЦО КО	> 25	110	10	69	15/19	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				95	9	70	7	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
				110	10	69	7	—	—	13	8	9	6								
				95	9	70	7	—	—	13	8	9	6								
				80	8	70	7	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				95	9	70	7	—	—	4	4	3	3								
				80	8	70	7	—	—	4	4	3	3								
				80	1	96	2	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Примечание. В числителе — показатели для летнего времени, в знаменателе — для зимнего.

Режимы сушки пиломатериалов хвойных пород в камерах непрерывного действия с применением циклового прогрева

№ режима	Толщина, мм	Влажность, %		Операция	Параметры режима в сухом конце камеры			$\tau_{ц}$	$\eta_{ц}$	φ_2 , % в сыром конце камеры	
		W_H	W_K		t_c	Δt	φ				
1	До 22	> 50	18	ЦП	92	12	62	4	7	90	
				ЦО	80	11	61	4	7		
		< 50	18	ЦП	92	12	62	4	5		90
				ЦО	80	11	61	4	5		
2	23-35	> 50	18	ЦП	88	10	66	6	7	92	
				ЦО	76	9	66	6	7		
		< 50	18	ЦП	88	10	66	6	5		92
				ЦО	76	10	66	6	5		
3	36-50	> 50	18	ЦП	84	8	71	19	7	92	
				ЦО	72	7	72	10	7		
		< 50	18	ЦП	84	8	71	10	5		92
				ЦО	72	7	72	10	5		
4	50	> 50	18	ЦП	80	6	77	15	8	92	
				ЦО	68	5	78	15	8		
		< 50	18	ЦП	80	6	77	15	6		92
				ЦО	68	5	78	15	6		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кречетов И.В. Сушка древесины. М., Лесная промышленность, 1980. 432 с.
2. Лурье М.Ю. Сушильное дело. М.—Л., Госэнергоиздат, 1948. 711 с.
3. Лыков А.В. Теория сушки. М., Энергия, 1950. 416 с.
4. Пейч Н.Н., Царев Б.С. Справочник по сушке древесины. М., Лесная промышленность, 1971. 191 с.
5. Селюгин Н.С. Сушка древесины. М., Гослесиздат, 1949. 535 с.
6. Серговский П.С. Гидротехническая обработка и консервирование древесины. М., Лесная промышленность, 1975. 400 с.
7. Соколов П.В. Сушка древесины. М., Гослесбуиздат, 1960. 427 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Основные сведения о влажности древесины и агента сушки	3
Сушильные камеры и основное их оборудование	7
Измерительные приборы для сушильных камер	9
Технологический процесс сушки древесины	11
Режимы сушки	11
Сущность циклового прогрева	13
Качество сушки пиломатериалов	23
Продолжительность сушки пиломатериалов	25
Документация учета работы сушильных камер	31
Общие вопросы	31
Приложения	34
Список использованной литературы	51

Петр Владимирович Любовицкий

**СУШКА ДРЕВЕСИНЫ С ЦИКЛОВЫМ ПРОГРЕВОМ
(Опыт работы предприятий)**

Редактор издательства Э. Г. Юрга
Оформление художника Б. С. Вехтера
Художественный редактор К. П. Остроухов
Технический редактор В. В. Соколова
Оператор Т. А. Ермакова
Корректор Е. Н. Бегунова
Вычитка Е. Н. Соколовой

ИБ № 2089

Подписано в печать 05.03.86. Т-07388. Формат 60x84/16. Бумага офсетная № 2.
Печать офсетная. Усл.печ.л. 3,25. Усл.кр.-отт. 3,60. Уч.-изд.л. 3,48. Тираж 3000 экз.
Заказ 1383 Цена 20 коп.

Ордена "Знак Почета" издательство "Лесная промышленность". 101000, Москва,
ул. Кирова, 40а

Московская типография № 9 Союзполиграфпрома при Государственном комитете
СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Москва, Воло-
чаевская ул., 40

ИЗДАТЕЛЬСТВО "ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ" ВЫПУСТИТ В 1987 г. СЛЕДУЮЩУЮ ЛИТЕРАТУРУ ПО ВОПРОСАМ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА:

Агапов А.И. Кинематика лесопильных рам. — 9 л. — 45 к.

Приведены расчеты кинематических параметров процесса пиления для механизмов подачи и резания, показано влияние основных факторов на кинематику процесса пиления. Дана методика определения кинематических параметров механизмов резания и подачи лесопильных рам, позволяющая обеспечить рациональные условия пиления и оптимальные условия работы рамных пил.

Для инженерно-технических работников лесопильной промышленности.

Гордиенко В.В., Манжос Ф.М. Обработка древесностружечных плит давлением. — 10 л. — 50 к.

Приведены методы обработки древесных материалов давлением, их деформативно-прочностные свойства при сжатии перпендикулярно пласти, механика процесса. Описаны типовые элементы рельефов, процесс формообразования рельефных композиций, технология формирования рельефов. Даны сведения о практических способах обработки давлением древесно-стружечных плит и других древесных материалов.

Для инженерно-технических работников деревообрабатывающей промышленности.

Корсунский М.Д., Векслер А.К. Влагомеры для древесной стружки. — 7 л. — 35 к.

Описаны приборы и методы измерения влажности сухой и осмоленной древесной стружки. Впервые обобщены результаты исследований по влагометрии древесной стружки, освещены вопросы, связанные с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области сверхвысокочастотного и инфракрасного спектральных методов определения влажности. Дан анализ возможности применения влагомеров в автоматизированных системах управления.

Для инженерно-технических работников деревообрабатывающих предприятий.

Соколов П.В., Харитонов Г.Н., Добрынин С.В. Лесосушильные камеры. — 12 л. — 60 к.

Приведены требования к лесосушильным камерам и их оборудованию. Описаны отечественные и зарубежные камеры периодического и непрерывного действия, правила их эксплуатации, особенности устройства. Рассмотрены специальные способы и средства сушки пиломатериалов, даны рекомендации по выбору и применению лесосушильных камер. В настоящем издании представлены данные по оборудованию камер, специальные способы сушки и средства механизации.

Для инженерно-технических работников деревообрабатывающей промышленности.

Предварительные заказы на перечисленные книги направляйте в адреса магазинов—опорных пунктов издательства, имеющих отделы "Книга — почтой":

109428, Москва, ул. Михайлова, 28/7, магазин № 125;

193320, Ленинград, ул. Крыленко, 23, магазин № 106.